

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



TESIS

**“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y MORFOMÉTRICA DEL
ESPERMATOZOIDE DE CUY (*Cavia porcellus*) COLECTADO POR
ELECTROEYACULACIÓN”**

Tesis presentada por el Bachiller en Ciencias Agrarias
URBANO CABEZA QQUENTA para optar al título
profesional de **INGENIERO ZOOTECNISTA**

ASESORES:

Ing. Zoot. CÉSAR DOMINGO ORDÓÑEZ RODRÍGUEZ

Ing. Zoot. MSc. HERNÁN CARLOS CUCHO DOLMOS

K'ayra – Cusco - Perú

2019

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme la vida, salud y por cuidar cada día de mí y de toda mi familia.

A mis queridos PADRES:

Mi mamita ALBERTINA y mi papito JUAN, por su apoyo moral con valores, amor incondicional, consejos y motivación para lograr esta meta más...

A mis HERMANOS:

JUAN DE DIOS, EMILIANO, FLORENTINO, LUZ MARINA, EDILBERTO, ASUNTA, ROCÍO, LUCRECIA, ANALY Y GUIDO.

Por ser parte de mi gran familia, por mostrar su felicidad con cada sonrisa inocente. Ellos son mi mayor motivación para seguir mis metas con mayor dedicación y posteriormente apoyar a cada uno también en lograr sus metas.

De manera especial a mi hermano mayor JUAN DE DIOS.

Por su gran apoyo incondicional, comprensión, consecuente motivación para lograr cada uno de mis metas y sobreponerme a los obstáculos durante mi vida universitaria.

A mis queridos PADRINOS:

ANTONIO FERNÁNDEZ Y AURORA ECHEGARAY, por su apoyo incondicional, que siempre estaban al tanto de mí, dando consejos, motivación y confianza en mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

2. Agradezco a la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC), en especial a cada uno de los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de Zootecnia, quienes contribuyeron en mi formación profesional.
- ❖ Agradezco a mis dos asesores al Ing. Zoot. Cesar D. Ordoñez Rodríguez e Ing. Zoot. Msc. Hernán C. Cucho Dolmos, por haber aceptado ser asesores de este trabajo de investigación, pero sobre todo por el constante apoyo incondicional durante este trabajo, muchas gracias por la confianza otorgada.
- ❖ Asimismo a todo el personal administrativo y técnico del Centro de Investigación en Camélidos Sudamericanos CICAS- la Raya de la UNSAAC, por las experiencias compartidas y apoyo. De manera especial a la Mgt. Ruth Ccalta, y Mgt. Aydee Meza por el apoyo incondicional, siempre servicial en ayudar con el trabajo de laboratorio y compartir experiencias. También al Sr. Nicolás y a todas aquellas personas que directamente e indirectamente hicieron posible el desarrollo de este trabajo de investigación.
- ❖ A mis amigos y compañeros de la Universidad del Código 2013-I: Mitzi, Rufina, Ada, Sheyla, F. Mayumi, Mónica, Judith, Shirly, Leineth, F. Maldonado, Iván, Alex, Romario, John, Julio, Daniel, Mario Rosel, Rosmel, Alfredo y a todos los demás con los que compartí experiencias inolvidables durante mi vida universitaria, por los consejos y apoyos de cada uno de ellas(o) de manera especial a Sheyla, Mitzi, Rufina, Ada, Mónica e Iván por su apoyo incondicional durante el proceso experimental del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS	III
ÍNDICE DE CONTENIDO	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURA.....	IX
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	X
ÍNDICE DE ANEXO	XI
RESUMEN.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I	2
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	2
1.1.1 DESARROLLO DEL PROBLEMA.....	2
1.1.2 PROBLEMA GENERAL	3
1.1.3 PROBLEMAS ESPECIFICOS.....	3
1.2 OBJETIVOS	4
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	4
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	5
CAPITULO II	6
ANTECEDENTES	6
2.1 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS	6
2.1.1 COLOR.....	6
2.1.2 VOLUMEN.....	6
2.1.3 PH.....	7
2.2 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS	7
2.2.1 CONCENTRACIÓN.....	7
2.2.2 MOTILIDAD TOTAL	8
2.2.3 VITALIDAD	9
2.3 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICA.....	10
2.4 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	12
2.4.1 CLASE 1	12
2.4.2 CLASE 2	13
2.4.3 CLASE 3	13
2.4.4 CLASE 4	13
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	14
2.5 GENERALIDADES DEL CUY.....	14
2.6 ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DEL CUY MACHO	14
2.6.1 LOS TESTÍCULOS.....	15
2.6.2 EL EPIDÍDIMO	16
2.6.3 CONDUCTO DEFERENTE	17
2.6.4 GLÁNDULAS VESICULARES	17
2.6.5 LA PRÓSTATA.....	18

2.6.6	GLÁNDULAS COAGULANTES	18
2.6.7	GLÁNDULAS BULBO URETRALES	18
2.6.8	LA URETRA	19
2.6.9	EL PENE	19
2.7	LA ESPERMATOGÉNESIS	19
2.8	MORFOLOGÍA Y MORFOMÉTRICA DEL ESPERMATOZOIDE DEL CUY.....	20
2.8.1	ESPERMATOZOIDES	20
2.8.2	MORFOLOGÍA.....	21
2.8.2.1	CABEZA	21
2.8.2.2	ACROSOMA.....	22
2.8.2.3	PIEZA INTERMEDIA	22
2.8.2.4	COLA.....	22
CAPITULO III	24
MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1	DEL LUGAR DE ESTUDIO	24
3.1.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	24
3.1.2	UBICACIÓN POLÍTICA	24
3.1.3	DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	25
3.1.4	INSTALACIÓN	25
3.2	MATERIALES Y EQUIPOS	26
3.2.1	MATERIAL BIOLÓGICO	26
3.2.2	MATERIALES DE CAMPO	26
3.2.3	MATERIALES E INSTRUMENTOS PARA LA COLECCIÓN DE SEMEN Y ANÁLISIS ESPERMÁTICO	26
3.2.4	REACTIVOS E INSUMOS.....	27
3.2.5	EQUIPOS DE LABORATORIO	28
3.3	DEL LABORATORIO.....	29
3.4	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	30
3.4.1	DE LOS CUYES.....	30
3.4.1.1	SELECCIÓN DE LOS CUYES.....	30
3.4.2	DE LA ALIMENTACIÓN E INSTALACIÓN	31
3.4.3	DE LA PREPARACIÓN DE LOS CUYES PARA LA ETAPA DE EXPERIMENTACIÓN.....	32
3.4.4	PREPARACIÓN DEL DILUTOR.....	32
3.4.5	PREPARACIÓN DEL ELECTROEYACULADOR.....	32
3.4.6	COLECCIÓN DE SEMEN POR ELECTROEYACULACIÓN	33
3.4.7	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SEMINALES.....	36
3.4.7.1	EVALUACIONES MACROSCÓPICAS	36
3.4.7.1.1	VOLUMEN	36
3.4.7.1.2	COLOR.....	36
3.4.7.1.3	PH.....	36
3.4.7.2	EVALUACIONES MICROSCÓPICAS	37
3.4.7.2.1	CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA.....	37
3.4.7.2.2	MOTILIDAD TOTAL	38
3.4.7.2.3	VITALIDAD	39
3.4.7.2.4	MORFOMETRIA.....	40
3.4.7.2.5	MORFOLÓGIA	42
3.5	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	44
CAPITULO IV	46
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
4.1	CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS Y MICROSCÓPICAS DE SEMEN DEL CUY COLECTADO POR ELECTROEYACULACIÓN	46
4.1.1	CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS.....	46

4.1.1.1	VOLUMEN SEMINAL	46
4.1.1.2	PH.....	47
4.1.1.3	COLOR SEMINAL	48
4.1.2	CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS	49
4.1.2.1	CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA	49
4.1.2.2	MOTILIDAD TOTAL ESPERMÁTICA	50
4.1.2.3	VITALIDAD ESPERMÁTICA	52
4.2	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE SEMEN DEL CUY COLECTADO POR ELECTROEYACULACIÓN.....	53
4.2.1	Morfología general del espermatozoide	53
4.2.2	Morfología del espermatozoide de clase 1	54
4.2.3	Morfología del espermatozoide de clase 2	55
4.2.4	Morfología del espermatozoide de clase 3	55
4.2.5	Morfología del espermatozoide de clase 4	56
3.2	CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE ESPERMATOZOIDE DEL CUY COLECTADO POR ELECTROEYACULACIÓN	57
3.2.1	Largo de la cabeza del espermatozoide de cuy.....	57
3.2.2	Ancho de la cabeza del espermatozoide de cuy.....	58
3.2.3	Área de la cabeza del espermatozoide de cuy	59
3.2.4	Perímetro de la cabeza del espermatozoide de cuy	60
3.2.5	Elipticidad de la cabeza del espermatozoide de cuy	60
3.2.6	Rugosidad de la cabeza del espermatozoide de cuy.....	61
3.2.7	Elongación de la cabeza del espermatozoide de cuy	62
3.2.8	Regularidad de la cabeza del espermatozoide de cuy	63
3.2.9	Área del acrosoma del espermatozoide de cuy	64
3.2.10	Perímetro del acrosoma del espermatozoide de cuy.....	65
3.2.12	Largo de la cola del espermatozoide de cuy.....	67
3.2.13	Morfométrica general del espermatozoide.....	68
CAPITULO V	69
CONCLUSIONES	69
CAPITULO VI	70
RECOMENDACIONES	70
CAPITULO VII	71
BIBLIOGRAFÍA	71
ANEXOS	78
ANEXO DE TABLAS	79
ANEXO DE FOTOS	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Color de muestra de espermatozoide del cuy, método de colección y autores.....	6
Tabla 02. Volumen de la muestra de espermatozoide del cuy, método de colección y autores.....	7
Tabla 03. Concentración de la muestra de espermatozoide del cuy, método de colección y autores.....	8
Tabla 04. Motilidad total de muestra de espermatozoide de cuy, método de colección y autores.....	9
Tabla 05. Porcentaje de espermatozoides vivos del cuy, método de colección y autores.....	10
Tabla 06. Promedio de las medidas de la cabeza y acrosoma del espermatozoides de cuy, método de colección y autores.....	11
Tabla 07. Promedio de las medidas paramétricas, elipticidad, rugosidad, elongación y regularidad de la cabeza del espermatozoide de cuy.....	11
Tabla 08. Medidas de la pieza intermedia del espermatozoide de cuy, método de colección y autores.....	11
Tabla 09. Medidas de la cola del espermatozoide de cuy, método de colección y autores.....	12
Tabla 10. Pesos de los cuyes.....	31
Tabla 11. Componentes del dilutor base tris para semen fresco.....	32
Tabla 12. Volumen seminal en cuyes colectado por el método de electroeyaculación.....	46
Tabla 13. PH seminal en cuyes colectados por electroeyaculación.....	47
Tabla 14. Color seminal en cuyes colectados por el método de electroeyaculación.....	48

Tabla 15. Concentración espermática de cuyes colectada por el método de electroeyaculación.	49
Tabla 16. Motilidad total espermática de cuyes colectados por el método de electroeyaculación	51
Tabla 17. Porcentaje de espermatozoides vivos en el semen de cuy colectados por el método de electroeyaculación.	52
Tabla 18. Evaluación morfológica del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.	54
Tabla 19. Evaluación morfológica de clase 1 del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.	54
Tabla 20. Evaluación morfológica de clase 2 del espermatozoide del cuy colectado por el método de electroeyaculación.	55
Tabla 21. Evaluación morfológica de clase 3 del espermatozoide del cuy colectado por el método de electroeyaculación.	56
Tabla 22. Evaluación morfológica de clase 4 del espermatozoide del cuy colectado por el método de electroeyaculación.	56
Tabla 23. Evaluación morfométrica del largo de la cabeza del espermatozoide del cuy colectado por el método de electroeyaculación.	57
Tabla 24. Evaluación morfométrica del ancho de la cabeza del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación	58
Tabla 25. Evaluación morfométrica del área de la cabeza del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.	59
Tabla 26. Evaluación morfométrica del perímetro de la cabeza del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.	60
Tabla 27. Evaluación morfométrica de la elipticidad de la cabeza del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.	61

Tabla 28. Evaluación morfométrica de Rugosidad de la cabeza del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.	62
Tabla 29. Evaluación morfométrica de la elongación de la cabeza del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.	63
Tabla 30. Evaluación morfométrica de la regularidad de la cabeza del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.	64
Tabla 31. Evaluación morfométrica del área de la acrosoma del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.	65
Tabla 32. Evaluación morfométrica del perímetro de la acrosoma del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.	65
Tabla 33. Evaluación morfométrica del largo de la pieza intermedia del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.	66
Tabla 34. Evaluación morfométrica del largo de la cola del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.	67
Tabla 35. Evaluación general de los parámetros morfométricos del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.	68

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Modelo para la liberación de proteínas acrosómicas (Kim <i>et al.</i> , 2001)	12
Figura 2. Sistema reproductor masculino del cobayo (Aliaga <i>et al.</i> , 2009).....	15
Figura 3. Estructura del epidídimo del cobayo (Ankwe <i>et al.</i> , 1991).....	16
Figura 4. Estructura del espermatozoide del cuy (<i>Cavia porcellus</i>) (Fawcett, 1965)21	

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Foto 01. Centro de investigación de camélidos sudamericanos - CICAS - La Raya, (UNSAAC).	25
Foto 02. Materiales e instrumentos para la colección de semen de cuy.....	27
Foto 03. Reactivos para la evaluación de semen del cuy.....	28
Foto 04. Equipo Motic Plus Imagen 2.0 (BA310) (A) y equipo Integrate Semen Analysis System (ISAS) v 1.1 CASA (B).....	29
Foto 05. Laboratorio de Biotecnología Reproductiva de Centro de Investigación de Camélidos sudamericanos (CICAS).	29
Foto 06. Cuy tipo 1 con peso promedio de 1.190 g.	30
Foto 07. Electroeyaculador Minitube con el transductor diseñado para el cuy (Sumar <i>et al.</i> , 1968).	33
Foto 08. Muestra de semen en el tubo colector.....	36
Foto 09. Muestra de semen en evaluación de pH.	37
Foto 10. Evaluación de motilidad total espermática de semen del cuy en el equipo ISAS.....	38
Foto 11. Análisis de vitalidad espermática de la muestra de la colecta, espermatozoides de color rojo (muertos) y espermatozoides de color blanco (vivos).....	40
Foto 12. Evaluación morfométrica de la muestra de semen del cuy en equipo Motic Plus Imagen 2.0 (BA310).	42

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 01. Test de normalidad para el volumen de semen de cuy colectado por Electroeyaculación.....	79
Anexo 02. ANVA para el volumen de semen de cuy colectado por el método de Electroeyaculación.....	79
Anexo 03. Test de normalidad para el pH del semen del cuy colectado por el método de Electroeyaculación.....	80
Anexo 04. ANVA para el pH del semen del cuy colectado por el método de electroeyaculación.....	80
Anexo 05. Test de normalidad para la concentración espermática del semen del cuy colectado por el método de Electroeyaculación.....	81
Anexo 06. ANVA para la concentración espermática del semen de cuy colectado por el método de Electroeyaculador.....	81
Anexo 07. Test de normalidad para la motilidad total del semen de cuy colectado por el método de Electroeyaculación.....	82
Anexo 08. ANVA para la motilidad total del semen de cuy colectado por el método de electroeyaculación.....	82
Anexo 09. Test de normalidad de la vitalidad espermática del semen de cuy colectado por el método de electroeyaculación.....	83
Anexo 10. ANVA para la vitalidad espermática del semen de cuy colectado por el método de electroeyaculación.....	83
Anexo 11 Test de normalidad de los espermatozoides de clase 1.....	83
Anexo 12. Test de normalidad de los espermatozoides de clase 2.....	84
Anexo 13. Test de normalidad de los espermatozoides de clase 3.....	84
Anexo 14. Test de normalidad de los espermatozoides de clase 4.....	85

Anexo 15. ANVA para la clasificación de las espermatozoides según a la clase que pertenecen (morfología).....	85
Anexo 16. Test de normalidad para el largo de la cabeza del espermatozoide de cuy	86
Anexo 17. ANVA para el largo de la cabeza del espermatozoide del cuy.	86
Anexo 18. Test de normalidad para el ancho de la cabeza del espermatozoide de cuy.	87
Anexo 19. ANVA para el ancho de la cabeza del espermatozoide de cuy	87
Anexo 20. Test de normalidad para el área de la cabeza del espermatozoide de cuy	88
Anexo 21. ANVA para el área de la cabeza del espermatozoide del cuy.	88
Anexo 22. Test de normalidad para el perímetro de la cabeza del espermatozoide.	89
Anexo 23. ANVA para el perímetro de la cabeza del espermatozoide de cuy. ...	89
Anexo 24. Test de normalidad para la elipticidad de la cabeza del espermatozoide de cuy.	90
Anexo 25. ANVA para la elipticidad de la cabeza del espermatozoide de cuy. ...	90
Anexo 26. Test de normalidad para la rugosidad de la cabeza del espermatozoide de cuy.	91
Anexo 27. ANVA para la rugosidad de la cabeza del espermatozoide de cuy. .	91
Anexo 28. Test de normalidad para la elongación de la cabeza del espermatozoide de cuy.....	92
Anexo 29. ANVA para la elongación de la cabeza del espermatozoide de cuy...	92
Anexo 30. Test de normalidad para la regularidad de la cabeza del espermatozoide de cuy.....	93
Anexo 31. ANVA para la regularidad de la cabeza del espermatozoide de cuy.	93

Anexo 32. Test de normalidad para el área del acrosoma del espermatozoide de cuy.	94
Anexo 33. ANVA para el área de acrosoma del espermatozoide de cuy.	94
Anexo 34. Test de normalidad para el perímetro del acrosoma del espermatozoide de cuy.....	95
Anexo 35. ANVA para el perímetro del acrosoma del espermatozoide de cuy. ..	95
Anexo 36. Test de normalidad para el largo de la pieza intermedia del espermatozoide de cuy.....	96
Anexo 37. ANVA para el largo de la pieza intermedia del espermatozoide de cuy.	96
Anexo 38. Test de normalidad para el largo de la cola del espermatozoide de cuy	97
Anexo 39. ANVA para el largo de la cola del espermatozoide de cuy.....	97

RESUMEN

El estudio: “Caracterización morfológica y morfométrica del espermatozoide de cuy (*Cavia porcellus*) colectado por electroeyaculación”, se realizó desde el mes de abril a septiembre del 2018, en el Centro de Investigación en Camélidos Sudamericanos CICAS- La Raya de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, con el objetivo de determinar las características morfológicas y morfométricas del espermatozoide de cuy (*Cavia porcellus*) colectado por electroeyaculación (EE). Se colectó muestras de espermatozoide de cinco cuyes machos tipo 1 de cuatro meses de edad, con un peso promedio de 1.190 g, realizándose un total de 22 colectas. Para la determinación de las características macroscópicas se realizó una evaluación visual, no se hallaron diferencias significativas entre cuyes (>0.05) para el volumen (0.38 ml), pH (7.05) y el color predominante fue el blanco lechoso de 64% usando un DCA. Las características morfológicas se analizaron con un arreglo factorial en la cual si se hallaron diferencias significativas entre clase (<0.05), siendo la clase 2 la de mayor presencia en relación a las demás. La motilidad total, concentración y vitalidad se evaluaron en el ISAS® con un DCA, no se hallaron diferencias significativas entre cuyes (>0.05). Las características morfométricas se evaluaron en un arreglo factorial, se hallaron diferencias significativas entre clases (<0.05) para el largo (7.45 μm), ancho (6.55 μm), área (43.02 μm^2), perímetro (26.56 μm), elipticidad (1.14 μm), rugosidad (0.77 μm), elongación (0.06 μm), regularidad (0.89 μm) de la cabeza del espermatozoide; también para el área (66.18 μm^2) y perímetro (33.17 μm) del acrosoma, para el largo de la pieza intermedia (12.02 μm) y de la cola (92.96 μm). Estas variables se evaluaron en el Motic Plus Imagen 2.0 (BA310).

INTRODUCCIÓN

El cuy doméstico (*Cavia porcellus*) está difundido por todo el mundo, esta especie fue utilizada como animal de laboratorio desde los finales del siglo XVIII (Gregorie *et al.*, 2010).

En la actualidad gran parte de la población rural de la región de Cusco se dedica a esta actividad agropecuaria, que es muy rentable y que permite generar empleo en las familias, y de esta manera mejorar la economía familiar y también la nutrición y alimentación. Sin embargo esta actividad de crianza de cuyes se debería llevar a un sistema de producción intensivo con uso de biotecnología reproductiva como la Inseminación Artificial, vitrificación y transferencia de embriones; pero existen muchas barreras, uno de ellos es el alto costo en la aplicación de I.A, pero en contraposición con esta tecnología se evitaría el problema de consanguinidad por falta de buen manejo de los reproductores.

La viabilidad celular espermática decrece rápida y substancialmente luego de la eyaculación. Muchos investigadores, especialistas en reproducción animal están tratando de diseñar el “análisis seminal ideal”, que valore adecuadamente y prediga la fertilidad de una muestra seminal. Así el análisis de semen ideal sería aquel que de forma sencilla y eficaz permitiera conocer de manera predictiva la capacidad fecundante de un eyaculado (Mellisho, 2010).

La forma adecuada de conservar la biodiversidad zoo-genética de buenos cuyes reproductores es la criopreservación espermática, para utilizarlo posteriormente vía inseminación artificial, por lo que es indispensable conocer mucho mejor la fisiología espermática de la especie. Es por este motivo el objetivo de este trabajo de investigación es aportar conocimientos básicos en el estudio de los espermatozoides de esta especie.

CAPITULO I

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1.1 DESARROLLO DEL PROBLEMA

Es necesario resaltar que la colección de semen de cuyes (*Cavia porcellus*) es complicada, debido a que es una especie pequeña, de temperamento muy nervioso y es poco adaptable para el adiestramiento para la colección de semen por el método de vagina artificial. Es por ello que otra técnica alternativa de colección es la electroeyaculación (EE). Los escasos reportes encontrados sobre este tema específico de la morfología y morfometría del espermatozoide del cuy datan desde 1960 hasta 1990, donde los cuyes eran utilizados como modelo animal en investigaciones biomédicas, cuyes criados y manejados bajo condiciones de bioterios. (Shomer *et al.*, 2015).

Los reportes de tesis anteriores en temas específicos de morfología, más que todo en tema de morfometría está incompleto, porque solo hay datos generales de los espermatozoides, faltaría datos específicos por ejemplo de la acrosoma lo cual es muy importante en el momento de la fecundación, la pieza intermedia y la cola del espermatozoide. También se tiene que considerar el método de colección, por que los anteriores trabajos se hicieron por el método post mortem.

Motivo por el cual se plantea realizar el presente trabajo ya que actualmente la UNSAAC cuenta con un equipo adecuado, que nos permite obtener los diferentes parámetros morfométricos del espermatozoide del cuy colectado por método de EE, de tal manera podemos tener una caracterización objetiva de la célula

espermática de esta especie. Esta información básica servirá para la aplicación de biotecnologías reproductivas posteriormente.

1.1.2 PROBLEMA GENERAL

- ❖ ¿Cuáles serán las características morfológicas y morfométrica de células espermáticas del cuy tipo 1 (*Cavia porcellus*), obtenido mediante los métodos de colección de semen por Electroeyaculación?

1.1.3 PROBLEMAS ESPECIFICOS

1. ¿Cuáles serán las características macroscópicas y microscópicas de los espermatozoides del cuy tipo 1 (*Cavia porcellus*) colectado por Electroeyaculación?
2. ¿Cuáles serán las características morfológicas de la cabeza y el acrosoma de las células espermáticas del cuy tipo1 (*Cavia porcellus*)?
3. ¿Cuáles serán las principales parámetros morfométricas de la cabeza, la longitud del cuello y la cola de los espermatozoides del cuy tipo 1 (*Cavia porcellus*)?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

- ❖ Determinar las características morfológicas y morfométrica de células espermáticas del cuy tipo 1 (*Cavia porcellus*) obtenido por electroeyaculación.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ❖ Determinar las características macroscópicas (volumen, pH, color) y microscópicas (concentración, motilidad total, vitalidad) de los espermatozoides del cuy tipo 1 (*Cavia porcellus*) colectado por electroeyaculación.
- ❖ Determinar la morfología de la cabeza y del acrosoma del espermatozoide de cuy tipo 1 (*Cavia porcellus*).
- ❖ Determinar los principales parámetros morfométricos de la cabeza (área, perímetro, ancho, largo, elipticidad, rugosidad, elongación, regularidad), la longitud de la pieza intermedia y de la cola de los espermatozoides de cuy mediante un sistema computarizado de análisis.

1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

A lo largo de estos años hasta la actualidad, se han venido realizando diversos estudios acerca del cuy, como en su alimentación, selección y reproducción, en los últimos años la mayor parte de los valles interandinos de la Región del Cusco, se constituyen como uno de los mayores generadores de ingresos de las familias campesinas, gracias a esta actividad productiva (DRAC, 2015). La región de Cusco, es la segunda región productora de cuyes a nivel nacional con alrededor de 1 715,000 cuyes en 91,500 unidades familiares, que representa alrededor del 14% de la poblacional nacional de esta especie (INEI, 2012).

La problemática que se presenta en la mayoría de las cranzas, es la consanguinidad y la infertilidad, por el mal manejo de los reproductores, debido a ello se hace descartes innecesarios de hembras con buenas características fenotípicas y genotípicas, sin considerar el factor macho. Por lo debería hacerse una evaluación seminal de los machos que se desea conservar en el plantel de reproductores.

Las principales ventajas de colección de semen de cuyes reproductores, es facilitar el transporte, manipulación del semen, reducir el número de reproductores machos en los núcleos reproductivos y prevenir enfermedades al introducir animales a la unidad de producción. (Gomez, 2013).

Es por ello que planteamos la presente investigación a fin de determinar las características morfológicas y morfométricas del espermatozoide del cuy (*Cavia porcellus*), en forma completa por método de EE. El reporte de este estudio servirá de información básica y como línea de base para las posteriores investigaciones. También se busca ampliar el conocimiento para entregar una información que permita realizar nuevos estudios, como la aplicación de la vitrificación o transferencia de embriones, inseminación artificial, entre otros.

CAPITULO II

ANTECEDENTES

2.1 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS

2.1.1 COLOR

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

Tabla 01. Color de muestra de espermatozoide del cuy, método de colección y autores.

Autor	Método de colección	Color
Durrant (1984)	Electroeyaculación	Blanquecino
Loor (2015)	Extirpación de epidídimo	Blanco cremoso
Mise (2014)	Post Mortem	Blanco lechoso
Aragón (2019)	Electroeyaculación	Blanco lechoso

Fuente: Autores indicados.

2.1.2 VOLUMEN

El volumen del semen está conformado por las secreciones de varias glándulas. Los testículos y el epidídimo sólo contribuyen con el 5 % del contenido (principalmente espermatozoides y testosterona), en tanto las vesículas seminales entre el 46% y 80% (enzimas responsables de la coagulación de semen y fructosa), la próstata entre el 13% y el 33% (varias sustancias, entre ellas el antígeno específico de la próstatas que participa en la licuefacción del semen) y

las glándulas bulbouretrales y uretrales entre el 2% y 5% (sustancias lubricantes y ocasionalmente anticuerpos causante de la infertilidad) (Montoya, 2009).

Tabla 02. Volumen de la muestra de espermatozoide del cuy, método de colección y autores.

Autor	Método de colección	Volumen (ml)
Pinduisaca (2018)	Electroeyaculación	0.22
Durrant (1984)	Electroeyaculación	0.6 a 0.8
Freud (1969)	Electroeyaculación	0.5
Aragón (2019)	Electroeyaculación	0.39

Fuente: Autores indicados.

2.1.3 PH

Evaluación inmediatamente después de la recogida seminal (pHmetro/tiras de pH). Entre 7.2 – 7.6 en equino, y 6.4 – 7.8 en bovino del cuy es aproximadamente 7.4. Está inversamente relacionado con la concentración espermática. El Metabolismo espermático acidifica el medio y presencia de sustancias Contaminantes como la orina y procesos inflamatorios le dan valores más altos (Arencibia, 2009).

2.2 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS

2.2.1 CONCENTRACIÓN

Es esencial la determinación precisa del número de los espermatozoides por mililitro de semen, por ser este una característica muy variable con la especie (Hafez, 1989).

Tabla 03. Concentración de la muestra de espermatozoide del cuy, método de colección y autores.

Autor	Método de colección	Concentración (millones/ml)
Pinduisaca (2018)	Electroeyaculación	11.02
Freud (1969)	Electroeyaculación	41.78
Tapia y Tello (2016)	Extirpación de epidídimo	78.90
Yucra (2013)	Post Mortem	823.30
Mise (2014)	Post Mortem	258.60
Loor (2015)	Post Mortem	256.80
Unchupaico <i>et al.</i> ,(2011)	Post Mortem	36.80
Aragón (2019)	Electroeyaculación	21.33

Fuente: Autores indicados.

2.2.2 MOTILIDAD TOTAL

Se coloca una gota de semen de 5 mm de diámetro sobre un portaobjetos precalentado y se observa el movimiento en masa de los espermatozoides usando microscopía de campo claro, el diafragma de campo cerrado y con magnificación de 40x. Los factores que influyen en el movimiento en masa de los espermatozoides son la concentración, el porcentaje de las células con movimiento progresivo y la velocidad del movimiento de los espermatozoides (Angelino, 2009). La motilidad del espermatozoide del cuy silvestre es muy característico, siendo este curvilíneo e irregular, estando en la mayoría de los casos unidos por la cabeza (Sumar *et al.*,1968). En el trabajo realizado en cuyes colectado a partir del epididimo, reporta una motilidad no progresiva (MNP) de 20.45 % y una Motilidad Progresiva de 6.16 % (Yucra, 2013).

Tabla 04. Motilidad total de muestra de espermatozoide de cuy, método de colección y autores.

Autor	Método de colección	Motilidad (%)
Freund (1969)	Electroeyaculación	66.00
Loor (2015)	Extirpación de epidídimo	73.50
Tapia y Tello (2016)	Extirpación de epidídimo	46.00
Mise (2014)	Post Mortem	73.00
Unchupaico <i>et al.</i> , (2006)	Post Mortem	42.27
Aragón (2019)	Electroeyaculación	72.15

Fuente: Autores indicados.

2.2.3 VITALIDAD

El parámetro que evalúa la vitalidad de los espermatozoides es útil para saber si los espermatozoides inmóviles están vivos o muertos. El porcentaje de espermatozoides vivos se puede determinar por varios métodos siendo la coloración con eosina, el método más utilizado. Se mezcla una gota del semen con una gota de eosina en una lámina de portaobjeto y se cubre con una laminilla, se deja reposar la muestra 30 segundos y se produce a contar 200 espermatozoides (coloreados y no coloreados), con una magnificación de 40x. Los espermatozoides vivos su membrana intacta que impide la penetración del colorante, en tanto que los muertos adquieren una coloración (Montoya, 2009).

La viabilidad celular espermática está relacionada directamente con la motilidad progresiva, morfología normal, metabolismo energético activo, capacidad para desarrollar una motilidad hiperactivada, integridad estructural y funcional de la membrana, integridad de las enzimas asociadas con la fecundación, capacidad de penetración y transferencia óptima del material genético (Mellisho, 2010).

La congelación inadecuada puede dañar al acrosoma y la membrana celular. La pérdida de enzimas de la células como la transaminasa glutámica-oxaloacética y la capacidad de los espermatozoides para aumentar de volumen en medio hipotónico 22 indican la eficiencia de la crioprotección de dicho medio y los procedimientos de congelación utilizados para conservar la integridad de los espermatozoides (Hafez, 2000).

Tabla 05. Porcentaje de espermatozoides vivos del cuy, método de colección y autores.

Autor	Método de colección	Vitalidad (%)
Loor (2015)	Extirpación de epidídimo	86.70
Tapia y Tello (2016)	Extirpación de epidídimo	35.90
Mise (2014)	Post Mortem	93.00
Yucra (2013)	Post Mortem	58.28
Aragón (2019)	Electroeyaculación	74.80

Fuente: Autores indicados.

2.3 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICA

La cabeza del espermatozoide de cobayo es ovalado y mide alrededor de 8 micras, mientras que el flagelo o cola mide 108,3 micras. La forma de la cabeza se determina en gran parte por la forma del núcleo, pero en el conejillo de indias el gran tamaño del acrosoma es el que lo caracteriza. La función del acrosoma no es muy clara pero se le ha correlacionado con el aumento de la capacidad fertilizante de los espermatozoides, mientras que la propiedad del núcleo está relacionada con ADN (Aliaga *et al.*, 2009).

Tabla 06. Promedio de las medidas de la cabeza y acrosoma del espermatozoides de cuy, método de colección y autores.

Autor	Método de colección	Cabeza				
		Largo (µm)	Ancho (µm)	Área (µm ²)	Perímetro (µm)	Largo (µm)
Loor (2015)	Post Mortem	8.81	7.41	-	-	1.95
Yucra (2013)	Post Mortem	7.58	6.58	39.15	28.20	-
Gallardo <i>et al.</i> , (2002)	Post Mortem	7.5	6.6	-	-	-

Fuente: Autores indicados.

Tabla 7. Promedio de las medidas paramétricas, elipticidad, rugosidad, elongación y regularidad de la cabeza del espermatozoide de cuy.

Autor	Método de colección	Forma de cabeza			
		Elipticidad	Rugosidad	Elongación	Regularidad
Yucra (2013)	Post mortem	1.154	0.628	0.071	1.000

Fuente: Autor indicados

Tabla 08. Medidas de la pieza intermedia del espermatozoide de cuy, método de colección y autores.

Autor	Método de colección	Pieza intermedia Largo (µm)
Loor (2015)	Post Mortem	9.31

Fuente: Autor indicados.

Tabla 09. Medidas de la cola del espermatozoide de cuy, método de colección y autores.

Autor	Método de colección	Largo (µm)
Loor (2015)	Post Mortem	84.41
Aliaga <i>et al.</i> , (2009)	Post Mortem	108.3
Gallardo <i>et al.</i> , (2002)	Post Mortem	92.3

Fuente: Autores indicados.

2.4 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Esta figura muestra las cuatros clases de patrones de tinción espermática, observados en las clases 1, 2, 3 y 4:

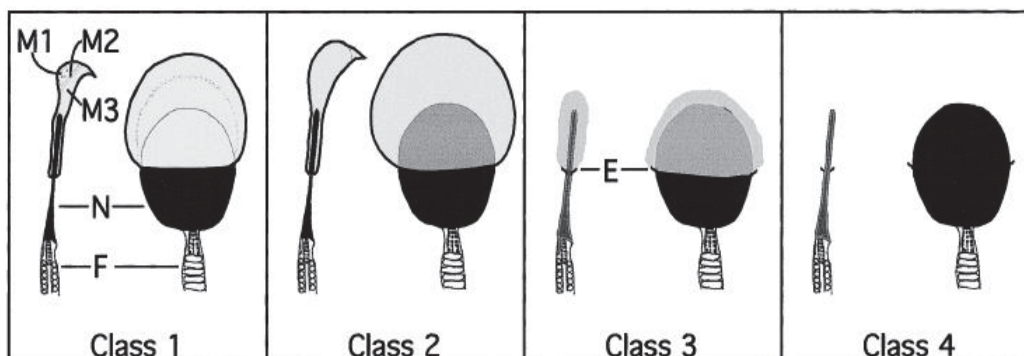


Figura 1. Modelo para la liberación del proteínas acrosómicas (Kim *et al.*, 2001)

2.4.1 CLASE 1

El espermatozoide es completamente célula intacta, los componentes del acrosoma son distribuidos entre los tres dominios, M1, M2 y M3. El segmento apical del acrosoma se extiende más allá del parte anterior del núcleo (N). Solo la porción proximal del flagelo es mostrada (F), (Kim *et al.*, 2001).

2.4.2 CLASE 2

Una vez que ha comenzado el exocitosis acrosomal, el acrosoma comienza a hincharse ligeramente. La expansión del acrosoma puede conducir a la redistribución de algunos componentes dentro del acrosoma y permite más la entrada de anticuerpos durante los procedimientos del inmunocitoquímico. Algunas pueden también ostentar fundir la plasma y membranas exteriores del acrosoma en ese tiempo, lo cual no puede ser percibido en el nivel de microscopia de contraste de fase por la existencia de la matriz acrosomal (Kim *et al.*, 2001).

2.4.3 CLASE 3

Este ha perdido claramente la región exterior de la membrana acrosomaplasmática en la mayoría de regiones excepto en el segmento ecuatorial (E). La matriz acrosomal ha comenzado a averiarse, pero aunque no es fácil ver por el microscopio de contraste de fase, retazos de la matriz acrosomal son presentes todavía y detectados por inmunocitoquímico (Kim *et al.*, 2001)

2.4.4 CLASE 4

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

REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.5 GENERALIDADES DEL CUY

El cuy (*Cavia porcellus*) es un mamífero emblemático de la variedad genética de los animales domesticados de los andes, tiene el cuerpo compacto y mide entre 20 y 40 centímetros. El pelo de algunas especies es largo y la textura puede ser áspera o suave, existiendo una población de más o menos 35-65 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 4500 metros sobre el nivel del mar (Chauca, 1997).

Estos roedores herbívoros, desde tiempos ancestrales (250-300 años AC) y hasta el día de hoy forman parte en la alimentación de la población andina (Grégoire *et al.*, 2010) pues su carne de alto valor nutricional aporta 20,3% de proteína (Pérez, 2004).

Además han sido utilizados en los pueblos indígenas como medicina tradicional y en otros países como mascota y animal de laboratorio (Xicohtencatl *et al.*, 2013).

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

2.6 ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL CUY MACHO

El cuy es una especie de ciclo reproductivo corto, cuyo empadre debe iniciarse entre los 3-4 meses, edad con la que el reproductor ya ha desarrollado no sólo en tamaño; sino que también ha alcanzado la madurez sexual. El peso con el que llega a esta etapa es superior a 1,1kg lo que le permite dominar el grupo y mantener la relación de empadre (Chauca, 1997).

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

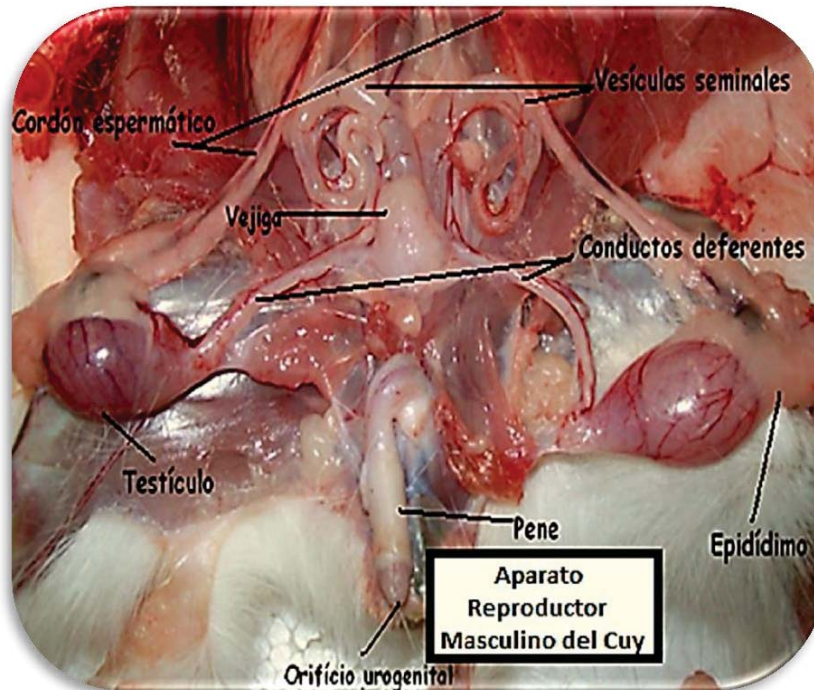


Figura 2. Sistema reproductor masculino del cobayo (Aliaga *et al.*, 2009)

2.6.1 LOS TESTÍCULOS

Los testículos son órganos ovoideos de 22 mm de largo por 18 mm de ancho. Tienen localización intraabdominal cerca de la vejiga y carecen de escroto permaneciendo en bolsas inguinales (Harkness *et al.*, 2002). Durante el empadre cuando el macho se excita los testículos descienden a la región inguinal, pero más tarde parte del músculo cremaster permite su regreso a la región abdominal (Quillahuaman, 2015).

Los testículos presentan tres compartimentos el primero o extratubular (Túnica albugínea) contiene las células de Leydig productoras de testosterona, el segundo compartimento o peritubular está constituido por células mioides, fibroblastos y fibras de colágeno que en conjunto con el compartimento extratubular conforman

la barrera hematotesticular, por último está el compartimento intratubular (Túbulo seminífero) que contiene las células de Sertoli, las cuáles brindan nutrimentos y soporte estructural a las células durante el proceso de espermatogénesis (Aliaga *et al.*, 2009).

Luego se encuentra la red de testes o mediastino del que salen los conductos eferentes que forman el conducto deferente, el cual avanza hasta el epidídimo.

2.6.2 EL EPIDÍDIMO

Es un conducto formado por cabeza, cuerpo y cola; cuya función es el transporte, maduración y concentración 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 (Fernandez *et al.*, 2006). La capacidad de almacenamiento del epidídimo es de 15-20 % de espermatozoides en la cabeza y cuerpo, mientras que el 80-85 % en la cola (Vicente y Viudes., 2000).

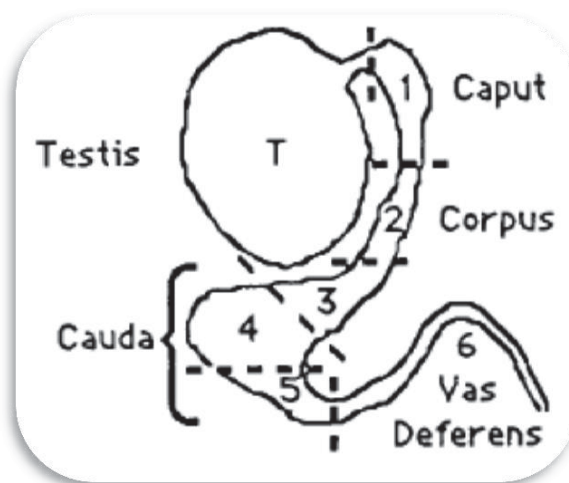


Figura 3. Estructura del epidídimo del cobayo (Ankwe *et al.*, 1991)

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).

2.6.3 CONDUCTO DEFERENTE

A continuación del epidídimo se encuentra el conducto deferente, el cual conduce los espermatozoides hasta los conductos excretores (Gonzalez, 2004).

Los conductos deferentes son tubos musculares que, al momento de la eyaculación, impulsan los espermatozoides desde el epidídimo al conducto eyaculador de la uretra prostática. Son además un poco más gruesos en sus porciones terminales y miden aproximadamente 4 cm de largo. Se inician en la cola del epidídimo, siguen una dirección anterior; luego llegan a la altura de la vejiga urinaria y se dirigen posterior y dorsalmente hacia la línea media para unirse con las vesículas seminales (Alba, 1990). El conducto deferente, luego de cruzar el uréter, se dilata formando la 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 los espermatozoides para su eyaculación (Calamera, 1977).

2.6.4 GLÁNDULAS VESICULARES

Los cobayos poseen vesículas seminales que proporcionan la parte líquida del semen, estas son alargadas con 12 cm de longitud y 0.6 cm de diámetro, (Quillahuaman, 2015)

Las vesículas seminales presentan cuatro fracciones, de las cuales una es soluble, otra es muy básica y probablemente represente la proteína coagulante

del semen del cobayo. Las restantes no son coagulantes, se detectan en el suero y son probablemente intrínsecas del epitelio de las vesículas seminales (Alba, 1990).

En estas vesículas existen prostaglandinas, especialmente de las series E y F, las cuales tienen importancia en la fertilidad. La mayor parte del contenido líquido del esperma es proporcionada por las vesículas seminales, y adquiere relativamente un gran tamaño en el cuy (Holting, 1995).

2.6.5 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 fosfatasa ácida, proteínas, lípidos y hexosas (Aliaga *et al.*, 2009).

2.6.6 GLÁNDULAS COAGULANTES

Entre las glándulas accesorias también se encuentran las glándulas coagulantes, las mismas que producen una secreción que permite la coagulación de las sustancias secretadas por las vesículas seminales, dando como resultado la formación del tapón vaginal luego de la eyaculación, el que bloquea el reflujo de semen. Por encima del ano poseen un cúmulo de glándulas sebáceas que usan para atraer a la hembra y marcar territorio (Gonzalo, 2012).

2.6.7 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 glándulas bulbo uretrales es muy viscosa, de aspecto vítreo y de naturaleza albuminoidea, el cual es vertida en la uretra en el momento de la eyaculación (Aliaga *et al.*, 2009).

2.6.8 LA URETRA

La uretra del *C. porcellus* tiene dos funciones elementales la primera es eliminar la orina del aparato excretor y la segunda excretar el esperma del sistema reproductor (Aliaga *et al.*, 2009).

2.6.9 EL PENE

Es el órgano copulador con 45 mm 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 (Quillahuaman, 2015). El glande está rodeado por formaciones espinosas localizadas al fondo del sáculo, cuya función es la fijación del pene además de proveer efectos sensoriales estimulantes. Cuando hay la erección, éstas formaciones espinosas se evaginan. Por debajo del glande hay dos prolongaciones en forma de garfios, son de consistencia cartilaginosa y queratinizada, éstos se proyectan hacia arriba y seguramente contribuyen para el orgasmo de la hembra (Aliaga *et al.*, 2009).

2.7 LA ESPERMATOGÉNESIS

La espermatogénesis no es más que divisiones mitóticas y meióticas de las células espermáticas precursoras (Barrios, 2002). Y 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 los espermatogonias dan lugar a

espermatocitos 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).

2.8 MORFOLOGÍA Y MORFOMÉTRICA DEL ESPERMATOZOIDE DEL CUY

2.8.1 ESPERMATOZOIDES

El espermatozoide entero está cubierto por un plasmolema o membrana plasmática. El acrosoma o casquete acrosómica, es una estructura de doble pared situada entre la membrana plasmática y la porción anterior de la cabeza del espermatozoide. Un cuello une la cabeza del espermatozoide con su cola (flagelo), la cual a su vez es subdividida en los segmentos medio, principal y caudal o terminal (Hafez, 1989).

La estructura básica del espermatozoide consta de dos partes claramente diferenciadas: la cabeza, que contiene la información genética y el mecanismo necesario para la penetración en el ovocito, y la cola, que representa el medio de locomoción del espermatozoide (Muiño, 2008). La cola está subdividida en cuatro regiones; el cuello, pieza media, pieza principal y pieza final. Mientras que los principales componentes de la cabeza son el acrosoma y el núcleo (Fawcett, 1963). La cabeza del espermatozoide del cuy (*cavia porcellus*), es ancha, simétrica y tiene forma de disco con la parte final truncada. El acrosoma cubre alrededor del 50% de la longitud total de la cabeza (Gallardo *et al.*, 2002).

2.8.2 MORFOLOGÍA

Los espermatozoides tienen origen en los túbulos seminíferos de los testículos. Estos túbulos contienen una serie compleja de células germinales en desarrollo que constituirán los gametos masculinos.

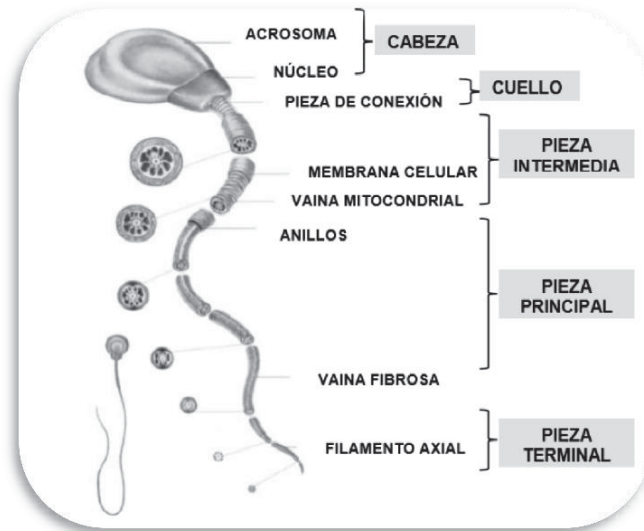


Figura 4. Estructura del espermatozoide del cuy (*Cavia porcellus*) (Fawcett, 1965)

2.8.2.1 CABEZA

La característica principal de la cabeza del espermatozoide es el núcleo aplanado oval, donde se encuentra la cromatina muy compacta. La cromatina condensada consiste en un complejo formado por ácido desoxirribonucleico y una clase especial de proteínas básicas llamadas protaminas espermáticas (Hafez, 1989).

La cabeza del espermatozoide del cobayo se puede apreciar la cromatina muy compacta y homogénea que es equivalente a la mitad de lo que contiene una célula somática. Posee vacuolas nucleares, las cuales son cavidades dispersas en el material nuclear. La membrana nuclear está íntimamente adherida al DNA y posee poros solo en las regiones laterales, por detrás del acrosoma. Este se encuentra en parte anterior del núcleo, cubierto por una membrana, además, contiene el

material acrosómico y cubre aproximadamente dos tercios de la parte anterior y otro ecuatorial (Alba, 1990).

2.8.2.2 ACROSOMA

El acrosoma es un saco membranoso de doble capa ubicado en el extremo anterior del núcleo espermático el cual se forma en las últimas etapas de la formación del espermatozoide. Esta estructura en forma de casquete contiene acrosina, hialuronidasa y otras enzimas hidrolíticas, los cuales participan en el proceso de fecundación, por otra parte el segmento ecuatorial del acrosoma es importante, junto con el segmento anterior de la región post acrosómica debido a que estos se fusionan con la membrana del ovocito durante el proceso de la fecundación (Hafez, 1989).

2.8.2.3 PIEZA INTERMEDIA

En esta región se implanta el flagelo, el cual se origina del centriolo distal. El centriolo proximal está orientado oblicuamente hacia el eje de la cola (Alba, 1990). La pieza intermedia está relacionada con la vaina mitocondrial, se dice que existe alrededor de 80-85 mitocondrias por espermatozoide. La pieza principal se caracteriza por una vaina compuesta de elementos fibrosos, es así que también es denominada, la hélice de la cola (Afzelius, 1959).

2.8.2.4 COLA

La cola de los espermatozoides de los mamíferos está formada por varios componentes funcionalmente dependientes. Aunque el tamaño y forma de estos componentes varía según las especies, su organización estructural es muy similar. La cola del espermatozoide puede dividirse

en cuatro porciones anatómicas: el cuello o pieza de unión, la pieza intermedia, la pieza principal, y el segmento o pieza terminal, todas ellas rodeadas por una membrana plasmática común (Muiño, 2008).

La cola del espermatozoide está compuesta por el cuello y los segmentos medio, principal y caudal. La región comprendida entre el cuello y el anillo citoplasmático es el segmento medio. El centro del segmento medio, junto con toda la longitud de la cola comprende el axonema. El axonema y las fibras densas asociadas del segmento medio están cubiertos de manera periférica por numerosas mitocondrias. La vaina mitocondrial dispuesto en un patrón helicoidal alrededor de las fibras longitudinales de la cola, es la fuente de energía necesaria para la motilidad espermática. El axonema es el que proporciona motilidad al espermatozoide (Hafez, 1989). La última estructura de la cola es la pieza final, ésta es muy parecida a un cilio y está compuesta de varios filamentos pequeños que dan la impresión de uno solo (Afzelius, 1959). El espermatozoide del cual posee tres autoantígenos (S, P y T) los cuales tienen acción en la capacitación y reacción del acrosoma del espermatozoide que se sitúan en la cola del epidídimo. Los antígenos S y P son ambos acrosomales (Marquant, *et al.*, 1986). Los espermatozoides son muy diversos en tamaño y forma, cuya evolución está impulsado por dos fuerzas principales: la competencia de espermatozoides y la biología reproductiva femenina (Varea, *et al.*, 2013).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DEL LUGAR DE ESTUDIO

3.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Este trabajo de investigación se realizó en el Centro de Investigación en Camélidos Sudamericanos (CICAS) -“La Raya” perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC) localizada en el distrito de Maranganí, provincia de Canchis, región del Cusco, carretera principal Cusco – Puno.

- ❖ Latitud sur : 14°21'23”
- ❖ Longitud oeste : 71°10'06”
- ❖ Altitud : 4130 msnm
- Superficie : 6320 ha
- ❖ Promedio de precipitación pluvial: 965 mm
- ❖ Temperatura promedio anual: 6.5 -13.5°C

Fuente: Municipalidad Distrital de Maranganí (2016).

3.1.2 UBICACIÓN POLÍTICA

- ❖ Región : Cusco
- ❖ Departamento : Cusco
- ❖ Provincia : Canchis
- ❖ Distrito : Maranganí

Fuente: Municipalidad Distrital de Maranganí (2016).



Foto 01. Centro de investigación de camélidos sudamericanos - CICAS - La Raya, (UNSAAC).

3.1.3 DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó entre los meses de abril a septiembre del 2018.

3.1.4 INSTALACIÓN

Al iniciar la investigación se llevó acabo la adecuación (limpieza, desinfección y acondicionamiento de pozas individuales en el suelo para cada cuy) de un galpón de cuyes.

Para el proceso de colección y evaluación de las características macroscópicas y microscópicas del semen de cuy se llevó acabo en el laboratorio de biotecnologías reproductivas del Centro de Investigación de Camélidos Sudamericanos CICAS – “La Raya”, (UNSAAC).

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1 MATERIAL BIOLÓGICO

Se utilizaron cinco cuyes machos de tipo 1, con pesos promedio de 1.180 g y mayores de 3.5 meses de edad a más.

3.2.2 MATERIALES DE CAMPO

- ❖ Balanza de 5 kg de capacidad
- ❖ Libreta de campo.
- ❖ Pozas.
- ❖ Comederos.
- ❖ Bebederos.

3.2.3 MATERIALES E INSTRUMENTOS PARA LA COLECCIÓN DE SEMEN Y ANÁLISIS ESPERMÁTICO

- ❖ Electroeyaculador (Minitube).
- ❖ Balanza de precisión.
- ❖ Anestésicos (Ketamina y Xilacina).
- ❖ Jeringa tuberculina.
- ❖ Papel toalla o secante.
- ❖ Libreta de campo, registros y lapicero indeleble.
- ❖ Cámara digital.
- ❖ Gel de ecografía.
- ❖ Guantes descartables.
- ❖ Tubos colectores de 5 cm de largo y 1 cm de diámetro.
- ❖ Agua destilada.
- ❖ Cronometro.
- ❖ Termómetro.

- ❖ Tubos eppendorf.
- ❖ Laminas Porta objetos.
- ❖ Laminas Cubre objetos.
- ❖ Micropipetas calibradas de 0.5-10 μ l (BOECO Germany SP Series).
- ❖ Tips de 0.5 – 10 μ l y de 10 – 100 μ l.
- ❖ Algodón.
- ❖ Tiras de Ph-metro de escala 1- 14.



Foto 02. Materiales e instrumentos para la colección de semen de cuy.

3.2.4 REACTIVOS E INSUMOS

- ❖ Ácido cítrico.
- ❖ Fructosa.
- ❖ Base TRIS.
- ❖ Coloración-tinción spermac.
- ❖ Tinción de Eosina y Nigrosina.
- ❖ Alcohol isopropílico.
- ❖ Aceite de inmersión.
- ❖ Papel secante.

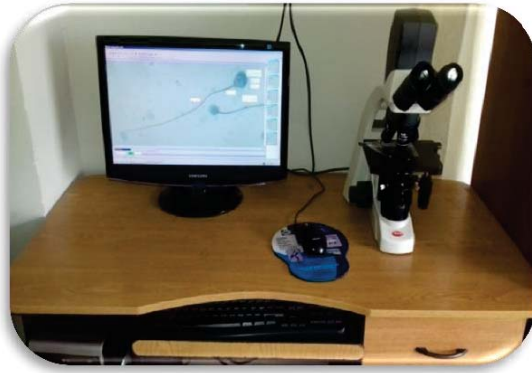
- ❖ Jeringa de 10 ml.
- ❖ Agua bidestilada.



Foto 03. Reactivos para la evaluación de semen del cuy.

3.2.5 EQUIPOS DE LABORATORIO

- ❖ Computadora con software ISAS V 12.
- ❖ Software SAS 9.4 (análisis estadístico).
- ❖ Impresora.
- ❖ Baño maría seca (Minitube).
- ❖ Micro osmómetro (Löser).
- ❖ Motic Plus Imagen 2.0 (BA310). (Anexo foto 1)
- ❖ Platina.



(A)



(B)

Foto 04. Equipo MotiC Plus Imagen 2.0 (BA310) (A) y equipo Integrate Semen Analysis System (ISAS) v 1.1 CASA (B).

3.3 DEL LABORATORIO

Esta investigación se realizó en el Laboratorio de Biotecnologías Reproductiva del Centro Investigación de Camélidos Sudamericanos (CICAS), centro experimental “La Raya”, de la Escuela Profesional de Zootecnia, donde fueron evaluados las características macroscópicas (volumen, color y pH), microscópicas (concentración, motilidad total y vitalidad) del espermatozoide de cuy.



Foto 05. Laboratorio de Biotecnología Reproductiva de Centro de Investigación de Camélidos sudamericanos (CICAS).

3.4 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.4.1 DE LOS CUYES

3.4.1.1 SELECCIÓN DE LOS CUYES

Al principio se hizo la compra de 15 cuyes machos tipo 1 de cuatro meses de edad, con pesos promedio de 1.190 g. Todos los cuyes se compraron de IVITA-Maranganí (Universidad Nacional Mayor de San Marcos-Facultad de Medicina Veterinaria). Para evaluar el comportamiento y respuesta al proceso de colección por electroeyaculación se ha realizado el respectivo aretado a cada uno de los cuyes y luego separados cada cuy en una poza individual con su respectivo número de arete para evitar las peleas y fácil. De acuerdo a los ensayos pre-experimentales del proceso de colección por electroeyaculación solo cinco cuyes fueron seleccionados.

Los cuyes con aretes: 3, 4, 6, 8 y 12 son los que respondieron favorablemente al proceso de colectas por electroeyaculación, los mismos que se utilizaron durante toda la investigación y el resto de los cuyes fueron descartados.



Foto 06. Cuy tipo 1 con peso promedio de 1.190 g.

Tabla 10. Pesos de los cuyes.

N° de arete	Pesos (g)	Edad (meses)
3	1100	4
4	1100	4
6	1100	4
8	1200	4
12	1450	4
Promedio	1190	4

Elaboración propia.

3.4.2 DE LA ALIMENTACIÓN E INSTALACIÓN

La alimentación de los cinco cuyes seleccionados fue mixta (forraje verde y concentrado), 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 durante el día (el galpón estaba adecuado con arpillera y tecnopor para contrarrestar el frío ambiental). (Anexo foto 9) pero esta temperatura descendía hasta 8°C promedio por la noche. Las pozas individuales de 1m x 0.5 m x 0.45 m, la cama de viruta y cada poza con su bebedero (chupones) y comederos.

3.4.3 DE LA PREPARACIÓN DE LOS CUYES PARA LA ETAPA DE EXPERIMENTACIÓN

Previo al proceso de la colecta por electroeyaculación cada cuy se le estimulaba con la presencia de una hembra, para lo cual se le ponía en una caja junto con el macho, se dejaba durante 10 a 20 minutos y esto se repetía con todos los machos antes de proceder la electroeyaculación.

3.4.4 PREPARACIÓN DEL DILUTOR

Para diluir el semen fresco inmediatamente colectado se utilizó el dilutor base TRIS. (Anexo foto 3)

Tabla 11. Componentes del dilutor base TRIS para semen fresco.

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

Fuente: Souza, 2009.

Se utilizó el dilutor TRIS con la finalidad de ofrecer un medio óptimo para los espermatozoides, para brindar azúcares simples como fuente de energía, mantener la osmolaridad, amortiguar el pH del medio, disolver la masa espermática colectada y poder evaluar sus características microscópicas.

3.4.5 PREPARACIÓN DEL ELECTROEYACULADOR

Se diseñó un transductor pequeño para cuy, este fue de tipo rectal con electro bipolar de 6 cm de largo y 0.4 cm de diámetro, se le adaptó al electroeyaculador

Minitube. El dispositivo está equipado con un control de potencia de descargas en amperios digital con microprocesador, abastecido por una corriente continua de una batería de Minitube. La descarga de amperaje tenía una variación de frecuencia de 0.5 a 20 V con una resolución de 0,5 unidades.



Foto 07. Electroeyaculador Minitube con el transductor diseñado para el cuy (Sumar *et al.*, 1968).

3.4.6 COLECCIÓN DE SEMEN POR ELECTROEYACULACIÓN

La colección se realizó una vez a la semana, hasta completar 5 colectas por cuy siguiendo el siguiente proceso de colección:

1. Los cuyes eran trasladados en una caja de cartón (la caja con compartimentos individuales para cada cuy, eso para evitar peleas) del galpón hacia el laboratorio de biotecnología reproductiva. Es recomendable un lugar tranquilo para evitar el estrés de los cuyes.
2. Se realizó el respectivo pesado de cada cuy. (Anexo foto 10)
3. Los animales fueron anestesiados (dopado) por vía intramuscular Xilacina 2% (0.05ml/kg) y ketamina al 10% (0.10ml/kg) en función al peso del cuy. (Anexo

foto 13) Se esperó entre 1 a 2 minutos para que el cuy se encuentre totalmente aletargado.(Meza *et al.*, 2018) (Anexo foto 18)

4. Se sujetó a los cuyes en posición decúbito-dorsal con la cabeza ligeramente levantada, para evitar que el cuy se moviera se sujetaba de las extremidades anteriores y posteriores. Luego se realiza la limpieza de la zona prepucial con agua destilada, seguidamente se realizó el desvaine del pene y se coloca el tubo colector. (Anexo foto 11)
5. Se utilizó el electroeyaculador conectado al transductor de 6 cm de largo y 0.4 cm de diámetro, con dos electrodos bipolares este fue lubricado con gel de ecografía. El proceso de estimulación eléctrica comprende un incremento gradual de 2 voltios hasta conseguir 8 voltios. Estos estímulos eran constantes sin intervalos de descanso hasta llegar al pico de estimulación. (Anexo foto 23)
6. La erección del pene ocurrió después de 3 a 4 descargas de 3 a 4 voltios.
7. Después de 30 a 45 minutos, con considerables variaciones individuales, se observó en las primeras colectas un coagulado blanquecino que se endurece al tomar contacto con el ambiente y luego de la expulsión de este, se produce el eyaculado del semen. Este tapón se presentó en el 22% de colectas sucesivas y en el resto no apareció.



Imagen 1. Flujoograma del proceso de colección por el método de electroeyaculación en cuy.

3.4.7 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SEMINALES

3.4.7.1 EVALUACIONES MACROSCÓPICAS

3.4.7.1.1 VOLUMEN

Para evaluar el volumen se hizo en el mismo tubo colector de 5 cm de largo y 1 cm de diámetro. Y luego se comparó con un tubo colector rotulado y graduado en mililitros (ml), obteniendo la muestra de semen se procedió con la lectura de un examen visual.



Foto 08. Muestra de semen en el tubo colector

3.4.7.1.2 COLOR

Para determinar el color se realizó el examen visual, tomando en cuenta las tonalidades básicas como el blanco lechoso, blanco semilechoso y blanco semitransparente.

3.4.7.1.3 PH

El pH se determinó utilizando las tiras de pH-metro de escala 1 a 14. (Anexo fotos 2 y 5)

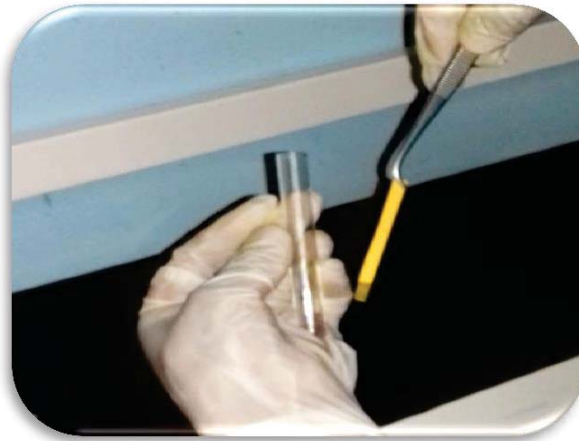


Foto 09. Muestra de semen en evaluación de pH.

3.4.7.2 EVALUACIONES MICROSCÓPICAS

3.4.7.2.1 CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA

Para la evaluación de la concentración espermática se procedió a colocar una pequeña fracción de semen (5 μ l) sobre una lámina portaobjetos, previamente calentado a 37°C y se cubrió con el cubre objetos a la misma temperatura. Luego se observó en un enfoque de 10X en el equipo ISAS, que está equipada con una platina térmica. (Anexo foto 8)

El procedimiento se realizó de la siguiente manera:

- a) Se colocó 5 μ l de muestra de semen con la ayuda de un micro pipeta graduada en un portaobjeto previamente calentado en la platina.
- b) Luego se cubrió con el cubreobjeto, cuidadosamente para evitar formar burbujas de aire.
- c) La captura de imágenes se hizo usando el lente 10X, se captura el número necesario de imágenes luego se contaron aproximadamente 1000 células espermáticas. Se debe de realizar un análisis de mínimo de 200 células, con diferencias menores al 10%. Luego se determinó el número de espermatozoides por ml y se expresó en millones por ml.

3.4.7.2.2 MOTILIDAD TOTAL

La motilidad total se evaluó usando el módulo de motilidad del Integrated Semen Analysis System (ISAS). El semen colectado fue diluido con la base TRIS el cual fue previamente calentado a temperatura corporal de 37°C. Luego se homogenizó, el volumen del dilutor TRIS dependió de la concentración espermática de cada colecta.

Se ha trabajado con el módulo de motilidad del sistema ISAS con una configuración de 25 fotos por segundo, el sistema ha discriminado a 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.



Foto 10. Evaluación de motilidad total espermática de semen del cuy en el equipo ISAS.

3.4.7.2.3 VITALIDAD

El análisis de vitalidad espermática se realizó inmediatamente después de la colección de semen para evitar la muerte de las células espermáticas. Por lo cual se utilizó un kit de vitalidad espermática (eosina y nigrosina). Se siguió el siguiente procedimiento:

- a) Primero se hizo la respectiva rotulación de cada una de los portaobjetos con el número de arete, fecha y número de colecta del cuy. Eso para evitar confusión y repetir en el momento de la evaluación. Luego se colocó sobre la platina caliente a 37°C. (Anexo foto 12)
- b) La muestra de semen se diluyó a una concentración de 15 - 20 millones por ml. Se depositó 5 µl del semen diluida en un portaobjetos, se añadió 5 µl de reactivo A (eosina) y 5 µl de reactivo B (nigrosina), todo esto se homogeniza.
- c) Luego se hace el frotis y se deja secar durante 5 a 15 minutos a temperatura ambiental. (Anexo foto 8)
- d) Cuando la muestra (frotis) ya estaba seca y coloreada se observó en el microscopio Motic Plus imagen 2.0 a un objetivo de 40X. Se evaluó no menos de 100 espermatozoides por muestra. (Anexo fotos 18 y 22)
- e) La clasificación de los espermatozoides se hizo según la pigmentación que presentaban. (Anexo foto 14)
 - ❖ color blanco (vivos)
 - ❖ color rojo (muertos).

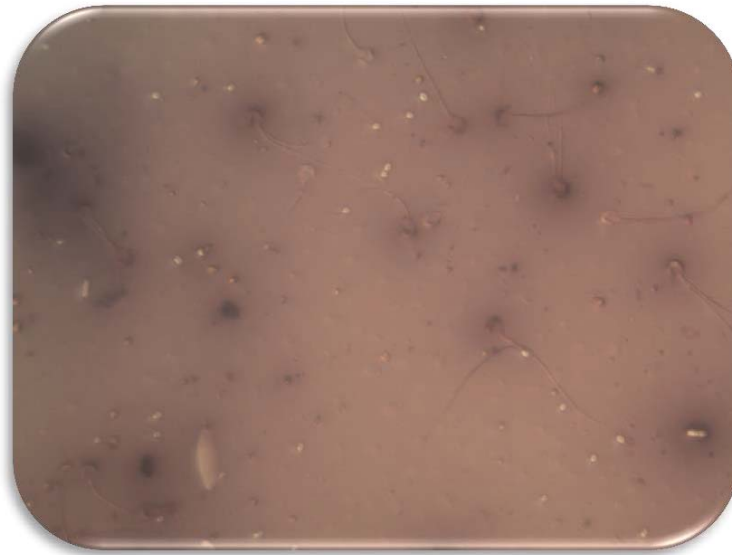


Foto 11. Análisis de vitalidad espermática de la muestra de la colecta, espermatozoides de color rojo (muertos) y espermatozoides de color blanco (vivos)

3.4.7.2.4 MORFOMETRÍA

Para la evaluación de las características morfométricas se utilizó la 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) (Anexo foto 21) cuando las muestras (frotis) preparadas ya estaban secos listos para la lectura se usó el microscopio Motic Plus imagen 2.0 la cual posee un módulo que permite hacer todas las medidas requeridas de modo manual. Por lo tanto todo el proceso de evaluación se realizó en dos etapas:

1. Preparación de frotis y tención.
 - a) La muestra de semen debe ser diluida a una concentración de 15 - 20 millones por ml. Eso es para obtener un frotis delgados.
 - b) Se hizo la respectiva rotulación de cada una de los portaobjetos con el número de arete, fecha y número de colecta del cuy, eso para evitar confusión y repeticiones en el momento de la evaluación.

- c) Se depositó 5 µl del semen diluida en un portaobjetos rotulado con los datos del cuy y luego se hizo la frotis para dejar secar por un lapso de 5 minutos en temperatura ambiente. No debe resecarse demasiado la frotis.
- d) **Primera fijación (solución fijadora):** pasado los 5 minutos de secado se sumergió la frotis en la solución fijadora por 5 minutos.
- e) Luego la frotis fijada se mantuvo verticales sobre un papel secante, para dejar escurrir el exceso de la solución fijadora y se completó el secado encima de la platina caliente durante 15 minutos.
- f) Luego se hizo el lavado de la frotis en agua bidestilada 6 veces por segundo.
- g) **Segunda fijación (solución A):** se sumergió el frotis en la solución "A" por 2 minutos.
- h) Luego se hizo el lavado en agua bidestilada 6 veces por segundo.
- i) **Tercera fijación (solución B):** se sumergió el frotis en la solución "B" por 2 minutos.
- j) Luego se hizo el lavado en agua bidestilada 6 veces por segundo.
- k) **Cuarta fijación (solución C):** se sumergió el frotis en la solución "C" por 2 minutos.
- l) Luego se hizo el lavado en agua bidestilada 6 veces por segundo y se hizo secar por 30 minutos para eso se mantuvo verticales sobre un papel secante para dejar escurrir y secar rápido. (Anexo foto 7)

2. Captura y mediciones de las imágenes.

Para la lectura y evaluación de las frotices se usó el microscopio MotiC Plus imagen 2.0. Entonces las imágenes fueron tomados con un objetivo de 100x / 1.25 mm de aceite de inmersión de contraste de fase negativo.

Se tomaron mayor a 50 fotos por muestra de los cuales de escogió al azar 40 espermatozoides para realizar las mediciones. (Anexo foto 16)

Se hizo las mediciones de largo, ancho, área, perímetro de la cabeza del espermatozoide, también área, perímetro del acrosoma, finalmente el largo de la pieza intermedia y la cola.

Luego con las medidas de largo, ancho, área y perímetro se halló las otras características de la cabeza como la elipticidad, rugosidad, regularidad y elongación.

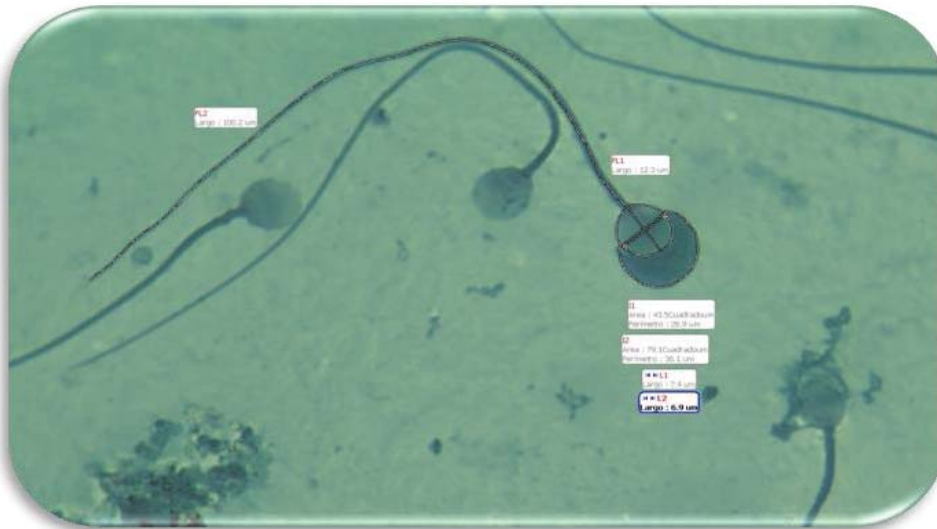


Foto 12. Evaluación morfométrica de la muestra de semen del cuy en equipo Motic Plus Imagen 2.0 (BA310).

3.4.7.2.5 MORFOLÓGIA

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 de la frotices para morfometria. Cuando las muestras preparadas (frotices) ya estaban listas para la captura de las imágenes se usó el microscopio Motic Plus imagen 2.0 luego se hizo el conteo y

la respectiva clasificación según a la clase de esperma que pertenece según el reporte de un artículo científico de Kim *et al.*, 2001. Según el autor, los espermatozoides de cuy presentan 4 clases según el proceso liberación del proteína acrosomal (exocitosis). De las imágenes capturadas se tomó no menos de 35 fotos al azar y se hizo el conteo no menos de 200 espermatozoides por colecta y no menos de 1000 espermatozoides por animal. (Anexo foto 17) Finalmente con los números del conteo se convirtió en porcentaje para saber qué porcentaje de espermatozoides según la clase.

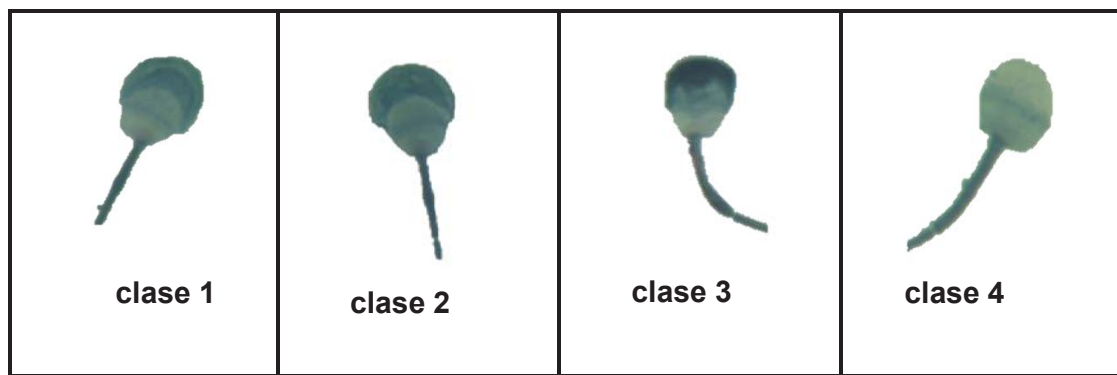


Imagen 2. Clasificación de la muestra de semen según la clase de espermatozoides.

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

a) Para las características macroscópicas (Volumen, pH y color) y microscópicas (concentración, motilidad total y vitalidad), del espermatozoide de cuy.

Se realizó con el test de Shapiro-Wilk para determinar la distribución normal (normalidad) de los datos, de todas las variables se aplicó la estadística descriptiva con el procedimiento Univariate del SAS v 9.0 se determinó el promedio, desviación estándar y coeficiente de variabilidad. El volumen, motilidad total y vitalidad que mostraban distribución normal fueron analizados con un DCA, y la comparación de medias se hizo con la prueba de Duncan. El pH y concentración, se analizaron con el test de Kruskal – Wallis.

b) Para características morfológicas de la cabeza y acrosoma.

Se realizó con el test de Shapiro-Wilk para determinar la distribución normal (normalidad) de los datos, de todas las variables. Se aplicó la estadística descriptiva con el procedimiento Univariate del SAS v 9.0 se determinó el promedio, desviación estándar y coeficiente de variabilidad. Todas las clases de espermatozoides (1, 2, 3 y 4) mostraban distribución normal y se analizaron con un arreglo factorial. Las pruebas de medias se evaluaron con la prueba de Duncan, el modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + Cuy_i + Col_j + Clase_k + (Cuy \times Clas)_{ik} + e_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable respuesta.

μ = Media poblacional o constante común.

Cuy_i = Efecto cuy.

Col_j = Efecto de colecta de semen.

Clase_k = Efecto de clase de espermatozoide

(Cuy x Clas)_{ik} = Efecto de interacción del cuy y clase.

eijk = Error experimental.

d) Para los parámetros morfométricos del largo, ancho, área, perímetro, elipticidad, elongación, rugosidad y regularidad de la cabeza. Área y perímetro del acrosoma. El largo de la pieza intermedia y la cola.

Se realizó con el test de Kolmogorov - Smirnov para determinar la distribución normal (normalidad) de los datos, de todas las variables. Se aplicó la estadística descriptiva con el procedimiento Univariate del SAS v 9.0 se determinó el promedio, desviación estándar y coeficiente de variabilidad. Todas las variables morfométricas no presentaban distribución normal y fueron transformadas por su raíz cuadrada, tras lo cual se analizaron con un arreglo factorial. Las pruebas de medias se evaluaron con la prueba de Duncan, el modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + Cuy_i + Col_j + Clase_k + (Cuy \times Clas)_{ik} + e_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable respuesta.

μ = Media poblacional o constante común.

Cuy_i = Efecto cuy.

Col_j = Efecto de colecta de semen.

Clase_k = Efecto de clase de espermatozoide

(Cuy x Clas)_{ik} = Efecto de interacción del cuy y clase.

eijk = Error experimental.

Todas las pruebas estadísticas fueron realizadas usando el SAS v 9.0 y las pruebas de medias se hicieron con el test de Duncan ($\alpha=0.05$).

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS Y MICROSCÓPICAS DE SEMEN DEL CUY COLECTADO POR ELECTROEYACULACIÓN

4.1.1 CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS

4.1.1.1 VOLUMEN SEMINAL

El promedio de volumen del semen colectado de los 5 cuyes colectados por el método de Electroeyaculación se muestra en la siguiente tabla 12. No se hallaron diferencias significativas entre los cuyes ($p>0.05$). Tampoco se encontraron diferencias significativas entre colectas ($p>0.05$) (Anexo 02).

Tabla 12. Volumen seminal en cuyes colectado por el método de electroeyaculación.

Cuy n°	N de colecta	Media (ml)	± D.S (ml)	C.V (%)	Max(ml)	Min(ml)
3	5	0.38 a	0.13	34.31	0.50	0.20
4	4	0.33 a	0.03	8.88	0.35	0.30
6	5	0.44 a	0.16	35.39	0.70	0.30
8	3	0.30 a	0.09	28.87	0.40	0.25
12	5	0.41 a	0.14	33.66	0.58	0.20
Promedio		0.38	0.12	32.08	0.70	0.20

Letras iguales muestran diferencias no significativas ($p>0.05$)

En esta tabla 12 se muestra el promedio del volumen seminal de los cuyes colectados por el método de electroeyaculación es de 0.38 ml. El volumen máximo de 0.70 ml y el mínimo de 0.20 ml el resultado obtenido en este estudio es muy similar al resultado reportado por Aragón (2019) de 0.39 ml, el resultado similar se debería por la misma metodología de evaluación (EE) sin embargo es inferior comparado con el resultado encontrado por Freund (1969) quien reportó

0.5 ml, en el que utilizó un electroeyaculador de 12 voltios, un transductor de 4-6 cm de profundidad, se aplicaron 25 voltios, 1000 ciclos de corriente alterna con un control automático de 3 segundos de estimulación por 12 segundos de descanso. Por otro lado también es inferior al resultado encontrado por Durrant (1984) quien reportó 0.7 ml, también por el mismo método de colección. Pero comparando con el resultado obtenido por Pinduisaca (2018) es superior que obtuvo 0.22 ml utilizando un transductor con 3 polos, con una profundidad de 5cm, una frecuencia de 60 ppm y 8 voltios con un tiempo de descanso de 4 segundos.

Las diferencias se deberían a la frecuencia, protocolo de colección de semen y la profundidad de inserción del transductor.

4.1.1.2 PH

El promedio pH del semen colectado por el método de electroeyaculación se muestra en el siguiente tabla 13. No se hallaron diferencias significativas entre los cuyes ($p > 0.05$) tampoco se encontraron diferencias significativas entre colectas ($p > 0.05$). (Anexo 04).

Tabla 13. PH seminal en cuyes colectados por electroeyaculación.

Cuy n°	N de colecta	Media	± D.S	C.V (%)	Max.	Min.
3	5	6.90	0.42	6.06	7.50	6.50
4	4	7.00	0.58	8.25	7.50	6.50
6	5	7.10	0.42	5.89	7.50	6.50
8	3	7.33	0.29	3.94	7.50	7.00
12	5	7.00	0.35	5.05	7.50	6.50
Promedio		7.05	0.41	5.76	7.50	6.50

En esta tabla 13 se muestra el promedio del pH seminal de los cuyes colectados por el método de electroeyaculación fue 7.05 teniendo como pH máximo de 7.50 y pH mínimo de 6.50. El promedio es superior en mínima diferencia con los resultados encontrados por Arencibia (2009) quien reportó 7.4 de pH, la diferencia se debería a la metodología de medir el pH, en el presente estudio se midió con tiras de pH y el otro autor con un equipo PH-metro.

4.1.1.3 COLOR SEMINAL

La tabla 14 se muestran los resultados encontrados del color seminal de cuyes colectados por electroeyaculación el color predominante fue de blanco lechoso en 14 (64 %) eyaculados y blanco semilechoso en 8 (36 %) eyaculados, evaluados en 22 eyaculados en total.

Tabla 14. Color seminal en cuyes colectados por el método de electroeyaculación.

Método de colecta	Color	N	%	Total
EE	Blanco lechoso	14	64	100
EE	Blanco semilechoso	8	36	100

En el presente estudio los colores de semen encontrados son similares a los resultados obtenidos por Aragón (2019) que reporta el color predominante es blanco lechoso, también colectado por el método del EE. También son similares a los reportes de Durrant (1984) evaluado por el método de EE. Mise (2014) y Looor (2015) los dos últimos por el método extirpación de epidídimo (post mortem). En todo los casos con variantes de color blanquecino, blanco lechoso y blanco semilechoso.

4.1.2 CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS

4.1.2.1 CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA

El promedio de la concentración espermática de semen colectado por el método de electroeyaculación se muestra en la siguiente tabla 15. No se hallaron diferencias significativas entre los cuyes ($p>0.05$). Tampoco se encontraron diferencias significativas entre colectas ($p>0.05$). (Anexo 06).

Tabla 15. Concentración espermática de cuyes colectada por el método de electroeyaculación.

Cuy n°	N de colecta	Media (10 ⁶ /ml)	± D.S (10 ⁶ /ml)	C.V (%)	Max (10 ⁶ /ml)	Min (10 ⁶ /ml)
3	5	13.01	4.74	36.43	17.74	5.15
4	4	20.83	7.37	35.38	28.21	10.61
6	5	15.21	2.64	17.36	18.28	12.26
8	3	26.77	28.98	108.23	59.78	5.53
12	5	16.59	3.32	20.00	20.08	12.64
Promedio		17.62	10.77	61.12	59.78	5.15

En el presente estudio el promedio de la concentración espermática en cuyes colectados por el método de electroeyaculación es de 17.62 millones/ml, con una concentración máxima de 59.78 millones/ml y la concentración mínima de 5.15 millones/ml. Analizando el promedio del resultado obtenido es muy similar al resultado reportado por Aragón (2019) de 21.33 millones/ml. Sin embargo es inferior al resultado reportado por Yucra (2013) de 823.30 millones/ml, Mise (2014) de 258.60 millones/ml, Loor (2015) reportó 256.80 millones/ml y finalmente Unchupaico *et al.*, (2006) reportó 36.80 millones/ml. Todos anteriormente mencionado son colectados mediante post mortem, también es inferior al

reportado por Freund (1969) de 41.78 millones/ml colectado por EE y reportado por Tapia y Tello (2016) de 78.90 millones /ml colectado por el método de extirpación de epidídimo. Por otro lado es superior a los resultados reportados por Pinduisaca (2018) de 11.02 millones /ml también colectado por el método de electroeyaculación.

Las diferencias entre los resultados obtenidos probablemente se deben por los métodos de colección, la metodología de evaluación y equipos de medición que se usaron en cada uno de los estudios. Por ejemplo Mise (2014) y loor (2015) usaron la cámara de Neubauer y los resultados similares se debe por la mismo equipo y metodología de evaluación. Por otro lado la gran diferencia entre los resultados obtenidos específicamente de Yucra (2013) de 823.30 millones/ml, se debería por el método de colección, ya que a través de este método se recupera la totalidad del semen, cabe señalar de las tres regiones del epidídimo (cabeza, cuerpo y cola), a comparación con el método de EE, Solo lo que se recupera con el estímulo.

4.1.2.2 MOTILIDAD TOTAL ESPERMÁTICA

En la tabla 16 se muestra la motilidad total de las células espermáticas del cuy colectadas por el método de electroeyaculación. No se hallaron diferencias significativas entre los cuyes ($p > 0.05$) tampoco se encontraron diferencias significativas entre colectas ($p > 0.05$). (Anexo 08)

Tabla 16. Motilidad total espermática de cuyes colectados por el método de electroeyaculación

Cuy n°	N de colecta	Media (%)	± D.S (%)	C.V (%)	Max (%)	Min (%)
3	5	60.42 a	16.90	27.97	87.02	39.89
4	4	66.69 a	15.33	22.99	84.26	53.67
6	5	75.27 a	17.10	22.71	88.80	52.11
8	3	72.03 a	2.68	3.72	74.08	69.00
12	5	73.09 a	5.56	7.61	79.58	66.66
Promedio		69.40	13.54	19.51	88.80	39.89

Letras iguales muestran diferencias no significativas ($p > 0.05$)

En esta tabla 16 se muestra el promedio de la motilidad total colectado por el método de electroeyaculación es de 69.40 %, con una motilidad total máxima de 88.80 % y motilidad total mínima de 39.89 %. Comparando el promedio del resultado obtenido es similar al reporte por Aragón (2019) que reportó 72.15 % colectado por el método de EE, también superior a lo reportado por Freund (1969) que reportó 66.00% colectados por EE. También es superior al resultado obtenido por Unchupaico *et al.*, (2006) de 42.27 % colectado por post mortem, Tapia y Tello (2016) que reportaron 46.00 % colectado por el método de extirpación del epidídimo. Por otro lado el resultado obtenido es inferior comparado con el reporte de Mise (2014) reportó 73.00 % el cual colectado por el método post mortem, también utilizó un diluyente Andromed que es diferente a lo utilizado en el presente estudio. Finalmente también es inferior al reporte de Looor (2015) de 73.50% colectado por el método de extirpación del epidídimo, utilizó otro tipo de diluyente (concentrado en polvo y agua destilada) y la metodología de evaluación fue diferente. La similitud de los resultados se debe que se utilizó el

mismo equipo en el proceso de evaluación y método de colecta, sin embargo las diferencias se debe al uso de diferente diluyente, método de colección y la metodología de evaluación.

4.1.2.3 VITALIDAD ESPERMATICA

En la tabla 17 se muestra la vitalidad espermática de cuyes colectados por el método de electroeyaculación. Se hallaron diferencias significativas entre los cuyes ($p < 0.05$). También se encontraron diferencias significativas entre colectas ($p < 0.05$). En las colectas de los cuyes 4, 6, 8 y 12 había mayor porcentaje de espermatozoides vivos a comparación con el cuy 3 era inferior. (Anexo 10)

Tabla 17. Porcentaje de espermatozoides vivos en el semen de cuy colectados por el método de electroeyaculación.

Cuy n°	N de colecta	Media (%)	± D.S (%)	C.V (%)	Max (%)	Min (%)
3	5	66.02 b	6.95	10.53	72.78	55.88
4	4	69.92 a	4.03	5.76	75.30	65.66
6	5	76.67 a	9.48	12.37	86.58	63.54
8	3	72.84 a	12.43	17.07	86.96	63.55
12	5	77.33 a	3.78	4.89	81.33	71.11
Promedio		72.65	8.19	11.27	86.96	55.88

Letras distintas muestran diferencias significativas ($p < 0.05$)

En esta tabla 17 se muestran el promedio de espermatozoides vivos de 72.65 %. Con un porcentaje máximo de 86.96 % y mínimo de 55.88 % de espermatozoides vivos. Comparando el promedio con otros reportes es superior al resultado obtenido por Yucra (2013) quien reportó 58.27 %, Tapia y Tello (2016) que reportaron 36.6 % pero con la diferencia que ambos reportes

mencionados fueron evaluados espermatozoides colectadas por el método post mortem. Por otro lado es inferior comparado con el reporte de Mise (2014) que fue de 93.00 % colectado por extirpación del epidídimo. Los resultados hallados por Llor (2015) fue de 86.70 % colectados el método de post mortem y los resultados obtenidos por Aragón (2019) es ligeramente inferior quien reporta 74.80 % también colectado por el método de Electroeyaculación. La similitud de los resultados se debería al uso del mismo equipo de evaluación, metodología y método de colecta sin embargo las diferencias se debería al diferente uso de reactivos y método de colección.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE SEMEN DEL CUY COLECTADO POR ELECTROEYACULACIÓN

Se ha clasificado en 4 clases de espermatozoides por la forma de la cabeza y acrosoma de los espermatozoides. Para los cuales se evaluaron 6325 espermatozoides de cuy colectado por el método de electroeyaculación, los resultados se muestran en las siguientes tablas.

4.1.3 Morfología general del espermatozoide

Se evaluó un total de 88 eyaculados colectados por el método de electroeyaculación, los cuales fueron clasificados por la forma de la cabeza y la acrosoma establecidos que son los siguientes; clase 1, clase 2, clase 3 y clase 4.

En la tabla 18 se muestra el resultado de la evaluación morfológica de los espermatozoides de los 5 cuyes colectados por el método de electroeyaculación.

Se hallaron diferencias significativas entre clases ($p < 0.05$) siendo superior la clase 2 de la clase 1, 4 y finalmente de la clase 3. No se hallaron diferencias significativas entre cuyes ($p > 0.05$). (Anexo 15)

Tabla 18. Evaluación morfológica del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.

Clase de spz	N	Media (%)	± D.S	CV (%)	Max (%)	Min (%)
1	22	28.25 b	0.80	2.84	32.60	25.80
2	22	41.78 a	1.00	2.39	47.40	34.50
3	22	8.37 d	0.92	10.99	15.60	4.50
4	22	21.60 c	1.55	7.17	26.90	14.10

Letras distintas muestran diferencias significativas ($p < 0.05$)

4.1.4 Morfología del espermatozoide de clase 1

En la tabla 19 se muestra el promedio de la clasificación morfológica del espermatozoide de clase 1 colectadas por el método de electroeyaculación. No se hallaron diferencias significativa entre los cuyes ($p > 0.05$).

Tabla 19. Evaluación morfológica de clase 1 del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.

Cuy n°	N de colecta	Media (%)	± D.S	CV (%)	Max (%)	Min (%)
3	5	27.86 a	0.73	2.62	28.30	27.10
4	4	29.40 a	0.72	2.45	32.60	27.30
6	5	26.84 a	2.24	8.35	28.20	25.80
8	3	28.43 a	2.15	7.56	28.90	27.60
12	5	28.74 a	2.17	7.55	30.80	26.70
Promedio		28.25	0.80	2.84	32.60	25.80

Letras iguales muestran diferencias no significativas ($p > 0.05$)

En esta tabla 19 se muestran los resultados obtenidos en este estudio teniendo como promedio 28.25 % de los espermatozoides son de clase 1 con un máximo de 32.60 % y mínimo de 25.80 %.

4.1.5 Morfología del espermatozoide de clase 2

En la tabla 20 se muestra la media de la clasificación morfológico del espermatozoide de clase 2 colectadas por el método de electroeyaculación. Si se hallaron una ligera diferencias significativas entre los cuyes ($p < 0.05$). Siendo el cuy 6 con una ligera diferencia inferior a los demás cuyes.

Tabla 20. Evaluación morfológica de clase 2 del espermatozoide del cuy colectado por el método de electroeyaculación.

Cuy n°	N de colecta	Media (%)	± D.S	CV (%)	Max (%)	Min (%)
3	5	44.20 a	2.03	4.58	47.40	42.40
4	4	39.73 a	3.97	9.99	44.10	34.50
6	5	38.40 b	3.97	10.35	41.00	35.80
8	3	43.87 a	3.95	9.00	45.70	41.20
12	5	42.70 a	4.69	10.99	45.30	40.70
Promedio		41.78	1.00	2.39	47.40	34.50

Letras distintas muestran diferencias significativas ($p < 0.05$)

En este tabla 20 se muestran los resultados obtenidos en este estudio teniendo como promedio 41.78 % de los espermatozoides son de clase 2 con un máximo de 47.40 % y mínimo de 34.50 %.

4.1.6 Morfología del espermatozoide de clase 3

En la tabla 21 se muestra el promedio de la clasificación morfológico del espermatozoide de clase 3 colectadas por el método de electroeyaculación. Si se hallaron diferencias significativas entre los cuyes ($p < 0.05$). Siendo los cuyes 4 y el cuy 6 son superiores a los demás cuyes.

Tabla 21. Evaluación morfológica de clase 3 del espermatozoide del cuy colectado por el método de electroeyaculación.

cuy	N de colecta	Media (%)	± D.S	CV (%)	Max (%)	Min (%)
3	5	7.92 b	1.89	23.91	9.90	5.60
4	4	11.68 a	3.98	34.11	15.60	9.30
6	5	10.02 a	3.96	39.56	11.20	7.70
8	3	6.07 c	4.09	67.44	6.60	5.00
12	5	6.16 c	3.40	55.25	7.80	4.50
Promedio		8.37	0.92	10.99	15.60	4.50

Letras distintas muestran diferencias significativas ($p < 0.05$)

En esta tabla 21 se muestran los resultados obtenidos en este estudio teniendo como promedio 8.37 % de los espermatozoides son de clase 3 con un máximo de 15.60 % y mínimo de 4.50 %.

4.1.7 Morfología del espermatozoide de clase 4

En la tabla 22 se muestra la media de la clasificación morfológica del espermatozoide de clase 4 colectadas por el método de electroeyaculación. No se hallaron diferencias significativas entre los cuyes ($p > 0.05$). Pero si se hallaron un ligera diferencias entre los cuyes ($p < 0.05$). Siendo el cuy 4 con ligera diferencia inferior a los demás cuyes.

Tabla 22. Evaluación morfológica de clase 4 del espermatozoide del cuy colectado por el método de electroeyaculación.

cuy	N de colecta	Media (%)	± D.S	CV (%)	Max (%)	Min (%)
3	5	20.00 a	1.39	6.96	21.90	18.10
4	4	19.23 b	1.39	7.21	26.90	14.10
6	5	24.74 a	2.97	12.00	26.80	23.20
8	3	21.67 a	3.22	14.86	24.70	19.90
12	5	22.38 a	5.13	22.91	24.80	19.20
Promedio		21.60	1.55	7.17	26.90	14.10

Letras distintas muestran diferencias significativas ($p < 0.05$)

En esta tabla 22 se muestran los resultados obtenidos en este estudio teniendo como promedio 21.60 % de los espermatozoides son de clase 4 con un máximo de 26.90 % y mínimo de 14.10 %.

3.2 CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE ESPERMATOZOIDE DEL CUY COLECTADO POR ELECTROEYACULACIÓN

3.2.1 Largo de la cabeza del espermatozoide de cuy

En la tabla 23 se muestra el promedio del largo de la cabeza del espermatozoide de cuy colectados por el método de electroeyaculación. Se ha encontrado diferencias significativas ($p < 0.05$) para el largo de la cabeza de los espermatozoides de cuy, siendo los espermatozoides de clase 4 superiores a los demás clases de espermatozoides. (Anexo 17)

Tabla 23. Evaluación morfométrica del largo de la cabeza del espermatozoide del cuy colectado por el método de electroeyaculación.

Clase de spz	N	Media (μm)	\pm D.S	CV (%)	Max (μm)	Min (μm)
1	203	7.40 b	0.31	4.24	8.20	6.60
2	590	7.44 b	0.29	3.92	8.30	8.30
3	67	7.24 c	0.26	3.56	7.80	6.80
4	165	7.62 a	0.19	2.49	7.90	7.20
Promedio		7.45	0.29	3.94	8.30	6.60

Letras distintas muestran diferencias significativas ($p < 0.05$)

En el presente estudio el promedio del largo de la cabeza del espermatozoide de cuyes colectados por el método de electroeyaculación fue de 7.45 μm , con largo máxima de 8.30 μm y largo mínima de 6.60 μm . Analizando el promedio, el resultado obtenido es similar al reporte de Gallardo *et al.*, (2002) de 7.5 μm y por Yucra (2013) de 7.58 μm ambos colectado por el método post mortem sin

embargo es inferior al resultado obtenido por Loor (2015) de 8.81 μm , colectado por el método post mortem y analizado en cámara Neubauer.

Las diferencias de los resultados se deberían al método de colección, la metodología y equipo empleado en la evaluación morfométrica.

3.2.2 Ancho de la cabeza del espermatozoide de cuy

En la tabla 24 se muestra el promedio del ancho de la cabeza del espermatozoide de cuy colectados por el método de electroeyaculación. Se ha encontrado diferencias significativas ($p < 0.05$) para el ancho de la cabeza de los espermatozoides de cuy, siendo los espermatozoides de clase 3 inferior a los demás clases de espermatozoides. (Anexo 19)

Tabla 24. Evaluación morfométrica del ancho de la cabeza del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación

Clase de spz	N	Media (μm)	\pm D.S	CV (%)	Max (μm)	Min (μm)
1	203	6.54 a	0.26	3.97	7.10	5.80
2	590	6.57 a	0.25	3.87	7.40	5.80
3	67	6.36 b	0.23	3.66	7.00	6.00
4	165	6.57 a	0.21	3.15	7.10	6.10
Promedio		6.55	0.25	3.84	7.40	5.80

Letras distintas muestran diferencias significativas ($p < 0.05$)

En el presente estudio el promedio del ancho de la cabeza del espermatozoide de cuyes colectados por el método de electroeyaculación es de 6.55 μm con un ancho máxima de 7.40 μm y ancho mínima de 5.80 μm . Analizando el promedio del resultado obtenido es similar al reporte de Gallardo *et al.*, (2002) de 6.6 μm y reportado por Yucra (2013) 6.58 μm ambos colectados por el método post mortem sin embargo es inferior al resultado obtenido por Loor (2015) de 7.41 μm colectado por el método post mortem y analizado en cámara Neubauer.

Las diferencias de con los resultados se deberían al método de colección, la metodología y equipo empleado en la evaluación morfométrica.

3.2.3 Área de la cabeza del espermatozoide de cuy

En la tabla 25 se muestra el promedio del área de la cabeza del espermatozoide de cuy colectados por el método de electroeyaculación. Se ha encontrado diferencias significativas ($p < 0.05$) para la área de la cabeza de los espermatozoides de cuy, siendo los espermatozoides de clase 4 superior a los demás clases de espermatozoides. (Anexo 21)

Tabla 25. Evaluación morfométrica del área de la cabeza del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.

Clase de spz	N	Media (μm^2)	\pm D.S	CV (%)	Max (μm^2)	Min (μm^2)
1	203	42.41 b	3.08	7.26	50.10	33.90
2	590	42.85 b	3.03	7.06	53.40	34.60
3	67	42.33 b	3.39	8.01	49.00	34.00
4	165	44.64 a	2.16	4.84	48.80	39.20
Promedio		43.02	3.03	7.04	53.40	33.90

Letras distintas muestran diferencias significativas ($p < 0.05$)

En el presente estudio el promedio del área de la cabeza del espermatozoide de cuyes colectados por el método de electroeyaculación es de $43.02 \mu\text{m}^2$, con una área máxima de $53.40 \mu\text{m}^2$ y área mínima de $33.90 \mu\text{m}^2$. Analizando el promedio el resultado obtenido es superior al resultado obtenido por Yucra (2013) de $39.15 \mu\text{m}^2$ colectado por el método post mortem.

La diferencia del resultado se debería al método de colección, la metodología y equipo empleado en la evaluación morfométrica.

3.2.4 Perímetro de la cabeza del espermatozoide de cuy

En la tabla 26 se muestra el promedio del perímetro de la cabeza del espermatozoide de cuy colectados por el método de electroeyaculación. Se ha encontrado diferencias significativas ($p < 0.05$) para el perímetro de la cabeza de los espermatozoides de cuy, siendo los espermatozoides de clase 1 y clase 2 son superiores a los demás clases de espermatozoides. (Anexo 23)

Tabla 26. Evaluación morfométrica del perímetro de la cabeza del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.

Clase de spz	N	Media (μm)	\pm D.S	CV (%)	Max (μm)	Min (μm)
1	203	26.55 a	1.02	3.83	29.30	23.70
2	590	26.74 a	0.99	3.72	30.00	23.70
3	67	25.50 c	1.25	4.91	28.40	23.50
4	165	26.33 b	1.06	4.03	28.90	23.60
Promedio		26.56	1.07	4.04	30.00	23.50

Letras distintas muestran diferencias significativas ($p < 0.05$)

En el presente estudio el promedio del perímetro de la cabeza del espermatozoide de cuyes colectados por el método de electroeyaculación es de 26.56 μm , con un perímetro máxima de 30.00 μm y perímetro mínima de 23.50 μm . Analizando el promedio el resultado obtenido es inferior al resultado obtenido por Yucra (2013) de 28.20 μm colectado por el método post mortem.

La diferencia del resultado se debería al método de colección, la metodología y equipo empleado en la evaluación morfométrica.

3.2.5 Elipticidad de la cabeza del espermatozoide de cuy

En la tabla 27 se muestra el promedio de la elipticidad de la cabeza del espermatozoide de cuy colectados por el método de electroeyaculación. Se ha encontrado diferencias significativas ($p < 0.05$) para la elipticidad de la cabeza de

los espermatozoides de cuy, siendo el espermatozoide de clase 4 superior a los demás clases de espermatozoides. (Anexo 25)

Tabla 27. Evaluación morfométrica de la elipticidad de la cabeza del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.

Clase de spz	N	Media	± D.S	CV (%)	Max	Min
1	203	1.13 b	0.04	3.24	1.25	1.09
2	590	1.13 b	0.04	3.34	1.28	1.09
3	67	1.14 b	0.02	2.18	1.18	1.09
4	165	1.16 a	0.02	1.79	1.23	1.09
Promedio		1.14	0.04	3.15	1.28	1.09

Letras distintas muestran diferencias significativas ($p < 0.05$)

En el presente estudio el promedio de la elipticidad de la cabeza del espermatozoide de cuyes colectados por el método de electroeyaculación es de 1.14, con una elipticidad máxima de 1.28 y elipticidad mínima de 1.09. Analizando el promedio, el resultado obtenido es inferior al resultado obtenido por Yucra (2013) de 1.154 colectado por el método post mortem.

La diferencia del resultado se debería a la metodología y equipo empleada en la evaluación morfométrica.

3.2.6 Rugosidad de la cabeza del espermatozoide de cuy

En la tabla 28 se muestra el promedio de la rugosidad de la cabeza del espermatozoide de cuy colectados por el método de electroeyaculación. Se ha encontrado diferencias significativas ($p < 0.05$) para la rugosidad de la cabeza de los espermatozoides de cuy, siendo el espermatozoide de clase 3 superior a los demás clases de espermatozoides. (Anexo 27)

Tabla 28. Evaluación morfométrica de Rugosidad de la cabeza del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.

Clase de spz	N	Media	± D.S	CV (%)	Max	Min
1	203	0.76 c	0.02	2.65	0.81	0.70
2	590	0.75 c	0.02	2.90	0.91	0.62
3	67	0.82 a	0.06	7.03	0.97	0.74
4	165	0.81 b	0.04	4.93	0.94	0.71
Promedio		0.77	0.04	4.96	0.97	0.62

Letras distintas muestran diferencias significativas ($p < 0.05$)

En el presente estudio el promedio de la rugosidad de la cabeza del espermatozoide de cuyes colectados por el método de electroeyaculación es de 0.77, con una rugosidad máxima de 0.97 y rugosidad mínima de 0.62. Analizando el promedio, el resultado obtenido es superior al resultado obtenido por Yucra (2013) de 0.628 colectado por el método post mortem.

La diferencia del resultado se debería a la metodología y equipo empleada en la evaluación morfométrica.

3.2.7 Elongación de la cabeza del espermatozoide de cuy

En la tabla 29 se muestra el promedio de la elongación de la cabeza del espermatozoide de cuy colectados por el método de electroeyaculación. Se ha encontrado diferencias significativas ($p < 0.05$) para la elongación de la cabeza de los espermatozoides de cuy, siendo el esperma de clase 4 superior a los demás clases de espermatozoides. (Anexo 29)

Tabla 29. Evaluación morfométrica de la elongación de la cabeza del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.

Clase de spz	N	Media	± D.S	CV (%)	Max	Min
1	203	0.06 b	0.02	27.68	0.11	0.04
2	590	0.06 b	0.02	27.39	0.12	0.04
3	67	0.06 b	0.01	17.16	0.08	0.04
4	165	0.07 a	0.01	13.25	0.10	0.04
Promedio		0.06	0.02	25.49	0.12	0.04

Letras distintas muestran diferencias significativas ($p < 0.05$)

En el presente estudio el promedio del elongación de la cabeza del espermatozoide de cuyes colectados por el método de electroeyaculación es de 0.06, con una elongación máxima de 0.12 y elongación mínima de 0.04. Analizando el promedio, el resultado obtenido es inferior al resultado obtenido por Yucra (2013) 0.071 μm colectado por el método post mortem.

La ligera diferencia del resultado se debería a la metodología y equipo empleada en la evaluación morfométrica.

3.2.8 Regularidad de la cabeza del espermatozoide de cuy

En la tabla 30 se muestra el promedio de la regularidad de la cabeza del espermatozoide de cuy colectados por el método de electroeyaculación. Se ha encontrado diferencias significativas ($p < 0.05$) para la regularidad de la cabeza de los espermatozoides de cuy, siendo las espermatozoides de clase 1 y clase 2 son superiores a los demás clases de espermatozoides. (Anexo 31)

Tabla 30. Evaluación morfométrica de la regularidad de la cabeza del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.

Clase de spz	N	Media	± D.S	CV (%)	Max	Min
1	203	0.90 a	0.04	3.94	0.99	0.78
2	590	0.90 a	0.03	3.88	0.99	0.75
3	67	0.86 c	0.04	4.39	0.97	0.71
4	165	0.88 b	0.03	3.39	0.99	0.79
Promedio		0.89	0.04	4.04	0.99	0.71

Letras distintas muestran diferencias significativas ($p < 0.05$)

En el presente estudio el promedio de la regularidad de la cabeza del espermatozoide de cuyes colectados por el método de electroeyaculación es de 0.89, con una regularidad máxima de 0.99 y regularidad mínima de 0.71. Analizando el promedio, el resultado obtenido es inferior al resultado obtenido por Yucra (2013) 1.00 colectado por el método post mortem.

La diferencia del resultado se debería a la metodología y equipo empleada en la evaluación morfométrica y el método de colección.

3.2.9 Área del acrosoma del espermatozoide de cuy

En la tabla 31 se muestra el promedio del área de la acrosoma del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación. Se ha encontrado diferencias significativas ($p < 0.05$) para la área de la acrosoma de los espermatozoides de cuy, siendo la esperma de clase 2 superior a los demás clases de espermatozoides. (Anexo 33)

Tabla 31. Evaluación morfométrica del área de la acrosoma del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.

Clase de spz	N	Media (μm^2)	\pm D.S	CV (%)	Max (μm^2)	Min (μm^2)
1	203	60.78 b	4.89	8.04	74.80	46.10
2	590	69.83 a	5.80	8.30	86.90	19.00
3	67	50.39 c	4.73	9.39	59.60	42.00
Promedio		66.18	8.12	12.27	86.90	19.00

Letras distintas muestran diferencias significativas ($p < 0.05$)

En el presente estudio el promedio del área de la acrosoma del espermatozoide de cuyes colectados por el método de electroeyaculación es de $66.18 \mu\text{m}^2$, con una área máxima de $86.90 \mu\text{m}^2$ y área mínima de $19.00 \mu\text{m}^2$.

3.2.10 Perímetro del acrosoma del espermatozoide de cuy

En la tabla 32 se muestra el promedio del perímetro de la acrosoma del espermatozoide de cuy colectados por el método de electroeyaculación. Se ha encontrado diferencias significativas ($p < 0.05$) para el perímetro del acrosoma de los espermatozoides de cuy, siendo la esperma de clase 2 superior a los demás clases de espermatozoides. (Anexo 35)

Tabla 32. Evaluación morfométrica del perímetro de la acrosoma del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.

Clase de spz	N	Media (μm)	\pm D.S	CV (%)	Max (μm)	Min (μm)
1	203	31.91 b	1.23	3.87	35.60	27.60
2	590	34.06 a	1.55	4.55	45.20	24.60
3	67	29.22 c	1.78	6.09	32.60	24.50
Promedio		33.17	2.09	6.31	45.20	24.50

Letras distintas muestran diferencias significativas ($p < 0.05$)

En el presente estudio el promedio del perímetro de la acrosoma del espermatozoide de cuyes colectados por el método de electroeyaculación es de

33.17 μm , con un perímetro máxima de 45.20 μm y perímetro mínima de 24.50 μm .

3.2.11 Largo de la pieza intermedia del espermatozoide de cuy

En la tabla 33 se muestra el promedio del largo de la pieza intermedia del espermatozoide de cuy colectados por el método de electroeyaculación. Se ha encontrado diferencias significativas ($p < 0.05$) para el largo de la pieza intermedia de los espermatozoides de cuy, siendo la esperma de clase 2 superior a los demás clases de espermatozoides. (Anexo 37)

Tabla 33. Evaluación morfométrica del largo de la pieza intermedia del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.

Clase de spz	N	Media (μm)	\pm D.S	CV (%)	Max (μm)	Min (μm)
1	203	11.95 b	0.70	5.83	14.40	10.20
2	590	12.11 a	0.73	6.02	14.30	10.10
3	67	11.74 c	0.65	5.52	12.70	10.50
4	165	11.91 b	0.54	4.57	12.75	10.60
Promedio		12.02	0.70	5.82	14.40	10.10

Letras distintas muestran diferencias significativas ($p < 0.05$)

En el presente estudio el promedio del largo de la pieza intermedia del espermatozoide de cuyes colectados por el método de electroeyaculación es de 12.02 μm , con un largo máxima de 14.40 μm y largo mínima de 10.10 μm . Analizando el promedio, el resultado obtenido es superior al resultado encontrado por Loor (2015) de 9.31 μm colectado por el método post mortem.

La diferencia del resultado se debería a la metodología y equipo empleada en la evaluación morfométrica y el método de colección.

3.2.12 Largo de la cola del espermatozoide de cuy

En la tabla 34 se muestra el promedio del largo de la cola del espermatozoide de cuy colectados por el método de electroeyaculación. Se ha encontrado diferencias significativas ($p < 0.05$) para el largo de cola de los espermatozoides de cuy, siendo la esperma de clase 1 superior a los demás clases de espermatozoides. (Anexo 39)

Tabla 34. Evaluación morfométrica del largo de la cola del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.

Clase de spz	N	Media (μm)	\pm D.S	CV (%)	Max (μm)	Min (μm)
1	203	92.89 a	3.77	4.06	103.30	82.80
2	590	93.42 b	4.07	4.35	109.60	79.70
3	67	90.75 c	3.61	3.98	96.70	79.90
4	165	92.30 b	3.52	3.81	98.60	80.50
Promedio		92.96	3.96	4.26	109.60	79.70

Letras distintas muestran diferencias significativas ($p < 0.05$)

En el presente estudio el promedio del largo de la cola del espermatozoide de cuy colectados por el método de electroeyaculación es de 92.96 μm , con un largo máxima de 109.60 μm y largo mínima de 79.70 μm . Analizando el promedio, el resultado obtenido es similares a los reportes por Gallardo *et al.*, (2002) de 92.3 μm colectado por el método post mortem y es superior a lo reportado por Loor (2015) de 84.41 μm colectado por el método post mortem. Sin embargo es inferior al resultado obtenido por Aliaga *et al.*, (2009) de 108.3 μm colectado por el método post mortem.

La similitud y las diferencias de los resultados se deberían al método de colección, la metodología y equipo empleado en la evaluación morfométrica.

3.2.13 Morfométrica general del espermatozoide.

Se hizo la evaluación morfométrica de las células espermáticas de un total de 1025 espermatozoides de cuy colectado por el método de electroeyaculación. Los resultados se muestran en la siguiente tabla de resumen.

Tabla 35. Evaluación general de los parámetros morfométricos del espermatozoide de cuy colectado por el método de electroeyaculación.

Variabes	N	Media	± D.S	CV (%)	Max.	Min.
Largo cabeza (μm)	1025	7.45	0.29	3.94	8.30	6.60
Ancho cabeza (μm)	1025	6.55	0.25	3.84	7.40	5.80
Área cabeza (μm^2)	1025	43.02	3.03	7.04	53.40	33.90
Perímetro cabeza (μm)	1025	26.56	1.07	4.04	30.00	23.50
Elipticidad cabeza	1025	1.14	0.04	3.15	1.28	1.09
Rugosidad cabeza	1025	0.77	0.04	4.96	0.97	0.62
Elongación cabeza	1025	0.06	0.02	25.49	0.12	0.04
Regularidad cabeza	1025	0.89	0.04	4.04	0.99	0.71
Área acrosoma (μm^2)	860	66.18	8.12	12.27	86.90	19.00
Perímetro acrosoma (μm)	860	33.17	2.09	6.31	45.20	24.50
Largo de cuello (μm)	1025	12.02	0.70	5.82	14.40	10.10
Largo cola (μm)	1025	92.96	3.96	4.26	109.60	79.70

Elaboración propia

CAPITULO V

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este presente trabajo de investigación se concluye:

1. En la evaluación de las características macroscópicas del semen de cuy tipo 1, se encontró un volumen de 0.38 ml; color predominante blanco lechoso (64%) y un pH de 7.05, Las características microscópicas fueron: concentración de 17.62×10^6 espermatozoides/ml, motilidad total de 69.40%, y la vitalidad fue de 72.65%.
2. En la evaluación morfológica del espermatozoide del cuy, se halló que existe mayor porcentaje los espermatozoides de clase 2 con un 41.78%, seguido de la clase 1 de 28.25 %, luego clase 4 de 21.60 % y clase 3 de 8.37 %.
3. En las evaluaciones de los parámetros morfométricos del espermatozoide de cuy, se encontró: Largo (7.45 μm), ancho (6.55 μm), área (43.02 μm^2), perímetro (26.56 μm), elipticidad (1.14), rugosidad (0.77), elongación (0.06), y regularidad (0.89) de la cabeza del espermatozoide. Se halló el área (66.18 μm^2) y perímetro (33.17 μm) del acrosoma en espermatozoides de clase 1, 2 y 3. También se determinó, el largo de la pieza intermedia (12.02 μm) y largo de la cola (92.96 μm) del espermatozoide de cuy.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

- 1.- Se recomienda realizar trabajos complementarios a este estudio, donde se determine todas las características microscópicas en el semen fresco y crio preservado de cuy.
- 2.- Se recomienda realizar trabajo similar utilizando los demás tipos de cuyes para ver si hay diferencia en la fisiología espermática.
- 3.- Se recomienda realizar trabajos similares en esta especie animal aplicando este método de electroeyaculación tomando en cuenta la frecuencia de colección de semen por semana para ver si hay una mayor diferencia en el volumen y concentración en las colectas o provocar malestar en los animales en evaluación.

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFÍA

- 4 **Afzelius, B. (1959).** Electron Microscopy of the sperm tail. *Journal of Biophysical and Biochemical. Cytology* (5) pag. 269-278. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2224653/pdf/269.pdf>.
- 5 **Alba, R. (1990).** Maduración sexual del cuy doméstico macho (*Cavia porcellus*). Tesis lic. En Biología, Facultad de Ciencias y Tecnología. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba-Bolivia.
- 6 **Aliaga, L., Moncayo, R., Rico, E., & Caycedo, A. (2009).** Producción de cuyes. Universidad Católica. pág. 10-280. Lima-Perú.
- 7 **Anakwe, O. O., Sharma, S., Hoff, H. B., Hardy, D. M., & Gerton, G. L. (1991).** Maturation of guinea pig sperm in the epididymis involves the modification of proacrosin oligosaccharide side chains. *Mol Reprod Dev*, 29(3) pag. 294-301.
- 8 **Angelino, O. J. (2009).** *Manual de Evaluación de Semen en Bovinos.* [En línea] 07 de 2009. [Citado el: 03 de 01 de 2017.]. Obtenido de <http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/147/1/JOSe%20NICOLaS%20ANGELINO%20OLIVERA.pdf>
- 9 **Aragón Cruz, 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, Facultad de Ciencias Agrarias. Zootecnia. Cusco-Perú.

- 10 Arencibia, F. (2009).** Consideraciones prácticas acerca de la calidad de semen. REDVET. En *Revista electrónica de veterinaria*.10(8) (págs. 1-18).
- 11 Barrios, D., & Diego, R. (2002).** *Evaluación de la calidad y capacidad fecundante de espermatozoides de la cola del epidídimo de toro colección post mortem. Ciencias Veterinarias, 1-14.*
- 12 Calamera, J. (1977).** El espermiograma: Parámetros de fertilidad. Texto Editorial History. Buenos Aires-Argentina.
- 13 Chauca, L. (1997).** Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Instituto Nacional de Investigación Agraria- FAO. Perú:FAO. Lima-Perú.
- 14 Dirección Regional de Agricultura Cusco.(DRAC). (2015).** Obtenido de <http://www.dracusco.gob.pe/estadistica-pecuaria>.
- 15 Durrant, B. S. (1984).** Semen Collection Evaluation and Cryopreservation in Exotic Animal Species. En *Journal, Maximizing Reproductive Potential* 32(1) (págs. 2-10).
- 16 Fawcett, D. (1963).** *Change in the acrosome of guinea pig spermatozoa during passage through the epididymis. Zeitschrift für Zellforschung and mikroskopische Anatomie (2), pag. 276-292.*
- 17 Fawcett, D. (1965).** *The anatomy of the mammalian spermatozoon with particular reference to the Guinea pig. Zeitschrift Fur Zeitschrift für Zellforschung Und Mikroskopische Anatomie, (67), pag. 3.*
- 18 Fernandez, M., Estesó, M., Montoro, V., Soler, A., & Garde, J. (2006).** *Cryopreservation of Iberian red deer (Cervus elaphus hispanicus) epididymal spermatozoa. Effects of egg yolk, glycerol and cooling rate. Theriogenology, (8), pag. 1931-1942.*

- 19 Franca, R., Russell, D., Regadera, J., & Martinez, G. (1998).** *The testis of domestic animals. Male reproduction: A multidisciplinary overview.* pág 197-219. Churchill Livingstone Madrid-España.
- 20 Freud, M. (1969).** Interrelationships among the characteristics of guinea pig semen collected by electro-ejaculation. *J. Reprod. Fert*(19), pag. 393-403.
- 21 Fuquay, H., Joe, B., & Jhon, W. (2003).** *Reproducción Animal Aplicada.* El Manual Moderno de S.A de C.V,2003.
- 22 Gallardo, M., Mondaca, F., Ojada, R., Kohler, N., & Garrido, O. (2002).** Morphological diversity in the sperms of caviomorph rodents. *Mastozoología Neotropical.* (9), pag. 159-170.
- 23 Gomez, C. (2013).** *Evaluación de la Efectividad de un electroeyaculador experimental comparado a uno de marca comercial en ovinos.* Universidad Central de Ecuador. Quito-Ecuador.
- 24 Gonzalez, R. (2004).** *Cunicultura [en línea], citado 04 de 05 de 2018.* Obtenido de <http://www.uabcs.mx/maestros/descartados/mto05/reproduccion.htm>
- 25 Gonzalo, A. (2012).** *Fisiología reproductiva de los cobayos. [en línea] citado 05 de 03 de 2018.* Buenos Aires-Argentina. Obtenido de <http://dpd.fvet.uba.ar/cartelera/00007212.pdf>
- 26 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,* (39), pag. 1.
- 27 Hafez, E. (1989).** Reproducción e Inseminación en animales. Editorial Internacional. México.

- 28 Hafez, E. E. (2000).** *Reproducción e Inseminación Artificial en Animales.* Editorial Interamericana. México.
- 29 Harkness, J. E., Murray, K. A., & Wagner, J. E. (2002).** *Biology and Diseases of Guinea Pigs. Laboratory Animal Medicine (second edi).* Elsevier Inc. Obtenido de <http://www.doi.org/10.1016/B978-0-12-263951-7.50009-0>
- 30 Holting, G. (1995).** Analisis del Rendimiento de un ciclo reproductivo de cuyes nativos Bolivianos provenientes de diferentes localidades. Memorias XII Reunión Nacional de la Asociación Boliviana de Producción Animal. Cochabamba-Bolivia.
- 31 INEI. Estadísticas Municipales . (2012).** *Registro Nacional de Municipalidades ley N° 27563.* Lima.
- 32 Kim, K.-S., A. Foster, J., & L. Gerton, G. (2001).** Differential Release of Guinea Pig Sperm Acrosomal Components During Exocytosis. *Biology of Reproduction (64), pag.148-156.*
- 33 Loor, A. I. (2015).** Caracterización morfológica del espermatozoide del cobayo (*Cavia porcellus*) en el Canton Latacunga. Tesis Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga-Ecuador.
- 34 Marquant, B., Guienne, L., & De Alaimeda, M. (1986).** *Role of Guinea Pig sperm Autoantigens in Capacitation and the Acrosome Reaction.*(77), pag. 337-345. France-Paris.
- 35 Matamoros, Y. (1981).** *Anatomía e histología del sistema reproductor del tepezcuinte (Cuniculus paca).* *Revista de Biología Tropical,(29), pag. 155-164.* Obtenido de <http://www.ots.ac.cr/rbt/attachments/volumes/vol29-1/16-Matamoros-Tepezcuintle.pdf>

- 36 Mellisho, E. (2010).** *Manual de laboratorio de reproducción animal.* Universidad Agraria la Molina. Lima.
- 37 Meza, A., Huanca, N., Aragón, S., & Cucho, H. (2018).** *Protocolo de la colección de semen de cuy domestico (Cavia porcellus) por el método de electroeyaculación.* SPERNOVA, 8 (1), pág. 95-118.
- 38 Mise, N. (2014).** Evaluación de la crioconservación del semen de cobayo (Cavia porcellus). Tesis, Médico Veterinario. Carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga-Ecuador.
- 39 Montoya, A. (2009).** Espermatograma. En *Medicina & Laboratorio: Programa de Educación Médica Continua Certificada, (15), pag. 3-4.*
- 40 Muño, R. (2008).** Evaluación de la motilidad y vitalidad del semen bovino mediante el uso de sistemas casa y citometria de flujo. Identificación de subpoblaciones espermaticas. Tesis, Grado de Doctor. Universidad de Santiago de Compostela. Facultad de Veterinaria del Departamento de Patología Animal.
- 41 Municipalidad distrital de Marangani. (14 de Diciembre de 2018).** Obtenido de maranganinmc.blogspot.com/2016/03/marangani-histori-el-distrito-fue.html?m=1).
- 42 Ortiz, N. (2000).** *Estudio de las características espermáticas y de la criopreservacion en espermatozoides epididimarios de ciervo ibérico obtenidos postmortem.* Universidad de Castilla. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=s1YjmV1nkmEC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f>

- 43 Pérez, M. (2004).** *Manual de crianza de Animales.* Obtenido de http://www.muniite.gob.pe/wedproyectos_GDS/proyecto_nutricion/media/boletin/filebole-15-491d059b3f.pdf
- 44 Pinduisaca, F. (2018).** Colecta y evaluación de semen de cuyes (*Cavia porcellus*) extraído por la técnica de electroeyaculación en el centro Experimental Uyumbicho. Tesis, Médico Veterinario. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnica. Quito-Ecuador.
- 45 Quillahuaman, V. (2015).** *Aparato Reproductor en los cuyes.* José María Mariategui. Obtenido de <http://documentos.tips/documents/aparato-reproductor-de-cuyes-de-hembra-y-macho.html>
- 46 Schimming, B., Domeniconi, R., Panhoza, M., Tse, H., & Orsi, A. (2012).** *Morfologia do epididimo de cobaio (Cavia porcellus) em diferentes fases do desenvolvimento pos-natal.* *Braz. J. Vet. Anim.,* pag. 307-317. Brazil.
- 47 Shomer, N., Holcombe, H., & Harkness, J. (2015).** *Biology and Diseases of Guinea Pigs.* Laboratory Animal Medicine (Tirh Edition). (6), pág. 247-283.
- 48 Souza, T. (2009).** *Tesis Magister Scientiae, Universidad Federal de Vicosa.* Vicosa-Brasil.
- 49 Sumar, J., Novoa, C., & Enrique, F. (1968).** Contribución al conocimiento de la vida reproductiva de los roedores peruanos. Universidad Mayor de San Marcos, Estación del Centro de Investigaciones IVITA.
- 50 Tapia, A., & Tello, J. (2016).** Evaluación Cualitativa-cuantitativa de espermatozoide de la cola del epididimo de cuyes (*Cavia porcellus*) criollos y mejorados en dos edades reproductivas. Tesis, Médico Veterinario Zootecnista Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agrarias. Cuenca-Ecuador.

- 51 Unchupaico, I., Alponete, A., & Barrera, S. (2011).** Assessing sperm in the guinea pig, *Cavia porcellus*. Charles River laboratories, Horsham.PA. USA. *Reproductive Toxicology*. (32), pag. 164-179.
- 52 Varea, M., Bastir, M., & Roldan, E. (2013).** *Geometric Morphometrics of Rodent sperm Head Shape*. Obtenido de <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0031409>
- 53 Vicente, J. S., & Viudes de Castro, M. (2000).** *Manejo reproductivo en el conejo*. Obtenido de <http://home.utad.p/apez/APEZNorte/2000/cunicultura/S4.htm>
- 54 Xicohtencatl, P., Barrera, S., Orozco, T., Sigfredo, T., & Roberto, M. (2013).** *Analysis of the parameters of the ejaculate in the laboratory Wistar rat: technical description*. *Abanico Veterinario*, 3(2), pag. 36-43.
- 55 Yucra, A. (2013).** Características microscópicas del semen y morfometría del espermatozoide del cuy doméstico (*Cavia porcellus*) y silvestre (*Cavia tschudii*). Tesis, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias Agrarias. Cusco-Perú.

ANEXOS

ANEXO DE TABLAS

Anexo 01. Test de normalidad para el volumen de semen de cuy colectado por Electroeyaculación.

Variantes	Valor	Variantes	Valor
N	22	Sumar pesos	22
Media	0.37863636	Observ suma	8.33
Desviación std	0.12147096	Varianza	0.01475519
Asimetría	0.81919881	Curtosis	1.04312199
SC no corregida	3.4639	SC corregida	0.30985909
Coef. Variación	32.0811666	Media error std	0.0258977

Test para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.944697	Pr < W	0.2471
Kolmogorov-Smirnov	D	0.157469	Pr > D	>0.1500
Cramer-von Mises	W-Sq	0.063707	Pr > W-Sq	>0.2500
Anderson-Darling	A-Sq	0.404262	Pr > A-Sq	>0.2500

Anexo 02. ANVA para el volumen de semen de cuy colectado por el método de Electroeyaculación.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Cuy	4	0.05263909	0.01315977	0.96	0.4594
Colecta	4	0.07983708	0.01995927	1.46	0.2695
Error	13	0.17738292	0.01364484		
Total corregido	21	0.30985909			

CV= 30.850 %

R-cuadrado= 0.427

Anexo 03. Test de normalidad para el pH del semen del cuy colectado por el método de Electroeyaculación.

Variantes	Valor	Variantes	Valor
N	22	Sumar pesos	22
Media	7.04545455	Observ suma	155
Desviación std	0.40558866	Varianza	0.16450216
Asimetría	-0.175184	Curtosis	-1.4368038
SC no corregida	1095.5	SC corregida	3.45454545
Coef. Variación	5.75674233	Media error std	0.08647179

Test para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.802605	Pr < W	0.0005
Kolmogorov-Smirnov	D	0.23243	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	0.247265	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	1.695942	Pr > A-Sq	<0.0050

Anexo 04. ANVA para el pH del semen del cuy colectado por el método de electroeyaculación.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Cuy	4	0.3878788	0.0969697	0.58	0.6842
Colecta	4	0.8833333	0.2208333	1.31	0.3156
Error	13	2.1833333	0.1679487		
Total corregido	21	3.4545455			

CV= 5.817 R-cuadrado= 0.368

Anexo 05. Test de normalidad para la concentración espermática del semen del cuy colectado por el método de Electroeyaculación.

Variantes	Valor	Variantes	Valor
N	22	Sumar pesos	22
Media	17.6236364	Observ suma	387.72
Desviación std	10.7724112	Varianza	116.044843
Asimetría	3.00117642	Curtosis	11.6933093
SC no corregida	9269.978	SC corregida	2436.94171
Coef. Variación	61.1247928	Media error std	2.29668579

Test para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.684978	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.236827	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	0.349037	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	2.059459	Pr > A-Sq	<0.0050

Anexo 06. ANVA para la concentración espermática del semen de cuy colectado por el método de Electroeyaculador.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Cuy	4	693.291379	173.322845	1.73	0.2037
Colecta	4	1851.278797	462.819699	4.61	0.0154
Error	13	1303.724483	100.286499		
Total corregido	21	3848.294659			

CV= 14.43013

R-cuadrado= 0.661220

Anexo 07. Test de normalidad para la motilidad total del semen de cuy colectado por el método de Electroeyaculación.

Variantes	Valor	Variantes	Valor
N	22	Sumar pesos	22
Media	69.3986364	Observ suma	1526.77
Desviación std	13.5370649	Varianza	183.252127
Asimetría	-0.2996152	Curtosis	-0.6430662
SC no corregida	109804.051	SC corregida	3848.29466
Coef. Variación	19.5062405	Media error std	2.88611194

Test para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.956712	Pr < W	0.4258
Kolmogorov-Smirnov	D	0.093016	Pr > D	>0.1500
Cramer-von Mises	W-Sq	0.03795	Pr > W-Sq	>0.2500
Anderson-Darling	A-Sq	0.296787	Pr > A-Sq	>0.2500

Anexo 08. ANVA para la motilidad total del semen de cuy colectado por el método de electroeyaculación.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Cuy	4	87.475379	21.868845	2.17	0.1302
Colecta	4	22.159667	5.5399167	0.55	0.7034
Error	13	131.2745	10.098039		
Total corregido	21	240.90955			

CV= 14.64090

R-Cuadrado= 0.455088

Anexo 09. Test de normalidad de la vitalidad espermática del semen de cuy colectado por el método de electroeyaculación.

Variantes	Valor	Variantes	Valor
N	22	Sumar pesos	22
Media	72.6504545	Observ suma	1598.31
Desviación std	8.18733603	Varianza	67.0324712
Asimetría	0.07843339	Curtosis	-0.4376997
SC no corregida	117525.63	SC corregida	1407.6819
Coef. Variación	11.2694904	Media error std	1.74554591

Test para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.974181	Pr < W	0.8053
Kolmogorov-Smirnov	D	0.087453	Pr > D	>0.1500
Cramer-von Mises	W-Sq	0.023747	Pr > W-Sq	>0.2500
Anderson-Darling	A-Sq	0.197795	Pr > A-Sq	>0.2500

Anexo 10. ANVA para la vitalidad espermática del semen de cuy colectado por el método de electroeyaculación.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Cuy	4	439.9624688	109.9906172	2.65	0.0816
Colecta	4	427.3243217	106.8310804	2.57	0.0877
Error	13	540.395105	41.568854		
Total corregido	21	1407.681895			

CV = 8.874537

R-Cuadrado = 0.616110

Anexo 11 Test de normalidad de los espermatozoides de clase 1

Variantes	Valor	Variantes	Valor
N	22	Sumar pesos	22
Media	28.1863636	Observ suma	620.1
Desviación std	1.54374173	Varianza	2.3831385
Asimetría	1.08713496	Curtosis	2.1063103
SC no corregida	17528.41	SC corregida	50.045909
Coef. Variación	5.47690986	Media error std	0.3291268

Test para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.934032	Pr < W	0.1489
Kolmogorov-Smirnov	D	0.140123	Pr > D	>0.1500
Cramer-von Mises	W-Sq	0.061719	Pr > W-Sq	>0.2500
Anderson-Darling	A-Sq	0.436421	Pr > A-Sq	>0.2500

Anexo 12. Test de normalidad de los espermatozoides de clase 2

Variantes	Valor	Variantes	Valor
N	22	Sumar pesos	22
Media	41.6818182	Observ suma	917
Desviación std	3.42687368	Varianza	11.743463
Asimetría	-0.5204157	Curtosis	-0.47276
SC no corregida	38468.84	SC corregida	246.61273
Coef. Variación	8.22150719	Media error std	0.7306119

Test para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.957611	Pr < W	0.4426
Kolmogorov-Smirnov	D	0.123434	Pr > D	>0.1500
Cramer-von Mises	W-Sq	0.067357	Pr > W-Sq	>0.2500
Anderson-Darling	A-Sq	0.398896	Pr > A-Sq	>0.2500

Anexo 13. Test de normalidad de los espermatozoides de clase 3

Variantes	Valor	Variantes	Valor
N	22	Sumar pesos	22
Media	8.42727273	Observ suma	185.4
Desviación std	2.70364513	Varianza	7.309697
Asimetría	0.74549	Curtosis	0.6670654
SC no corregida	1715.92	SC corregida	153.50364
Coef. Variación	32.0820889	Media error std	0.5764191

Test para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.94478	Pr < W	0.248
Kolmogorov-Smirnov	D	0.123018	Pr > D	>0.1500
Cramer-von Mises	W-Sq	0.046537	Pr > W-Sq	>0.2500
Anderson-Darling	A-Sq	0.358917	Pr > A-Sq	>0.2500

Anexo 14. Test de normalidad de los espermatozoides de clase 4

Variantes	Valor	Variantes	Valor
N	22	Sumar pesos	22
Media	21.7045455	Observ suma	477.5
Desviación std	3.38701685	Varianza	11.471883
Asimetría	-0.4415668	Curtosis	-0.170871
SC no corregida	10604.83	SC corregida	240.90955
Coef. Variación	15.6051038	Media error std	0.7221144

Test para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.94918	Pr < W	0.3042
Kolmogorov-Smirnov	D	0.12783	Pr > D	>0.1500
Cramer-von Mises	W-Sq	0.072198	Pr > W-Sq	>0.2500
Anderson-Darling	A-Sq	0.448027	Pr > A-Sq	>0.2500

Anexo 15. ANVA para la clasificación de las espermatozoides según a la clase que pertenecen (morfología)

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Clase	3	12626.92818	4208.97606	511.6	<.0001
Error	84	691.07182	8.22705		
Total corregido	87	13318			

CV= 11.47313

R-cuadrado= 0.948110

Anexo 16. Test de normalidad para el largo de la cabeza del espermatozoide de cuy

Momentos			
N	1025	Sumar pesos	1025
Media	7.44712195	Observ suma	7633.3
Desviación std	0.29367354	Varianza	0.08624415
Asimetría	-0.0969228	Curtosis	-0.3346212
SC no corregida	56934.43	SC corregida	88.3140098
Coef. Variación	3.94345017	Media error std	0.00917282

Test para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.986971	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.078212	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	0.989127	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	5.557316	Pr > A-Sq	<0.0050

Anexo 17. ANVA para el largo de la cabeza del espermatozoide del cuy.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Cuy	4	1.6024468	0.4006117	5.19	0.0004
Colecta	4	0.59757	0.1493925	1.94	0.1023
Clase	3	7.8268079	2.608936	33.81	<.0001
Cuy x Clase	12	1.0494928	0.0874577	1.13	0.3285
Error	1001	77.237692	0.0771605		
Total corregido	1024	88.31401			

CV= 3.730003

R-cuadrado= 0.125420

Anexo 18. Test de normalidad para el ancho de la cabeza del espermatozoide de cuy.

Momentos			
N	1025	Sumar pesos	1025
Media	6.55107317	Observ suma	6714.85
Desviación std	0.25157477	Varianza	0.06328986
Asimetría	-0.0168477	Curtosis	-0.1114397
SC no corregida	44054.2825	SC corregida	64.8088195
Coef. Variación	3.84020693	Media error std	0.00785788

Test para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.984295	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.085019	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	1.310993	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	7.143871	Pr > A-Sq	<0.0050

Anexo 19. ANVA para el ancho de la cabeza del espermatozoide de cuy

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Cuy	4	0.4071905	0.1017976	1.7	0.148
Colecta	4	0.416885	0.1042213	1.74	0.1391
Clase	3	2.6301284	0.8767095	14.63	<.0001
Cuy x Clase	12	1.378565	0.1148804	1.92	0.0289
Error	1001	59.976051	0.0599161		
Total corregido	1024	64.80882			

CV=3.736452

R-cuadrado= 0.074570

Anexo 20. Test de normalidad para el área de la cabeza del espermatozoide de cuy

Momentos			
N	1025	Sumar pesos	1025
Media	43.0177561	Observ suma	44093.2
Desviación std	3.02763909	Varianza	9.16659848
Asimetría	-0.0655631	Curtosis	-0.034839
SC no corregida	1906177.12	SC corregida	9386.59684
Coef. Variación	7.03811488	Media error std	0.09456756

Test para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.997926	Pr < W	0.2353
Kolmogorov-Smirnov	D	0.031102	Pr > D	0.0173
Cramer-von Mises	W-Sq	0.081716	Pr > W-Sq	0.2044
Anderson-Darling	A-Sq	0.556006	Pr > A-Sq	0.1550

Anexo 21. ANVA para el área de la cabeza del espermatozoide del cuy.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
CUY	4	78.971156	19.742789	2.32	0.0552
COL	4	70.934445	17.733611	2.08	0.0808
CLAS	3	555.47236	185.15745	21.76	<.0001
CUY*CLAS	12	164.38303	13.698586	1.61	0.0831
Error	1001	8516.8358	8.508328		
Total corregido	1024	9386.5968			

CV= 6.780697

R-cuadrado= 0.092660

Anexo 22. Test de normalidad para el perímetro de la cabeza del espermatozoide.

Momentos			
N	1025	Sumar pesos	1025
Media	26.5576585	Observ suma	27221.6
Desviación std	1.07391041	Varianza	1.15328357
Asimetría	-0.1748016	Curtosis	0.23154935
SC no corregida	724122.92	SC corregida	1180.96238
Coef. Variación	4.04369388	Media error std	0.03354333

Test para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.994225	Pr < W	0.0006
Kolmogorov-Smirnov	D	0.051398	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	0.252994	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	1.522148	Pr > A-Sq	<0.0050

Anexo 23. ANVA para el perímetro de la cabeza del espermatozoide de cuy.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
CUY	4	6.66128	1.66532	1.59	0.1759
COL	4	8.9349256	2.2337314	2.13	0.0755
CLAS	3	100.60927	33.536424	31.93	<.0001
CUY*CLAS	12	13.427884	1.1189904	1.07	0.3862
Error	1001	1051.329	1.050279		
Total corregido	1024	1180.9624			

CV=3.858891

R- cuadrado=0.109769

Anexo 24. Test de normalidad para la elipticidad de la cabeza del espermatozoide de cuy.

Momentos			
N	1025	Sumar pesos	1025
Media	1.13703415	Observ suma	1165.46
Desviación std	0.0358107	Varianza	0.00128241
Asimetría	0.65531804	Curtosis	0.22344943
SC no corregida	1326.481	SC corregida	1.3131838
Coef. Variación	3.14948304	Media error std	0.00111854

Test para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.941898	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.108509	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	1.758742	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	13.2742	Pr > A-Sq	<0.0050

Anexo 25. ANVA para la elipticidad de la cabeza del espermatozoide de cuy.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
CUY	4	0.0417469	0.0104367	8.94	<.0001
COL	4	0.0049577	0.0012394	1.06	0.3745
CLAS	3	0.0820759	0.0273586	23.43	<.0001
CUY*CLAS	12	0.0153544	0.0012795	1.1	0.3599
Error	1001	1.1690489	0.0011679		
Total corregido	1024	1.3131838			

CV=3.005563

R- cuadrado = 0.109760

Anexo 26. Test de normalidad para la rugosidad de la cabeza del espermatozoide de cuy.

Momentos			
N	1025	Sumar pesos	1025
Media	0.76665366	Observ suma	785.82
Desviación std	0.03802269	Varianza	0.00144572
Asimetría	1.55524617	Curtosis	3.96270559
SC no corregida	603.9322	SC corregida	1.48042205
Coef. Variación	4.95956494	Media error std	0.00118763

Test para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.874192	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.195666	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	6.99934	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	37.73802	Pr > A-Sq	<0.0050

Anexo 27. ANVA para la rugosidad de la cabeza del espermatozoide de cuy.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
CUY	4	0.0238511	0.0059628	7.64	<.0001
COL	4	0.0057743	0.0014436	1.85	0.1171
CLAS	3	0.6247863	0.2082621	266.9	<.0001
CUY*CLAS	12	0.0449351	0.0037446	4.8	<.0001
Error	1001	0.7810752	0.0007803		
Total corregido	1024	1.4804221			

CV=3.643596

R-cuadrado=0.472397

Anexo 28. Test de normalidad para la elongación de la cabeza del espermatozoide de cuy.

Momentos			
N	1025	Sumar pesos	1025
Media	0.06356098	Observ suma	65.15
Desviación std	0.01619891	Varianza	0.0002624
Asimetría	0.43740854	Curtosis	-0.1816449
SC no corregida	4.4097	SC corregida	0.26870244
Coef. Variación	25.485624	Media error std	0.00050597

Test para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.938581	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.14021	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	3.366402	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	20.67783	Pr > A-Sq	<0.0050

Anexo 29. ANVA para la elongación de la cabeza del espermatozoide de cuy.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
CUY	4	0.0096205	0.0024051	10.21	<.0001
COL	4	0.0010508	0.0002627	1.11	0.3481
CLAS	3	0.0189157	0.0063052	26.76	<.0001
CUY*CLAS	12	0.0032159	0.000268	1.14	0.3255
Error	1001	0.2358995	0.0002357		
Total corregido	1024	0.2687024			

CV=24.15215

R-cuadrado=0.122079

Anexo 30. Test de normalidad para la regularidad de la cabeza del espermatozoide de cuy.

Momentos			
N	1025	Sumar pesos	1025
Media	0.89228293	Observ suma	914.59
Desviación std	0.03601836	Varianza	0.00129732
Asimetría	-0.2417839	Curtosis	0.70827047
SC no corregida	817.4015	SC corregida	1.32845795
Coef. Variación	4.03665232	Media error std	0.00112502

Test para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.987819	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.068877	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	0.711288	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	3.707795	Pr > A-Sq	<0.0050

Anexo 31. ANVA para la regularidad de la cabeza del espermatozoide de cuy.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
CUY	4	0.0401425	0.0100356	9	<.0001
COL	4	0.0027801	0.000695	0.62	0.6459
CLAS	3	0.1274151	0.0424717	38.09	<.0001
CUY*CLAS	12	0.0420581	0.0035048	3.14	0.0002
Error	1001	1.1160622	0.001115		
Total corregido	1024	1.328458			

CV=3.742179

R-cuadrado= 0.159881

Anexo 32. Test de normalidad para el área del acrosoma del espermatozoide de cuy.

Momentos			
N	860	Sumar pesos	860
Media	66.1818953	Observ suma	56916.43
Desviación std	8.11732284	Varianza	65.8909302
Asimetría	-0.7269407	Curtosis	1.44865674
SC no corregida	3823437.52	SC corregida	56600.309
Coef. Variación	12.2651713	Media error std	0.27679841

Test para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.970946	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.061885	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	0.893674	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	5.592503	Pr > A-Sq	<0.0050

Anexo 33. ANVA para el área de acrosoma del espermatozoide de cuy.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
CUY	4	7742.9398	1935.735	79.13	<.0001
COL	4	1163.2446	290.8112	11.89	<.0001
CLAS	3	292477.89	97492.629	3985.6	<.0001
CUY*CLAS	12	1473.9772	122.8314	5.02	<.0001
Error	918	22455.374	24.4612		
Total corregido	941	325313.42			

CV=8.111379

R-cuadrado=0.930973

Anexo 34. Test de normalidad para el perímetro del acrosoma del espermatozoide de cuy.

Momentos			
N	860	Sumar pesos	860
Media	33.1724419	Observ suma	28528.3
Desviación std	2.09259932	Varianza	4.37897191
Asimetría	-0.6578346	Curtosis	2.67930453
SC no corregida	950114.91	SC corregida	3761.53687
Coef. Variación	6.30824625	Media error std	0.07135704

Test para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.953259	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.076184	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	1.327392	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	8.270514	Pr > A-Sq	<0.0050

Anexo 35. ANVA para el perímetro del acrosoma del espermatozoide de cuy.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
CUY	4	818.49431	204.62358	106.9	<.0001
COL	4	45.66868	11.41717	5.96	<.0001
CLAS	3	55007.565	18335.855	9578.86	<.0001
CUY*CLAS	12	727.59232	60.63269	31.68	<.0001
Error	918	1757.2364	1.9142		
Total corregido	941	58356.557			

CV=4.486514

R-cuadrado=0.969888

Anexo 36. Test de normalidad para el largo de la pieza intermedia del espermatozoide de cuy.

Momentos			
N	1025	Sumar pesos	1025
Media	12.0202439	Observ suma	12320.75
Desviación std	0.69908383	Varianza	0.4887182
Asimetría	0.16333306	Curtosis	0.08735206
SC no corregida	148598.868	SC corregida	500.447439
Coef. Variación	5.81588723	Media error std	0.02183571

Test para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.995435	Pr < W	0.0037
Kolmogorov-Smirnov	D	0.038172	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	0.231319	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	1.403246	Pr > A-Sq	<0.0050

Anexo 37. ANVA para el largo de la pieza intermedia del espermatozoide de cuy.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
CUY	4	15.243706	3.8109265	8.16	<.0001
COL	4	1.769384	0.442346	0.95	0.436
CLAS	3	11.082002	3.6940008	7.91	<.0001
CUY*CLAS	12	4.7424513	0.3952043	0.85	0.6027
Error	1001	467.6099	0.4671428		
Total corregido	1024	500.44744			

CV=5.686061

R-cuadrado=0.065616

Anexo 38. Test de normalidad para el largo de la cola del espermatozoide de cuy

Momentos			
N	1025	Sumar pesos	1025
Media	92.957561	Observ suma	95281.5
Desviación std	3.9557074	Varianza	15.647621
Asimetría	-0.2382079	Curtosis	0.43913195
SC no corregida	8873159.01	SC corregida	16023.1639
Coef. Variación	4.25539069	Media error std	0.12355554

Test para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.993474	Pr < W	0.0002
Kolmogorov-Smirnov	D	0.041187	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	0.203657	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	1.315861	Pr > A-Sq	<0.0050

Anexo 39. ANVA para el largo de la cola del espermatozoide de cuy.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
CUY	4	1298.7319	324.68298	24.37	<.0001
COL	4	487.59419	121.89855	9.15	<.0001
CLAS	3	382.2879	127.4293	9.56	<.0001
CUY*CLAS	12	517.58242	43.131868	3.24	0.0001
Error	1001	13336.968	13.32364		
Total corregido	1024	16023.164			

CV=3.926692

R-cuadrado=0.167645

ANEXO DE FOTOS

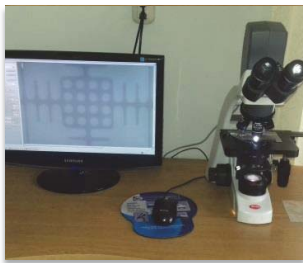


Foto 1. calibración de Motic Plus Imagen 2.0 (BA310)



Foto 2. Tiras de pH-metro



Foto 3. Componentes del dilutor TRIS



Foto 4. Materiales y reactivos para la colección de semen



Foto 5. Análisis del pH de semen del cuy



Foto 6. El frotis

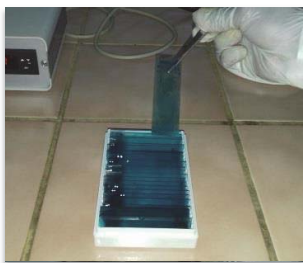


Foto 7. Frotices listos para la evaluación



Foto 8. Análisis de concentración y motilidad total espermática en ISAS



Foto 9. Temperatura promedio durante el día en el interior del galpón de los cuyes



Foto 10. Peso de los cuy tipo 1 en evaluación



Foto 11. Sujeción del cuy durante la colección de semen por EE

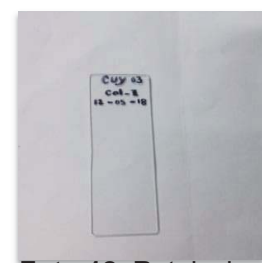


Foto 12. Rotulación del portaobjeto (n° de cuy, n° de colecta y fecha)



Foto 13. colocación de anestecico via IM (2% de xilacina y 10% de ketamina)

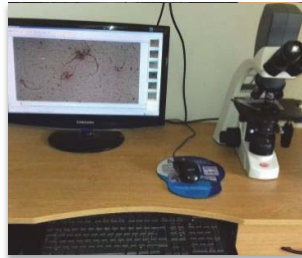


Foto 14. Evaluación de vitalidad espermatica en Motic



foto 15. equipo de ISAS para la evaluación de características microscopicas del semen.

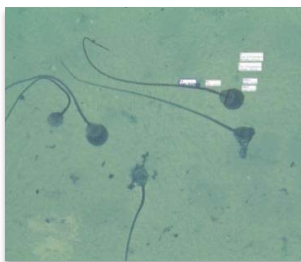


Foto 16. Morfometria del espermatozoide del cuy colectado por EE en Motic

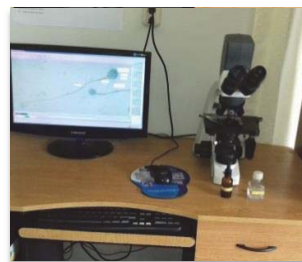


Foto 17. Equipo de MOTIC para la evaluación de características morfometricos y morfología de esperma del cuy



Foto 18. Frotices para la evaluación de vitalidad del esperma del cuy



Foto 19. Reactivos para anestesiar los cuy. (xilacina y ketamina)

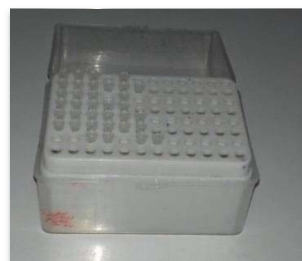


Foto 20. Tips de 0.5-10 μ l y de 10- 100 μ l



Foto 21. Reactivos de coloración-tinción spermac



Foto 22. Coloración de tinción de Eosina y Nigrosina. Para la evaluación de vitalidad espermatica



Foto 23. Colección de semen del cuy por EE.