

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL
CUSCO**

**FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA**



TESIS

**EVALUACIÓN DE LA MADURACIÓN DEL ESPERMATOZOIDE
EPIDIDIMARIO EN EL CUY (*Cavia porcellus*)**

PRESENTADO POR:

Br. MONICA ROSMERY CONDORI ORIHUELA

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ZOOTECNISTA**

ASESORES:

Ing. Zoot. MSC. HERNÁN CARLOS CUCHO
DOLMOS

Ing. Zoot. Mgt. AYDEE MEZA CHATATA
Mgt. EDILSON RONNY CUSIYUNCA PHOCO

FINANCIADO POR:

PROGRAMA "YACHAYNINCHIS WIÑARINAPAQ" –
UNSAAC

**CUSCO - PERÚ
2024**

INFORME DE ORIGINALIDAD
(Aprobado por Resolución Nro. CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: Evaluación de la
Maduración del Espermatozoide epia: a. marino en el
Cuy (Cavia porcellus)

presentado por: Monica Rosmerly Condori Oñivela con DNI Nro.: 48308725

presentado por: con DNI Nro.:

para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Zootecnista

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 10 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	X
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 20 de Marzo de 2025


Firma

Post firma.....

Nro. de DNI.....23152222.....

ORCID del Asesor.....0000-0001-7170-9775.....

ORCID 2° Asesor : 0000-0001-8581-9981
ORCID 3° Asesor : 0000-0003-0783-3032

DNI: 48207674
DNI: 47508703

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: 27259:441150405

Mónica Condori

Evaluación de la maduración del espermatozoide epididimario en el cuy (*Cavia porcellus*).docx

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:441150405

81 Páginas

Fecha de entrega

20 mar 2025, 4:48 p.m. GMT-5

17.761 Palabras

98.241 Caracteres

Fecha de descarga

21 mar 2025, 4:16 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

Evaluación de la maduración del espermatozoide epididimario en el cuy (*Cavia porcellus*).docx

Tamaño de archivo

6.3 MB

10% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Cited Text
- Small Matches (less than 8 words)
- Submitted works

Exclusions

- 223 Excluded Matches

Top Sources

- 10%  Internet sources
- 1%  Publications
- 0%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

DEDICATORIA

A divino creador por darme la vida y el que siempre me acompaña y a mi madre **ZORAYDA** por guiarme en el trayecto de mi vida, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad, quien desde el cielo me guía y seguramente está alegre por este logro.

A mí querido papá:

VALERIO

Por su comprensión, motivación y apoyo que me ha brindado para lograr todas y cada una de mis metas.

A mis verdaderos amigos con las que compartí momentos inolvidables en estos últimos años **SUHANIZ**.

EN ESPECIAL A MIS MEJORES AMIGAS RUFINA, MITZI, SHEYLA, URBANO, les agradezco por su desinteresada ayuda, por estar allí cuando más lo necesitaba y por los buenos momentos que compartimos.

A mis hermanos:
**ROGER, YEMI AMILCAR,
JESSICA, MARIA ANGELIA,
JOSUE ROBIHÑO, CAMILL RUBI**

A mis sobrinos:
SAYURI Y JHOAO

AGRADECIMIENTOS

Enuncio mi gratitud y reconocimiento a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por el aporte en la investigación de animales menores y a mis queridos docentes de la Facultad de Agronomía Y Zootecnia de la Escuela Profesional de Zootecnia por que aportaron en mi formación profesional y me brindaron sabios consejos.

A mis asesores: Ing. Msc. Hernán Carlos Cucho Dolmos e Ing. Mgt. Aydee Meza Chatata, por sus orientaciones en el proceso experimental, análisis de resultados y culminación del presente trabajo de investigación.

A todo el personal técnico y administrativo que labora en el Centro de Investigación en Camélidos Sudamericanos CICAS – La Raya de la UNSAAC; quienes me brindaron comprensión y apoyo.

A mis amigos y compañeros de la Universidad del código 2013- I: Mitzi, Rufina, Ada, Sheyla, Mayumi, Judith, Iván, Urbano, Alex, Romario, Jhon, Ruth Fely y a todos los demás que se me van de la mente gracias por brindarme su amistad

A los compañeros que me apoyaron: Mitzi, Rufina, Sheyla, Urbano, Fredy Efraín, Nery, Tamia. quienes me acompañaron durante los arduos y agradables momentos en el Centro de Investigación en Camélidos Sudamericanos (CICAS) - LA Raya - UNSAAC.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
GLOSARIO	xi
RESUMEN.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
I. PROBLEMA DEL OBJETO DE ESTUDIO	3
1.1. DESARROLLO DEL PROBLEMA.....	3
1.2. PROBLEMA GENERAL	3
1.3. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	3
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
2.3. JUSTIFICACIÓN	5
III. HIPOTESIS	6
3.1. HIPOTESIS GENERAL	6
3.2. HIPOTESIS ESPECIFICA.....	6
IV. MARCO TEÓRICO	7
4.1. GENERALIDADES DEL CUY	7
4.2. ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL CUY MACHO	7
4.2.1. TESTÍCULO	8
4.2.2. EPIDÍDIMO	9
4.2.3. CONDUCTO DEFERENTE.....	10
4.2.4. VESÍCULAS SEMINALES.....	10
4.2.5. PRÓSTATA.....	11
4.2.6. GLÁNDULAS COAGULANTES	11
4.2.7. GLÁNDULAS BULBO URETRALES.....	11
4.2.8. EL PENE.....	11
4.3. LA ESPERMATOGÉNESIS.....	12

4.4.COLECCIÓN DE ESPERMATOZOIDE DEL EPIDÍDIMO <i>Post mortem</i>	12
4.5.ESPERMATOZOIDE	13
4.6. CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS	14
4.6.1.MOTILIDAD TOTAL	14
4.6.2.PARÁMETROS DE MOTILIDAD.....	15
4.6.3.CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS	18
4.6.4.CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	19
4.6.6.CONCENTRACIÓN	21
4.6.7.VITALIDAD.....	21
4.6.8.FUNCIONALIDAD DE LA MEMBRANA ESPERMÁTICA	22
4.6.9.REACCIÓN ACROSOMAL	23
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
5.1 LUGAR DE ESTUDIO	24
5.2. DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
5.3. MATERIALES DE ESTUDIO.....	25
5.3.1. MATERIAL BIOLÓGICO	25
5.3.2. MATERIALES PARA LA COLECCIÓN DE ESPERMATOZOIDES	25
5.3.3. REACTIVOS E INSUMOS	25
5.3.4. EQUIPOS DE LABORATORIO	26
5.4. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	26
5.4.1. DE LOS CUYES.....	26
5.4.2. PREPARACIÓN DEL DILUTOR	27
5.4.3. COLECCIÓN DE ESPERMATOZOIDE DE LAS REGIONES DEL EPIDÍDIMO Y CONDUCTO DEFERENTE	27
5.4.4. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS REGIONES	30
5.4.5. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS	30
5.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	37
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
6.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DEL EPIDÍDIMO Y CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DEL ESPERMATOZOIDE.....	39
6.1.1. DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DEL TESTÍCULO Y DEL EPIDÍDIMO. 39	
6.1.2. DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA DEL EPIDÍDIMO	40
6.2. CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DE ESPERMATOZOIDES..	42
6.2.1. MOTILIDAD.....	42

6.2.2. PARÁMETROS DE MOTILIDAD.....	45
6.3.CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS Y MORFOLÓGICAS	52
6.3.1. CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS.....	52
6.3.2. MORFOLOGÍA DE LOS ESPERMATOZOIDES EPIDIDIMARIOS	58
6.4. CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA, VITALIDAD, INTEGRIDAD ACROSOMAL Y FUNCIONALIDAD DE LA MEMBRANA ESPERMÁTICA.....	60
6.4.1. CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA.....	60
6.4.2. VITALIDAD ESPERMÁTICA.....	62
6.4.3. INTEGRIDAD ACROSOMAL DEL ESPERMATOZOIDE	63
6.4.4. FUNCIONALIDAD DE LA MEMBRANA ESPERMÁTICA (REACCIÓN TOTAL).....	64
VII. CONCLUSIONES	66
VIII. RECOMENDACIONES	68
IX. BIBLIOGRAFÍA	69
ANEXOS.....	78
ANEXODE TABLAS	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de motilidad total de espermatozoides de cuy según método de colección y autor	14
Tabla 2. Parámetros cinéticos de espermatozoides de la región 5 del epidídimo del cuy silvestre (<i>Cavia aparea</i>).....	16
Tabla 3. Parámetros de motilidad en cuyes (Promedio $\pm$ desviación estándar).....	17
Tabla 4. Parámetros de motilidad de espermatozoide individuales y en rouleaux en cuyes domésticos.....	17
Tabla 5. Medidas de la cabeza del espermatozoide del cuy, según método de colección y autor.....	19
Tabla 6. Concentración de espermatozoide de cuy (millones /mL), por método de colección y autor.....	21
Tabla 7. Porcentaje de espermatozoides vivos del cuy (%) por método de colección y autor	22
Tabla 8. Porcentaje de integridad y funcionalidad de la membrana espermática del cuy por método de colección y autor.....	23
Tabla 9. Porcentaje de integridad acrosomal en espermatozoide del cuy, por método de colección y autor	23
Tabla 10. Peso promedio de cuyes (n=11) en kg	27
Tabla 11. Componentes del dilutor base TRIS	27
Tabla 12. Características morfométricas de testículos, epidídimos de cuy.....	39
Tabla 13. Promedio del ancho y largo de los conductillos de los segmentos del epidídimo y conducto deferente de cuy.	40

Tabla 14. Motilidad no progresiva de espermatozoides por regiones del epidídimos y conductos deferentes de cuy de (n=11).	42
Tabla 15. Motilidad progresiva de espermatozoides extraído de las regiones del epidídimo y conducto deferente	43
Tabla 16 Motilidad total de espermatozoides por regiones del epidídimos y conductos deferentes de cuy.	44
Tabla 17. Parámetros de motilidad a (VCL (μm /s), VSL (μm /s), VAP (μm /s), LIN (%), STR (%), WOB (%), ALH (%), BCF (%)) de espermatozoides extraído de las regiones del epidídimo y conducto deferente.	51
Tabla 18. Morfométrica general del espermatozoide extraído de las regiones del epidídimo y conducto deferente.	57
Tabla 19. Morfología general del espermatozoide de clase 1, clase2, clase 3 y clase 4 en las cinco regiones del epidídimos y conductos deferentes del cuy.....	58
Tabla 20. Concentración espermática en las regiones del epidídimos y conductos deferentes de cuy (n=11).	61
Tabla 21. vitalidad espermática en las regiones del epidídimos y conductos deferentes de cuy.....	62
Tabla 22. Integridad acrosomal de los espermatozoides en las regiones del epidídimos y conductos deferentes de cuy (n=10).	63
Tabla 23. Funcionalidad de la membrana espermática en las regiones del epidídimos y conductos deferentes de cuy (n=10).....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sistema Reproductor Masculino del Cobayo	8
Figura 2.Estructura del epidídimo del cobayo.	9
Figura 3Terminología estándar de algunos de algunos parámetros de motilidad (VCL, VSL, VAP Y ALH).	16
Figura 4. Estructuras del espermatozoide del cuy <i>Cavia porcellus</i>	20
Figura 5. Laboratorio de Biotecnología Reproductiva de Centro de Investigación de Camélidos sudamericanos (CICAS- La Raya).	24
Figura 6.Flujograma del proceso de recuperación de espermatozoides de cuy. 29	
Figura 7.Medidas de las regiones del epidídimo.....	30
Figura 8. Evaluación morfométrica de la muestra de semen del cuy en equipo Motic Images.....	32
Figura 9.Análisis de vitalidad de espermatozoides de color rojo (muertos) y espermatozoides de color blanco(vivos).	34
Figura 10.Imagen de la funcionalidad de la membrana:(A) respuesta positiva a la	35
Figura 11.Imagen de la integridad acrosomal del espermatozoide de cuy.....	36
Figura 12.Fotografía del testículo, regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy.....	41

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.Fotografías de las estructuras del epidídimo y conducto deferente.	78
ANEXO 2.Medidas de las regiones del epidídimo y conducto deferente.	78
ANEXO 3.Motilidad de espermatozoides en el epidídimo y conducto deferente. .	79
ANEXO 4.fotografías de morfometría de clases de espermatozoides colectados del epidídimo y conducto deferente.	79
ANEXO 5.fotografías de morfometría de clases de espermatozoides colectados del epidídimo y conducto deferente.	80
ANEXO 6.Fotografías de Funcionalidad de la membrana espermática de los espermatozoides colectados del epidídimo y conducto deferente.	81
ANEXO 7.Fotografías de Integridad acrosomal de los espermatozoides colectados del epidídimo y conducto deferente.	81
ANEXO 8.Fotografías de equipos empleados.....	82
ANEXO 9 Análisis de varianza y prueba de media estadística descriptiva de las estructuras del epidídimo del cuy.	83
ANEXO 10 análisis de varianza y pruebas de medias de las características de motilidad y parámetros cinéticos (VCL, VSL, VAP, LIN, STR, WOB, ALH y BCF) del espermatozoide de cuy (Cavia porcellus) extraído de diferentes regiones del epidídimo.	85
ANEXO 11 Análisis de varianza y prueba de media de parámetros morfométricos del espermatozoide de cuy (Cavia porcellus) extraído de diferentes regiones del epidídimo	88

ANEXO 12 Análisis de varianza y prueba de media de las características morfológicos del espermatozoide de cuy (<i>Cavia porcellus</i>) extraído de diferentes regiones del epidídimo	91
ANEXO 13. Análisis de varianza y prueba de media de concentración, vitalidad, integridad acrosomal y funcionalidad de la membrana del espermatozoide de cuy (<i>Cavia porcellus</i>) extraído de diferentes regiones del epidídimo.	92

GLOSARIO

ALH	: Amplitud del desplazamiento lateral de la cabeza.
ANVA	: Análisis de varianza.
BCF	: Frecuencia de batida de la cabeza.
CASA	: Computer Assisted Sperm Analysis.
CICAS	: Centro de investigación en camélidos sudamericanos.
CV	: Coeficiente de Variabilidad.
DS	: Desviación estándar.
HOST	: Hipoosmotic swelling test.
ISAS	: Sistema integrado de análisis de semen.
LIN	: Índice de linealidad.
RA	: Reacción acrosomal.
MNP	: Motilidad no progresiva.
mOsm	: Miliosmoles.
MP	: Motilidad progresiva.
MT	: Motilidad total.
SAS	: Statistical analysis system.
STR	: Índice de rectitud.
T.D.	: Testículo derecho
T.I.	: Testículo Izquierdo
VA	: Vagina artificial.
VAP	: Velocidad media.
VCL	: Velocidad curvilínea.
VSL	: Velocidad rectilínea.
WOB	: Índice de oscilación.

RESUMEN

El presente trabajo “Evaluación de la maduración del espermatozoide epididimario en el cuy (*Cavia porcellus*)”, se realizó en el Centro Experimental La Raya de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, situado en el distrito de Marangani, provincia Canchis y departamento de Cusco, desarrollado desde el mes de marzo a agosto del 2020, con el objetivo de determinar los parámetros cinéticos, morfología, morfometría, concentración, vitalidad, funcionalidad de la membrana espermática e integridad acrosomal del espermatozoide de cuy durante su maduración en las regiones del epidídimo y el conducto deferente del cuy. Las variables microscópicas se analizaron con el SAS OnDemand for Academics. Se empleó la estadística descriptiva para la descripción de las estructuras y la morfología del espermatozoide, para parámetros cinéticos, características morfométricas se usó un arreglo factorial. Para la motilidad total se hallaron diferencias significativas entre regiones evaluadas ($p<0.05$), siendo la región de la cola gruesa del epidídimo, la que muestra mayor motilidad total, también esta zona mostraba mayores valores ($p<0.05$) de VCL, VSL, VAP, WOB, LIN, ALH y BCF con las otras regiones. El largo y anchura del espermatozoide no presenta grandes variaciones entre regiones; pero el área y perímetro del espermatozoide es mayor ($p<0.05$) a nivel del conducto deferente. Tanto en la cola gruesa como en el conducto deferente muestran mayor porcentaje ($p<0.05$) de espermatozoides de clase 1 y 2, que son de mayor calidad. La vitalidad espermática e integridad acrosomal es mayor en el conducto deferente ($p<0.05$), en relación a las otras regiones; pero la concentración espermática es mayor ($p<0.05$) en la cola gruesa, mientras la funcionalidad de la membrana espermática es superior ($p<0.05$) a nivel de la cola gruesa y mediana del epidídimo de cuy.

Palabras clave: regiones del epidídimo, parámetros de motilidad, morfometría, morfología, vitalidad, reacción acrosoma, espermatozoide epididimario.

INTRODUCCIÓN

El cuy es oriundo de los Andes y es considerado como una de las fuentes más importantes de proteína animal para los pobladores rurales, evaluaciones realizadas por el Ministerio de Salud, señalan que su carne es de muy buena calidad, ya que contiene 20.3 % de proteína y sólo 7.8 % de grasa. La carne de cuy, además tiene ventajas comparativas frente a otras especies introducidas de acuerdo a Chauca (1997). En la actualidad la crianza de los cuyes es de gran importancia en nuestra región por que representa un aporte significativo a la economía familiar y a la alimentación de la población.

La disminución de la variabilidad genética por procesos de selección o cruzamiento, también está afectado por los escasos estudios de crioconservación de recursos zoo genéticos del cuy, el desconocimiento de la población sobre el valor que conlleva la preservación de la variabilidad genética del cuy, seguido por el desinterés de comprender la función que desempeñarán en el futuro la conservación y uso sostenible de estos recursos (Mujica, 2009).

Existen métodos para la conservación los espermatozoides de buenos reproductores recolectados de la cola del epidídimo (CE) y conducto deferente (CD) de animales *post mortem* han evidenciado sobrevivencia. En especies domésticas y silvestres existe información sobre recuperación y crio preservación de espermatozoides obtenidos del epidídimo. En caninos se han recuperado espermatozoides viables de epidídimo dentro de las 24 horas *post mortem*, ya que después de este período va disminuyendo la calidad de los espermatozoides y dejan de ser aptos para el proceso de crio preservación (González et al., 2013)

Desde el punto de vista de disponibilidad de recursos, la sierra peruana tiene el mayor potencial para la producción de cuy es por ello que la crianza de cuyes se debe llevar a un sistema de crianza intensivo y acompañado de la biotecnología reproductiva cómo la inseminación artificial, vitrificación y transferencia de embriones que se usa en otras especies, estas biotecnologías se pueden usar como medida preventiva de contagio de enfermedades y la consanguinidad.

El objetivo principal de esta investigación fue la evaluación microscópica del espermatozoide extraído de las diferentes regiones del epidídimo y en el conducto deferente tales como la motilidad, concentración, parámetros cinéticos, la morfología y morfometría de la cabeza del espermatozoide (área, perímetro, largo, ancho, elipticidad, rugosidad, elongación, regularidad) y por último determinar la vitalidad, integridad acrosomal y funcionalidad de la membrana del espermatozoide) en el proceso de maduración del espermatozoide del cuy (*Cavia porcellus*) extraído de diferentes regiones del epidídimo y conducto deferente.

I. PROBLEMA DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1. DESARROLLO DEL PROBLEMA

La investigación en la fisiología del espermatozoide de cuy, específicamente en el proceso de maduración del espermatozoide, es escasa; hasta ahora se desconoce los cambios físicos y biológicos que tiene el espermatozoide en las diferentes regiones del epidídimo, no hay investigaciones sobre la maduración de los espermatozoides en cuyes. Los conocimientos que se tienen provienen de estudios que usaron electro eyaculación, la técnica de slicing de epidídimos o de la cola del epidídimo. Cabe señalar que no existe información sobre los aspectos y características de espermatozoides en el proceso de maduración del cuy, por lo que es imprescindible realizar investigaciones.

1.2. PROBLEMA GENERAL

¿Cuáles son las características microscópicas del espermatozoide de cuy en el proceso de maduración en las diferentes regiones del epidídimo de esta especie?

1.3. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- a. ¿Cuáles son las medidas de las estructuras del epidídimo de cuy?
- b. ¿Cuál es la motilidad y parámetros cinéticos (VCL, VSL, VAP, LIN, STR, WOB, ¿ALH y BCF) del espermatozoide de cuy (*Cavia porcellus*) extraído de diferentes regiones del epidídimo?
- c. ¿La morfología y morfometría de la cabeza (largo, ancho, área, perímetro) del espermatozoide de cuy (*Cavia porcellus*) extraído de diferentes regiones del epidídimo, es similar o varía?
- d. ¿Cuál es la concentración, vitalidad, integridad acrosomal y funcionalidad de la membrana del espermatozoide de cuy (*Cavia porcellus*) extraído de diferentes regiones del epidídimo?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar las características microscópicas del espermatozoide de cuy en el proceso de maduración en las diferentes regiones del epidídimo de esta especie.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Describir las medidas de las estructuras del epidídimo y características microscópicas del espermatozoide de cuy.
- b. Determinar la motilidad y parámetros de cinéticos (VCL, VSL, VAP, LIN, STR, WOB, ALH y BCF) del espermatozoide de cuy (*Cavia porcellus*) extraído de diferentes regiones del epidídimo.
- c. Determinar la morfología y morfometría de la cabeza (largo, ancho, área, perímetro) del espermatozoide de cuy (*Cavia porcellus*) extraído de diferentes regiones del epidídimo.
- d. Determinar la concentración, vitalidad, integridad acrosomal y funcionalidad de la membrana del espermatozoide de cuy (*Cavia porcellus*) extraído de diferentes regiones del epidídimo.

2.3. JUSTIFICACIÓN

La Región del Cusco, el segundo productor de cuyes del país con alrededor de 1'715,374 cuyes en 90,480 unidades familiares, representa alrededor del 14% de la poblacional del país de esta especie (INEI, 2012), a nivel nacional se observa un incremento de 213,000 cuyes INEI, (2017)

La mayor parte en los valles interandinos de sus provincias se dedican a su crianza, constituyéndose en los últimos años en uno de los mayores generadores de ingresos de las familias campesinas de la Región. DRAC, (2021)

Las principales ventajas de extraer semen de especies de interés zootécnico, prevenir enfermedades al introducir animales a la unidad de producción, disminuir el número de reproductores machos en las unidades reproducción, incrementar la fertilidad, facilitar el transporte y manipulación del semen (Gómez , 2013)

Si bien es cierto, se ha venido estudiando al cuy, especialmente en lo relacionado a su alimentación, probándose dietas, también seleccionando animales para obtener animales con un rápido incremento de peso, para su comercialización; existen aún vacíos en el conocimiento de esta especie, por ejemplo la fisiología del espermatozoide en las regiones del epidídimo del cuy ha sido escasamente estudiada, es por ello que planteamos la presente investigación a fin de evaluar las características microscópicas del espermatozoide de cuy en su proceso de maduración en las diferentes regiones del epidídimo cabeza, cuerpo, cola (delgada, mediana, gruesa.) y conducto deferente del cuy (*Cavia porcellus*) empleando un sistema computarizado de análisis de semen (CASA). Este estudio aportará información básica que serviría para la colección, conservación y posterior uso de la biotecnología reproductiva en cuyes, como es la inseminación artificial, la vitrificación o la transferencia de embriones, entre otras.

III. HIPOTESIS

3.1. HIPOTESIS GENERAL

las características microscópicas del espermatozoide de cuy en el proceso de maduración en las diferentes regiones del epidídimo de esta especie son iguales.

3.2. HIPOTESIS ESPECIFICA

- La estructura del epidídimo es similar en ambos testículos del cuy.
- La motilidad y parámetros de cinéticos (VCL, VSL, VAP, LIN, STR, WOB, ALH y BCF) del espermatozoide de cuy (*Cavia porcellus*) extraído de diferentes regiones del epidídimo son iguales.
- La morfología y morfometría de la cabeza (largo, ancho, área, perímetro) del espermatozoide de cuy (*Cavia porcellus*) extraído de diferentes regiones del epidídimo son iguales.
- La concentración, vitalidad, integridad acrosomal y funcionalidad de la membrana del espermatozoide de cuy (*Cavia porcellus*) extraído de diferentes regiones del epidídimo son iguales.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. GENERALIDADES DEL CUY

El cuy (*Cavia porcellus*) es clasificado taxonómicamente como perteneciente al orden Rodentia, Suborden Hysticomorpha, familia Caviidae, género Cavia y subespecie Cavia porcellus (Chauca, 1997).

El cuy es un pequeño mamífero originarios de la zona andina del Perú y otros países sudamericanos, tiene el cuerpo compacto y mide entre 20 y 40 cm es emblemático de la variabilidad genética de los animales domesticados de los Andes. El pelo de algunas especies es largo y la textura puede ser áspera o suave existiendo una población de más o menos 35 a 65 millones expandidos entre Ecuador, Perú, Colombia y Bolivia. Por su gran capacidad de adaptación se pueden encontrar en la costa y en la sierra hasta una altura de 4,500 msnm (Chauca, 1997).

Estos roedores herbívoros han formado parte de la dieta de la población andina desde la antigüedad (250-300 años a.C.) hasta la actualidad. Grégoire et al., (2010). debido a que su dieta aporta 20,3% de proteínas y alto valor nutricional. Pérez, (2004)

La maduración espermática se puede describir como los cambios bioquímicos y fisiológicos que ocurren durante el paso por el epidídimo y que hará que el espermatozoide adquiera la capacidad de fecundar. los cambios que sufre recaen a cargo del epidídimo y su especializado ambiente luminal que cambia a lo largo de las regiones de este. A medida que el espermatozoide avanza por las diferentes regiones del epidídimo adquiere diferentes moléculas que se unen a distintas zonas del gameto y otras de sus moléculas son eliminadas.

4.2. ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL CUY MACHO

El cuy es una especie de ciclo reproductivo corto, cuyo empadre debe iniciarse entre los 3 a 4 meses de edad, el reproductor no solo ha desarrollado tamaño, sino que también ha llegado a la pubertad. El peso con el que llega a esta etapa es superior a 1.1 kg lo que le permite dominar el grupo y mantener la relación de empadre 1:6, (Tello y Tapia,

2016). El sistema reproductor masculino del cuy se compone de testículos, epidídimo, conductos deferentes, glándulas vesiculares, próstata, glándulas coagulantes, las glándulas bulbo uretrales, uretra y pene (Aliaga *et al.*, 2009).

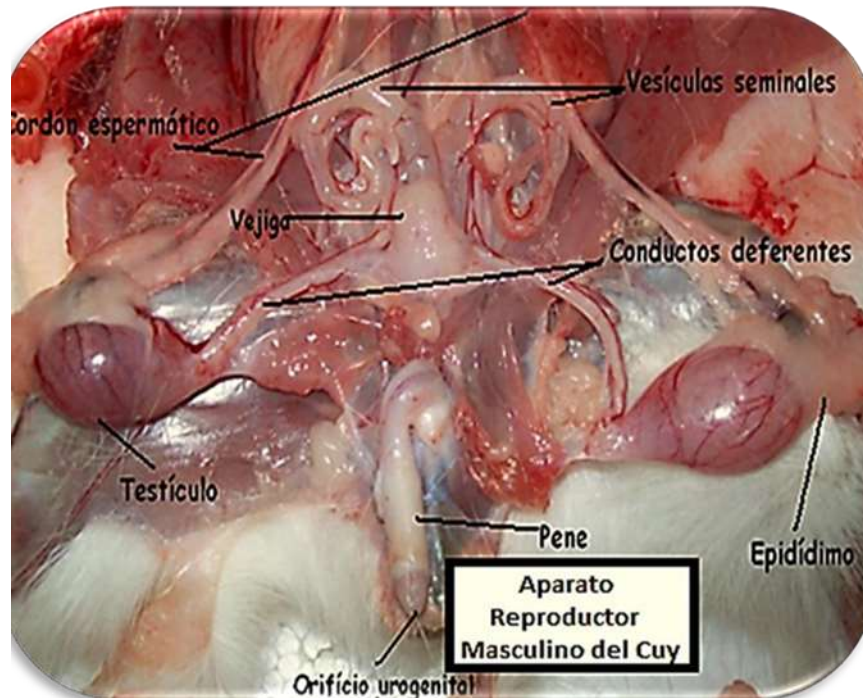


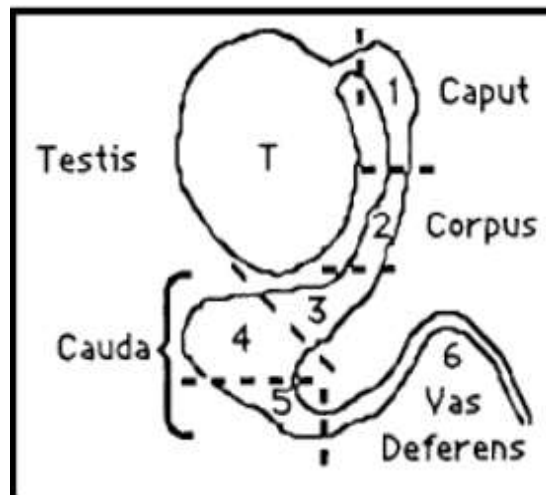
Figura 1. Sistema Reprodutor Masculino del Cobayo

4.2.1. TESTÍCULO

Los testículos son órganos ovalados de 22 mm de largo y 18 mm de ancho. Se encuentran en la cavidad abdominal cerca de la vejiga, pesa de 2.5 a 4 g, no tienen la bolsa escrotal ubicado en el saco inguinal Pantoja, (2016).

Los testículos contienen tres compartimentos, el primero o túbulo accesorio (Tunica albugínea) que contiene las células de Leydig productoras de testosterona, y el segundo compartimento o compartimento peritoneal formado por células musculares, fibroblastos y fibras de colágeno, junto con un compartimento hematopoyético extracelular. La

barrera hematotesticular, finalmente, el espacio intratubular (los túbulos seminíferos) que contiene las células de Sertoli, proporcionando nutrientes y soporte estructural a las células durante la espermatogénesis, luego está la red de testas o mediastino del que salen los conductos eferentes y que forman los conductos deferentes, el cual se prolonga hasta el epidídimo (Aliaga *et al.*, 2009).



Fuente: Anakwe *et al.*, (1991)

Figura 2. Estructura del epidídimo del cobayo.

4.2.2. EPIDÍDIMO

El epidídimo está constituido por un conducto único enrollado por el tejido conectivo que se introduce entre las fluctuaciones del mismo y por la túnica que envuelve el conjunto. Este órgano cumple tres funciones importantes: almacenamiento, maduración de los espermatozoides y a través de sus secreciones, forma parte del semen (Alba, 1990).

Es un conducto formado por cabeza, cuerpo y cola; cuya función es el de transporte, maduración y almacenamiento de espermatozoides (Schimming *et al.*, 2012).

De manera específica, en la cabeza ocurre la reabsorción de fluidos y solutos. Los espermatozoides en esta primera región son infértiles (Ortiz, 2000).

En el cuerpo del epidídimo ocurre la maduración espermática y en la cola se da el almacenamiento de los espermatozoides fértiles Fernández et al., (2006). La capacidad de almacenamiento en la cabeza y cuerpo del epidídimo es del 15 – 20% de espermatozoides, mientras que el 80-85% en la cola del epidídimo. Vicente., (2000)

4.2.3. CONDUCTO DEFERENTE

Los conductos deferentes son tubos musculares que impulsan los espermatozoides en el momento de la eyaculación desde el epidídimo hacia el conducto eyaculador en la uretra prostática. También son un poco más gruesos en sus partes finales y miden unos 4 cm de largo. Comienzan desde la cola del epidídimo y siguen una dirección anterior. Luego alcanzan el nivel de la vejiga y avanzan y retroceden hacia la línea media para unirse a las vesículas seminales (Alba, 1990).

El conducto deferente continúa desde la cola del epidídimo. Los conductos deferentes junto a las glándulas vesiculares vacían en la uretra pélvica (Pantoja, 2016)

Después de pasar por el uréter, el conducto deferente dilata formando una ampolla en cuyo extremo desemboca la vesícula seminal respectiva, para luego unirse a la uretra prostática mediante los conductos eyaculadores. Esta estructura participa en el almacenamiento de espermatozoides para la eyaculación (Calamera, 1977).

4.2.4. VESÍCULAS SEMINALES

Los cuyes tienen sacos seminales que proporcionan la porción líquida del semen. Las vesículas seminales tienen 1.2 cm de longitud y 0.6 mm de diámetro (Calamera, 1977). Las vesículas seminales constan de cuatro partes, de las cuales una es soluble, la otra es muy básica y probablemente representa la proteína coagulante del semen de cuy. Otros no son coagulantes, se detectan en el suero y pueden ser intrínsecas del epitelio de la vesícula seminal. (Alba,1990). Dentro de estas vesículas se encuentran las prostaglandinas, especialmente de las series E y F, que son importantes para la fertilidad. La mayor parte del contenido de líquido del espermatozoide es proporcionada por las vesículas seminales, y adquiere relativamente un gran tamaño en el cuy (Holting, 1995).

4.2.5. PRÓSTATA

La próstata en el cuy es de forma lobular y de ubicación caudal, está dividida en lóbulos y formada por conductos contorneados (Matamoros, 1981). La función de la próstata es contribuir con líquidos e iones inorgánicos al semen. La secreción prostática contiene fosfatasas acidas, prótidos, lípidos y hexosas (Aliaga *et al.*, 2009).

4.2.6. GLÁNDULAS COAGULANTES

Entre las glándulas accesorias también se encuentran las glándulas de la coagulación, que secretan secreciones que permiten que las sustancias segregadas por las vesículas seminales se coagulen, lo que da lugar a la formación de un tapón vaginal tras la eyaculación, impidiendo la reversión de los espermatozoides. Encima del ano hay un grupo de glándulas sebáceas que utilizan para atraer a las hembras y marcar territorio (Gonzalo, 2012).

4.2.7. GLÁNDULAS BULBO URETRALES

Son de forma redondeada con 8 mm de largo y 5mm de ancho. Éstas segregan una sustancia mucilaginosa que lava la uretra de residuos de orina (Gonzalo, 2012). La secreción de las glándulas bulbo uretrales es muy viscosa, de aspecto vítreo y de naturaleza albuminoidea, el cual se descarga en la uretra en el momento de la eyaculación (Aliaga *et al.*, 2009).

4.2.8. EL PENE

Es el órgano copulador con 4 cm de longitud y 5 mm de diámetro, se caracteriza por poseer un hueso y glande. El glande con forma de cono truncado presenta un orificio denominado orificio uretral (Pantoja, 2016). El glande está cubierto de espinas ubicadas al fondo del sáculo que tienen la función de estabilizar el pene y activar los efectos sensoriales estimulantes. Cuando hay una erección, estas formaciones espinosas se invaginan. Por debajo de los garfios, que son de consistencia cartilaginosas y queratinizada, apuntan hacia arriba y ciertamente contribuyen al orgasmo de la hembra (Aliaga *et al.*, 2009).

4.3. LA ESPERMATOGÉNESIS

La espermatogénesis no es más que divisiones mitóticas y meióticas de las células espermáticas precursoras. Barrios, (2002). comprende tres fases; la primera es la fase de multiplicación o estadio de las espermatogonias que provienen de las células germinales; las espermatogonias A son las más primitivas y poseen un núcleo elíptico, mientras que las espermatogonias B tienen un núcleo esférico. La segunda fase de maduración o meiosis corresponde al estadio de mayor duración y es donde las espermatogonias dan lugar a espermatoцитos primarios y secundarios, ocurriendo una transformación de células diploides a células haploides y el intercambio de cromátides entre cromosomas homólogos, que dan origen a la variabilidad de la especie. La última fase es la espermatogénesis cuyo proceso abarca la liberación de los espermatozoides de las células de Sertoli a la luz de los túbulos seminíferos (Aliaga *et al.*, 2009).

4.4. COLECCIÓN DE ESPERMATOZOIDE DEL EPIDÍDIMO *Post mortem*

4.4.1. RECOLECCIÓN POR FLUJO RETRÓGRADO

Consiste en separar el epidídimo del testículo, en una caja Petri, con lactato de ringer precalentado a 37°C, para lavar los residuos de sangre; luego se identifica la porción más cercana de la zona media de la cola del epidídimo y realizar corte transversal con el bisturí, antes que el diámetro del epidídimo se reduzca. Con la finalidad de obtener la mayor cantidad de espermatozoides posibles, se coloca una aguja dentro del lumen de la porción libre del vaso deferente. Se usa una jeringa de 10 a 15 ml con PBS a 37°C para vaciar el contenido del vaso deferente. El fluido obtenido con los espermatozoides epididimarios se centrifuga a (300g/5 min), para concentrar la muestra. El sobrenadante obtenido elimina, a la concentración obtenida se le realizó una predilución con AndroMed® en proporción 1:1 a 37°C (Barrios, 2002; Martínez, 2004; Barrios y Albers, 2006).

4.4.2. MÉTODO DE DESMENUZAMIENTO

Consiste en separar el epidídimo del testículo, para luego colocar en caja Petri con lactato de ringer a 37°C, para realizar el lavado de los residuos de sangre. Los espermatozoides

son recuperados por el método de picado en trozos (slicing), con una tijera quirúrgica en una caja Petri, que contenía 15 ml de medio PBS a 37°C; el contenido se recoge en una jeringa de 20 ml. Para luego ser depurado a través de un filtro estéril; el mismo se coloca a tubos falcón (15 ml), y luego se coloca a la centrifuga a una velocidad de (300g/5min). El sobrenadante obtenido se elimina; y al igual que el método anterior a la concentración obtenida se le hace una predilución con AndroMed en proporción 1:1 a 37°C (Barrios, 2002).

4.4.3. MÉTODO DE CORTE

Se disecciona el tejido conjuntivo y los vasos sanguíneos de la región caudal para evitar una mayor contaminación se realizan varias incisiones en la cola del epidídimo, luego mediante presión manual sobre esta zona para libera el semen y libre de bacterias (*Martins et al.*, 2007).

4.4.4. MÉTODO DE PUNCIÓN

Este método consiste en separar el epidídimo del testículo y micro disección del tejido conjuntivo y vasos sanguíneos del epidídimo caudal para exponer el epidídimo, seguido de pinchazos con agujas de 16 G en distintas partes, luego se presiona la región caudal del epidídimo y comienza a fluir un líquido rico en espermatozoides, que se recoge en un tubo de ensayo que contiene diluyente (Harshan, 2006).

4.5. ESPERMATOZOIDE

El espermatozoide una célula haploide cuya función es la fecundación del ovulo, está cubierto por un plasmalema o membrana plasmática. El acrosoma, o capuchón acrosómico, es una estructura de doble pared situada entre la membrana plasmática y la parte anterior de la cabeza del espermatozoide. Un cuello conecta la cabeza del espermatozoide con su cola (los flagelos), que a su vez se divide en los segmentos medio, principal y cola o terminal (Muiño, 2008)

La estructura básica de los espermatozoides consta de dos partes completamente diferenciadas: la cabeza, que contiene la información genética y los mecanismos

necesarios para entrar en el óvulo, y la cola, que representa el medio de movimiento de los espermatozoides (Muiño, 2008). La cola se divide en cuatro regiones: el cuello, la pieza central, la pieza principal y la pieza final. Mientras que los componentes principales de la cabeza son la partícula y el núcleo (Fawcett, 1963). La cabeza del espermatozoide de un conejillo de indias (*Cavia porcellus*) es grande, simétrica, en forma de disco con un extremo puntiagudo. La partícula cubre alrededor del 50% de la longitud total de la cabeza (Gallardo *et al.*, 2002).

4.6. CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS

4.6.1. MOTILIDAD TOTAL

Se añade una gota de semen de 5 µl en un portaobjetos precalentado y se observa la motilidad de los espermatozoides utilizando un microscopio de campo claro, un aumento de 40x y el diafragma de campo cerrado. Los factores que influyen en la motilidad de los espermatozoides son la concentración, el porcentaje de células móviles progresivos y la velocidad de la motilidad de los espermatozoides (Angelino, 2009). La motilidad de los espermatozoides del cuy salvaje es muy característica, siendo curvilínea e irregular, estando en la mayoría de los casos unidos por la cabeza (Sumar *et al.*, 1968). En estudios realizados en la evaluación del esperma en cuyes recolectados de la cola del epidídimo se reportó una motilidad no progresiva 20.45% y una motilidad progresiva de 6.16% (Yucra, 2013).

Tabla 1. Porcentaje de motilidad total de espermatozoides de cuy según método de colección y autor

Autor	Método de colección	Motilidad (%)
Unchupaico et al., (2006)	<i>Post Mortem</i>	42.27
Mise (2014)	<i>Post Mortem</i>	73.00
Loor (2015)	Extirpación de epidídimo	73.50
Tapia y Tello (2016)	Extirpación de epidídimo	46.00
Aragón (2019)	Electro eyaculación	72.15
Cabeza (2019)	Electro eyaculación	69.40

4.6.2. PARÁMETROS DE MOTILIDAD

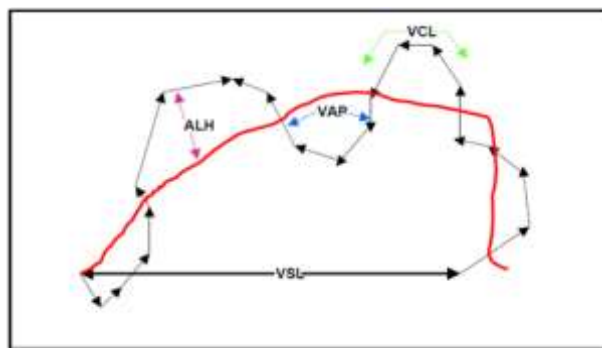
Son mediciones que evalúan la velocidad de desplazamiento de los espermatozoides. (Quinteros, 2003).

- a) VCL (Velocidad curvilínea): Velocidad promedio de desplazamiento de la cabeza del espermatozoide a lo largo de su trayectoria real. Se mide en $\mu\text{m/s}$.
- b) VSL (Velocidad en línea recta): La velocidad promedio de la cabeza del espermatozoide a lo largo de una línea recta, desde la primera hasta la última posición. Se mide en $\mu\text{m/s}$.
- c) VAP (Velocidad promedio de desplazamiento): Velocidad promedio de la cabeza del espermatozoide a lo largo de su trayectoria promedio. Se mide en $\mu\text{m/s}$.
- d) LIN (Porcentaje de linealidad): Relación entre VSL y VCL. Se mide en porcentaje (%).
- e) STR (Índice de rectitud): Relación entre VSL y VAP. Se mide en porcentaje (%).

De manera similar, se puede evaluar la trayectoria que realiza la cabeza del espermatozoide, a través de parámetros tales como:

- a) WOB (Índice de oscilación): Relación entre VAP y VCL. Se mide en porcentaje (%).
- b) ALH (Amplitud del desplazamiento lateral de cabeza): Valor promedio lado a lado de la cabeza en cada ciclo de batido. Se mide en μm .
- c) BCL (Frecuencia de batido): frecuencia con la cual la verdadera trayectoria del espermatozoide cruza la trayectoria promedio. Se mide en Hz.
- d) ALH (Amplitud media del desplazamiento lateral de la cabeza del espermatozoide): desplazamiento medio efectuado por la cabeza del espermatozoide en su trayectoria curvilínea, de un lado a otro de la trayectoria media o lineal. Se mide en μm .

- e) ALH (Amplitud máxima del desplazamiento lateral de la cabeza del espermatozoide): máximo desplazamiento medio efectuado por la cabeza del espermatozoide en su trayectoria curvilínea, de un lado a otro de la trayectoria media o lineal. Se mide en micras (μm).



Fuente: Quinteros, (2003)

Figura 3. Terminología estándar de algunos de algunos parámetros de motilidad (VCL, VSL, VAP Y ALH)

En la Tabla 2, se muestra los resultados de los parámetros cinéticos de espermatozoides individuales y en rouleaux (agrupados), evaluados de la región cola del epidídimo de cuyes salvajes (*Cavia aperea*).

Tabla 2. Parámetros cinéticos de espermatozoides de la región 5 del epidídimo del cuy silvestre (*Cavia aperea*)

Parámetro	Células solas (n=35)	Rouleaux (n=260)
VAP ($\mu\text{m/s}$)	62.6 $\pm$ 3.0	68.1 $\pm$ 1.4
VSL ($\mu\text{m/s}$)	61.2 $\pm$ 3.0	64.8 $\pm$ 1.4
VCL ($\mu\text{m/s}$)	79.5 $\pm$ 4.4	84.8 $\pm$ 1.2
ALH (μm)	9.66 $\pm$ 1.43	8.02 $\pm$ 0.31
BCF (Hz)	13.65 $\pm$ 0.53	14.41 $\pm$ 0.20
STR (%)	94.5 $\pm$ 3.0	93.7 $\pm$ 0.8
LIN (%)	77.1 $\pm$ 3.5	76.0 $\pm$ 1.2
WOB (%)	78.8 $\pm$ 3.4	79.7 $\pm$ 1.0

Fuente: Cooper *et al.*, (2000).

En la Tabla 3. Se muestran los parámetros cinéticos de la motilidad, en cuyes domésticos, estos espermatozoides fueron colectados del epidídimo izquierdo.

Tabla 3. Parámetros de motilidad en cuyes (Promedio $\pm$ desviación estándar)

Parámetro	Promedio	$\pm$D S
VCL ($\mu\text{m/s}$)	46.62	20.19
VSL ($\mu\text{m/s}$)	14.73	5.75
VAP ($\mu\text{m/s}$)	28.69	11.95
LIN (%)	33.4	16.58
STR (%)	51.14	14.17
WOB (%)	62.11	15.21
ALH (μm)	2.06	1.32
BCF (Hz)	3.55	1.85

Fuente: Yucra (2013).

En la Tabla 4, se muestra los resultados de los parámetros cinéticos de espermatozoides individuales y en rouleaux (agrupados), en cuyes domésticos colectado por electro eyaculación.

Tabla 4. Parámetros de motilidad de espermatozoide individuales y en rouleaux en cuyes domésticos

Parámetro	Células solas	Rouleaux
VCL ($\mu\text{m/s}$)	89.56 $\pm$ 23.21	90.95 $\pm$ 42.34
VSL ($\mu\text{m/s}$)	26.05 $\pm$ 7.11	26.63 $\pm$ 18.55
VAP ($\mu\text{m/s}$)	47.17 $\pm$ 11.15	47.77 $\pm$ 26.30
LIN (%)	30.01 $\pm$ 5.49	30.48 $\pm$ 17.15
STR (%)	52.20 $\pm$ 10.52	54.56 $\pm$ 23.01
WOB (%)	53.90 $\pm$ 6.90	54.13 $\pm$ 16.28
ALH (μm)	4.25 $\pm$ 1.12	4.26 $\pm$ 1.88
BCF (Hz)	5.62 $\pm$ 1.26	5.70 $\pm$ 3.00

Fuente: Aragón, (2019)

4.6.3. CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS

La cabeza del espermatozoide es ovalada y mide aproximadamente 8 micras, mientras que el desastre o la cola son de 108.3 micras. La forma de la cabeza está determinada en gran medida por la forma del núcleo en los cuyes, el gran tamaño del acrosoma es lo que se especifica para ello. La función del acrosoma no está del todo clara, pero está asociada con el aumento de la fecundidad de los espermatozoides, mientras que la naturaleza del nucléolo está relacionada con el ADN (Aliaga *et al.*, 2009).

a. Cabeza

La característica principal de la cabeza del espermatozoide es el núcleo oval plano, que contiene cromatina muy densa. La cromatina condensada consiste en un complejo de ácido desoxirribonucleico y una proteína esencial especial llamada protamina espermática (Hafez, 1989).

La cabeza del espermatozoide del cobayo es oval y mide alrededor de 8 micras, mientras que el flagelo o cola mide 108.3 micras. La forma de la cabeza, exhibe una cromatina muy pequeña y homogénea, equivalente a la mitad de lo que contiene una célula somática. Tiene vacuolas nucleares, que son cavidades esparcidas por toda la materia nuclear. La membrana nuclear está fuertemente unida al ADN y tiene agujeros solo en la región posterior del acrosoma. Esta parte está ubicada en la parte anterior del núcleo, cubierta con una membrana, y también contiene sustancia acrosomal y cubre alrededor de dos tercios de la parte anterior y ecuatorial (Tello y Tapia, 2016).

b. Acrosoma

El acrosoma es un saco membranoso bicapa ubicado en el extremo anterior del núcleo espermático y esto cubre aproximadamente los dos primeros tercios de la cabeza del espermatozoide, que se forma durante las últimas etapas de la espermatogénesis. Esta estructura en forma de caperuza contiene acrocina, hialuronidasa y otras enzimas hidrolíticas, que están involucradas en la fertilización; Por otra parte, la parte ecuatorial del acrosoma es importante, así como la parte anterior de la región post-acrosómica, porque se fusiona con la membrana del óvulo durante la fecundación (Cabeza, 2019).

c. Cola

La cola del espermatozoide consta de varios componentes funcionales. Aunque el tamaño, la forma de estos componentes varían según la especie, su organización estructural es muy similar. La cola de los túbulos seminíferos se puede dividir en cuatro secciones anatómicas: (1) el segmento cervical o de unión, (2) el segmento medial, (3) el segmento principal y (4) el segmento o segmento terminal, todos los cuales están rodeados por una membrana plasmática, s la parte encargada del movimiento. (Muiño, 2008), (Cabeza, 2019)

Los espermatozoides vienen en diferentes clase, formas y tamaños, su desarrollo está impulsado por dos fuerzas principales: por la competencia de los espermatozoides y la biología reproductiva de la hembra (Varea *et al.*, 2013).

Tabla 5. Medidas de la cabeza del espermatozoide del cuy, según método de colección y autor

Autor	Método de colección	Longitud μm	Ancho μm	Área μm²	Perímetro μm
Rosales et al. (2021)	Lavado retrogrado	11.87	10.16	—	—
Cabeza (2019)	Electro eyaculación	7.45	6.55	43.02	26.56
Urteaga, (2018)	Electro eyaculación	8.69	7.75	---	--
Loor (2015)	post mortem	8.81	7.41	—	—
Yucra (2013)	post mortem	7.58	6.58	39.1	28.2
Gallardo et al. (2002)	post mortem	7.5	6.6	—	—

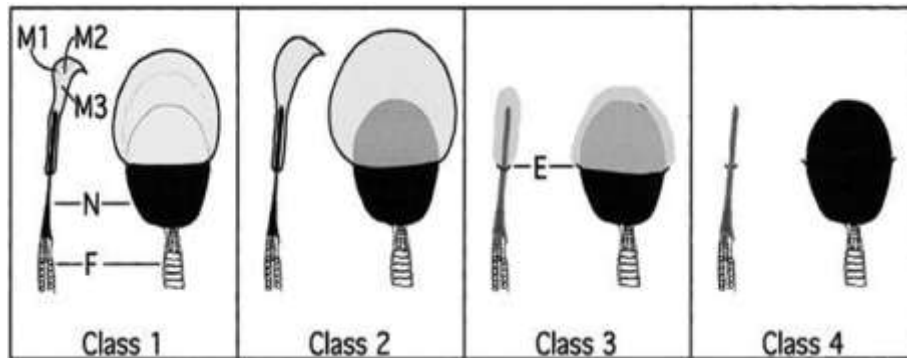
4.6.4. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Los espermatozoides provienen de los túbulos seminíferos de los testículos. Estos tubos contienen una serie compleja de células germinales en desarrollo que formarán el gametofito masculino.

La morfología espermática se sigue usando dentro de la valoración seminal dirigida a la conservación del semen, y también para la predicción de su capacidad fecundante. Es

fundamental su estudio morfométrico como base para el avance y aplicación de las técnicas biotecnológicas en las especies animales (Córdova *et al.*, 2011)

Esta figura muestra las cuatro clases de patrones de tinción espermática.



Fuente: Kim *et al.*, (2001)

Figura 4. Estructuras del espermatozoide del cuy (*Cavia porcellus*)

a. Clase 1

El espermatozoide es una célula completamente sana, los componentes de la partícula se distribuyen entre los tres dominios M1, M2 y M3. El vértice del acrosoma se extiende más allá de la parte anterior del núcleo (N) (Kim *et al.*, 2001).

b. Clase 2

Cuando la molécula extracelular comienza a hincharse ligeramente debido a la respuesta de partículas. La hipertrofia longitudinal puede redistribuir algunos componentes en el acrosoma y permitir que entren más anticuerpos en los procesos inmunocitoquímicos. (Kim *et al.*, 2001).

c. Clase 3

Es evidente que la región externa de la membrana plasmática del acrosoma se perdió en la mayoría de las regiones excepto en la parte ecuatorial (E). El sustrato del acrosoma comenzó a descomponerse, pero, aunque no era fácilmente visible por microscopía de

contraste de fase, los restos del sustrato del acrosoma todavía estaban presentes y se detectaron por inmunocitoquímico (Kim *et al.*, 2001).

d. Clase 4

El espermatozoide ha perdido todos los componentes del contenido acrosomal (Kim *et al.*, 2001).

4.6.6. CONCENTRACIÓN

La determinación de la concentración espermática es importante para determinar la cantidad de hembras a inseminar con un número óptimo de espermatozoides. Las diversas glándulas accesorias y la secreción de la testosterona por los testículos determinan la concentración espermática. La concentración espermática varía de acuerdo al método de colección del semen, así se tiene que los investigadores van encontrando concentraciones que varían desde $7.78 \times 10^4/\text{mm}^3$ (Pacheco, 1996).

Tabla 6. Concentración de espermatozoide de cuy (millones /mL), por método de colección y autor

Autor	Método de colección	Concentración (millones/ml)
Pinduisaca (2018)	Electro eyaculación	11.02
Tapia y Tello (2016)	Extirpación de epidídimo	78.9
Yucra (2013)	<i>Post Mortem</i>	823.3
Mise (2014)	<i>Post Mortem</i>	258.6
Loor (2015)	<i>Post Mortem</i>	256.8
Unchupaico et al, (2011)	<i>Post Mortem</i>	36.8
Urtega (2018)	Electro eyaculación	19.00
Aragón (2019)	Electro eyaculación	21.33
Cabeza (2019)	Electro eyaculación	17.62

4.6.7. VITALIDAD

Los parámetros de supervivencia de los espermatozoides son útiles para determinar si los espermatozoides están vivos o muertos. El porcentaje de espermatozoides viables

se puede determinar mediante varios métodos, de los cuales la tinción con eosina es el método más utilizado. Se mezcló una gota de semen con una gota de eosina en un portaobjetos y se cubrió con un portaobjetos, se dejó reposar la muestra durante 30 segundos y se contaron 200 espermatozoides (teñidos y no teñidos), a 40 aumentos. En los espermatozoides vivos, su membrana intacta impide la penetración del pigmento, mientras que los espermatozoides muertos son rojos (Montoya, 2009).

La viabilidad de los espermatozoides está directamente relacionada con la motilidad progresiva, la morfología normal, el metabolismo energético activo, la capacidad de desarrollar una motilidad hiperactiva, la integridad estructural y funcional de la membrana, la integridad de las enzimas involucradas en la fecundación, la penetración óptima y la transferencia de material genético (Mellisho, 2010).

Tabla 7. Porcentaje de espermatozoides vivos del cuy (%) por método de colección y autor

Autor	Método de colección	Vitalidad (%)
Yucra (2013)	<i>Post Mortem</i>	58.28
Mise (2014)	<i>Post Mortem</i>	93
Loor (2015)	Extirpación de epidídimo	86.7
Tapia y Tello (2016)	Extirpación de epidídimo	35.9
Urtega (2018)	Electro eyaculación	73.5
Aragón (2019)	Electro eyaculación	74.8
Cabeza (2019)	Electro eyaculación	72.65

4.6.8. FUNCIONALIDAD DE LA MEMBRANA ESPERMÁTICA

La evaluación de la integridad y función de los espermatozoides enfatiza la evaluación del plasma y las membranas, donde están involucrados en el transporte de moléculas y la adaptación metabólica al entorno circundante. Para determinar la permeabilidad de la membrana, pruebas tales como; Prueba de resistencia osmótica (ORT), prueba de hiperresistencia (HRT) o prueba osmótica o hipoosmótica (HOST) (Rubio y Quintero, 2000) La membrana fue evaluada según la técnica mencionada por (Rubio y Quintero,

2000). Utilizando una solución hipoosmótica, se contaron 100 espermatozoides en diferentes regiones del disco, teniendo en cuenta los que estaban conservados con integridad funcional y los que presentaban edema o enrollamiento de la cola (Ribeiro *et al.*, 2014).

Tabla 8. Porcentaje de integridad y funcionalidad de la membrana espermática del cuy por método de colección y autor

Autores	Método de colección	Promedio $\pm$ DS
Tello y Tapia (2016)	Extirpación del epidídimo	18.0 $\pm$ 2.82%
Aragón (2019)	Electro eyaculación	96.66 $\pm$ 3.30%

4.6.9. REACCIÓN ACROSOMAL

Un criterio importante para considerar la reacción acrosomal como " verdadera " es la fusión de la membrana acrosomal remanente con la membrana plasmática en la región ecuatorial, conservándose así la continuidad de las membranas espermáticas. La liberación del contenido acrosomal se lleva a cabo cuando el espermatozoide entra en contacto con mecanismos de señalización que se encuentra en la zona pelúcida. Ugarelli, (2017) y esta mediado por la progesterona, además de estar regulado por el incremento intracelular de calcio (Patrat *et al.*, 2000).

En cuyes se ha utilizado la tinción con Coomassie Blue para evaluar la presencia y/o ausencia del capuchón acrosomal Aragón, (2019), además se utilizaron otras tinciones los autores ya mencionados como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9. Porcentaje de integridad acrosomal en espermatozoide del cuy, por método de colección y autor

Autores	Método de colección	Integridad acrosomal
Chavarría (1984)	Espermatozoides epididimarios	13.8 $\pm$ 5.4 %
Aragón (2019)	Electro eyaculación	96.57 $\pm$ 1.62%

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 LUGAR DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se realizó en la provincia de Canchis, distrito de Marangani, del departamento de Cusco, en el Centro de Investigación en Camélidos Sudamericanos CICAS “La Raya”. Los análisis de laboratorio se efectuaron en el Laboratorio de Biotecnologías Reproductivas de la Escuela Profesional de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, en las coordenadas: 14°28.448' Latitud Sur, 71°02.753' Longitud Oeste, altitud de 4,133 msnm y una superficie de 6,320 has (GPS Garmin© Oregón 300). El Promedio de precipitación pluvial es de 965mm con un rango de temperatura de -6.5°C a 13.5°C. Estación meteorológica de La Raya (1995).



Figura 5. Laboratorio de Biotecnología Reproductiva de Centro de Investigación de Camélidos sudamericanos (CICAS- La Raya).

5.2. DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó entre el mes de marzo a agosto del 2020.

5.3. MATERIALES DE ESTUDIO

5.3.1. MATERIAL BIOLÓGICO

Se utilizaron 11 cuyes machos de tipo 1, con pesos promedio de 1.76 kg, y mayores de 6 meses de edad, fueron sacrificados por dislocación cervical, después de 5 minutos se le hizo la incisión en la parte inguinal para extraer el testículo y el epidídimo de los lados derecho e izquierdo esta maniobra reveló tabiques de tejido conectivo más uniformes que dividían el epidídimo en regiones reconocibles.

5.3.2. MATERIALES PARA LA COLECCIÓN DE ESPERMATOZOIDES

- Equipo de disección
- Guantes descartables
- Balanza de precisión
- Vernier digital
- Papel toalla o secante
- Libreta de campo, registros
- Lapicero indeleble.
- Termómetro

5.3.3. REACTIVOS E INSUMOS

- Base TRIS (tris, d-fructuosa, ácido cítrico)
- Jeringa de 10 ml y 1ml.
- Tinción de Eosina y Nigrosina (vitalidad)
- Solución hipo osmótica: citrato de sodio y fructuosa (HOST test)
- Host más formaldehído al 4% (Funcionalidad de la membrana espermática)
- Tinción Spermac. (morfología y morfometría)
- Tinción de Coomasie (integridad acrosómica)
- Alcohol isopropílico

- Aceite de inmersión
- Papel secante
- Agua bidestilada
- Algodón
- Lamina portaobjetos
- Lamina cubreobjetos
- Micro pipeta de 0.5-10 μ l (BOECO Germany SP series) y Tips de 0.5 -10 μ l y de 10 - 100 μ l

5.3.4. EQUIPOS DE LABORATORIO

- Computadora con software ISAS V 12
- Software SAS 9.4 (análisis estadístico)
- Baño maría seca (Minitube)
- Micro osmómetro (Löser)
- Motic Plus Imagen 2.0 (BA310)
- Platina térmica
- Estereoscopio

5.4. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

5.4.1. DE LOS CUYES

Los animales que se utilizaron en esta investigación fueron 11 cuyes machos de tipo 1 mayores de 6 meses de edad, con pesos promedio de 1.76 kg, sin problemas reproductivos y con fertilidad comprobada. La alimentación fue mixta (forraje verde y concentrado comercial), se le administraba tres veces al día. En la mañana se le daba concentrado, en el medio día y en la noche fue pasto verde. La temperatura al interior del galpón en promedio fue 12 °C. Los cuyes fueron sacrificados por dislocación cervical, se esperó 5 minutos para que el cuy se encuentre completamente muerto, después se les hizo una incisión en la parte inguinal para extraer los testículos y epidídimos de ambos lados, derecho e izquierdo, esta maniobra reveló tabiques de tejido conectivo más uniformes que dividían el epidídimo en regiones reconocibles.

Tabla 10. Peso promedio de cuyes (n=11) en kg

Promedio kg	DS	CV (%)	Max. Kg.	Min kg.
1.76	0.27	0.15	2.2	1.25

5.4.2. PREPARACIÓN DEL DILUTOR

Se utilizó un dilutor en base a TRIS con la finalidad de realizar el lavado y proporcionar un entorno ideal para los espermatozoides, cuyos componentes se ve en la Tabla 11.

Tabla 11. Componentes del dilutor base TRIS

Descripción	Cantidad
TRIS	3.028 g
D-fructuosa	1.25 g
Ácido cítrico	1.7 g
Agua bidestilada estéril	Hasta 100 ml

Fuente: Souza (2009).

5.4.3. COLECCIÓN DE ESPERMATOZOIDE DE LAS REGIONES DEL EPIDÍDIMO Y CONDUCTO DEFERENTE

La colección se realizó siguiendo el siguiente proceso:

1. Se realizó el pesado de cada animal.
2. Los animales fueron sacrificados por el método de dislocación cervical, se esperó 5 minutos para que el cuy se encuentre muerto.
3. Se sujetaron los cuyes en posición de cúbito-dorsal para realizar la incisión en la parte inguinal para extraer los testículos y los epidídimos de ambos lados derecho e izquierdo esta maniobra reveló tabiques de tejido conectivo más uniformes que dividían el epidídimo en regiones reconocibles.
4. Se hizo la limpieza de la sangre y se aisló la grasa que envuelve el epidídimo para luego realizar el pesaje del testículo y epidídimo.
5. Se realizaron las respectivas mediciones como son el ancho, largo del testículo y del epidídimo encima de una platina a 37°C para mantener la temperatura.

6. Se realizó la separación de las seis regiones colocándolas en una placa Petri previamente calentada a 37°C y rotulada.
7. Se colocó 0.5 ml de base TRIS a las siguientes regiones: cabeza, cuerpo y conducto deferente y 1ml de base TRIS a las regiones de la cola (delgada, mediana y gruesa) del epidídimo.
8. Se utilizó la técnica del piqueteo para que liberar los espermatozoides de los conductillos.
9. Se colocó muestra (5 µl) sobre una lámina portaobjetos, previamente calentada a 37°C y se cubrió con el cubreobjetos. Se observó a 10X en el equipo ISAS®.



Figura 6. Flujograma del proceso de recuperación de espermatozoides de cuy.

5.4.4. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS REGIONES

Para la evaluación y la descripción de las estructuras de las regiones del epidídimo se procedió a colocar sobre la platina, luego se observó y se midió el ancho y largo de las regiones del epidídimo y conducto deferente.

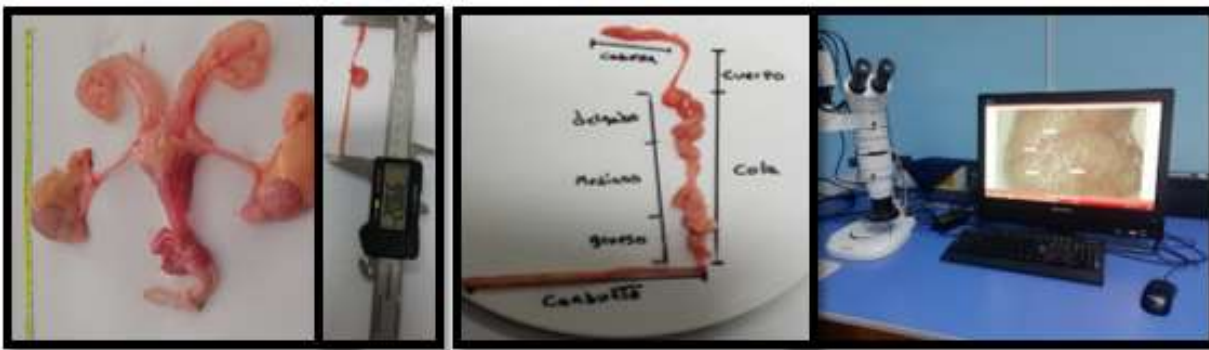


Figura 7. Medidas de las regiones del epidídimo

5.4.5. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS

a. Motilidad total

La motilidad total se evaluó usando el módulo de motilidad del Integrated Semen Analysis System ISAS®. Los espermatozoides resultantes se diluyeron con TRIS de fondo, que fue precalentado a temperatura corporal de 37 °C, y luego se homogeneizaron, el volumen del diluyente TRIS depende de la concentración de espermatozoides en cada región. Trabajamos con el módulo de motilidad del sistema ISAS® en la formación de 25 imágenes por segundo, y el sistema dividió los espermatozoides en 3 grupos:

- 1) Estáticos:** Son aquellos espermatozoides que carecen de movimiento, el sistema marca de color amarillo.
- 2) Móviles progresivos:** Son los espermatozoides que muestran movimiento de traslación, el sistema muestra de color rojo y verde.

3) **Móviles no progresivos:** Son los espermatozoides que no muestran movimiento lineal. Pero en el mismo lugar o de oscilación de la cabeza son identificados con un color azul.

b. Parámetros de motilidad

Se determino la **VCL** (Velocidad curvilínea), **VSL** (Velocidad rectilínea) **VAP** (Velocidad promedio de desplazamiento), **STR** (Porcentaje de linealidad) **STR** Índice de rectitud, **WOB** (Índice de oscilación), **ALH** (Amplitud media del desplazamiento lateral de la cabeza del espermatozoide), **BCL** (Frecuencia de batido)

c. Morfometría

Para la evaluación de las características morfométricas se hizo dos procesos: el primer proceso fue la preparación de muestra y la fijación de tinciones, se utilizó el kit de tinción Spermac (solución fijadora 50 ml, solución A reactivo rojo 50 ml, solución B reactivo verde claro 50 ml y solución C reactivo verde oscuro 20 ml), y el segundo proceso fue la lectura y la medición. Se usó el microscopio Motic images Plus 2.0, que posee un módulo que permite hacer todas las medidas requeridas de modo manual, es decir el ancho, largo, área, perímetro, elipticidad, rugosidad, elongación y regularidad.

Para evaluar las características morfométricas se hizo lo siguiente:

- se rotulo cada porta objeto con datos del N° del animal, lado del testículo y región de evaluación. Para evitar confusiones y repeticiones al momento de la evaluación, se depositaron 5 µl de la muestra diluida en un portaobjetos se realiza el frotis y se deja secar por 5 min a temperatura del medio ambiente
- Se efectuó la primera fijación (solución fijadora), después de 5 minutos de secado, se sumergió en solución fijadora durante 5 minutos. A continuación, se retiró de la solución fijadora se dejó secar en posición vertical sobre papel secante para permitir que se drene el exceso de solución de fijación y se completó el secado en la platina con temperatura de 34°C durante 15 minutos. Luego se lavó en agua destilada seis veces, un segundo a la vez.

- Se realizó la segunda fijación (solución A):se sumergió en la solución A durante 2 minutos. Luego se lavó en agua destilada seis veces en un segundo cada vez.
- La tercera fijación (solución B) se sumergió en la solución B durante dos minutos. Luego se siguió lavando en agua destilada seis veces en un segundo cada vez.
- La cuarta solución (Solución C) se empleó para sumergir durante dos minutos. Luego, se lavó en agua fría seis veces, un segundo a la vez, y se secó durante 30 min, colocándose en posición vertical sobre papel absorbente para secar.
- Por último, se tomaron imágenes con un objetivo de 100X y utilizando aceite de inmersión. Se tomaron más de 50 imágenes para cada muestra, se seleccionaron al azar 20 espermatozoides para las mediciones. Se realizaron mediciones del largo, ancho, área y perímetro de la cabeza de los espermatozoides. Posteriormente, además de las medidas de largo, ancho, área y perímetro, se encontraron otras características de la cabeza como elipticidad, rugosidad, regularidad y elongación.

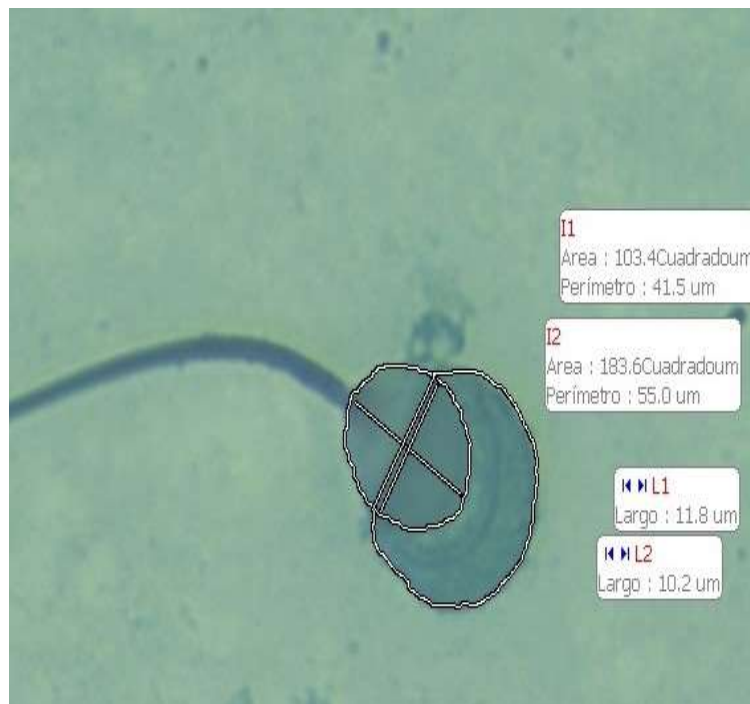


Figura 8. Evaluación morfométrica de la muestra de semen del cuy en equipo Motic Images plus 2.0.

d. Morfología

Para la evaluación de las características morfológicas se hizo con el mismo kit de tinción Spermac (solución fijadora 50 ml, solución A reactivo rojo 50 ml, solución B reactivo verde claro 50 ml y solución C reactivo verde oscuro 20 ml), por lo tanto, se siguió el mismo procedimiento que para los frotis de morfometría. Cuando las muestras preparadas (frotis) ya estaban listas para la captura de las imágenes, se usó el microscopio Motic Plus imagen 2.0 luego se hizo el conteo, según la clasificación propuesta por (Kim et al., 2001) Según el autor, el espermatozoide de cobayo tiene 4 clases según el proceso de liberación de proteínas acrosomales (células secretoras). Se obtuvieron al menos 35 imágenes aleatorias de las imágenes capturadas y se contaron al menos 100 espermatozoides para cada región y al menos 12,000 espermatozoides para cada una. Finalmente, se determinó el porcentaje de espermatozoides por clase.

e. Concentración espermática

Las concentraciones de espermatozoide se obtuvieron utilizando el módulo de motilidad del Sistema Integrado de Análisis de Semen (ISAS). La muestra resultante se diluye con TRIS precalentado a temperatura corporal, luego se homogeneiza y el volumen de diluyente utilizado depende de la concentración de espermatozoide en cada muestra. Se realizó el siguiente procedimiento:

- Se tomó 0.5 ml de muestra tomada por micropipeta
- Se cubrió cuidadosamente con el cubre objeto para evitar la formación de burbujas de aire.
- Con un objetivo de 10X se tomaron el número de imágenes necesario para obtener al menos 1,000 espermatozoides (Proiser, 2010), menciona que se debe de realizar un análisis de 200 espermatozoides como mínimo, con diferencias menores al 10% y así determinar la cantidad de espermatozoides por ml.

f. Vitalidad

El análisis de viabilidad de los espermatozoides se realizó inmediatamente después de la recolección de la muestra para evitar la muerte de los espermatozoides. Se utilizaron eosina y nigrosina. Se realizó el siguiente procedimiento:

- Inicialmente, cada portaobjetos se rotuló con el número de animales, las áreas del epidídimo y el lado derecho o izquierdo. Esto es para evitar confusiones y repeticiones al momento de la evaluación. Luego se colocó en una platina precalentada a 37 °C.
- Se diluyó la muestra a una concentración de 15-20 millones por ml. En un portaobjetos se colocaron 5 µl de muestra diluido, se añadieron 5 µl de reactivo A (eosina) y 5 µl de reactivo B (nigrosina) y se homogenizó todo.
- Luego se realizó el frotis y dejó secar de 5 a 15 minutos a temperatura ambiente. d) Cuando la muestra estuvo seca y teñida, se observó bajo un microscopio Motic Images Plus 2.0 con un objetivo de 40X. Se evaluaron al menos 100 espermatozoides por muestra. Se clasificó en dos grupos espermatozoides vivos y espermatozoides muertos se hace de acuerdo al pigmento que presentaban., color blanco – vivos, y color rojos - muertos

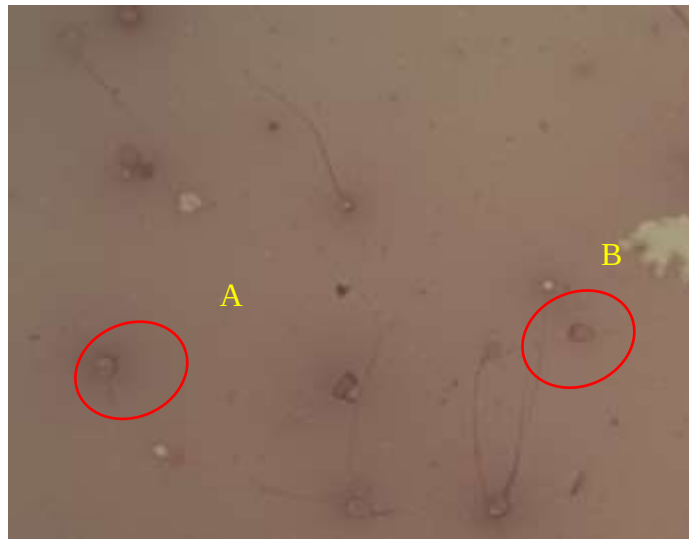


Figura 9. Análisis de vitalidad de espermatozoides de color rojo (muertos) y espermatozoides de color blanco (vivos).

g. Funcionalidad de la membrana espermática (HOST)

Para evaluar la función de las membranas espermáticas de cuy se utilizó Motic Images Plus 2.0, se preparó una solución de hipo osmótica con una concentración de 50 Osm/kg, esta solución se preparó con 0.0245 g/ml de citrato de sodio y 0.9 g/ml de fructosa. El procedimiento es el siguiente:

En un tubo Eppendorf de 2 ml rotulado, se colocó 100 μ l de la solución hipo osmótica, y se calentó en baño seco a 37 °C, luego se agregaron 25 μ l de la muestra se incubó por 5 minutos en baño seco a 37 °C, una vez esto se completó, se agregaron 31 μ l de la solución formulada para bloquear la reacción al estrés hipo osmótico. Se preparó la solución formulada: en un tubo Eppendorf, se añadió 1 ml de solución hipo osmótica más 3 μ l de formaldehído al 4%.

Para la evaluación, se colocaron 5 μ l de muestra en un portaobjetos de vidrio, se cubrieron con una cubre objeto, fue observado en un microscopio Motic Plus con un objetivo de 40x, capturando manualmente pequeños grupos de espermatozoides, se realizó el conteo de 100 espermatozoides, donde se evaluó a los espermatozoides con reacción a nivel de la cola.



Figura 10. Imagen de la funcionalidad de la membrana: (A) respuesta positiva a la solución osmótica, (B) célula sin reacción frente al estrés hipo osmótico.

h. Integridad acrosomal del espermatozoide

Para la integridad acrosomal se utilizó la tinción de Coomasie blue, se utilizaron los siguientes colorantes y reactivos según protocolo de (Fumuso *et al.*, 2014).

- Metanol. 25 ml
- Ácido acético. 5ml
- Agua destilada. 20 ml
- Coomasie blue 0.11g

Se realizó el siguiente procedimiento:

- Se colocaron 5 µl de muestra en un portaobjetos, se secó a 37 °C y luego se sumergió en una solución de formaldehído al 4% durante 15 minutos, Se procedió a lavar con Bufer fosfato salino (PBS), para luego ser teñido con azul de Coomassie (0,22%) durante 5 min. Luego se lavó con agua destilada y se secó a temperatura ambiental y por último para la evaluación se utilizó Motic Images Plus 2.0 con objetivo 40x y se evaluó 100 espermatozoides. Los espermatozoides se clasificaron en dos categorías: espermatozoides con acrosoma intacta y con acrosoma dañado.

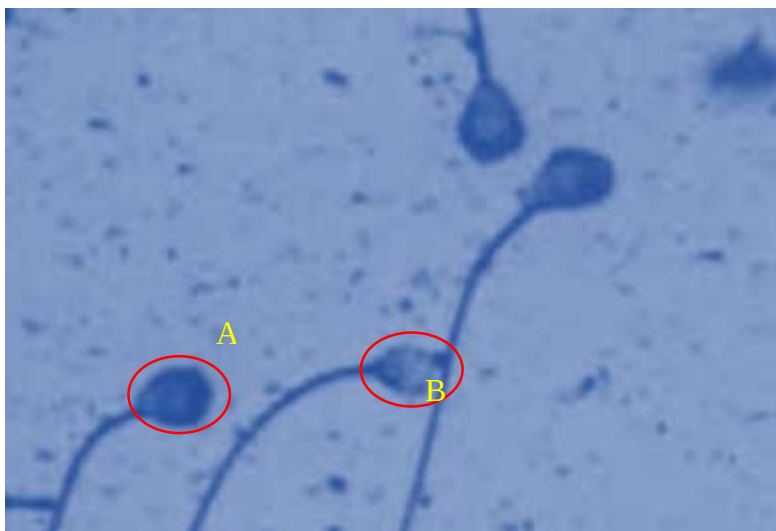


Figura 11. Imagen de la integridad acrosomal del espermatozoide de cuy.

Leyenda: Espermatozoide teñido de azul (acrosoma intacto) (a) y espermatozoide sin teñir (acrosoma ausente) (b), evaluada en el Motic Plus Images

5.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para las características del epidídimo del cuy, se aplicó la estadística descriptiva, se determinó el promedio, desviación estándar y coeficiente de variabilidad.

Para las características la motilidad total, parámetros de motilidad (VCL, VSL, VAP, LIN STR, ALH y BCF), morfológicas de espermatozoides clase (1, 2, 3 y 4), concentración, vitalidad espermática, funcionalidad de la membrana espermática e integridad acrosomal de espermatozoides colectados de las seis regiones del epidídimo, se determinó la homogeneidad de varianzas con el test de Bartlett y la normalidad de datos con el test de Kolmogorov – Smirnov; se empleó un arreglo factorial en bloques para su análisis, la comparación de medias se efectuó con la prueba de LSD. El modelo aditivo lineal utilizado fue:

$$Y_{ijkl} = \mu + Cuy_i + Test_j + Reg_k + (Test \times Reg)_{jk} + e_{ijkl}$$

Dónde:

Y_{ijkl} = variable respuesta.

μ = media

Cuy_i = efecto del i-ésimo cuy

$Test_j$ = efecto del j-ésimo testículo

Reg_k = efecto de la k-ésima región del epidídimo

$(Test \times Reg)_{jk}$ = interacción del j-ésimo testículo por la k-ésima región del epidídimo

e_{ijkl} = error experimental

Al analizar los parámetros morfométricos del largo, ancho, área, perímetro, elasticidad, elongación, rugosidad y regularidad de la cabeza del espermatozoide del cuy primero se determinó la homogeneidad de varianzas con el test de Bartlett y la normalidad de datos con el test de Kolmogorov – Smirnov; se empleó un arreglo factorial en bloques para su análisis, la comparación de medias se efectuó con la prueba de LSD. El modelo aditivo lineal utilizado fue:

$$Y_{ijklm} = \mu + Cuy_i + Test_j + Reg_k + Clase_l + (Test \times Reg)_{jk} + (Reg \times Clase)_{kl} + e_{ijklm}$$

Dónde:

Y_{ijkl} = variable respuesta.

μ = media

Cuy_i = efecto del i-ésimo cuy

$Test_j$ = efecto del j-ésimo testículo

Reg_k = efecto de la k-ésima región del epidídimo

$Clase_l$ = efecto de la l-ésima clase de espermatozoide

$(Test \times Reg)_{jk}$ = interacción del j-ésimo testículo por la k-ésima región del epidídimo

$(Reg \times Clase)_{kl}$ = interacción de la k-ésima región del epidídimo por la l-ésima clase de espermatozoide

e_{ijklm} = error experimental

las pruebas estadísticas, se realizaron usando el SAS OnDemand for Academics.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DEL EPIDÍDIMO Y CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DEL ESPERMATOZOIDE

6.1.1. DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DEL TESTÍCULO Y DEL EPIDÍDIMO.

En la Tabla 12 se muestran datos de las medidas de los testículos, como son el peso, ancho y largo del testículo, peso del epidídimo derecho e izquierdo de cuyes colectados post mortem.

Tabla 12. Características morfométricas de testículos, epidídimos de cuy

Variable	Lados		Ambos	CV (%)	MAX	MIN
	Derecho	Izquierdo	Prom total			
	Prom $\pm$ DS	Prom $\pm$ DS	$\pm$ DS			
Peso testículo (g)	3.12 $\pm$ 0.52	2.93 $\pm$ 0.58	3.02 $\pm$ 0.55	18.07	3.91	2.00
Peso epidídimo (g)	1.35 $\pm$ 0.44	1.36 $\pm$ 0.48	1.35 $\pm$ 0.45	33.24	2.55	0.88
Ancho testículo(cm)	1.69 $\pm$ 0.40	1.70 $\pm$ 0.31	1.69 $\pm$ 0.35	20.50	2.50	1.06
Largo testículo(cm)	2.43 $\pm$ 0.38	2.29 $\pm$ 0.47	2.36 $\pm$ 0.42	17.87	2.80	1.40

Fuente: Promedio (Prom), desviación estándar (DS), coeficiente de variabilidad (CV), máximo (MAX) y mínimo (MIN).

El peso promedio de los testículos es de 3.02 g, siendo superior el resultado obtenido por Rosales *et al.*, (2021) de 3.4 g en cuyes nativos y 4.1g en cuyes mejorados; con respecto al peso del epidídimo en el presente estudio se obtuvo un promedio de 1.35 g; el promedio del ancho de los testículos es de 1.69 cm mientras que(Rosales *et al.*,2021) obtuvo 1.8 cm en cuyes nativos y 2.1 cm en cuyes mejorados que es similar al dato que obtuvimos; mientras que el promedio del largo de los testículos fue de 2.36 cm de largo, mientras Rosales *et al.*,(2021) obtuvo 1.1 cm de longitud en cuyes nativos y 1.2 cm en cuyes mejorados. La diferencia se debería a la edad y peso del animal.

6.1.2. DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA DEL EPIDÍDIMO

En la Tabla 13 se muestran las medidas de las regiones del epidídimo y conducto deferente.

Tabla 13. Promedio del ancho y largo de los conductillos de los segmentos del epidídimo y conducto deferente de cuy.

Medida de conductillos del epidídimo y conducto deferente		
Regiones	Ancho (µm)	Largo (µm)
Cabeza epidídimo	2477.98	15268.77
Cuerpo epidídimo	775.99	23118.73
Cola delgada epidídimo	189.63	13915.45
Cola mediana epidídimo	452.03	21184.02
Cola gruesa epidídimo	1513.06	18439.88
Conducto deferente	1507.84	43840.76

En esta Tabla 13 se muestra el promedio de la medida de los conductillos del epidídimo y del conducto deferente, de acuerdo a las características morfométricas de las seis regiones evaluadas, se distinguieron las seis regiones. al igual que Anakwe *et al.*, (1991) que hizo la división en cinco regiones el epidídimo y una del conducto deferente. Cooper *et al.*, (2000) subdividió las regiones en 11 segmentos en *Cavia aparea* y seis regiones en *Galea musteloides*. No se encontró referencias bibliográficas para discutir el ancho y largo de los conductillos.

En la figura 12. se muestra la estructura del testículo, las tres 3 regiones del epidídimo y conducto deferente.

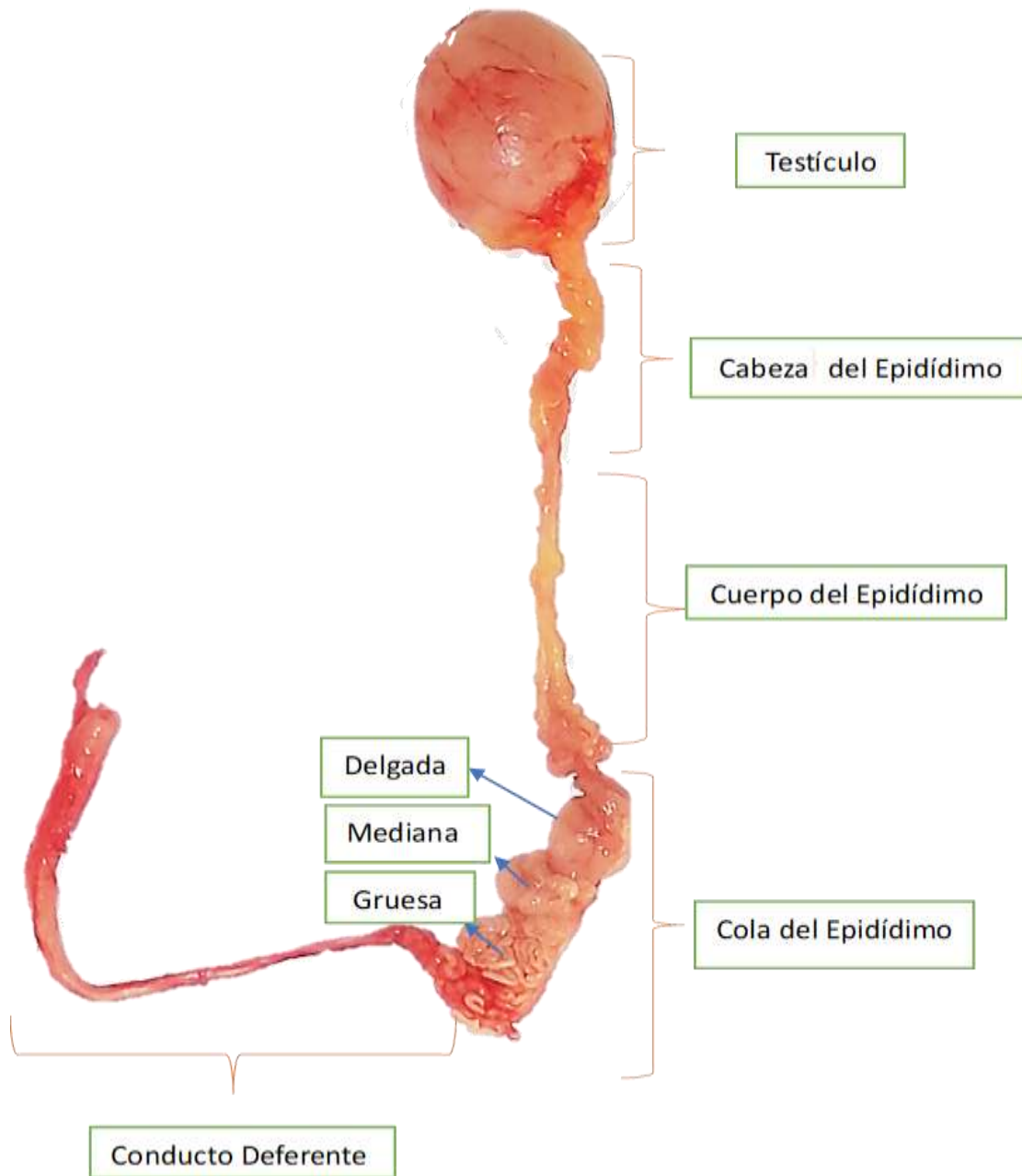


Figura 12. Fotografía del testículo, regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy

6.2. CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DE ESPERMATOZOIDES

6.2.1. MOTILIDAD

a. Motilidad no progresiva

No se hallaron diferencias significativas entre los epidídimos derecho e izquierdo ($p>0.05$). Se hallaron diferencias significativas en las regiones evaluadas ($p<0.05$) siendo la región de la cola gruesa del epidídimo la que presenta mayor motilidad no progresiva con respecto a las demás regiones.

Tabla 14. Motilidad no progresiva de espermatozoides por regiones del epidídimos y conductos deferentes de cuy de (n=11).

Región	Prom (%)	$\pm$ DS %	CV (%)	MAX (%)	MIN (%)
T.D. Cabeza epidídimo	28.05 c	8.57	30.55	52.40	22.00
T.I. Cabeza epidídimo	47.86 c	7.60	15.87	55.40	33.30
T.D. Cuerpo epidídimo	25.03 d	13.20	52.73	50.90	9.20
T.I. Cuerpo epidídimo	33.75 d	7.73	22.90	41.20	17.60
T.D. Cola delgada epidídimo	27.55 d	10.32	37.45	49.50	20.20
T.I. Cola delgada epidídimo	28.67 d	16.26	56.72	49.50	10.70
T.D. Cola mediana epidídimo	52.20 b	19.79	37.91	63.10	32.20
T.I. Cola mediana epidídimo	43.40 b	16.72	38.52	66.00	10.70
T.D. Cola gruesa epidídimo	63.45 a	14.39	22.69	75.90	30.80
T.I. Cola gruesa epidídimo	59.04 a	18.74	31.74	73.00	12.00
T.D. Conducto deferente	45.75 b c	24.49	53.53	79.30	0.30
T.I. Conducto deferente	44.58 b c	13.63	30.57	60.30	10.00
TOTAL	41.61	18.65	44.83	79.30	0.30

Leyenda: Promedio (Prom), desviación estándar (DS), coeficiente de variabilidad (CV), máximo (MAX) y mínimo (MIN). Letras diferentes muestran diferencias significativas ($P<0.05$).

En esta Tabla 14 se muestra que la motilidad no progresiva máxima fue de 79.30% y tuvo una mínima de 0.30%. el promedio de la motilidad no progresiva es superior a los

reportados por Yucra (2013) que reportó 20.45%, colectado por el método *post mortem*, e inferior a lo reportado por Aragón (2019) quien reportó 82.00 % máximo y un mínimo de 37.90% colectado por electro eyaculación, la diferencia se debería a la región de colección y método de colección.

b. Motilidad progresiva

No se hallaron diferencias significativas entre el epidídimo derecho y epidídimo izquierdo ($p>0.05$); se hallaron diferencias significativas entre las regiones del epidídimo ($p<0.05$), siendo la región de la cola gruesa del epidídimo la que mostró mayor porcentaje de espermatozoides progresivos con respecto a las demás regiones.

Tabla 15. Motilidad progresiva de espermatozoides extraído de las regiones del epidídimo y conducto deferente

Región	Prom (%)	± DS%	CV (%)	MAX (%)	MIN (%)
T.D. Cabeza epidídimo	0.95 c	1.18	124.73	3.20	0.00
T.I Cabeza epidídimo	2.28 c	1.30	56.86	3.20	0.00
T.D. Cuerpo epidídimo	0.65 c	0.55	85.80	1.70	0.00
T. I. Cuerpo epidídimo	0.79 c	1.54	94.13	4.90	0.30
T.D. Cola delgada epidídimo	0.79 c	0.89	112.73	3.40	0.20
T.I. Cola delgada epidídimo	1.46 c	1.47	100.29	3.40	0.10
T.D. Cola mediana epidídimo	4.88 b	3.68	75.33	12.90	0.70
T.I. Cola mediana epidídimo	3.45 b	3.50	101.52	12.90	0.30
T.D. Cola gruesa epidídimo	7.84 a	4.34	55.36	12.10	0.60
T.I. Cola gruesa epidídimo	9.05 a	3.58	39.52	12.40	0.20
T.D Conducto deferente	8.15 b	11.13	136.44	40.00	1.00
T. I. Conducto deferente	2.45 b	1.46	59.50	4.00	0.00
TOTAL	3.63	4.84	133.29	40.00	0.00

Leyenda: Promedio (Prom), desviación estándar (DS), coeficiente de variabilidad (CV), máximo (MAX) y mínimo (MIN). Letras diferentes muestran diferencias significativas ($P < 0.05$).

se observa que la motilidad difiere en las regiones, la región que tiene un buen porcentaje de espermatozoides motiles progresivos es la región gruesa de la cola del epidídimo con 9.05%, inferior a lo reportado por Aragón (2019) quien reporto 9.86% colectado por electro eyaculación y es superior a lo reportado por Yucra (2013) de 6.16% colectado por el método *post mortem*; en ambos estudios se empleó el mismo sistema (ISAS®). La diferencia se debería a la región y método de colecta.

c. Motilidad total

No se hallaron diferencias significativas entre los epidídimos derecho e izquierdo ($p>0.05$).

Tabla 16 Motilidad total de espermatozoides por regiones del epidídimos y conductos deferentes de cuy.

Región	Prom (%)	± DS%	CV (%)	MAX (%)	MIN (%)
T.D. Cabeza epidídimo	28.99 c	9.44	32.54	55.60	22.00
T.I Cabeza epidídimo	50.14 c	8.81	17.57	58.60	34.20
T.D. Cuerpo epidídimo	25.67 d	13.50	52.58	52.60	10.00
T. I. Cuerpo epidídimo	35.39 d	7.11	20.09	41.80	17.90
T.D. Cola delgada epidídimo	28.35 d	11.05	38.97	52.90	20.60
T.I. Cola delgada epidídimo	30.14 d	17.71	58.77	52.90	10.80
T.D. Cola mediana epidídimo	57.08 b	15.72	27.54	72.90	32.90
T.I. Cola mediana epidídimo	46.85 b	19.46	41.54	78.90	11.20
T.D. Cola gruesa epidídimo	71.28 a	18.51	25.97	88.00	31.90
T.I. Cola gruesa epidídimo	68.09 a	21.42	31.45	82.50	12.20
T.D Conducto deferente	53.90 b	27.67	51.33	95.70	6.20
T. I. Conducto deferente	47.04 b	14.67	31.19	61.60	10.00
TOTAL	45.24	21.78	48.15	95.70	6.20

Leyenda: Promedio (Prom), desviación estándar (DS), coeficiente de variabilidad (CV), máximo (MAX) y mínimo (MIN). Letras diferentes muestran diferencias significativas ($P < 0.05$).

Se hallaron diferencias significativas entre las cinco regiones del epidídimo y el conducto deferente ($p < 0.05$) siendo la región de la cola gruesa del epidídimo con espermatozoides con mayor motilidad total con respecto a los espermatozoides de las demás regiones.

En la tabla 16, se observa que la motilidad total máxima fue de 95.70%, un mínimo de 6.20%; y la región cola gruesa presenta un promedio de motilidad de 71.28% es superior a lo reportado por Unchupaico et al., (2006) de 42.27% colectado por *post mortem*, además de Tapia y Tello (2016) que hallaron 46.00%; y inferior a lo reportado Mise (2014) con 73.00% en la cola del epidídimo y Loor (2015) quien reporto 73.50% quien también extrajo espermatozoides de la región distal de la cola del epidídimo. Las diferencias con estos estudios se deben al instrumento de evaluación que en nuestro caso fue en sistema computarizado de análisis de semen (CASA) y en los otros casos se determinó con un hemocitómetro, una diferencia adicional sería el diluyente usado en los estudios.

6.2.2. PARÁMETROS DE MOTILIDAD

a. Velocidad curvilínea (VCL)

No hallaron diferencias significativas entre el epidídimo derecho e izquierdo ($p > 0.05$) para la velocidad curvilínea; se encontraron diferencias significativas entre las diferentes regiones evaluadas ($p < 0.05$), siendo la región cola gruesa del epidídimo el que presenta mayor VCL en relación a los demás.

En la Tabla 17, se observa que resultado obtenido es superior al reporte de Yucra (2013), que reporto 46.62 $\mu\text{m/s}$, en cuy doméstico, utilizo el mismo equipo (ISAS), método de colecta que fue *post mortem*. Los datos reportados por Cooper et al., (2000), es de 79.5 $\mu\text{m/s}$, utilizando el equipo Computerized Sperm Motion Analysis para la evaluación en cuyes silvestres (*Cavia aperea*), mientras tanto Aragón (2019) reporto 89.56 $\mu\text{m/s}$ por método de electro eyaculación, Las diferencias se deberían a los animales empleados en cada estudio, la especie utilizada y el equipo. Es necesario mencionar la velocidad curvilínea de los espermatozoides en las diferentes regiones evaluadas va incrementando gradualmente eso se debería a que tras el paso del espermatozoide a través de las regiones del epidídimo también van formando rouleaux (aglutinamiento de

espermatozoides) es decir que mientras exista aglutinamiento habrá mayor velocidad también se considera como un factor de maduración de espermatozoide lo cual coincide con lo reportado por Williamson *et al.*, (1980), quien indica que los espermatozoides en rouleaux se encuentra en madurez fisiológica y morfológica, por lo cual son muy rápidos.

b. Velocidad rectilínea (VSL)

No se hallaron diferencias significativas entre el epidídimo derecho e izquierdo ($p>0.05$). Se encontraron diferencias significativas entre las regiones evaluadas ($p<0.05$), siendo la región cola gruesa del epidídimo el que presenta espermatozoides con mayor velocidad rectilínea en comparación a las demás regiones evaluadas.

En la Tabla 17, se observa que la velocidad rectilínea máximo es de $36.10 \mu\text{m/s}$ y el mínimo de $0.80 \mu\text{m/s}$, el resultado obtenido es superior a lo reportado por Yucra (2013) de $14.73 \mu\text{m/s}$, en cuy doméstico, empleando el mismo equipo y también con colecta post mortem. Son inferiores a los reportados por Cooper *et al.*, (2000), de $61.2 \mu\text{m/s}$, en cuyes silvestre (*Cavia aperea*) en espermatozoides aislados del epidídimo izquierdo de rata, colectados por el método *post mortem* y Aragón (2019), reportó $26.05 \mu\text{m/s}$ por electro eyaculación. Las diferencias con estos estudios se deberían a la región de colección, la especie, método de colección y el equipo usado.

c. Velocidad media (VAP)

En la Tabla 19, se muestra la velocidad media de los espermatozoides de cuyes colectados de 5 regiones del epidídimo y conducto deferente, no se hallaron diferencias entre los epidídimos derecho e izquierdo ($p>0.05$).

Se encontraron diferencias significativas entre regiones evaluadas ($p<0.05$). Siendo la región cola gruesa del epidídimo la que presenta mayor VAP en relación a las demás regiones.

En la tabla 17, se observa que promedio es similar a la reportada por Yucra (2013), de $28.693 \mu\text{m/s}$, en cuy doméstico, empleando el mismo equipo y también el método de colecta *post mortem*. Son inferiores a los reportados por Aragón (2019) $47.17 \mu\text{m/s}$ por

método de electro eyaculación, Cooper *et al.*, (2000), de 62.60 $\mu\text{m/s}$ evaluaron en cuyes salvajes (*Cavia aparea*) quien colecto espermatozoide de la región 5 del epidídimo y Adamkovicova *et al.*, (2016), de 52.73 $\mu\text{m/s}$ que evaluaron espermatozoides epididimarios de ratas; las diferencias se deberían principalmente al método de colecta, el equipo utilizado, región de colecta, a la especie animal.

d. Índice de linealidad (LIN)

No se hallaron diferencias significativas entre el epidídimo derecho e izquierdo ($p>0.05$). Se encontraron diferencias significativas entre regiones evaluadas ($p<0.05$) Siendo la región de la cola gruesa del epidídimo el que presenta mayor LIN en relación a los demás.

En la Tabla 17, se observa el índice de linealidad (LIN) máximo es de 57.30% y el mínimo de 14.90%, con un LIN promedio en la región 5 de 33.94%, este resultado es similar al reportado por Yucra (2013), quien halló 33.40 %, en cuy doméstico, la diferencia con dicho trabajo es en el muestreo por zonas en nuestra evaluación, y son superior a lo reportado por Aragón (2019) ,quien reporto 30.01% colectado por electro eyaculación e inferior al dato reportado por Cooper *et al.*, (2000), de 77.10%, evaluaron en cuyes salvajes (*Cavia aparea*) y Adamkovicova *et al.*,(2016), reportaron 53.00%, realizaron la colección de espermatozoides epididimarios en ratas, las diferencias se deberían principalmente zona de muestreo, método de colección equipo utilizado en la evaluación y especie .

e. Índice de rectitud (STR)

No se hallaron diferencias significativas entre el epidídimo derecho e izquierdo ($p>0.05$). se encontraron diferencias significativas entre regiones, siendo la cola delgada derecho e izquierdo las que presentan menor índice de rectitud ($p<0.05$), comparadas con las demás regiones.

En la Tabla 17, se observa que el índice de rectitud (STR) promedio total es de 54.55% que es similar a lo reportado por Aragón (2019) que reporto 54.56% por electro eyaculación y ligeramente superior a lo reportado por Yucra (2013), de 51.14%, la diferencia con dicho trabajo es método de colección. Por otro lado, son inferiores a los reportados por Cooper *et al.*, (2000), quienes reportaron 94.5%, en cuyes salvajes (*Cavia*

aperea) y Adamkovicova *et al.*, (2016), reportaron 81.00%, en espermatozoides epididimarios de ratas, colectados por el método *post mortem* en ambos casos, las diferencias se deberían principalmente al método de colecta, equipo utilizado y finalmente especie.

f. Índice de oscilación (WOB)

No se hallaron diferencias significativas entre el epidídimo derecho e izquierdo ($p>0.05$). Se encontraron diferencias significativas entre las regiones evaluadas ($p<0.05$), siendo la región de la cola gruesa del epidídimo la que presenta mayor WOB en relación a las demás regiones.

En la Tabla 17, se observa el índice de oscilación máximo fue de 66.40 % y el mínimo de 31.30 %, con un WOB promedio total de 54.98%, el dato es similar a lo reportado por Aragón (2019), 53.90% por electro eyaculación y por otra parte inferior a los reportados Yucra (2013), con 62.10% extirpación del epidídimo en cuy doméstico, Cooper *et al.*, (2000), con 78.80 %, en cuyes salvajes (*Cavia aperea*) y Adamkovicova *et al.*, (2016), con 65.00%, en ratas, colectado de espermatozoides del epidídimo. Las diferencias se deberían al efecto de la región del epidídimo, la especie de estudio y el equipo empleado.

h. Amplitud del movimiento lateral de la cabeza (ALH)

No se hallaron diferencias significativas entre los epidídimos derecho e izquierdo ($p>0.05$). Se encontraron diferencias significativas entre las regiones evaluadas ($p<0.05$), siendo la región de la cola gruesa del epidídimo la que presenta mayor ALH en relación a las demás regiones.

En la Tabla 17, se observa el promedio de la amplitud del movimiento lateral de la cabeza del espermatozoide, con un máximo de 4.00 μm y un mínimo de 0.00 μm , el dato reportado por Yucra (2013), es 2.06 μm , en cuy doméstico espermatozoide epididimario, también inferior a lo reportado por Aragón (2019) que reporto 4.25 μm colectado por electro eyaculación, Cooper *et al.*, (2000), con 9.66 μm , en cuyes salvajes (*Cavia aperea*) y Adamkovicova *et al.*, (2016), quienes reportaron 4.52 μm , en ratas, colectado

espermatozoides epididimarios. Las diferencias se deberían a la región de donde provino la muestra, la especie animal y el equipo en los dos últimos casos.

i. Frecuencia de batida de la cabeza (BCF)

No se hallaron diferencias significativas entre los epidídimos derecho e izquierdo ($p>0.05$), se encontraron diferencias significativas entre regiones evaluadas ($p<0.05$), siendo la región de la cola gruesa del epidídimo la que presenta mayor BCF en relación a las demás regiones.

En la Tabla 24, se observa la frecuencia de batida de la cabeza de los espermatozoides de cuy con un máximo de 9.10 Hz, un mínimo de 0.00 Hz, la región con mejor frecuencia de batida de cabeza son los espermatozoides de región cola gruesa del epidídimo con un promedio 13.53 Hz similar a los reportados por Cooper *et al.*, (2000), con 13.65 Hz, en cuyes silvestres (*Cavia aperea*) y superiores a los reportado por Yucra (2013), con 3.55 Hz, en cuy doméstico, Aragón (2019) reportado 5.62Hz por el método de electro eyaculación en *cavia porcellus*, la diferencia se debería al lugar de colecta y equipo empleado.

Tabla 17. Parámetros de motilidad a (VCL ($\mu\text{m/s}$), VSL ($\mu\text{m/s}$), VAP ($\mu\text{m/s}$), LIN (%), STR (%), WOB (%), ALH (%), BCF (%)) de espermatozoides extraído de las regiones del epidídimo y conducto deferente.

VARIABLE	VCL ($\mu\text{m/s}$)	VSL ($\mu\text{m/s}$)	VAP ($\mu\text{m/s}$)	LIN (%)	STR	WOB	ALH	BCF
	PRON $\pm$ DS	PRON $\pm$ DS	PRON X $\pm$ DS	PRON $\pm$ DS	PRON $\pm$ DS	PRON $\pm$ DS	PRON $\pm$ DS	PRON $\pm$ DS
T.D. Cabeza epidídimo	25.68 $\pm$ 14.83 e	8.02 $\pm$ 5.94 e	14.23 $\pm$ 9.74 d	27.98 $\pm$ 8.40 b	59.18 $\pm$ 16.81 a	49.04 $\pm$ 13.43 c	0.37 $\pm$ 0.46 e	0.85 $\pm$ 1.13 d
T.I Cabeza epidídimo	40.65 $\pm$ 1.61 e	11.44 $\pm$ 2.06 e	20.19 $\pm$ 1.75 d	28.19 $\pm$ 4.66 b	56.82 $\pm$ 10.12 a	50.15 $\pm$ 5.72 c	0.45 $\pm$ 0.22 e	0.58 $\pm$ 0.20 d
T.D. Cuerpo epidídimo	38.04 $\pm$ 7.47 d	12.14 $\pm$ 6.96 cd	20.74 $\pm$ 4.46 c	27.33 $\pm$ 5.68 a	49.41 $\pm$ 6.79 a	54.52 $\pm$ 5.03 ab	0.92 $\pm$ 0.96 d	1.14 $\pm$ 1.56 d
T. I. Cuerpo epidídimo	41.92 $\pm$ 3.06 d	15.69 $\pm$ 3.82 cd	24.50 $\pm$ 3.13 c	37.16 $\pm$ 7.63 a	63.16 $\pm$ 9.54 a	58.31 $\pm$ 4.46 ab	0.97 $\pm$ 0.78 d	2.09 $\pm$ 2.68 d
T.D. Cola delgada epidídimo	45.13 $\pm$ 7.74 d	12.38 $\pm$ 2.04 d	24.63 $\pm$ 3.30 c	27.63 $\pm$ 3.38 b	50.07 $\pm$ 3.24 b	55.14 $\pm$ 5.66 b	1.33 $\pm$ 0.79 c	2.60 $\pm$ 1.72 c
T.I. Cola delgada epidídimo	48.13 $\pm$ 9.30 d	13.62 $\pm$ 3.37 d	25.85 $\pm$ 4.68 c	28.13 $\pm$ 3.17 b	43.90 $\pm$ 15.97 b	53.45 $\pm$ 5.08 b	2.08 $\pm$ 1.13 c	4.08 $\pm$ 2.90 c
T.D. Cola mediana epidídimo	57.38 $\pm$ 19.75 c	17.53 $\pm$ 6.43 cd	32.98 $\pm$ 4.46 b	30.47 $\pm$ 9.73 ab	52.76 $\pm$ 16.93 a	57.80 $\pm$ 18.01 ab	2.68 $\pm$ 1.07 ab	5.90 $\pm$ 2.98 ab
T.I. Cola mediana epidídimo	50.89 $\pm$ 12.30 c	16.05 $\pm$ 4.98 cd	28.97 $\pm$ 6.54 b	30.45 $\pm$ 6.01 ab	54.59 $\pm$ 7.81 a	57.25 $\pm$ 3.32 ab	2.69 $\pm$ 0.93 ab	6.07 $\pm$ 2.99 ab
T.D. Cola gruesa epidídimo	73.73 $\pm$ 15.56 a	24.63 $\pm$ 7.35 a	43.48 $\pm$ 11.58 a	32.85 $\pm$ 4.07 a	56.08 $\pm$ 3.28 a	57.60 $\pm$ 5.78 a	3.31 $\pm$ 0.82 a	13.53 $\pm$ 22.47 a
T.I. Cola gruesa epidídimo	70.44 $\pm$ 14.26 a	24.49 $\pm$ 7.78 a	42.29 $\pm$ 12.85 a	33.94 $\pm$ 6.30 a	57.39 $\pm$ 6.83 a	58.89 $\pm$ 7.62 a	3.08 $\pm$ 0.97 a	7.24 $\pm$ 2.40 a
T.D Conducto deferente	65.29 $\pm$ 13.03 b	20.69 $\pm$ 6.20 b	36.88 $\pm$ 7.25 b	32.09 $\pm$ 9.35 ab	55.71 $\pm$ 7.21 a	53.49 $\pm$ 4.52 b	2.38 $\pm$ 1.30 b	4.98 $\pm$ 2.87 b
T. I. Conducto deferente	58.22 $\pm$ 17.26 b	17.15 $\pm$ 4.12 b	30.99 $\pm$ 7.36 b	30.07 $\pm$ 3.69 ab	55.49 $\pm$ 3.60 a	54.10 $\pm$ 4.35 b	2.31 $\pm$ 0.95 b	4.57 $\pm$ 2.76 b

leyenda: Promedio (Prom), desviación estándar (DS). Letras diferentes muestran diferencias significativas (P< 0.05).

6.3. CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS Y MORFOLÓGICAS

6.3.1. CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS

a. Largo de la cabeza del espermatozoide de cuy

No se hallaron diferencias significativas entre los lados derecho e izquierdo ($p>0.05$), el largo de la cabeza es igual en ambos lados. No se encontraron diferencias entre regiones evaluadas ($p>0.05$), el largo de la cabeza del espermatozoide es igual en todas las regiones. También no se hallaron diferencias significativas para la clase de espermatozoides ($p>0.05$), siendo el largo de la cabeza igual en las 4 clases de espermatozoides.

En la Tabla 18, se observa el largo de la cabeza del espermatozoide de las seis regiones evaluadas, con un máximo de 8.10 μm , un mínimo de 5.10 μm y un promedio total de 7.21 μm , estos resultados obtenidos son similares a lo reportado por Gallardo *et al.*, (2002) de 7.5 μm y por Yucra (2013) de 7.58 μm ambos colectados por el método *post mortem*. Por otro lado, son inferiores a lo reportado por Loor (2015) de 8.81 μm , colectado de la cola del epidídimo, Cabeza (2019) reportó 7.45 μm , quien evaluó en cuyes domésticos por el método de electro eyaculación y realizó la medición de cuatro clases de espermatozoides y Rosales et al (2021) 12.07 μm en cuy nativo y 11.87 en cuy mejorado, realizaron la medición en espermatozoides normales del epidídimo. Las diferencias de los resultados se deberían al método de colección, método de medición y equipo empleado.

b. Ancho de la cabeza del espermatozoide de cuy

Se hallaron diferencias significativas entre los lados derecho e izquierdo ($p<0.05$) siendo los espermatozoides del lado derecho superiores. No se encontraron diferencias significativas a nivel de regiones ($p>0.05$) siendo igual el ancho de los espermatozoides en todas las regiones. Se hallaron diferencias significativas para la clase de espermatozoides ($p<0.05$), siendo los espermatozoides de clase 3

En la Tabla 18, se observa el ancho de la cabeza del espermatozoide de las 6 regiones evaluadas, con ancho máximo de 7.60 μm , un mínimo de 5.10 μm , estos resultados obtenidos son inferiores a lo reportado por Gallardo et al., (2002) de 6.6 μm y por Yucra (2013) de 6.58 μm ambos colectados por el método post mortem., Loor (2015) de 7.41 μm , colectado de la cola del epidídimo quien también realizó la medición de espermatozoides de clase 1. Cabeza (2019) reportó 6.58 μm , evaluando cuyes domésticos por el método de electro eyaculación y realizó la medición de cuatro clases de espermatozoides. Rosales et al (2021) determinó 10.16 μm en cuyes nativos y 10.17 μm en cuyes mejorados, realizando la medición en espermatozoides normales del epidídimo, Las diferencias de los resultados se deberían al método de colección, metodología empleada para la medición y equipo empleado en el estudio.

c. Área de la cabeza del espermatozoide de cuy

Se han encontrado diferencias para los lados derecho e izquierdo ($p < 0.05$), siendo los espermatozoides del lado derecho superior a los del lado izquierdo. También se han encontrado diferencias a nivel de las regiones evaluadas ($p < 0.05$), siendo los espermatozoides de la región cola delgada del epidídimo los que tienen mayor área de la cabeza en comparación a otras regiones evaluadas. Se hallaron diferencias para la clase de espermatozoides ($p < 0.05$), siendo los espermatozoides de clase 3 quienes presentan mayor área en comparación a las demás clases de espermatozoides.

En la Tabla 18, se observa el área de la cabeza de los espermatozoides en las regiones evaluadas, con un área máxima de 48.50 μm^2 , un área mínima de 27.40 μm^2 , estos resultados obtenidos son inferiores a lo reportado por Cabeza (2019) 43.02 μm^2 área de la cabeza de espermatozoides de cuyes colectados por el método de electro eyaculación por otro lado son superior al resultado obtenido por Yucra (2013) de 39.15 μm^2 colectado por el método *post mortem*. La diferencia del resultado se debería a la metodología y equipo empleado en la evaluación morfométrica.

d. Perímetro de la cabeza del espermatozoide de cuy

En la Tabla 18 se muestra el promedio del perímetro de la cabeza del espermatozoide de 10 cuyes colectados de las cinco regiones del epidídimo y conducto deferente. Se han encontrado diferencias entre el lado derecho e izquierdo ($p<0.05$), siendo los espermatozoides del epidídimo derecho superiores en perímetro. También se han encontrado diferencias significativas ($p<0.05$) en las regiones del epidídimo, siendo los espermatozoides de la región cola gruesa del epidídimo derecho con mayor perímetro de la cabeza que las demás regiones. Se hallaron diferencias significativas para la clase de espermatozoides ($p<0.05$), siendo los espermatozoides de clase 3 aquellos con mayor perímetro en comparación a los demás.

En la Tabla 18, se observa el perímetro de la cabeza del espermatozoide en las regiones evaluadas, con un perímetro máximo de $32.60\ \mu\text{m}$, un mínimo de $21.90\ \mu\text{m}$ y un promedio de $25.61\ \mu\text{m}$, estos resultados obtenidos son similares a los reportado por Cabeza (2019) $26.56\ \mu\text{m}$ colectados por el método de electro eyaculación también es igual al resultado obtenido por Yucra (2013) de $28.20\ \mu\text{m}$ colectado por el método post mortem. la similitud se debería al equipo empleado y a la metodología empleado en la evaluación morfométrica.

e. Elipticidad de la cabeza del espermatozoide de cuy

En la Tabla 18 se muestra el promedio de la elipticidad de la cabeza del espermatozoide de 10 cuyes colectados de las cinco regiones del epidídimo y conducto deferente. Se han encontrado diferencias a nivel de lados ($p<0.05$) obteniendo mayor elipticidad los espermatozoides del lado izquierdo. No se hallaron diferencias para la elipticidad de espermatozoides en las regiones evaluadas, se puede decir que son iguales.

En la Tabla 18, se observa la elipticidad de la cabeza del espermatozoide con un máximo de 1.50, un mínimo de 0.86 y un promedio de 1.15, estos resultados obtenidos son iguales a los reportados por Cabeza (2019) 1.14 colectados por el método de electro

eyaculación y al resultado obtenido por Yucra (2013) de 1.15 colectado por el método *post mortem*. La similitud se debería al equipo utilizado.

f. Rugosidad de la cabeza del espermatozoide de cuy

En la Tabla 18. se muestra el promedio de la rugosidad de la cabeza del espermatozoide de 10 cuyes colectados de las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente. No se han encontrado diferencias entre los lados ($p>0.05$) es decir que la rugosidad en ambos lados derecho como izquierdo son iguales. Pero a nivel de regiones se encontraron diferencias significativas ($p<0.05$) siendo los espermatozoides de la región de la cola mediana los que tienen mayor rugosidad respecto de las demás regiones.

En la Tabla 18, se observa la rugosidad de la cabeza del espermatozoide máximo es de $0.93\ \mu\text{m}$ con un mínimo de $0.41\ \mu\text{m}$ y se tuvo como promedio $0.77\ \mu\text{m}$. Estos resultados obtenidos son iguales a los reportados por Cabeza (2019) de $0.77\ \mu\text{m}$, en cuyes colectados por el método de electro eyaculación y superior al resultado obtenido por Yucra (2013) de 0.63 colectado por el método *post mortem*. La diferencia del resultado se debería al equipo y a la metodología utilizada en la evaluación morfométrica.

g. Elongación de la cabeza del espermatozoide de cuy

En la Tabla 18 se muestra el promedio de la elongación de la cabeza del espermatozoide. Se han encontrado diferencias entre los lados ($p<0.05$) siendo los espermatozoides del lado derecho superiores a los del lado izquierdo. No se encontraron diferencias a nivel de regiones ($p>0.05$). Se hallaron diferencias entre las clases de espermatozoides ($p<0.05$), siendo los espermatozoides de clase 3 aquellos que tuvieron mayor elongación en comparación a las demás clases.

En la Tabla 18, se observa la elongación de la cabeza del espermatozoide máximo es de $0.20\ \mu\text{m}$, un mínimo de $-0.08\ \mu\text{m}$ y un promedio de $0.07\ \mu\text{m}$. Los resultados obtenidos son superiores a los datos reportados por cabeza (2019) $0.06\ \mu\text{m}$ colectados por el método de electro eyaculación y es similar al resultado obtenido por Yucra (2013) $0.071\ \mu\text{m}$ colectado por el método *postmortem*. La ligera diferencia del resultado se debería a la metodología y equipo utilizado en la evaluación.

h. Regularidad de la cabeza del espermatozoide de cuy

En la Tabla 18. se muestra el promedio de la regularidad de la cabeza del espermatozoide de 10 cuyes colectados de las cinco regiones del epidídimo y conducto deferente. Se ha encontrado diferencias significativas para la regularidad de la cabeza de los espermatozoides a nivel de lados ($p < 0.05$), siendo los espermatozoides del lado derecho superior a los espermatozoides del lado izquierdo. No se encontraron diferencias significativas a nivel de regiones ($p > 0.05$) siendo igual la regularidad en todas las regiones. Se hallaron diferencias significativas para la clase de espermatozoides ($p < 0.05$), siendo los espermatozoides de clase 3 con mayor elongación en comparación a las demás clases de espermatozoides.

En la Tabla 18, se observa la regularidad de la cabeza del espermatozoide máxima fue de 1.43, tuvo una regularidad mínima de 0.63 y un promedio de 0.89. Estos resultados obtenidos son iguales a los datos reportados por Cabeza (2019) 0.89 de la regularidad de la cabeza del espermatozoide de cuyes. Por otro lado, es inferior al resultado obtenido por Yucra (2013) 1.00 μm . La diferencia del resultado se debería a la metodología utilizada en la medición y al equipo utilizado en la evaluación morfométrica.

Morfométrica general del espermatozoide

Se hizo la evaluación morfométrica de las células espermáticas de un total de 2,400 espermatozoides de cuy colectado de 6 regiones del epidídimo Los resultados se muestran en la siguiente tabla de resumen.

Tabla 18. Morfométrica general del espermatozoide extraído de las regiones del epidídimo y conducto deferente.

Variable	Cabeza Del Epidídimo	Cuerpo del Epidídimo	Cola delgada del Epidídimo	Cola Mediana del Epidídimo	Cola Gruesa del Epidídimo	Conducto Deferente	Total
	X±DS	X±DS	X±DS	X±DS	X±DS	X±DS	X±DS
Largo	7.22 ^a ±0.24	7.21 ^{ab} ±0.25	7.19 ^b ±0.24	7.19 ^{ab} ±0.25	7.22 ^a ±0.26	7.21 ^{ab} ±0.25	7.21±0.25
Ancho	6.28 ^a ±0.33	6.28 ^a ±0.35	6.28 ^a ±0.29	6.27 ^a ±0.30	6.27 ^a ±0.30	6.26 ^a ±0.28	6.27±0.31
Área	39.96 ^{bc} ±3.10	40.19 ^b ±3.64	40.69 ^a ±3.17	40.02 ^{bc} ±2.95	40.22 ^b ±2.94	39.74 ^c ±2.90	40.14±3.14
Perímetro	25.57 ^{bc} ±1.10	25.61 ^{abc} ±1.23	25.76 ^a ±1.16	25.55 ^{bc} ±1.07	25.67 ^{ab} ±1.08	25.48 ^c ±0.98	25.61±1.11
Elipticidad	1.15 ^a ±0.07	1.15 ^a ±0.08	1.15 ^a ±0.07	1.15 ^a ±0.07	1.15 ^a ±0.08	1.15 ^a ±0.07	1.15±0.07
Rugosidad	0.77 ^{ab} ±0.03	0.77 ^{ab} ±0.03	0.77 ^{ab} ±0.03	0.77 ^a ±0.03	0.77 ^b ±0.03	0.77 ^{ab} ±0.03	0.77±0.03
Elongación	0.07 ^a ±0.03	0.07 ^a ±0.03	0.07 ^a ±0.03	0.07 ^a ±0.03	0.07 ^a ±0.03	0.07 ^a ±0.03	0.07±0.03
Regularidad	0.90 ^{abc} ±0.06	0.89 ^{ab} ±0.07	0.87 ^a ±0.06	0.89 ^{bc} ±0.06	0.89 ^{ab} ±0.06	0.90 ^c ±0.07	0.89 ±0.07

Leyenda:(n=10). Leyenda: Promedio (Prom), desviación estándar (DS). Letras diferentes muestran diferencias significativas (P< 0.05)

6.3.2. MORFOLOGÍA DE LOS ESPERMATOZOIDES EPIDIDIMARIOS

Tabla 19. Morfología general del espermatozoide de clase 1, clase 2, clase 3 y clase 4 en las cinco regiones del epidídimo y conductos deferentes del cuy

Región	clase 1	clase 2	clase 3	clase 4
Cabeza del epidídimo	18.95 ^e ± 4.27	15.20 ^e ± 3.35	38.85 ^a ± 5.91	27.00 ^a ± 7.66
Cuerpo del epidídimo	27.55 ^d ± 2.24	26.30 ^d ± 2.45	31.20 ^b ± 2.88	14.95 ^b ± 2.33
Cola delgada del epidídimo	37.35 ^c ± 3.22	28.45 ^c ± 3.68	28.00 ^c ± 3.71	12.90 ^c ± 2.92
Cola mediana del epidídimo	42.35 ^b ± 2.86	32.30 ^c ± 4.47	13.90 ^d ± 4.26	11.45 ^c ± 2.07
Cola gruesa del epidídimo	49.95 ^a ± 3.63	40.55 ^b ± 2.48	4.75 ^e ± 2.12	4.75 ^e ± 1.94
Conducto deferente	40.60 ^b ± 4.56	48.25 ^a ± 4.80	3.45 ^e ± 1.67	7.70 ^d ± 2.52

Leyenda: (n=10). Promedio (Prom), desviación estándar (DS). Letras diferentes muestran diferencias significativas (P< 0.05)

En la Tabla 19, se muestra el promedio de la clasificación morfológica del espermatozoide de clase 1, 2, 3 y 4, colectados de las cinco regiones del epidídimo y conducto deferente. los espermatozoides de clase 1 se encuentran en un 49% en la región cola gruesa del epidídimo, esta clase de espermatozoides presenta un 4% de gota citoplasmática, en la parte distal de la pieza intermedia de la cola del espermatozoide. Con respecto a espermatozoides de clase 2 se encuentra en un 48.25% en la región del conducto deferente, está clase de espermatozoides se observaron un 2% de presencia de gota citoplasmática también en la parte distal de la pieza intermedia, en caso de los espermatozoides de clase 3 se observó en un 38.85% se encuentra en la región de la cabeza y cuerpo del epidídimo, esta clase de espermatozoides presenta en un 60% de gota citoplasmática en la parte proximal y parte media de la pieza intermedia del espermatozoide y por último los espermatozoides de clase 4 el 27% se encuentra en la región de la cabeza y esta clase de espermatozoides presentan gota citoplasmática en un 76% en la parte proximal de la cabeza del espermatozoide.

a. Morfología del espermatozoide de clase 1

Se hallaron diferencias significativas entre el lado derecho e izquierdo ($p < 0.05$) siendo el lado izquierdo superior al lado derecho. También se encontraron diferencias significativas entre las regiones evaluadas ($p < 0.05$). siendo la región cola gruesa del epidídimo el que presenta mayor cantidad de espermatozoides de clase 1 en relación a las demás regiones.

En la Tabla 19, se observa la distribución de espermatozoides de clase 1 en las seis regiones evaluadas, de las cuales se puede observar, que en la región cola gruesa del epidídimo se obtuvo un promedio de 49.95% de los espermatozoides de clase 1 con un de máximo es de 56.00% y el mínimo de 40 %. No hay autores para discutir.

b. Morfología del espermatozoide de clase 2

No se hallaron diferencias significativas entre el lado derecho e izquierdo ($p > 0.05$). siendo igual el porcentaje de espermatozoides de clase 2 en ambos lados, Se encontraron diferencias significativas entre las regiones evaluadas ($p < 0.05$). siendo el conducto deferente el que presenta mayor cantidad de espermatozoides de clase 2 en relación a las demás regiones.

En la Tabla 19, en el presente estudio se observa la distribución de espermatozoides de clase 2 en las 6 regiones evaluadas, de las cuales se puede observar que en el conducto deferente se obtuvo un promedio de 48.25% de los espermatozoides de clase 2 con un de máximo es de 55.00% y el mínimo de 34%.

c. Morfología del espermatozoide de clase 3

No se hallaron diferencias significativas entre el lado derecho e izquierdo ($p > 0.05$). siendo igual el porcentaje de espermatozoides de clase 3 en lado derecho e izquierdo, Se encontraron diferencias significativas entre las regiones evaluadas ($p < 0.05$). siendo la región de la cabeza del epidídimo el que presenta mayor cantidad de espermatozoides de clase 3 en relación a las demás regiones.

En la tabla 19, se observa la distribución de espermatozoides de clase 3 en las seis regiones evaluadas, de las cuales se puede observar que la cabeza del epidídimo obtuvo un promedio de 38.85% de los espermatozoides de clase 3 con un de máximo es de 48.00% y el mínimo de 28.00%.

d. Morfología del espermatozoide de clase 4

En la Tabla 19. Se hallaron diferencias significativas entre el lado derecho e izquierdo ($p < 0.05$) siendo el lado derecho superior al lado izquierdo. También se encontraron diferencias significativas entre las regiones evaluadas ($p < 0.05$). siendo la región de la cabeza del epidídimo el que presenta mayor cantidad de espermatozoides de clase 4 en relación a las demás regiones.

En la Tabla 19, se muestra el promedio de la clasificación morfológica del espermatozoide de clase 4 colectados de las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente se puede observar que la región de la cabeza del epidídimo presenta un promedio de 27.00% de los espermatozoides de clase 4 con un de máximo es de 40.00% y el mínimo de 13.00%.

6.4. CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA, VITALIDAD, INTEGRIDAD ACROSOMAL Y FUNCIONALIDAD DE LA MEMBRANA ESPERMÁTICA

6.4.1. CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA

No se hallaron diferencias significativas entre los lados derecho e izquierdo ($p > 0.05$), la concentración de espermatozoide es igual en ambos lados. Se encontraron diferencias significativas entre regiones evaluadas ($p < 0.05$), siendo la región cola gruesa del epidídimo la que presenta mayor concentración espermática en relación a las demás regiones.

En la Tabla 20 se muestra el promedio de la concentración espermática en las 6 regiones evaluadas, en la cola gruesa del epidídimo se obtuvo un promedio de 38.055 millones/ml, con una concentración máximo de 65.10 millones/ml y la concentración mínima de 14.60 millones/ml los resultados obtenidos en este estudio es superior a lo reportado por

Unchupaico et al., (2006) reportó 36.80 millones/ml. Por otro lado, es inferior a los datos reportados por Tapia y Tello (2016) 78.90 millones/ml por el método de extirpación del epidídimo, también es inferior a lo reportado por Mise (2014) de 258.60 millones/ml y Loo (2015) reportó 256.80 millones/ml quienes utilizaron una cámara de Neubauer. Todos los resultados anteriormente mencionados fueron colectados post *mortem*. La diferencia entre los resultados obtenidos probablemente se debería a los distintos métodos de colección, la metodología empleada, dilutor y el equipo utilizado para la evaluación.

Tabla 20. Concentración espermática en las regiones del epidídimo y conductos deferentes de cuy (n=11).

Región	Promedio %	± DS	CV (%)	MAX (%)	MIN (%)
T.D. Cabeza epidídimo	2.05 d	1.07	52.31	3.40	0.60
T.I Cabeza epidídimo	2.17 d	1.38	63.44	5.50	1.30
T.D. Cuerpo epidídimo	7.64 dc	5.28	69.16	19.30	1.80
T. I. Cuerpo epidídimo	4.82 dc	4.86	100.93	17.00	1.40
T.D. Cola delgada epidídimo	26.19 b	10.38	39.65	38.20	11.20
T.I. Cola delgada epidídimo	29.49 b	10.21	34.64	41.80	15.10
T.D. Cola mediana epidídimo	33.31 b	12.65	37.99	51.70	21.20
T.I. Cola mediana epidídimo	26.87 b	5.69	21.16	37.90	14.00
T.D. Cola gruesa epidídimo	43.37 a	19.86	45.78	65.10	14.60
T.I. Cola gruesa epidídimo	32.74 a	20.25	61.86	57.10	10.50
T.D Conducto deferente	11.94 c	14.78	123.80	53.10	0.70
T. I. Conducto deferente	10.69 c	4.24	39.66	15.90	4.10
TOTAL	19.27	17.15	88.98	65.10	0.60

Leyenda: Promedio (Prom), desviación estándar (DS), coeficiente de variabilidad (CV), máximo (MAX) y mínimo (MIN). Letras diferentes muestran diferencias significativas (P< 0.05).

6.4.2. VITALIDAD ESPERMÁTICA

No se hallaron diferencias significativas entre los lados derecho e izquierdo ($p>0.05$). Se encontraron diferencias significativas entre las regiones evaluadas ($p<0.05$), siendo la región del conducto deferente con mayor porcentaje de espermatozoides vivos.

Tabla 21. vitalidad espermática en las regiones del epidídimo y conductos deferentes de cuy

Región	Promedio %	± DS	MAX (%)	MIN (%)
T.D. Cabeza epidídimo	24.70 ^f	9.33	36.00	13.00
T.I Cabeza epidídimo	23.10 ^f	6.71	36.00	15.00
T.D. Cuerpo epidídimo	28.40 ^e	4.62	36.00	22.00
T. I. Cuerpo epidídimo	30.20 ^e	5.61	39.00	22.00
T.D. Cola delgada epidídimo	53.00 ^d	4.71	60.00	42.00
T.I. Cola delgada epidídimo	54.00 ^d	4.52	60.00	44.00
T.D. Cola mediana epidídimo	68.20 ^c	2.78	72.00	64.00
T.I. Cola mediana epidídimo	69.50 ^c	3.10	75.00	66.00
T.D. Cola gruesa epidídimo	72.20 ^b	4.13	78.00	66.00
T.I. Cola gruesa epidídimo	75.00 ^b	3.89	82.00	70.00
T.D Conducto deferente	81.70 ^a	3.83	87.00	75.00
T. I. Conducto deferente	82.00 ^a	1.63	85.00	80.00
TOTAL	55.17	16.43	87.00	13.00

Leyenda: Leyenda: Promedio (Prom), desviación estándar (DS), coeficiente de variabilidad (CV), máximo (MAX) y mínimo (MIN). Letras diferentes muestran diferencias significativas ($P<0.05$).

En esta Tabla 21, se muestran el promedio de espermatozoides vivos, en la región del conducto deferente se muestra un porcentaje de 81.85 %, con un porcentaje máximos de 87.00 % y mínimo de 13.00% de espermatozoides vivos. Los resultados obtenidos son inferiores al de Mise (2014) que fue de 93.00 % y Loor (2015) fue de 86.70 % colectado por el método post mortem, y es superior a los resultados

reportados por Yucra (2013) quien reportó 58.27%, Tapia y Tello (2016) que reportaron 36.6% colectado por extirpación del epidídimo. La diferencia de los resultados se debería a la región de colección, método de colección.

6.4.3. INTEGRIDAD ACROSOMAL DEL ESPERMATOZOIDE

No hallaron diferencias significativas entre los lados derecho e izquierdo ($p>0.05$) siendo igual ambos lados. Se encontraron diferencias significativas entre las regiones del epidídimo ($p<0.05$), siendo los espermatozoides de la región conducto deferente los que presenta mayor cantidad de espermatozoides con acrosoma intactos.

Tabla 22. Integridad acrosomal de los espermatozoides en las regiones del epidídimos y conductos deferentes de cuy (n=10).

Región	Promedio %	± DS	CV (%)	MAX (%)	MIN (%)
T.D. Cabeza epidídimo	15.00 f	3.43	22.88	25.00	14.00
T.I Cabeza epidídimo	18.90 f	5.17	27.37	25.00	12.00
T.D. Cuerpo epidídimo	26.50 e	2.55	9.62	30.00	22.00
T. I. Cuerpo epidídimo	26.10 e	2.47	9.46	30.00	23.00
T.D. Cola delgada epidídimo	31.90 d	1.73	5.42	34.00	30.00
T.I. Cola delgada epidídimo	29.00 d	4.57	15.76	35.00	23.00
T.D. Cola mediana epidídimo	48.40 c	5.44	11.24	53.00	34.00
T.I. Cola mediana epidídimo	47.80 c	1.69	3.53	51.00	46.00
T.D. Cola gruesa epidídimo	53.80 b	7.52	13.99	63.00	42.00
T.I. Cola gruesa epidídimo	57.30 b	2.63	4.58	51.00	42.00
T.D Conducto deferente	63.90 a	5.20	8.13	71.00	56.00
T. I. Conducto deferente	58.30 a	2.63	4.51	64.00	55.00
TOTAL	40.08	16.29	40.64	71.00	12.00

Leyenda: Leyenda: Promedio (Prom), desviación estándar (DS), coeficiente de variabilidad (CV), máximo (MAX) y mínimo (MIN). Letras diferentes muestran diferencias significativas ($P< 0.05$).

En la Tabla 22, se muestra el promedio de la integridad acrosomal de las seis regiones evaluadas de las cuales los espermatozoides de la región del conducto

deferente presentan un mayor promedio que es de 61.10% con un porcentaje máximo de 71.00% y un porcentaje mínimo de 55.00% espermatozoides con acrosoma intacto. Los resultados obtenidos son superiores a los reportados por Chavarria (1984), quien obtuvo 13.8%, colectados por el método post mortem, utilizo microscopio de contraste y microscopía. La diferencia de los resultados se debería probablemente al equipo utilizado y el método de colecta.

6.4.4. FUNCIONALIDAD DE LA MEMBRANA ESPERMÁTICA (REACCIÓN TOTAL)

Tabla 23. Funcionalidad de la membrana espermática en las regiones del epidídimo y conductos deferentes de cuy (n=10).

Región	Promedio %	± DS	CV (%)	MAX (%)	MIN (%)
T.D. Cabeza epidídimo	24.70 e	9.33	37.79	36.00	13.00
T.I Cabeza epidídimo	23.10 e	6.71	29.04	36.00	15.00
T.D. Cuerpo epidídimo	28.40 d	4.62	16.28	36.00	22.00
T. I. Cuerpo epidídimo	30.20 d	5.61	18.59	39.00	22.00
T.D. Cola delgada epidídimo	53.00 c	4.71	8.89	60.00	42.00
T.I. Cola delgada epidídimo	54.00 c	4.52	8.37	60.00	44.00
T.D. Cola mediana epidídimo	83.10 a	2.13	2.57	87.00	80.00
T.I. Cola mediana epidídimo	72.20 a	4.13	5.72	78.00	66.00
T.D. Cola gruesa epidídimo	80.60 a	3.06	3.80	85.00	75.00
T.I. Cola gruesa epidídimo	75 .00 a	3.89	5.18	82.00	70.00
T.D Conducto deferente	68.20 b	2.78	4.08	72.00	64.00
T. I. Conducto deferente	69.50 b	3.10	4.46	75.00	66.00
TOTAL	55.17	22.55	40.87	87.00	13.00

Leyenda: Leyenda: Promedio (Prom), desviación estándar (DS), coeficiente de variabilidad (CV), máximo (MAX) y mínimo (MIN). Letras diferentes muestran diferencias significativas (P< 0.05).

. No se hallaron diferencias significativas entre el lado derecho e izquierdo (p>0.05). siendo igual en ambos lados, Se encontraron diferencias significativas entre las regiones evaluadas (p<0.05). siendo los espermatozoides de cola mediana y cola gruesa del

epidídimo los que presenta mayor cantidad de espermatozoides con funcionalidad de la membrana espermática.

En la Tabla 23, se muestra el promedio de la funcionalidad de la membrana espermática de las seis regiones evaluadas, con un máximo de 87.00%, un mínimo de 13.00% y un promedio 77.80%. Los resultados obtenidos son superiores a los reportados por Tapia y Tello (2016), quienes reportaron 18.00%, colectado por extirpación quirúrgica del epidídimo, las diferencias probablemente se deberían al método de colecta

VII. CONCLUSIONES

En sustento a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se concluye lo siguiente:

1. El peso promedio de los testículos fue de 3.02 ± 0.55 g, mientras el peso del epidídimo fue de 1.35 ± 0.35 g. El ancho de los conductillos es variable siendo más ancho la región de la cabeza del epidídimo con 2,477.98 μm , y el más largo es el conducto deferente con 43,840.76 μm .
2. Para la motilidad total no se hallaron diferencias significativas entre los epidídimos D y/OI ($p>0.05$). Se encontraron diferencias significativas entre las regiones evaluadas ($p<0.05$) para los parámetros cinéticos de movilidad, siendo los espermatozoides de la región cola gruesa del epidídimo son los que presentan espermatozoides con mayor VCL, VSL, VAP, LIN, STR, WOB, ALH y BCF.
3. En las características morfométricas del espermatozoide del cuy, se encontró los siguientes promedios: para el largo (7.21 μm), ancho (6.27 μm), área (40.14 μm^2), perímetro (25.61 μm), elipticidad (1.15), rugosidad (0.77), elongación (0.07), regularidad (0.89) de la cabeza del espermatozoide. En la evaluación morfológica del espermatozoide del cuy se encontró que los espermatozoides de clase 3 y clase 4 se encuentran en mayor proporción en la región de la cabeza con 38.83% y 27% respectivamente, los espermatozoides de clase 1 se encuentran en la región en cola gruesa del epidídimo 49.95 % y espermatozoides de clase 2 se encuentran en mayor proporción en el conducto deferente 48.25%, se puede concluir que el espermatozoide de clase 2 es un espermatozoide que ha alcanzado una madures fisiológica.
4. En la concentración espermática (38.055 millones/ml), vitalidad espermática (81.85 %), integridad acrosomal de espermatozoide (61.10 %) y funcionalidad de la membrana espermática (77.80%)., No se hallaron diferencias significativas entre el lado derecho e izquierdo ($p>0.05$), siendo igual en ambos lados. Se encontraron

diferencias significativas entre las regiones evaluadas ($p < 0.05$), los mejores promedios se hallaron en la región de la cola gruesa del epidídimo.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Realizar trabajos adicionales para este estudio, donde se determine todas las características microscópicas en espermatozoides de la región mediana y gruesa del epidídimo del cuy.
2. Realizar trabajos similares con otros tipos de cuyes para determinar si hay posibles variaciones en la fisiología del esperma.
3. Realizar trabajos de congelación y crio preservación de espermatozoides de cuy aplicando este método de colección y tomando en cuenta la región cola gruesa del epidídimo.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Abaigar, T., Holt, w., Harrison, R., & Del Barrio, G. (1999). Sperm subpoblaciones in boar (Gazella dama mhor) semen as revealed by pattem analysis of computer-assisted motility assessments. *Biol.Reprod.*(60), 32-41.
2. Adamkovicova, M., Toman, R., Martiniakova, M., Omelka, R., Babosova, R., Krajcovicova, V., . . . Massanyi, P. (2016). Sperm motility and morphology chances in rats exposed to cadmiun and diazinon. *Reproctive Biology and Endocrinology*.
3. Afzelius, B. (1959). Microscopía electrónica de los resultados de la cola del espermatozoide obtenidos con un nuevo fijador. *Biología Celular* , 5 (2),, 269-278. Obtenido de <https://rupress.org/jcb/article-pdf/5/2/269/1386797/269.pdf>
4. Alba, R. (1990). *Maduracion sexual del cuy domestico macho*. Universidad Mayor de San Simon. Cochabamba.
5. Aleuy, O. (2008). *Caracterizacion de medidas testiculares y semen de pudu (Pudu pudu) obtenido por un protocolo combinado de masaje digital transrectal y electroeyaculacion duarante su epoca reproductiva*.
6. Aliaga et al., 2. (2009). *Produccion de cuyes* (Vol. 1). Lima: Fondo editorial de la Universidad Catolica.
7. Anakwe, O. O. (julio de 1991). Maturation of guinea pig sperm in the epididymis involves the modification of proacrosin oligosaccharide side chains. *Biblioteca en línea Wiley*, 294–301. Obtenido de <https://doi.org/10.1002/mrd.1080290313>
8. Angelino, O. J. (2009). *Manual de evaluación de semen en bovinos*. Universidad Veracruzana, VERACRUZ, VER. Obtenido de <https://docplayer.es/7922757-Universidad-veracruzana.html>

9. Aragón, C. S. (2019). *Características macroscópicas, microscópicas, estimación de parámetros de motilidad y determinación de subpoblaciones espermáticas en semen de cuy (Cavia porcellus)*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL, CUSCO. Obtenido de https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/4280/253T20190366_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
10. Barrios y Albers. (2006). Movilidad individual de los espermatozoides epididimarios de toros postmortem obtenidos mediante lavado retrógrado. *scielo.org*.
11. Barrios, D. (2002). Evaluación de la calidad y capacidad fecundante de espermatozoides de la cola del epidídimo de toros Post Mortem. *IX Congreso venezolano de Producción e Industria Animal. Valera. .*
12. Cabeza, Q. U. (2019). *Caracterización morfológica y morfométrica del espermatozoide de cuy (Cavia Porcellus) colectado por electroeyaculación* . Universidad Nacional de San Antonio Abad del CuscoPE, cusco. Obtenido de <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/220/browse?type=author&value=Cabeza+Qquenta%2C+Urbano>
13. Calamera, J. (1977). *El espermiograma: Parametros de fertilidad*. Buenos Aires. Buenos Aires.
14. Chauca, L. (1997). *Produccion de cuyes (cavia porcellus)*. Lima: Instituto Nacional de Investigacion Agraria -FAO(FAO). Peru:FAO.
15. Chavarria Olarte, E. M. (1984). *Evaluacion bioquimica de la presencia y participacion de actina y tubulina en la Reaccion acrosomal de los espermatozoides de cobayo*. Universidad Autonoma Metropolitana -Iztapalapa Division de Ciencias Biologicas y de la Salud.

16. Cooper et al. (2000). Maturation of Epididimal Spermatozoa in the Nondomesticated Guinea Pigs *Cavia aperea* and *Galea musteloides*. *Journal of Andrology*, 21(1), 154-163.
17. Córdova A, R. C. (2011). Biotecnologías de reproducción animal. doi:10.5209/rev_RCCV.2011.v5.n2.36938
18. DRAC. (2021). *ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS*. CUSCO: DIRECCION REGIONAL AGRICULTURA CUSCO.
19. Durrant, B. S. (1984). Semen Collection ,Evaluation ,and Cryopreservation in Exotic Animal Species. *Maximizing Reproductive Potential*.
20. Fawcett, D. y. (1963). Change in the acrosome of guine pig spermatozoa during passage through the epididymis. 279-292.
21. Fernández, M. .. (2006). Criopreservación de espermatozoides del epidídimo de ciervo ibérico (*Cervus elaphus hispanicus*): Efectos de la yema de huevo, glicerol y velocidad de enfriamiento. *ELSIVER*, 1931-1942. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.05.012>
22. Fumuso, F. G. (2014). Comparación de métodos de lavado y tiempos de conservación de los frotis para evaluar el acrosoma en espermatozoides de llama mediante la tinción deCoomassie Blue stain. *Spermova*. 2014; 4(1), 50 - 53. Obtenido de https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/18690/CONICET_Digital_Nro.20642c.pdf?sequence=3&isAllowed=y
23. Gallardo et al. (2002). Diversidad morfológica en los espermatozoides de roedores caviomorfos. *Mastozoología Neotropical* , 9 (2),. *Instituto de Ecología y Evolución, Universidad Austral de Chile.*, 159-170. Obtenido de <https://personal.mendoza-conicet.gob.ar/rojeda/spermdiversity.pdf>

24. Gómez Coronado, C. A. (2013). *Evaluación de la efectividad de un electroeyaculador experimental comparado a uno de marca comercial en ovinos*. doi:<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4292>
25. Gonzales Molfino, H. M. (2015). U Uso de Plasma Seminal en la Criopreservación de Espermatozoides Epididimarios de Equinos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 26(2), 351-356. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172015000200022&script=sci_arttext&tlng=en
26. González et al. (2013). Criopreservación de espermatozoides epididimales a diferentes tiempos postmortem en caninos. *Revista de Salud Animal*, 137-141. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2013000200010
27. Gonzalo, A. (05 de 03 de 2012). *Fisiología reproductiva de los cobayos*. Obtenido de <http://dpd.fvet.uba.ar/cartelera/00007212.pdf>
28. Grégoire, A., Joly, T., Fuertes, E. H., & Silva, R. M. (2010). *Crioconservación de los recursos genéticos de cuy (Cavia porcellus): Producción y congelación de embriones*.
29. Grégoire, A., Joly, T., Huamán Fuertes, E., Silva Arce, R. M., & León Trinidad, S. (2010). *Crioconservación de los recursos genéticos del cuy (Cavia porcellus): producción y congelación de embriones*. *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, 39(1), 185-188.
30. Hafez, E. (1989). *Reproduccion e Inseminacion en animales*. (Vol. 5ª Edición.). Mexico: Nueva editorial Interamericana.
31. Harshan, H. L. (2006). Effect of buffalo seminal plasma heparin binding protein (HBP) on freezability and in vitro fertility of buffalo cauda spermatozoa. *ciencia de la reproduccion animal*, 124-133. Obtenido de <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/50386799/j.anireprosci.2005.07.01020161117->

5609-1tkskv2-libre.pdf?1479438596=&response-content-
disposition=inline%3B+filename%3DEffect_of_buffalo_semenal_plasma_heparin.pdf&E
xpires=1660314610&Signature=Heu~A3sydyBhW1Z

32. Holting, G. (1995). *Analisis del rendimiento de un ciclo reproductivo de cuyes nativos Bolivianos provenientes de diferentes localidades*. Cochabamba.
33. INEI. (julio de 2012). *IV Censo Nacional Agropecuario*.
doi:<http://censos.inei.gob.pe/Cenagro/redatam>
34. INEI. (2017). *Encuesta Nacional Agropecuaria*. lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
doi:https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1593
35. Kim et al. (1 de enero de 2001). Liberación diferencial de los componentes acrosomales del espermatozoide de cobayo durante la exocitosis. *Biología de la reproducción* , volumen 64, número 1, 148-156. Obtenido de <https://doi.org/10.1095/biolreprod64.1.148>
36. Llor Cedeño, A. I. (2015). *Caracterización morfológica del espermatozoide del cobayo (cavia porcellus) en el canton Latacunga*. Latacunga-Ecuador.
37. Margarita, P. (2004). *Manual de crianza de Animales*. proyecto_nutricion/media/boletin/filebole-15-491d059b3f.pdf. Obtenido de http://www.muniite.gob.pe/wedproyectos_GDS
38. Martínez, P. F. (2004). *Obtención post mortem y calidad de los espermatozoides de la cola Obtención post mortem y calidad de los espermatozoides de la cola del epidídimo del ciervo rojo ibérico (Cervus elaphus hispanicus)*. Universidad de León. Facul. Cien. Biol. y Amb. Departamento de Biología Celular y Anatomía.

39. Martins, C. R. (octubre de 2007). Criopreservación de espermatozoides bovinos del epidídimo de animales muertos y sus usos Producción de embriones in vitro. *Ciencias de la reproducción animal*, 326-331.
40. Mellisho, E. (2010). Manual de laboratorio de reproducción animal. Universidad Agraria la Molina.
41. Mise Chango, M. N. (2014). *Evaluación de la crioconservación del semen de Cobayo (Cavia porcellus) en el laboratorio de Biotecnología de la Reproducción de la Carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Técnica de Cotopaxi*. Latacunga-Ecuador.
42. Montoya, A. I. (2009). Espermograma. *M Medicina & laboratorio*, 15(03-04), 145-169.
Obtenido de <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=27779>
43. Muiño, R. (2008). Evaluación de la motilidad y viabilidad del semen de ovino mediante el uso de sistemas CASA y citometría de flujo: Identificación de subpoblaciones espermáticas. Tesis doctoral: Universidad de Santiago de Compostela.
44. Mujica, F. (2009). *diversidad y conservación de recursos zoogenéticos*. Chile: Agro Sur.
Obtenido de <http://revistas.uach.cl/pdf/agrosur/v37n3/art01.pdf>
45. Ortiz, N. (2000). *Estudio de las características espermáticas y de la criopreservación en espermatozoides epididimarios de ciervo ibérico obtenidos postmortem*. Universidad de Castilla la Mancha, ALBACETE. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=S1YjmV1nkmEC&oi=fnd&pg=PA5&dq=Estudio+de+las+caracter%C3%ADsticas+esperm%C3%A1ticas+y+de+la+criopreservaci>

- %C3%B3n+en+espermatozoides+epididimarios+de+ciervo+ib%C3%A9rico+obtenidos+postmortem.+Universidad+de+Casti
46. Pacheco, M. (1996). *Efecto de la tripsina y colagenasa sobre el acrosoma del espermatozoide y su relación con la fertilidad del semen de alpaca*. Arequipa - Perú.
 47. Pantoja, F. (21 de junio de (2016). *reproduccion en cuyes*. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/faustopantoja9/andrologia-en-cobayos>
 48. Perez, F. (1966). *Reproduccion e Inseminacion Artificial Ganandera*. Editorial Cientifico-Medica. Madrid- España.
 49. Pinduisaca Casa, K. F. (2018). *Colecta y evaluacion de semen de cuyes (cavia porcellus), extraido por la tecnica de electroeyaculacion en el Centro Experimental Uyumbicho*. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia., Quito.
 50. Quinteros, M. A. (2003). Estudio sobre l dinamica de poblaciones espermaticas en semen de caballo,conejo y cerdo . Tesis doctoral Universidad Autonoma de Barcelona Fac. de Veterinaria. España.
 51. Ribeiro et al. (2014). Criopreservacion de espermatozoides bovinos extraidos de la cola del epididimo utilizando los metodos convencional y automatizado. *Scielo*(46), 1455-1463. Obtenido de Retrieved from http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-97072008000200002&script=sci_arttext
 52. Rosales, C. G. (2021). orfometría de la gónada masculina y espermatozoides de cuyes (Cavia porcellus) nativos y mejorados del sur de Ecuador. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(2).
 53. Rubio , J., & Quintero, A. (2000). *Uso de las pruebas de resistencia osmotica para valorar*, 617'627. Obtenido de http://www.avpa.ula.ve/libro_desarrollosost/pdf/capitulo_50.pdf

54. Schimming, B. D. (2012). Morphological differentiation of the epididymis of guinea pig (*Cavia porcellus*) at different. *Revista Brasileira Investigación Veterinaria y Ciencia Animal* , 49 (4), 307–317. Obtenido de [https://scholar.google.es/scholar?q=Schimming,+B.,+Domeniconi,+R.,+Panhoza,+M.,+Tse,+H.,+%26+Orsi,+A.+\(2012\).+Morfologia+do+epid%C3%ADdimo+de+cobaio+\(Cavia+porcellus\)+em+diferentes+fases+do+desenvolvimento+p%C3%B3s-natal.+Braz.+J.+Vet.+Anim.,+307%E2%80%9](https://scholar.google.es/scholar?q=Schimming,+B.,+Domeniconi,+R.,+Panhoza,+M.,+Tse,+H.,+%26+Orsi,+A.+(2012).+Morfologia+do+epid%C3%ADdimo+de+cobaio+(Cavia+porcellus)+em+diferentes+fases+do+desenvolvimento+p%C3%B3s-natal.+Braz.+J.+Vet.+Anim.,+307%E2%80%9)
55. Sumar et al. (1968). Contribucion al conocimiento de la vida reproductiva de los roedores peruanos. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Estacion del Centro de Investigaciones IVITA*.
56. Tello & Tapia. (2016). *Evaluacion Cualitativa-Cuantitativa de espermatozoides de la cola del epididimo de cuyes (cavia porcellus) criollos y mejorados en dos edades reproductivas*. uninersidad cuenca, Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/25404>
57. Ugarelli, A. E.-V. (2017). Evaluation of acrosome integrity in epididymal alpaca sperm by flow cytometry. (28(1), Ed.) 130-140. doi:<https://doi.org/10.15381/rivep.v>
58. Unchupaico, I. A. (2011). *UAssessing sperm in the guinea pig, Cavia porcellus* (Toxicologia reproductiva. (32) ed.). Evaluación de espermatozoides en el conejillo de indias, *Cavia porcellus*. Laboratorios Charles River, Horsham.PA. EE.UU. Toxicología reproductiva. (32), pág. 164-179., Evaluación de espermatozoides e Charles River, Horsham.PA. EE.UU. : . Toxicología reproductiva. (32), pág. 164-179.

59. URTEAGA, W. Q. (2018). *Características Espermáticas Y Calidad Del Semen De Dos Razas De Cuyes (Cavia Porcellus), En El Valle De Cajamarca*. Obtenido de <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/us/>
60. Varea et al. (2013). Morfometría geométrica de la forma de la cabeza del espermatozoide de roedores. *PLoS One* , 8 (11), e80607. Obtenido de <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0080607>
61. Vicente, J. S. (2000). *Manejo reproductivo en el conejo*. Obtenido de <http://home.utad.p/apcz/APEZNorte/2000/cunicultura/S4.htm>
62. Williamson, B. R., Shepherd, B. A., & Martan, J. (1980). *Fertility of spermatozoa from the excurrent ducts of the guinea-pig* (Vol. 59).
63. Yucra, N. A. (2013). *Características microscópicas del semen y morfometría del espermatozoide del cuy domestico(cavia porellus)y silvestre (cavia tschudii)*. cusco.
64. Zuñiga , D., & Quisiyupanqui, L. (1995). *Manejo de cuy* (Vol. Primera Edicion). Cusco, Peru: ALPHA.

ANEXOS

ANEXO 1. Fotografías de las estructuras del epidídimo y conducto deferente.

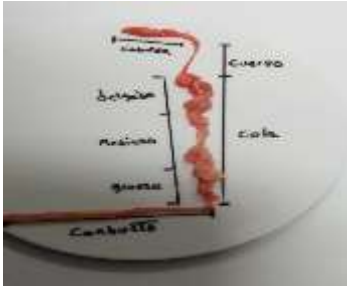


FOTO 1. Estructura del epidídimo y conducto deferente



FOTO 2. Cola del epidídimo



FOTO 3. Medición de las regiones

ANEXO 2. Medidas de las regiones del epidídimo y conducto deferente.



FOTO 4. Medidas del ancho y largo de la cabeza del epidídimo



FOTO 5. Medidas del ancho y largo del cuerpo del epidídimo



FOTO 6. Medidas del ancho y largo de la cola delgada del epidídimo

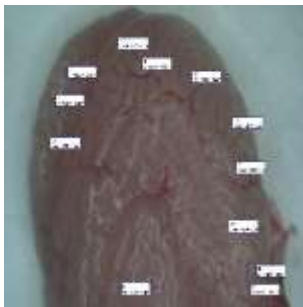


FOTO 7. Medidas del ancho y largo de la cola mediana del epidídimo

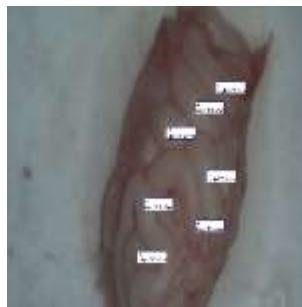


FOTO 8. Medidas del ancho y largo de la cola gruesa del epidídimo



FOTO 9. Medidas del ancho y largo del conducto deferente

ANEXO 3.Motilidad de espermatozoides en el epidídimo y conducto deferente.



FOTO 10. Motilidad de los espermatozoides de la cabeza del epidídimo

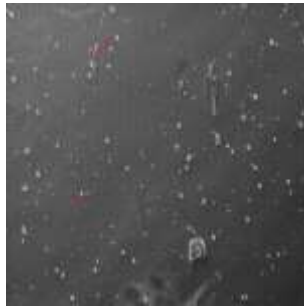


FOTO 11. Motilidad de los espermatozoides del cuerpo del epidídimo

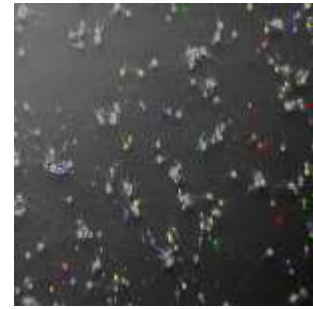


FOTO 12. Motilidad de los espermatozoides de la cola delgada del epidídimo

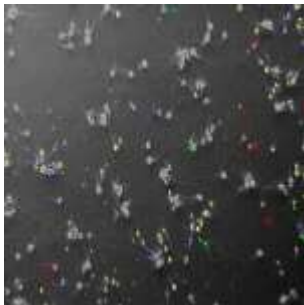


FOTO 13. Motilidad de los espermatozoides de la cola mediana del epidídimo

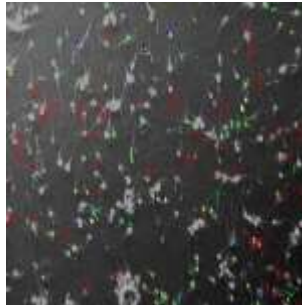


FOTO 14. Motilidad de los espermatozoides de la cola gruesa del epidídimo



FOTO 15. Motilidad de los espermatozoides del conducto deferente.

ANEXO 4.fotografías de morfometría de clases de espermatozoides colectados de epidídimo y conducto deferente.

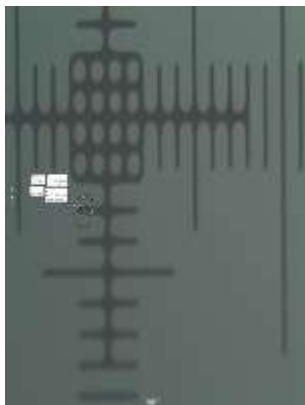


FOTO 16. Calibración de Motic Plus Imagen2.0(BA3109



FOTO 17. Morfometría de espermatozoides de clase

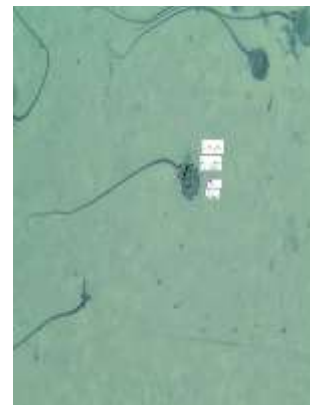


FOTO 18. Morfometría de espermatozoides de clase 2

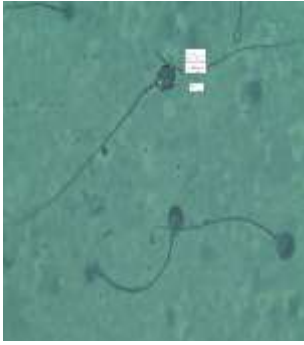


FOTO 19. Morfometría de espermatozoides de clase 3

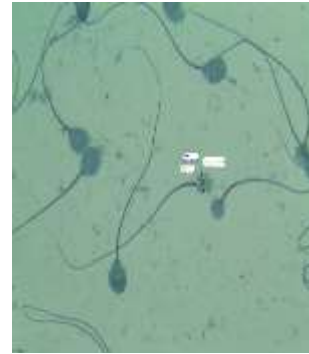


FOTO 20. Morfometría de espermatozoides de clase 4

ANEXO 5.fotografías de morfometría de clases de espermatozoides colectados de epidídimo y conducto deferente.



FOTO 21. Vitalidad de espermatozoides de la cabeza del epidídimo



FOTO 22. Vitalidad de espermatozoides del cuerpo del epidídimo



FOTO 23. Vitalidad de espermatozoides de la cola delgada del epidídimo.



FOTO 24. Vitalidad de espermatozoides de la cola mediana del epidídimo



FOTO 25. Vitalidad de espermatozoides de la cola gruesa del epidídimo



FOTO 26. Vitalidad de espermatozoides del conducto deferente

ANEXO 6. Fotografías de Funcionalidad de la membrana espermática de los espermatozoides colectados del epidídimo y conducto deferente.



FOTO 27. Funcionalidad de la membrana espermática de los espermatozoides de la cabeza del epidídimo.



FOTO 28. Funcionalidad de la membrana espermática de los espermatozoides del cuerpo del epidídimo.



FOTO 29. Funcionalidad de la membrana espermática de los espermatozoides de la cola delgada del epidídimo.



FOTO 30. Funcionalidad de la membrana espermática de los espermatozoides de la cola mediana del epidídimo.



FOTO 31. Funcionalidad de la membrana espermática de los espermatozoides de la cola gruesa del epidídimo.



FOTO 32. Funcionalidad de la membrana espermática de los espermatozoides del conducto deferente.

ANEXO 7. Fotografías de Integridad acrosomal de los espermatozoides colectados del epidídimo y conducto deferente.



FOTO 33. Integridad acrosomal de los espermatozoides de la cabeza del epidídimo.



FOTO 34. Integridad acrosomal de los espermatozoides del cuerpo del epidídimo.



FOTO 35. Integridad acrosomal de los espermatozoides de la cola delgada del epidídimo.



FOTO 36. Integridad acrosomal de los espermatozoides de la cola mediana del epidídimo



FOTO 37. Integridad acrosomal de los espermatozoides de la cola gruesa del epidídimo.

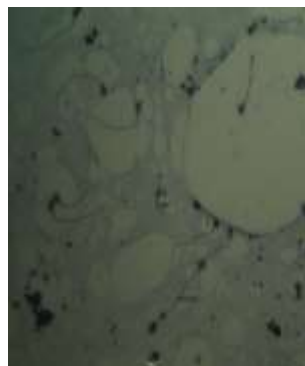
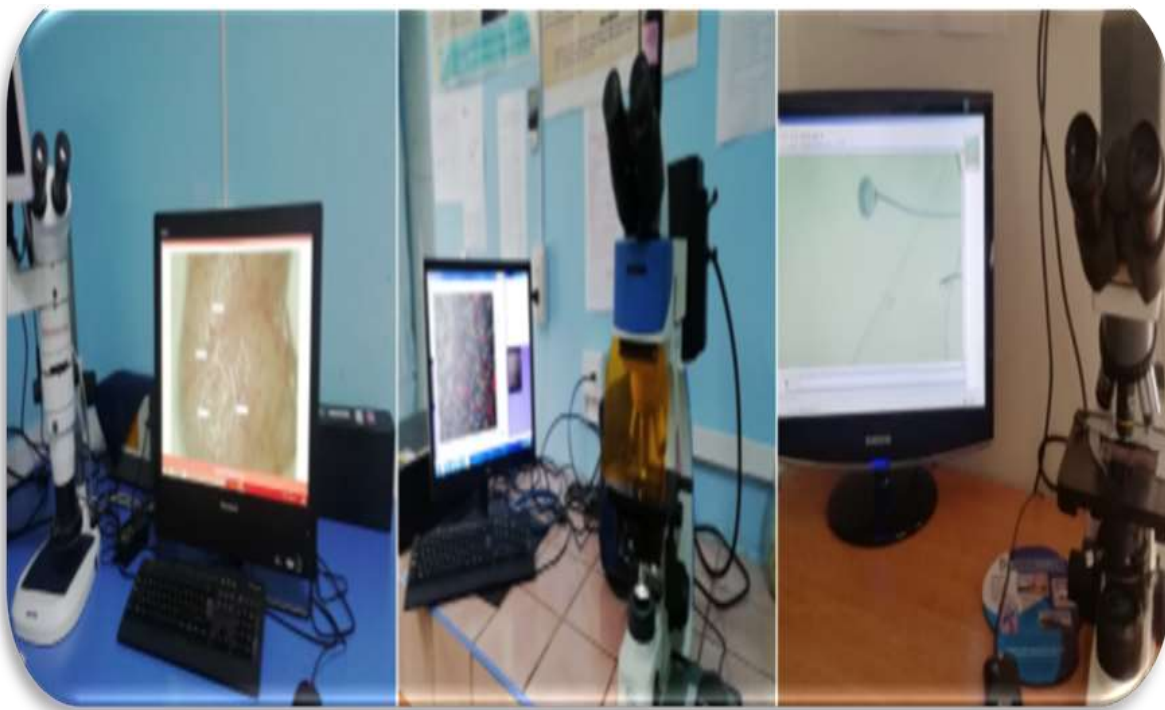


FOTO 38. Integridad acrosomal de los espermatozoides del conducto deferente.

ANEXO 8. Fotografías de equipos empleados.



ANEXO DE TABLAS

ANEXO 9 Análisis de varianza y prueba de media estadística descriptiva de las estructuras del epidídimo del cuy.

Estadística descriptiva para el peso vico de los 11 cuyes.

<i>Momentos</i>			
<i>N</i>	11	<i>Sumar pesos</i>	11
<i>Media</i>	1.76	<i>Observ suma</i>	19.36
<i>Desviación std</i>	0.26981475	<i>Varianza</i>	0.0728
<i>Asimetría</i>	-0.4653681	<i>Curtosis</i>	0.24733766
<i>SC no corregido</i>	34.8016	<i>SC corregido</i>	0.728
<i>Coef. variación</i>	15.3303836	<i>Media error std</i>	0.08135221

Estadísticos descriptivos para el peso del testículo derecho e izquierdo de 11 cuyes

<i>Momentos</i>			
<i>N</i>	22	<i>Sumar pesos</i>	22
<i>Media</i>	3.02445455	<i>Observ suma</i>	66.538
<i>Desviación std</i>	0.54663793	<i>Varianza</i>	0.29881302
<i>Asimetría</i>	-0.4571534	<i>Curtosis</i>	-0.6293196
<i>SCno</i>	207.51623	<i>SC</i>	6.27507345
<i>corregido</i>		<i>corregida</i>	
<i>Coef. variación</i>	18.0739342	<i>Media error std</i>	0.1165436

Estadísticos descriptivos para el peso de epidídimo derecho e izquierdo de 11 cuyes.

<i>Momentos</i>			
<i>N</i>	22	<i>Sumar pesos</i>	22
<i>Media</i>	1.3515	<i>Observ suma</i>	29.733
<i>Desviación std</i>	0.44924527	<i>Varianza</i>	0.20182131
<i>Asimetría</i>	1.2959947	<i>Curtosis</i>	2.42512244
<i>SC no corregida</i>	44.422397	<i>SC corregida</i>	4.2382475
<i>Coef. variación</i>	33.2404933	<i>Media error std</i>	0.09577941

ANVA para el peso del epidídimo derecho e izquierdo de 11 cuyes

Fuente	DF	Suma de cuadrados	de Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	3.03090909	0.30309091	2.60	0.0659
Error	11	1.28000000	0.11636364		
Total corregido	21	4.31090909			
Cv=25.01555 R-cuadrado = 0.703079					

. Estadísticos descriptivos para el ancho del testículo derecho e izquierdo de 11 cuy.

Momentos			
N	22	Sumar pesos	22
Media	1.69272727	Observ suma	37.24
Desviación std	0.34694835	Varianza	0.12037316
Asimetría	0.42416878	Curtosis	1.00386438
SC no corregido	65.565	SC corregido	2.52783636
Coef. variación	20.4964119	Media error	0.07396964
	std		

ANVA para el ancho del testículo derecho e izquierdo de 11 cuy.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	1.90000000	0.19000000	3.87	0.0180
Error	11	0.54000000	0.04909091		
Total corregido	21	2.44000000			
Cv=13.03322 R-cuadrado = 0.778689					

Estadísticos descriptivos para el largo del testículo derecho e izquierdo del cuy.

Momentos			
N	22	Sumar pesos	22
Media	2.35909091	Observ suma	51.9
Desviación std	0.42162847	Varianza	0.17777056
Asimetría	-1.0436132	Curtosis	0.28530488
SC no corregido	126.17	SC corregida	3.73318182
Coef. variación	17.8724976	Media error	0.08989149
	std		

ANVA para el largo del testículo derecho e izquierdo de 11 cuy.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	2.46809524	0.24680952	3.05	0.0467
Error	10	0.81000000	0.08100000		
Total, corregido	20	3.27809524			
Cv=11.90579 R-cuadrado = 0.752905					

ANEXO 10 análisis de varianza y pruebas de medias de las características de motilidad y parámetros cinéticos (VCL, VSL, VAP, LIN, STR, WOB, ALH y BCF) del espermatozoide de cuy (*Cavia porcellus*) extraído de diferentes regiones del epidídimo.

ANVA para la motilidad no progresiva de espermatozoides de las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy.

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Cuy	10	5300.73470	530.07347	2.92	0.0028
Test	1	214.07280	214.07280	1.18	0.2800
Reg	5	17185.75402	3437.15080	18.93	<.0001
test*reg	5	2910.20129	582.04026	3.21	0.0097
Cv=32.38589 R-cuadrado =0.561809					

ANVA para la motilidad progresiva de espermatozoides de las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy.

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Cuy	10	308.1324242	30.8132424	2.11	0.0293
Test	1	7.8061364	7.8061364	0.53	0.4661
Reg	5	941.6521970	188.3304394	12.90	<.0001
test*reg	5	208.1097727	41.6219545	2.85	0.0185
Cv=105.1728 R-cuadrado =0.477229					

ANVA para la motilidad total de espermatozoides de las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Cuy	10	7434.42076	743.44208	3.27	0.0010
Test	1	140.12121	140.12121	0.62	0.4340
Reg	5	25843.14606	5168.62921	22.74	<.0001
test*reg	5	3747.58242	749.51648	3.30	0.0082
Cv=33.32072 R-cuadrado = 0.597861					

ANVA para la velocidad curvilínea (VCL) de espermatozoides de las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy.

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Cuy	10	2347.62136	234.76214	1.91	0.0513
Test	1	23.42782	23.42782	0.19	0.6634
Reg	5	22626.42766	4525.28553	36.79	<.0001
test*reg	5	1910.82939	382.16588	3.11	0.0116
Cv = 21.62622 R-cuadrado = 0.665386					

ANVA para la velocidad rectilínea (VSL) de espermatozoides de las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy.

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Cuy	10	480.733068	48.073307	1.89	0.0539
Test	1	8.527292	8.527292	0.34	0.5637
Reg	5	2971.501513	594.300303	23.37	<.0001
test*reg	5	214.716422	42.943284	1.69	0.1433
Cv= 31.22247 R-cuadrado = 0.567816					

ANVA para la velocidad media (VAP) de espermatozoides de las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy.

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Cuy	10	899.366614	89.936661	1.83	0.0627
Test	1	0.021128	0.021128	0.00	0.9835
Reg	5	9122.071949	1824.414390	37.21	<.0001
test*reg	5	568.131222	113.626244	2.32	0.0482

Cv= 24.30089 R-cuadrado = 0.662584

ANVA para el índice de linealidad (LIN) de espermatozoides de las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy.

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Cuy	10	626.4299015	62.6429902	1.97	0.0431
Test	1	84.2721280	84.2721280	2.65	0.1062
Reg	5	538.2394795	107.6478959	3.39	0.0069
test*reg	5	477.8749947	95.5749989	3.01	0.0139

Cv= 18.46361 R-cuadrado = 0.330745

ANVA para el índice de rectitud (STR) de espermatozoides de las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy.

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
cuy	10	1802.546697	180.254670	2.40	0.0127
test	1	60.900876	60.900876	0.81	0.3695
reg	5	1733.574597	346.714919	4.62	0.0007
test*reg	5	1247.854233	249.570847	3.33	0.0078

Cv= 15.87708 R-cuadrado = 0.369975

ANVA para el índice de oscilación (WOB) de espermatozoides de las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy.

Fuente	D F	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Cuy	10	324.316364	32.431636	0.80	0.6275
Test	1	19.030412	19.030412	0.47	0.4943
Reg	5	1101.912064	220.382413	5.45	0.0002
test*reg	5	95.165361	19.033072	0.47	0.7976

Cv=11.57042 R-cuadrado = 0.257099

ANVA para la amplitud media del desplazamiento lateral de la cabeza (ALH) de espermatozoides de las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy.

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
cuy		10	9.4013409	0.9401341	1.24	0.2749
test		1	0.3330068	0.3330068	0.44	0.5092
reg		5	124.2694341	24.8538868	32.74	<.0001
test*reg		5	3.1555250	0.6311050	0.83	0.5302
Cv= 46.30757		R-cuadrado = 0.621556				

ANVA para la colección de batido de la cabeza (BCF) de espermatozoides de las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy.

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Cuy	10	126.2826894	12.6282689	2.79	0.0041
test	1	4.7159280	4.7159280	1.04	0.3093
Reg	5	678.9261159	135.7852232	30.04	<.0001
test*reg	5	14.4023583	2.8804717	0.64	0.6717
Cv= 54.27617 R-cuadrado = 0.623770					

ANEXO 11 Análisis de varianza y prueba de media de parámetros morfométricos del espermatozoide de cuy (Cavia porcellus) extraído de diferentes regiones del epidídimo

ANVA para el largo de la cabeza del espermatozoide de las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
cuy	9	1.28942632	0.14326959	2.27	0.0156
test	1	0.42957499	0.42957499	6.81	0.0091
reg	5	0.48406605	0.09681321	1.54	0.1753
clas	3	0.06776349	0.02258783	0.36	0.7831
test*reg	5	0.58209609	0.11641922	1.85	0.1005
reg*clas	15	0.56893614	0.03792908	0.60	0.8758
Cv= 4.483169		R-cuadrado = 0.022476			

ANVA para el ancho de la cabeza del espermatozoide de las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy

<i>Fuente</i>	<i>DF</i>	<i>Tipo I SS</i>	<i>Cuadrado de la media</i>	<i>F-Valor</i>	<i>Pr > F</i>
<i>cuy</i>	9	7.95825220	0.88425024	10.05	<.0001
<i>test</i>	1	6.09099389	6.09099389	69.21	<.0001
<i>reg</i>	5	0.16825065	0.03365013	0.38	0.8611
<i>clas</i>	3	2.97078517	0.99026172	11.25	<.0001
<i>test*reg</i>	5	3.27407071	0.65481414	7.44	<.0001
<i>reg*clas</i>	15	2.87902914	0.19193528	2.18	0.0054

Cv= 4.727703 R-cuadrado = 0.100993

ANVA para el área de la cabeza del espermatozoide de las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy

<i>Fuente</i>	<i>DF</i>	<i>Tipo I SS</i>	<i>Cuadrado de la media</i>	<i>F-Valor</i>	<i>Pr > F</i>
<i>cuy</i>	9	395.457203	43.939689	4.96	<.0001
<i>test</i>	1	148.043983	148.043983	16.71	<.0001
<i>reg</i>	5	209.121035	41.824207	4.72	0.0003
<i>clas</i>	3	1339.994839	446.664946	50.41	<.0001
<i>test*reg</i>	5	361.140298	72.228060	8.15	<.0001
<i>reg*clas</i>	15	221.987526	14.799168	1.67	0.0501

Cv= 7.416201 R-cuadrado = 0.113406

ANVA para el perímetro de la cabeza del espermatozoide de las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy

<i>Fuente</i>	<i>DF</i>	<i>Tipo I SS</i>	<i>Cuadrado de la media</i>	<i>F-Valor</i>	<i>Pr > F</i>
<i>cuy</i>	9	47.3694989	5.2632777	4.69	<.0001
<i>test</i>	1	26.3862775	26.3862775	23.50	<.0001
<i>reg</i>	5	19.0704298	3.8140860	3.40	0.0046
<i>clas</i>	3	137.1569076	45.7189692	40.71	<.0001
<i>test*reg</i>	5	25.5421826	5.1084365	4.55	0.0004
<i>reg*clas</i>	15	32.6675708	2.1778381	1.94	0.0161

Cv= 4.138453 R-cuadrado = 0.098044

ANVA para la elipticidad de la cabeza del espermatozoide de las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy.

<i>Fuente</i>	<i>DF</i>	<i>Tipo I SS</i>	<i>Cuadrado de la media</i>	<i>F-Valor</i>	<i>Pr > F</i>
<i>Cuy</i>	9	0.33639791	0.03737755	7.28	<.0001
<i>Test</i>	1	0.11028793	0.11028793	21.49	<.0001
<i>Reg</i>	5	0.01309142	0.00261828	0.51	0.7688
<i>Clas</i>	3	0.08869971	0.02956657	5.76	0.0006
<i>test*reg</i>	5	0.19720479	0.03944096	7.68	<.0001
<i>reg*clas</i>	15	0.10880273	0.00725352	1.41	0.1318

Cv= 6.219634 *R-cuadrado* = 0.0658

ANVA para la rugosidad de la cabeza del espermatozoide de las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy.

<i>Fuente</i>	<i>DF</i>	<i>Tipo I SS</i>	<i>Cuadrado de la media</i>	<i>F-Valor</i>	<i>Pr > F</i>
<i>Cuy</i>	9	0.01149066	0.00127674	1.47	0.1533
<i>Test</i>	1	0.00586173	0.00586173	6.75	0.0094
<i>Reg</i>	5	0.00580940	0.00116188	1.34	0.2453
<i>Clas</i>	3	0.00140484	0.00046828	0.54	0.6555
<i>test*reg</i>	5	0.00497521	0.00099504	1.15	0.3340
<i>reg*clas</i>	15	0.00999970	0.00066665	0.77	0.7153

Cv= 3.833720 *R-cuadrado* = 0.018916

ANVA para la elongación de la cabeza del espermatozoide de las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy.

<i>Fuente</i>	<i>DF</i>	<i>Tipo I SS</i>	<i>Cuadrado de la media</i>	<i>F-Valor</i>	<i>Pr > F</i>
<i>Cuy</i>	9	0.05954518	0.00661613	7.05	<.0001
<i>Test</i>	1	0.01956043	0.01956043	20.83	<.0001
<i>Reg</i>	5	0.00115441	0.00023088	0.25	0.9420
<i>Clas</i>	3	0.01564149	0.00521383	5.55	0.0009
<i>test*reg</i>	5	0.03620345	0.00724069	7.71	<.0001
<i>reg*clas</i>	15	0.02015502	0.00134367	1.43	0.1237

Cv= 4392967 *R-cuadrado* = 0.064628

ANVA para la regularidad de la cabeza del espermatozoide de las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy.

<i>Fuente</i>	<i>DF</i>	<i>Tipo I SS</i>	<i>Cuadrado de la media</i>	<i>F-Valor</i>	<i>Pr > F</i>
<i>Cuy</i>	9	0.17692262	0.01965807	4.84	<.0001
<i>Test</i>	1	0.02441444	0.02441444	6.01	0.0143
<i>Reg</i>	5	0.11899504	0.02379901	5.86	<.0001
<i>Clas</i>	3	0.33771459	0.11257153	27.71	<.0001
<i>test*reg</i>	5	0.11746293	0.02349259	5.78	<.0001
<i>reg*clas</i>	15	0.04311336	0.00287422	0.71	0.7793
<i>Cv= 7.173697 R-cuadrado = 0.078626</i>					

ANEXO 12 Análisis de varianza y prueba de media de las características morfológicos del espermatozoide de cuy (*Cavia porcellus*) extraído de diferentes regiones del epidídimo

ANVA para para los espermatozoides clase 1 colectado de las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy.

<i>Fuente</i>	<i>DF</i>	<i>Tipo I SS</i>	<i>Cuadrado de la media</i>	<i>F-Valor</i>	<i>Pr > F</i>
<i>Cuy</i>	9	65.37500	7.26389	0.63	0.7692
<i>Test</i>	1	134.40833	134.40833	11.65	0.0009
<i>Reg</i>	5	12398.37500	2479.67500	214.98	<.0001
<i>test*reg</i>	5	93.04167	18.60833	1.61	0.1635
<i>Cv= 9.401417 R-cuadrado = 0.917450</i>					

ANVA para para los espermatozoides clase 2 colectado de las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy.

<i>Fuente</i>	<i>DF</i>	<i>Tipo I SS</i>	<i>Cuadrado de la media</i>	<i>F-Valor</i>	<i>Pr > F</i>
<i>Cuy</i>	9	61.90833	6.87870	0.58	0.8116
<i>Test</i>	1	2.40833	2.40833	0.20	0.6536
<i>Reg</i>	5	13084.07500	2616.81500	220.22	<.0001
<i>test*reg</i>	5	138.54167	27.70833	2.33	0.0478
<i>Cv= 10.71371 R-cuadrado = 0.918664</i>					

ANVA para para los espermatozoides clase 3 colectado de las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy.

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Cuy	9	112.70000	12.52222	0.98	0.4652
Test	1	0.03333	0.03333	0.00	0.9595
Reg	5	20286.00000	4057.20000	316.00	<.0001
test*reg	5	209.36667	41.87333	3.26	0.0091

Cv= 19.16155 R-cuadrado = 0.9419904

ANVA para para los espermatozoides clase 4 colectado de las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy.

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Cuy	9	58.500000	6.500000	0.51	0.8651
Test	1	97.200000	97.200000	7.61	0.0069
Reg	5	5981.600000	1196.320000	93.65	<.0001
test*reg	5	272.000000	54.400000	4.26	0.0015

Cv= 27.49368 R-cuadrado = 0.835197

ANEXO 13. Análisis de varianza y prueba de media de concentración, vitalidad, integridad acrosomal y funcionalidad de la membrana del espermatozoide de cuy (Cavia porcellus) extraído de diferentes regiones del epidídimo.

ANVA para la concentración de espermatozoides en las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy.

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Cuy	10	2988.39182	298.83918	2.99	0.0023
Test	1	287.47758	287.47758	2.87	0.0929
Reg	5	23569.14818	4713.82964	47.11	<.0001
test*reg	5	674.79424	134.95885	1.35	0.2493

Cv= 51.90021 R-cuadrado = 0.714327

ANVA para la vitalidad de espermatozoides en las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy.

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Cuy	9	136.50000	15.16667	0.60	0.7966
Test	1	26.13333	26.13333	1.03	0.3129
Reg	5	57769.76667	11553.95333	454.93	<.0001
test*reg	5	55.96667	11.19333	0.44	0.8191

Cv= 9.135119 R-cuadrado = 0.958443

ANVA para la funcionalidad de la membrana (reacción total) de espermatozoides en las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy.

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Cuy	9	183.66667	20.40741	0.83	0.5908
Test	1	163.33333	163.33333	6.64	0.0115
Reg	5	57089.36667	11417.87333	463.96	<.0001
test*reg	5	629.96667	125.99333	5.12	0.0003

Cv=8.992367 R-cuadrado = 0.959732

ANVA para la integridad acrosomal de espermatozoides en las 5 regiones del epidídimo y conducto deferente del cuy.

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Cuy	9	201.90833	22.43426	1.38	0.2084
Test	1	31.00833	31.00833	1.90	0.1707
Reg	5	29491.67500	5898.33500	362.24	<.0001
test*reg	5	231.74167	46.34833	2.85	0.0191

Cv=10.06909 R-cuadrado = 0.948936