



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

**“VALORACIÓN MICROSCÓPICA DE LA CALIDAD DEL SEMEN
DE CUY”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar por el grado académico de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR: DARÍO ALFONSO TADAY HUARACA

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

**“VALORACIÓN MICROSCÓPICA DE LA CALIDAD DEL SEMEN
DE CUY”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar por el grado académico de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR: DARÍO ALFONSO TADAY HUARACA

DIRECTOR: Ing. JULIO ENRIQUE USCA MÉNDEZ. Mgs

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Dario Alfonso Taday Huaraca

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, **DARIO ALFONSO TADAY HUARACA** declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 16 de marzo del 2022.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Dario Alfonso Taday Huaraca', enclosed within a large, loopy oval shape.

Dario Alfonso Taday Huaraca

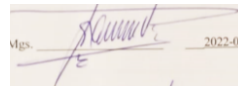
060510396-9

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

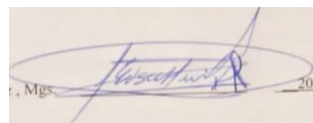
El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación: Tipo: Proyecto de Investigación, “**VALORACIÓN MICROSCÓPICA DE LA CALIDAD DEL SEMEN DE CUY**”, de responsabilidad del señor: **DARIO ALFONSO TADAY HUARACA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA



Dr. Alex Arturo Villafuerte Gavilánez, Mgs. _____ 2022-03-16
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Julio Enrique Usca Méndez , Mgs. _____ 2022-03-16
**DIRECTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**



Ing. Hermenegildo Diaz Berronez, Mgs. _____ 2022-03-16
MIEMBRO DE TRIBUNAL

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	viii
INDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1. Valoración seminal.....	3
1.1.2. <i>Procedimientos seleccionados para evaluar el semen</i>	4
1.1.3. <i>Evaluación macroscópica</i>	5
1.1.3.1. <i>Color</i>	5
1.1.3.2. <i>Aspecto</i>	5
1.1.3.3. <i>Densidad</i>	5
1.1.3.4. <i>Volumen</i>	5
1.1.3.5. <i>Viscosidad</i>	5
1.1.3.6. <i>pH</i>	6
1.1.4. Evaluación microscópica del semen	6
1.1.4.1. <i>Recuento y concentración de espermatozoides</i>	6
1.1.4.2. <i>Motilidad espermática</i>	7
1.1.4.3. <i>Motilidad masal</i>	7
1.1.4.4. <i>Motilidad Individual</i>	8
1.1.4.5. <i>Morfología espermática</i>	8
1.2. Beneficios del análisis seminal	9
1.3. Morfometría espermática	9
1.4. El cuy	10
1.5. Bondades de la crianza del cuy	10
1.6. Anatomía del aparato reproductor del cobayo macho	10
1.6.1. <i>Pene</i>	11
1.6.2. <i>Testículos</i>	12
1.6.3. <i>Epidídimo</i>	13
1.6.4. <i>Glándulas vesiculares</i>	13

1.6.5.	<i>Próstata</i>	13
1.6.6.	<i>Glándulas coagulantes</i>	13
1.6.7.	<i>Glándulas bulbo uretrales</i>	13
1.7.	Fisiología de la reproducción	14
1.7.1.	<i>Receptores periféricos</i>	14
1.7.2.	<i>Vías aferentes y eferentes</i>	14
1.7.3.	<i>Núcleos medulares</i>	14
1.8.	Espermatogénesis	15
1.9.	Espermatozoide del cuy	15
1.10.	Estructura de un espermatozoide	15
1.10.1.	<i>La cabeza</i>	15
1.10.2.	<i>La cola</i>	16
1.11.	Espermatozoides anormales	16
1.11.1.	<i>Alteraciones de cabeza</i>	17
1.11.2.	<i>Alteraciones de cola</i>	18
1.11.3.	<i>Alteraciones de pieza intermedia</i>	18
1.12.	Métodos de colección de semen	19
1.12.1.	<i>Recolección seminal post-mortem</i>	19
1.12.2.	<i>Colección de flujo retrógrado</i>	19
1.12.3.	<i>Desmenuzamiento del epidídimo</i>	20
1.12.4.	<i>Recolección seminal por electroeyaculación</i>	20

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	22
2.1.	Búsqueda de información bibliográfica	22
2.2.	Criterios de selección	22
2.3.	Sistematización de la información	24

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS DE INVESTIGACIONES Y DISCUSIÓN	25
3.1.	Valoración microscópica del semen de cuy	25
3.2.	Parámetros de las investigaciones referidas	26
3.3.	Indicadores usados en la valoración microscópica del semen de cuy	27
3.3.1.	<i>Concentración espermática</i>	27

3.3.2.	<i>Motilidad individual</i>	29
3.3.3.	<i>Motilidad masal</i>	30
3.3.4.	<i>Vitalidad</i>	32
3.3.5.	<i>Morfología espermática</i>	34
3.4.	Morfometría del espermatozoide	36
3.5.	Importancia del análisis seminal	38
	CONCLUSIONES	39
	RECOMENDACIONES	41
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Métodos para la evaluación del semen	4
Tabla 2-1:	Clasificación de la motilidad masal	7
Tabla 3-1:	Clasificación de la motilidad individual	8
Tabla 4-1:	Valoración del semen de cuy con respecto a la morfología espermática	9
Tabla 5-1:	Escala de valoración del semen de cuyes (<i>Cavia porcellus</i>)	10
Tabla 1-3:	Parámetros de las investigaciones Referidas	25
Tabla 2-3:	Concentración espermática en el semen de cuy	26
Tabla 2-3:	Motilidad individual del semen de cuy según varios autores	28
Tabla 4-3:	Motilidad masal del semen de cuy según diversos autores	29
Tabla 5-3:	Vitalidad del semen de cuy	31
Tabla 6-3:	Morfología del espermatozoide del cuy	33
Tabla 7-3:	Morfometría del espermatozoide del cuy	35

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Vista frontal del aparato reproductor de un macho cobayo (<i>Cavia porcellus</i>)	11
Figura 2-1:	Vista posterior del aparato reproductor de un cobayo macho (<i>Cavia porcellus</i>)	12
Figura 3-1:	Partes de un espermatozoide	16
Figura 4-1:	Aspecto de un espermatozoide normal y un anormal	17

INDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** INVESTIGACIONES SOBRE LA CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA DEL SEMEN DE CUY.
- ANEXO B:** INVESTIGACIONES SOBRE LA MOTILIDAD INDIVIDUAL DEL SEMEN DE CUY.
- ANEXO C:** INVESTIGACIONES SOBRE LA MOTILIDAD MASAL DEL SEMEN DE CUY.
- ANEXO D:** INVESTIGACIONES SOBRE LA VITALIDAD DEL SEMEN DE CUY.
- ANEXO E:** INVESTIGACIONES SOBRE LA MORFOLOGÍA DEL ESPERMATOZOIDE DEL CUY.
- ANEXO F:** INVESTIGACIONES SOBRE LA MORFOMETRÍA DEL ESPERMATOZOIDE DEL CUY.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo el objetivo de recopilar información concerniente a la valoración microscópica del semen del cuy (*Cavia porcellus*), para lo cual se realizó una extensa búsqueda de publicaciones de carácter científico en diferentes plataformas educativas como Scielo, Spermova, Lantindex, Austin Journal of Veterinary Science & Animal Husbandry.etc, donde se encontró que las variables de estudio comúnmente usadas en la valoración seminal son: concentración espermática (millones/ml), motilidad individual (%), motilidad masal (%), vitalidad (%), morfología normal (%)y morfometría espermática (μm), en cada variable de estudio se analizó y promedió resultados provenientes de diferentes investigaciones, la información obtenida provino de publicaciones de no más de cinco años de antigüedad y para el análisis y presentación de los resultados se empleó programas como Microsoft Word y Excel. La concentración espermática presentó un valor promedio de $105,15 \pm 21,64 \times 10^6$; motilidad individual con $62,06 \pm 2,88\%$, valorándolo como un semen de buena calidad según la literatura; la motilidad masal con $65,16 \pm 3,84\%$, presentó una motilidad enmasa aparente pero moderada; vitalidad espermática con $77,17 \pm 2,95\%$, valor calificado como optimo; la morfología espermática normal con $93,10 \pm 10\%$ y el 7,90% restante corresponde a espermatozoides con morfología anormal; en la variable morfometría espermática tenemos la longitud cefálica con $8,32 \pm 0,28 \mu\text{m}$; ancho cefálico con $7,38 \pm 0,28 \mu\text{m}$ y longitud del flagelo $89,69 \pm 2,75 \mu\text{m}$, concluyendo la valoración microscópica es un estudio conformado por diferentes variables, estas variables fueron afectadas por factores como la raza, edad, método de extracción del semen, estrés y alimentación por lo que se recomienda considerar la importancia de los factores antesmencionados al momento de llevar un estudio de valoración seminal.

Palabras claves: <CUY (*Cavia porcellus*)>, <VALORACIÓN SEMINAL>, <CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA>, <MOTILIDAD INDIVIDUAL>, <VITALIDAD ESPERMÁTICA>, <MORFOLOGÍA ESPERMÁTICA >, <MORFOMETRÍA>.



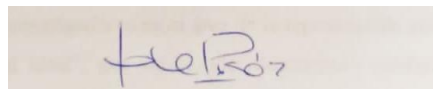
Cristian Castillo

0666-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

This work had the objective of compiling information concerning the microscopic evaluation of guinea pig (*Cavia porcellus*) semen. An extensive search of scientific publications was carried out in different educational platforms such as Scielo, Spermova, Lantindex, Austin Journal of Veterinary Science & Animal Husbandry. etc, where it was found that the study variables commonly used in seminal evaluation are: sperm concentration (millions/ml), individual motility (%), mass motility (%), vitality (%), normal morphology (%) and sperm morphometry (μm). For each study variable, results from different investigations were analyzed and averaged; the information obtained came from publications no older than five years and for the analysis and presentation of the results, programs such as Microsoft Word and Excel were used. Sperm concentration presented an average value of $105.15 \pm 21.64 \times 10^6$; individual motility with $62.06 \pm 2.88\%$, which is considered a good quality semen according to the literature; mass motility with $65.16 \pm 3.84\%$, presented an apparent but moderate mass motility; sperm vitality with $77.17 \pm 2.95\%$, a value qualified as optimal; normal sperm morphology with $93.10 \pm 10\%$ and the remaining 7.90% corresponds to spermatozoa with abnormal morphology; In the sperm morphometry variable we have the cephalic length with $8.32 \pm 0.28 \mu\text{m}$; cephalic width with $7.38 \pm 0.28 \mu\text{m}$ and flagellum length $89.69 \pm 2.75 \mu\text{m}$, concluding the microscopic evaluation is a study that include different variables, these variables were affected by factors such as race, age, semen extraction method, stress and feeding. Therefore, it is recommended to consider the importance of the above-mentioned factors when carrying out a seminal evaluation study.

Keywords: <GUINEA PIG (*Cavia porcellus*)>, <SEMINAL EVALUATION>, <SPERMATIC CONCENTRATION>, <INDIVIDUAL MOTILITY>, <SPERMATIC VITALITY>, <SPERMATIC MORPHOLOGY>, <MORPHOMETRY>.



Nombre: Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco

Fecha: 18 de abril del 2022

INTRODUCCIÓN

El cuy es una especie de las más pequeñas dentro de los cavidos, es mono gástrico, roedor y herbívoro, el cual se sabe que fue domesticado hace 2500 a 3600 años (Aida, et al, 2018, p. 2), originario de la zona andina de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. El cuy constituye un producto alimenticio de alto valor nutricional que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos (Chauca, 1997. p. 1).

Guerra (2009, pág. 4), manifiesta que la crianza de cuyes gira en torno a cuatro pilares fundamentales que son el manejo, sanidad, alimentación y genética, gran parte de las explotaciones de cuyes son manejadas todavía de forma empírica donde los resultados no son los esperados, debido a que existe una falta de interés en cada uno de los pilares o partes fundamentales de la crianza de cuyes, causando que la producción de cuyes no evolucione manteniendo parámetros productivos, reproductivos bajos, lo que provoca el abandono de esta actividad pecuaria ya que la rentabilidad no es la esperada.

Pinduisaca (2018, p. 13), menciona que en la actualidad existen unidades de producción con un número importante de cuyes, siendo prioritario trabajar en áreas como: mejoramiento genético, nutrición, sanidad y manejo, especialmente en las comunidades campesinas, donde constituye una fuente de alimentación y sustento económico, el adentrarse e investigar en las diferentes áreas de la producción de cuyes es vital para el desarrollo de esta actividad pecuaria, el área del mejoramiento genético se la puede mejorar mediante ciertas actividades o prácticas, un claro ejemplo tenemos a la valoración de la calidad del semen del cuy, práctica que es muy común de observar en muchas especies zootécnicas.

La valoración de la calidad del esperma se emplea, habitualmente, como método predictivo de los parámetros que caracterizan la viabilidad de la célula espermática y de la fertilidad del macho (Miro, 2015, pág. 3), muchos investigadores en el área de la reproducción animal están tratando de diseñar el “análisis seminal ideal”, que valore adecuadamente y prediga la fertilidad de una muestra seminal. El análisis de semen ideal sería aquél que de forma sencilla y eficaz permitiera predecir la capacidad fecundante de un eyaculado concreto (Hidalgo, et al, 2016, p. 1)

La búsqueda de un análisis seminal que valore adecuadamente y prediga la fertilidad de una muestra cobra vital importancia en el contexto de la reproducción animal; sin embargo, este análisis integral es difícil de desarrollar debido a la complejidad inherente de las células espermáticas (Quintero, et al, 2017, p. 1)

Las cualidades que deben tener los espermatozoides de un eyaculado fecundante son: motilidad progresiva, morfología normal, metabolismo energético activo, capacidad para desarrollar una motilidad hiperactivada, integridad estructural y funcionalidad de la membrana, integridad de las enzimas asociadas con la fecundación, capacidad de penetración y transferencia óptima del material genético (Hidalgo, et al, 2016, p. 1)

La valoración seminal es una herramienta necesaria en la producción de cuyes específicamente en la parte reproductiva, ya que nos muestra la capacidad reproductiva del macho además se crea datos referenciales en cuantas a las características que debe tener un semen de buena calidad, lo que permita saber si el macho es realmente bueno o malo con respecto a la parte reproductiva. La valoración seminal permitirá mejorar índices reproductivo, productivos de esta actividad pecuaria y así lograr que la forma en que se maneja esta actividad evolucione, actualmente la producción de cuyes se maneja de una forma empírica, descuidando o dándole poca importancia a los diferentes pilares en la producción de cuyes como son el manejo, sanidad, alimentación y la parte reproductiva, lo que ocasiona que la rentabilidad de esta actividad pecuaria no sea la propicia o la esperada por las personas.

Debido a la problemática antes expuesta es que se ha visto en la necesidad de investigar formas que permitan atender a uno de las partes fundamentales de la crianza de cuyes siendo la parte reproductiva, enfocándonos especialmente en el papel del macho ya que comúnmente se piensa que la mayor responsable en la reproducción es la hembra y llegando a tomar decisiones erróneas por la falta de información, por tal motivo se investigara acerca de la valoración microscópica de la calidad del semen del cuy.

En la presente investigación se recopilara información concerniente a la valoración microscópica del semen de cuy, conocimientos que ayudaran a conocer las características microscópicas que se emplean en la evaluación de la calidad del semen de cuy, las mismas que definirán si el semen a evaluar es de buena o mala calidad y también los factores que provocan que las características del semen tiendan a variar y finalmente se llegara a conocer los efectos que tendrán en la parte reproductiva de esta especie que pueden ser positivos como negativos.

Debido a los antecedentes antes expuestos nos hemos planteado los siguientes objetivos: Conocer el concepto y las variables que forman parte de la valoración microscópica del semen de cuy; Recopilar información científica acerca de los indicadores más usados al momento de realizar una evaluación microscópica de la calidad del semen de cuy; investigar sobre la morfometría del espermatozoide del cuy; Averiguar la importancia que tiene realizar un análisis de la calidad seminal del cuy.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Valoración seminal

La valoración seminal o también conocido como espermiograma, semiograma es una práctica que permite evaluar la calidad del semen de una especie animal y conocer la capacidad fecundante del macho por medio de un estudio de las características microscópicas y macroscópicas del semen.

En la valoración seminal podemos encontrar muchos procedimientos disponibles para evaluar el semen y a excepción del sacrificio de muestras obviamente inferiores, ninguno de los procedimientos está altamente correlacionado con la fertilidad. El método más comúnmente utilizado es estimar la motilidad de los espermatozoides subjetivamente, y este método es apropiado para descartar semen de calidad inferior; este enfoque también se puede utilizar para un control de calidad más estricto y para experimentos si es realizado "a ciegas" por personas bien capacitadas. Sin embargo, el análisis de espermatozoides asistido por computadora es más objetivo (Seidel, 2018, p. 2).

Por otro lado Morado, et al (2015, p. 1) manifiesta que el método más representativo para evaluar la capacidad de fertilización del semen es a través de los resultados obtenidos por fertilidad in vivo. Sin embargo, como es difícil aplicar este método en la práctica, se pueden utilizar pruebas de laboratorio de rutina para evaluar la calidad del semen, en la tabla 1-1 se indica los métodos de evaluación seminal.

Si bien la FIV (fecundación in vitro) puede ser muy útil para evaluar el semen, los resultados no siempre se correlacionan con la fertilidad in vivo, especialmente debido a la capacidad ineficaz de los espermatozoides in vitro. (Seidel, 2018, p. 1)

Actualmente se cuenta con diferentes métodos de laboratorio que intentan determinar la calidad del semen y adicionalmente predecir la fertilidad del macho de una forma rápida y precisa, actualmente la valoración seminal se la evalúa a través de una serie de parámetros macroscópicos (color, volumen, densidad y pH) y microscópicos(concentración, motilidad, vitalidad y morfología) (Quispe, 2018. p. 19).

1.1.2. Procedimientos seleccionados para evaluar el semen

Tabla 1-1: Métodos para la evaluación del semen

Método	Comentarios
Motilidad subjetiva	No confiable a menos que se haga "a ciegas"
Análisis de espermatozoides asistido por computadora (CASA)	Objetivo, pero los medios dependen en gran medida de los parámetros de CASA seleccionados
Morfología	Excelente para cribado, valores superiores al 70% de lo normal no son muy correlacionados con la fertilidad
Integridad de la membrana celular (viva / muerta)	Medido mediante citometría de flujo o con un microscopio
Estado del acrosoma	Medido mediante citometría de flujo o con un microscopio
Integridad del ADN	Evaluación de roturas de ADN mono catenario y bicatenario
Prueba de esfuerzo de hinchazón osmótica	Zona de unión de ovocitos de ovarios de matadero ideal
* FIV – pronúcleos	Tiempo crítico
* FIV - desarrollo de blastocistos	
* FIV – partición	Es mejor controlar la partenogénesis
* FIV - desarrollo de blastocistos	Medida sólida de la calidad del espermatozoides
ICSI	Los espermatozoides anormales pueden producir embriones
Tasas de embarazo	Requiere cientos de apareamientos por tratamiento para una potencia experimental razonable
Fertilización competitiva in vivo	Requiere marcadores genéticos; especialmente útil para semen sexado

Fuente: Seidel, 2018

Realizado por: Taday, D., 2021

1.1.3. Evaluación macroscópica

1.1.3.1. Color

El color normal del semen licuado es gris claro (blanquecino), pudiendo presentar otros colores debido a situaciones patológicas: leucocitos permia (amarillento), hemospermia (rojizo/amarronado) o colores varios por la ingesta de drogas o vitaminas (Ariagno & Mormandi, 2015, p. 2). Tapia & Tello (2016, p. 36), da a conocer que el color normal del semen de cuy es blanquecino.

1.1.3.2. Aspecto

El aspecto del semen da idea de la cantidad de células que tiene en suspensión, y se relaciona directamente con el volumen de eyaculado, por lo que frente a grandes volúmenes podrá presentar un aspecto menos opaco o viceversa. Normalmente el semen tiene aspecto opalescente u opaco (Ariagno & Mormandi, 2015, p. 2).

1.1.3.3. Densidad

Está correlacionada directamente con la concentración espermática y permite calificar al semen según su aspecto (Ibáñez, F, et al. 2016, p.13)

1.1.3.4. Volumen

De acuerdo con Maroto (2020, p. 10) el volumen de eyaculado varia con respecto a la especie animal y esta media en ml o cc.

Además en la publicación de Benavides, et al (2020, p. 1), da a conocer que los valores de pH variaron de 7 a 8, con un pH medio de $7 \pm 0,13$. La media encontrada para el volumen eyaculado fue de $0,67 \text{ ml} \pm 0,5$, además Tapia & Tello (2016, p. 36) menciona que en cobayos utilizando electroeyaculador determinó que el volumen del eyaculado está entre 0.6 a 0.8cc.

1.1.3.5. Viscosidad

Para su estimación se pueden utilizar dos métodos:

El más sencillo y recomendable consiste en recoger la muestra con pipeta Pasteur de plástico y dejar caer gota a gota (Ariagno & Mormandi, 2015, p. 2).

También puede hacerse introduciendo una varilla de vidrio en la muestra y observar el filamento que forma al retirarla. En cualquiera de los dos métodos se considera anormal cuando se forma un filamento de más de 2 cm, mientras que, en una muestra normal, la caída debe ser gota a gota. No hay que confundir una muestra viscosa con una muestra no licuada. El aspecto de la muestra puede ser líquido, homogéneo y luego hacer un gran filamento cuando la recogemos con pipeta Pasteur, en este caso nos encontramos frente a una muestra muy viscosa (Angarita, 2005, p. 1).

1.1.3.6. pH

El pH del semen refleja el equilibrio entre los valores de pH de las diferentes secreciones de las glándulas accesorias, principalmente la secreción de vesícula seminal alcalina y la secreción ácida prostática. El pH debe medirse cuando el semen está licuado en un tiempo estandarizado, preferentemente después de 30 minutos de obtenido, de no ser posible se medirá dentro de la hora de la eyaculación. El pH del semen aumenta normalmente con el tiempo por la pérdida de CO₂ que se produce luego de la eyaculación, por lo que los valores altos de pH proporcionan poca información de utilidad clínica si no fue determinado rápidamente (Ariagno & Mormandi, 2015, p. 2)

1.1.4. Evaluación microscópica del semen

Es determinante para evaluación de una muestra de semen, comprendida desde la valoración de la motilidad, en la cual se discrimina el movimiento individual y el movimiento en masa de los espermatozoides, determinados por los colorantes como la eosina nigrosina, que evalúan la viabilidad del esperma, además, mediante la cámara de Neubauer, se busca determinar el morfoanomalías y la concentración de espermatozoides en la muestra valorada (Castro & Gonzales, 2019, p. 5).

1.1.4.1. Recuento y concentración de espermatozoides

Benavides, et al (2020, p. 1), da a conocer que la concentración de esperma se expresó en millones por ml. El recuento total de espermatozoides se calculó a partir de la concentración de espermatozoides y el volumen de semen.

Se determina utilizando métodos semejantes al recuento de glóbulos rojos realizado en hematología. El conteo directo de células, a través del hemocitómetro o cámara de Neubauer fue diseñado para contar eritrocitos (Ayala & Morejón, 2015, p. 18)

1.1.4.2. Motilidad espermática

La motilidad espermática es un examen dinámico que se realiza inmediatamente después de la colecta, colocando una gota de semen puro en un portaobjetos precalentado sobre una platina térmica a 37°C y se observa directamente en el microscopio. Los espermatozoides deben normalmente moverse de modo anterógrado, rápido y recto a través del campo del microscopio (Tapia & Tello, 2016, p. 37).

Por otro lado, tenemos a Benavides, et al (2020, p. 1), que da a conocer que La motilidad promedio fue de 91% ± 6,6, mientras que la concentración media fue de $36,7 \times 10^6 \pm 28,4$ espermatozoides / ml.

1.1.4.3. Motilidad masal

La motilidad masal es una medida rápida y fácil que necesita de un examen microscópico del semen, desde el momento que es recogido, en la tabla 3-1 se puede apreciar la clasificación de la motilidad masal (Ureña, 2015, p. 1).

El estudio de la motilidad masal inicia con tomar una gota de semen puro se deposita en un portaobjetos sobre la placa calefactable del microscopio con unos 80 aumentos. El proceso de observación se debe hacer muy rápidamente puesto que la motilidad del semen puro a esta temperatura disminuye rápidamente en 15-20 segundos (Ureña, 2015, p. 1)

Tabla 2-1: Clasificación de la motilidad masal

Característica	Valoración	
Movimiento masivo muy marcado y rápido	Muy bueno	70 – 100%
Movimiento en masa aparente pero moderado	Bueno	50 - 69%
Ondas en movimiento apenas apreciables	Suficiente	30 -49%
No hay ondas, semen sin movimiento	Pobre	< 30%

Fuente: Loor, A., 2015

Realizado por: Taday, D., 2021

Benítez, E, et al (2018, p.1) nos enseña que el proceso a seguir para analizar la motilidad masal inicia con colocar una gota de semen de 10 a 20 µl, sobre una porta objetos atemperado a 37°C, sin colocar el cubre objetos; se observa con el lente de 10X y 40X en un microscopio binocular

biológico XSP63, el porcentaje de motilidad masal se calificó de acuerdo a criterios evaluativos propuestos por el autor.

1.1.4.4. Motilidad Individual

La prueba de motilidad individual según Ureña, (2015, p. 1) debe ser realizada al mismo tiempo que la estimación de motilidad masal, estas estimaciones deben tener en cuenta la velocidad de desplazamiento de los espermatozoides, de la rectitud de este movimiento y de los movimientos laterales, también se necesita un entrenamiento, pero no hay pruebas objetivas que permitan su estandarización, en la tabla 3-1 se puede apreciar la clasificación de la motilidad individual en el semen de cuy.

Tabla 3-1: Clasificación de la motilidad individual

	Valoración			
	Excelente	bueno	Regular	malo
Motilidad individual	>80	50-80	30-50	<30

Fuente: Quispe, W., 2018

Realizado por: Taday, D., 2021

Estos dos test son suficientemente precisos como para juzgar si los eyaculados se deben aceptar o no en función del porcentaje de espermatozoides móviles o no. Son utilizados igualmente para apreciar la calidad del semen una vez que éste ha sido descongelado (Ureña, 2015, p. 1)

El proceso a seguir para determinar la motilidad individual de una muestra de semen según Benítez, E, et al (2018, p. 6), es colocando 10µl de semen en una porta objetos y se cubrió con el cubre objetos, ambos atemperados a 37°C, se observó con el lente de 40X, se evaluó los espermatozoides con movimiento progresivo rectilíneo que atraviesan el campo observado; tanto en la motilidad masal como para la motilidad individual. Para la valoración se coloca la plantilla térmica en el microscopio y así poder mantener la temperatura.

1.1.4.5. Morfología espermática

El análisis morfológico de los espermatozoides, es uno de los componentes para la evaluación de características de una muestra seminal. La valoración de la morfología del espermatozoide se basa en la relación directa que haya entre la proporción de espermatozoides anormales en el eyaculado, el tipo de defecto morfológico y su relación con la fertilidad in vivo (Ibáñez, F, et al. 2016, p.14)

El procedimiento para evaluar la morfología espermática es el siguiente:

- Se debe realizar por duplicado.
- Depositar de 5-10µl de muestra bien homogenizada en el extremo del portaobjetos.
- Extender la gota suavemente con otro portaobjetos. (Benavides, et al, 2020)

Tabla 4-1: Valoración del semen de cuy con respecto a la morfología espermática

	Valoración			
Morfología	Excelente	Bueno	Regular	Malo
normal	>90	70-89	60-70	<50

Fuente: Quispe, W., 2018

Realizado por: Taday, D., 2021

1.2. Beneficios del análisis seminal

La eficiencia de la producción y la calidad animal debe estar acompañada de herramientas genéticas y reproductivas, dos componentes de gran importancia que se deben tener en cuenta en la implementación de proyectos de producción animal (Quintero, et al, 2017, p. 2)

La evaluación de la calidad espermática es un requisito indispensable para el desarrollo de programas de inseminación artificial, en el que el semen utilizado mantenga la habilidad de fecundar después de ser crio-preservedo (Quintero, et al, 2017, p. 2)

El análisis de la calidad del semen es una importante herramienta para evaluar el potencial fecundante de los machos de diferentes especies y complementa la valoración física de los individuos, en programas de inseminación artificial, selección y de mejoramiento genético, la selección e identificación de los machos fértiles es fundamental, para la correcta selección de material genético.

1.3. Morfometría espermática

La morfometría constituye un instrumento imprescindible en la evaluación de la morfología espermática, puesto que permite obtener información exhaustiva sobre las dimensiones de los espermatozoides para de este modo establecer comparaciones con valores preestablecidos (Triana de la Paz, 2016, p. 1), en la tabla 3-1 se muestra una escala de valoración del semen de cuy basado en las características morfométricas.

Tabla 5-1: Escala de valoración del semen de cuyes (*Cavia porcellus*), según las características morfométricas.

Características	Valoración			
	Excelente	Bueno	Regular	Malo
Longitud cefálica (µm)	8,5 - 10,2	7,4 - 8,4	6,6 - 7,3	5,9 - 6,5
Ancho cefálico (µm)	8,0 - 9,2	7,5 - 7,9	6,6 - 7,4	5,5 - 6,5
Longitud del flagelo(µm)	93,5 - 100,90	91,0 - 93,4	85,6 - 90,9	79,5 - 85,5

Fuente: Quispe, W., 2018

Realizado por: Taday, D., 2021

1.4. El cuy

El cuy (*Cavia porcellus*) es una especie de las más pequeñas dentro de los cavidos, es monogástrico, roedor y herbívoro, el cual se sabe que fue domesticado hace 2500 a 3600 años (Aida, et al, 2018, p. 2), los cuyes (*Cavia porcellus*) son roedores originarios y que fueron domesticados en la Zona Andina de América, se encuentran presentan en los países de Ecuador, Perú, Bolivia y Colombia, su consumo aún sigue siendo importante en estos países, por ende ciertos segmentos de la población se dedican a la crianza y cuidado de esta especie animal (Martínez, 2016, p. 2).

1.5. Bondades de la crianza del cuy

- Su fácil y rápida reproducción lo hace más práctico para la economía familiar.
- Sus excretas secas son materia orgánica que se pueden aprovechar en los cultivos.
- Es una fuente proteica de origen animal muy rica para la nutrición y desarrollo de las personas.
- Su crianza es accesible para pobladores con mejores ingresos económicos (Martínez, 2016, p. 2)

1.6. Anatomía del aparato reproductor del cobayo macho

La morfología del aparato genital del cuy (*Cavia porcellus*) muestra muchas similitudes con el de roedores. La posición de los testículos en bolsas escrotales sin un escroto obvio, su forma ovalada y su conformación y topografía general es común a la de las ratas, chinchillas, conejos, hurones y otros roedores, además la madurez sexual en el cuy macho se presenta alrededor de los 3,5 meses de edad y en hembras a los 3 meses de edad (Stan, 2015, p. 5).

El sistema reproductor masculino se compone de pene, testículos, epidídimo, conductos deferentes, la uretra, glándulas vesiculares, próstata, glándulas coagulantes y glándulas bulbouretrales (Almeida, 2016, p. 24), en la figura 1-1 se muestra una fotografía del aparato reproductor del cuy macho de vista frontal.

1.6.1. Pene

Stan, (2015, p. 4), señala que el pene del cuy tiene forma de “S”, con un orificio peniano situado dorsalmente a lo largo del glande peniano. En su posición retraída, el pene estaba situado ventralmente a la sínfisis púbica, entre este último y piel. A lo largo de todo el glande del pene hasta la uretra ostium identificamos prominencias como pequeñas espuelas dispuestas en líneas paralelas situadas dorso lateralmente y ventralmente, con los de la región dorsal teniendo un aspecto discontinuo opuesto a los en la región ventral que eran continuas.

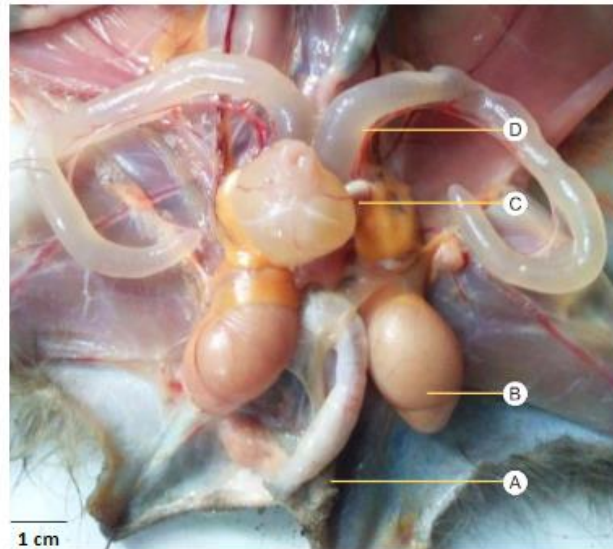


Figura 1-1. Vista frontal del aparato reproductor de un cobayo macho (*Cavia porcellus*)

Realizado por: Androma & Khasanah, 2017

En la figura 2-1 se puede apreciar una fotografía del aparato reproductor de un macho de cuy de vista posterior.

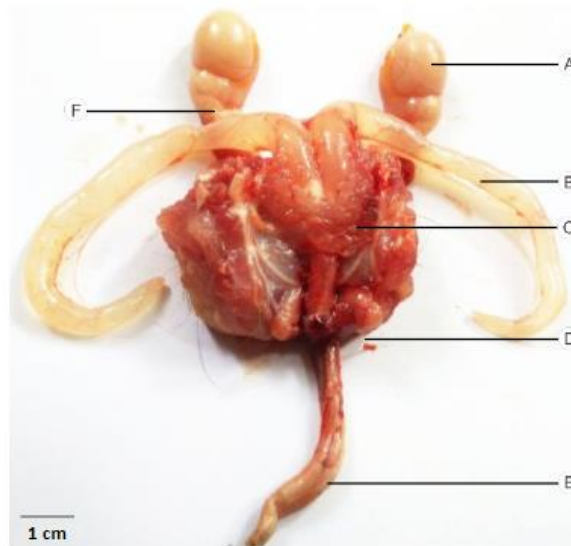


Figura 2-1. Vista posterior del aparato reproductor de un cobayo macho (*Cavia porcellus*)

Realizado por: Androma & Khasanah, 2017

Según Márquez, et al (2019, p. 3) manifiesta que el glande del pene (Glans penis) de los cuyes es de forma cilíndrica, mide aproximadamente 1.6 cm de longitud y 0.6 cm de diámetro en el adulto (5 meses de edad). El glande se dirige en caudal, representa el extremo libre del órgano copulador y se encuentra ocupando la cavidad prepucial.

El extremo del glande es redondeado, en la superficie dorsal se observa una fisura en sentido longitudinal y otra en sentido transversal, en donde se abre el orificio uretral externo. El saco del glande se encuentra dorsal a este último (Márquez, et al, 2019, p. 3).

1.6.2. Testículos

Androma & Khasanah, (2017, p. 3), nos señalan que los testículos son los órganos reproductores más importantes que se componen de túbulos seminíferos para producir esperma. Además, los testículos poseen la función de producir testosterona, los testículos están envueltos por dos capas: tunica vaginalis (capa exterior) y tunica albuginea (capa debajo de tunica vaginalis).

El testículo ovoide muestra un epidídimo bien desarrollado y una cantidad considerable de tejido graso circundante, el tamaño de los testículos estaban entre 20-30 mm de largo y 12-18 mm de sección transversal (Stan, 2015, p. 3).

1.6.3. Epidídimo

El epidídimo es un túbulo elongado y tortuoso empaquetado en un saco de tejido conectivo que es una extensión de la túnica albugínea sirve de salida a toda la esperma que se produce en los testículos y cualquier bloqueo que se produzca en él es un grave problema (Palma, 2016, p.26)

1.6.4. Glándulas vesiculares

Las vesículas seminales mostraron un particular el patrón es tubiforme, cilíndrico y vermiforme, terminada ciega, bien desarrollada, con la mayor tamaño de las glándulas sexuales accesorias con una longitud entre 100-120 mm y 5-14 mm de ancho (Stan, 2015, p. 3).

1.6.5. Próstata

Es una glándula accesoria, relativamente pequeña, que está situada transversalmente sobre la cara dorsal del cuello de la vejiga, en el origen de la uretra. Segrega un líquido opaco que tiene una reacción neutra, con un olor característico rico en proteínas y sales minerales (Palma, 2016, p.27)

La glándula prostática es un órgano sólido que rodea la uretra debajo de la vejiga. La próstata es un grupo de 30-50 glándulas tubuloalveolares ramificadas, todas rodeadas por estromas fibromusculares sólidos recubiertos por un aro. Prostategland se compone de capas concéntricas alrededor de la uretra: el revestimiento interno de la glándula mucosa, la capa intermedia de la glándula submucosa y el revestimiento periférico con la glándula principal de la próstata (Androma & Khasanah, 2017, p. 6)

1.6.6. Glándulas coagulantes

Las glándulas coagulantes lobuladas muestran un patrón piramidal que se ubica caudal a la vejiga (Stan, 2015, p. 4)

1.6.7. Glándulas bulbo uretrales

Las glándulas bulbo uretrales o de Cowper, están situadas a ambos lados de la uretra pelviana, unos centímetros por detrás de la próstata y se hallan parcialmente enterradas en el musculo bulbo cavernoso. Cada una de ellas vierte su secreción en la uretra a través de un orificio simple (Stan, 2015, p. 4)

1.7. Fisiología de la reproducción

El proceso de la eyaculación, es complejo por tanto requiere de la interacción coordinada y armónica de una serie de elementos de control neurológico entre los que se encuentran receptores periféricos, vías aferentes y eferentes, y núcleos medulares (Pinduisaca, 2018, p. 13)

1.7.1. Receptores periféricos

La eyaculación puede desencadenarse de distintas maneras, incluyendo la estimulación táctil del glándula y otras zonas erógenas, así como por la influencias de diversos estímulos corticales (Pinduisaca, 2018, p. 26)

1.7.2. Vías aferentes y eferentes

Cuando se estimulan los receptores periféricos, se inicia la conducción vía aferente a través del nervio pudiendo, las astas medulares hasta el hipotálamo y la corteza cerebral. A través de las astas medulares anterolaterales descienden las fibras eferentes hasta el centro simpático dorsolumbar (D12 L2) y el parasimpático (S2 S4). El Sistema Nervioso Simpático a través del nervio hipogástrico, es el encargado de la contracción de la musculatura lisa de los órganos internos genitales y del cierre del esfínter interno y externo, así se logra regular la fase de emisión (Pinduisaca, 2018, p. 26).

El sistema nervioso parasimpático (S2 S4) mediante el nervio pudendo interno, regula la fase de expulsión provocando contracciones clónicas eyaculatorias de los músculos isquiocavernoso y bulbo cavernoso, y contribuye a la relajación del esfínter externo (Pinduisaca, 2018, p. 26).

Además, se produce el cierre completo del cuello de la vejiga para evitar la eyaculación retrógrada. Ambos sistemas intervienen en la formación de la cámara de alta presión a nivel de uretra posterior (Pinduisaca, 2018, p. 27).

1.7.3. Núcleos medulares

A nivel medular existe un grupo de conexiones interneuronales, éstas conforman un núcleo que controla los mecanismos neuronales responsables de generar la respuesta eyaculatoria, se encuentra localizado en la médula espinal lumbosacra (Pinduisaca, 2018, p. 27)

1.8. Espermatogénesis

La espermatogénesis de mamíferos requiere un conjunto de células madre, un período de amplificación del número de células, la finalización de la división de reducción a células haploides (meiosis) y la transformación morfológica de las células haploides en espermatozoides (espermiogénesis). El resultado neto de estos procesos es la producción de cantidades masivas de espermatozoides durante la vida reproductiva del animal (Griswold, 2015, p. 1).

1.9. Espermatozoide del cuy

Un espermatozoide es una célula móvil polarizada, que entrega el genoma masculino haploide al ovocito, introduce el centrosoma y activa la actividad del huevo del ovocito. (Di Caprio, et al, 2015, p. 3)

1.10. Estructura de un espermatozoide

En el caso de los mamíferos como el cobayo sus espermatozoides están estructuralmente conformados por dos partes principales, la cabeza y la cola (Tapia & Tello, 2016, p. 33).

(Loor, A. 2015, p. 68), menciona que las medidas de las partes de la cabeza del espermatozoide del cobayo tienen una media de 102,53 μm , la cabeza mide 8,81 μm de largo y 7,41 μm de ancho, se nota claramente el acrosoma en la cabeza en cual tiene una media de 1,95 μm , la pieza intermedia tiene una media de 9,31 μm y la cola mide aproximadamente 84,41 μm , en la figura 3 – 1 se indica una fotografía de un espermatozoide y sus partes.

1.10.1. La cabeza

La cabeza del espermatozoide de cobayo es oval 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 (Tapia & Tello, 2016, p. 34).

La cabeza contiene tres partes funcionales:

- El núcleo con un conjunto haploide de cromosomas, en el que el ácido desoxirribonucleico (ADN) se empaqueta en un volumen que normalmente es menos del 10% del volumen del núcleo de una célula somática;

- El acrosoma, una gran vesícula secretora derivada de Golgi en el hemisferio proximal de la cabeza que contiene una serie de enzimas hidrolíticas necesarias para digerir la zona pelúcida durante la penetración del ovocito;
- La teca perinuclear una cápsula rígida compuesta de proteínas estructurales estabilizadas por enlaces disulfuro fusionadas con varias otras moléculas de proteínas. La forma y el tamaño de los espermatozoides varían según la especie y varios estudios indican que la morfología del esperma predice mejor el resultado de la fertilización natural (Di Caprio, et al, 2015, p. 3).

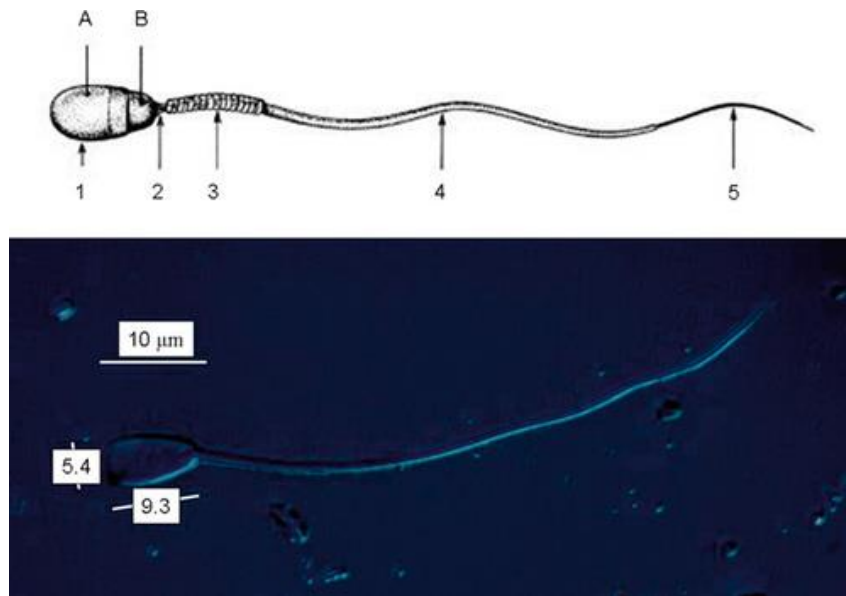


Figura 3-1. Partes de un espermatozoide

Realizado por: Di Caprio, et al, 2015

1.10.2. La cola

La cola está compuesta por las piezas del cuello, medio, principal y final y es responsable de la motilidad espermática, necesaria para que el espermatozoide alcance el ovocito. (Di Caprio, et al, 2015, p. 3)

1.11. Espermatozoides anormales

Las alteraciones en la morfología pueden tener un origen genético, de ahí la importancia de presentar una correcta morfología. Un espermatozoide cuya información genética, la mitad del futuro embrión, no esté bien codificada y organizada no dará lugar a un embrión viable. (Mestre, et al, 2018, p.1)

Con el paso del tiempo, se vio que la variedad de alteraciones era tan elevada que se optó por estandarizar cómo era la estructura de un espermatozoide de buena morfología, y las desviaciones de forma respecto a este patrón se consideran alteraciones (Mestre, et al, 2018, p.1)

En la figura 4 – 1 se observa una fotografía de un espermatozoide normal y de otros con defectos.



Figura 4-1. Aspecto de un espermatozoide normal y un anormal

Realizado por: Mestre, et al, 2018

Los espermatozoides con morfología anormal pueden presentar cabeza, pieza intermedia y/o cola anormal. Así, puede haber las siguientes anomalías:

1.11.1. Alteraciones de cabeza

espermatozoides sin cabeza (cabeza de alfiler), cabeza pequeña, amorfa, redonda, alargada, grande (globozoospermia), con forma de pera (piriforme), con acrosoma grande, con acrosoma pequeño, sin acrosoma, con muchas vacuolas, con vacuolas grandes o con dos cabezas. (Mestre, et al, 2018, p.2)

Espermatozoides sin cabeza, anucleados, en cabeza de alfiler o decapitados, se trata de espermatozoides acéfalos, por tanto sin su material genético. Estos espermatozoides cuando se observan “in vitro” pueden presentar movilidad progresiva (Gomez, M, 2005, p. 3)

Espermatozoides Bicéfalos: Espermatozoides con dos cabezas y un solo flagelo, normalmente la pieza intermedia aparece engrosada (Gomez, M, 2005, p. 3).

Espermatozoides con cabezas alargadas o “tapering”, en este caso la cabeza de los espermatozoides posee la forma de una elipse en la que existe un marcado predominio del eje longitudinal sobre el eje transversal (Gomez, M, 2005, p. 3)

Espermatozoides con cabezas redondas, a diferencia del caso anterior, aquí ambos ejes tienden a ser similares lo que le da un aspecto esferoideo (Gomez, M, 2005, p. 4)

1.11.2. Alteraciones de cola

Espermatozoides sin cola, cola enrollada, corta, larga, doblada o doble cola. (Mestre, et al, 2018, p.3)

- Cola corta: se observa la cola con una longitud menor a la normal.
- Cola doblada: se observa la cola con desviaciones, formando ángulos.
- Cola enrollada: en ocasiones se observa la cola formando un “círculo” en la región posterior a la pieza media, en donde se encuentra la cola enrollada. Otras veces se observa con forma de horquilla.
- Cola doble o triple: es posible observar un espermatozoide provisto de 2 o más colas (Quintana, 2018, p.33)

De forma similar a las descripciones de las anomalías morfológicas de los otros segmentos, en la cola, también es posible encontrar formas anormales combinadas entre ellas mismas y las anteriormente descritas para los otros segmentos (Quintana, 2018, p.33)

1.11.3. Alteraciones de pieza intermedia

Espermatozoides sin pieza intermedia, con una curvatura, asimétrica, engrosada, delgada, irregular o con una protuberancia de un tamaño superior a la tercera parte del área de la cabeza, existen alteraciones muy claras, como son la duplicación o ausencia de estas estructuras, espermatozoides con doble cola, microcefálicos o macrocefálicos, que no pueden dar lugar a un embrión viable nunca de forma natural (Mestre, et al, 2018, p.3)

Cuello doblado: se observa la unión entre la pieza media y cabeza desalineada en relación a sus ejes principales, donde la cabeza parece estar invertida, con la región anterior orientada casi completamente hacia la parte posterior. A menudo se puede confundir con una inserción asimétrica de la pieza media (Quintana, 2018, p.31).

Inserción asimétrica: se observa la pieza media inserta en una región atípica de la cabeza, de forma desalineada en relación al eje principal de ésta (Quintana, 2018, p.31).

Pieza media ancha: se observa una pieza media que presenta un diámetro mayor comparado con el de un espermatozoide con morfología normal. A veces es posible observar una forma cónica decreciente en su diámetro en dirección a la cola espermática (Quintana, 2018, p.31).

Pieza media delgada: presenta un diámetro menor comparado al de un espermatozoide con morfología normal, a veces se observa más delgada que la cola (Quintana, 2018, p.31).

Citoplasma residual: aumento de volumen observado en la región de la pieza media que corresponde a citoplasma residual, el cual proviene de un proceso espermatogénico defectuoso y es considerado como “excesivo” cuando supera un tercio del tamaño de la cabeza. Son espermatozoides caracterizados por grandes cantidades de citoplasma irregular manchado (Quintana, 2018, p.31).

Al igual que en el segmento anterior, es posible encontrar estas anomalías acompañadas entre ellas o combinadas con las de otro segmento espermático (Quintana, 2018, p.31).

1.12. Métodos de colección de semen

1.12.1. Recolección seminal post-mortem

Se trata de una técnica rudimentaria y comúnmente utilizada en animales salvajes, de tal modo que después de su muerte se extraen las ampollas de Henle, se ligan sus comunicaciones respectivas con los conductos deferentes y uretra y se mantienen en refrigeración de 2 a 5° c hasta utilizar el contenido seminal (Aragon, 2019, p. 22)

Si bien su mayor inconveniente es la recolección del eyaculado incompleto por ausencia de secreciones glandulares para genitales. En tales circunstancias, el eyaculado no presenta las condiciones de coagulabilidad en el aparato genital femenino (Aragon, 2019, p. 22)

1.12.2. Colecta de flujo retrógrado

El epidídimo ya separado del testículo, se colocó en una caja Petri, con lactato de ringier precalentado a 37°C, con la finalidad de lavar los residuos de sangre; a continuación, se localizó

la porción más cercana de la zona media de la cola del epidídimo para realizar un corte transversal con el bisturí, antes que el diámetro del epidídimo se reduzca.

Con la finalidad de obtener la mayor cantidad de espermatozoides posibles, se colocó una aguja (calibre 20, 21, 22, o 23, según el diámetro interno de cada vaso deferente) dentro del lumen de la porción libre del vaso deferente. Se adaptó una jeringa con 10 - 15 ml de “medio de lavado PBS” a 37°C colocándose una pinza contra la aguja sobre las paredes del vaso deferente, evitando de este modo la pérdida del líquido de lavado por reflujo. El fluido obtenido con los espermatozoides epididimarios se centrifugó a (300g/5min), para concentrar la muestra. El sobrenadante obtenido se removió y fue descartado, a la concentración obtenida se le realizó una predilución con AndroMed en proporción 1:1 a 37°C (Benítez et al, 2018, p. 4).

1.12.3. Desmenuzamiento del epidídimo

El epidídimo fue separado asépticamente del testículo, se lo colocó en una caja Petri con lactato de ringer a 37°C, con el fin de lavar los residuos de sangre. Los espermatozoides fueron recuperados por el método de picado en trozos (slicing), con una tijera quirúrgica en una caja Petri, que contenía 15 ml de medio PBS a 37°C; este contenido se succionó en una jeringa de 20 ml. para luego ser depurado a través de un filtro estéril; el mismo fue traspasado a tubos falcón (15 ml), y luego se centrifugó a una velocidad de (300g/5min). El sobrenadante obtenido se removió y fue descartado; y al igual que el método anterior a la concentración obtenida se le realizó una predilución con AndroMed en proporción 1:1 a 37°C (Benítez et al, 2018, p. 4).

1.12.4. Recolección seminal por electroeyaculación

El cuy sin ser anestesiado se sujeta en posición decúbito-dorsal con el tren posterior ligeramente levantado: el electro rectal lubricado con una solución de jabón, era insertado en el recto a una profundidad de 3cm más o menos, después de remover las heces fecales completamente. Es necesario sujetar convenientemente al animal para evitar que antes de las primeras descargas de corriente, expela el electro o le haga daño, recordar de no haber demasiada presión sobre el pecho, cuello y cabeza ya que fácilmente se asfixia (Aragon, 2019, p. 23).

Según informa (Benavides, et al. 2020, pág. 1), para la extracción del semen en cuyes se debe usar un electro eyaculado que emita 6 voltios de corriente alterna sinusoidal que se emite en forma de ondas de -6 a +6 voltios a 50 ciclos por segundo.

El protocolo a seguir es:

- Retirar las heces del recto y la zona perineal y se secó el pene, las heces se eliminaron masajeando suavemente y estimulando el ano con gel salino.
- Sedar al animal con en una dosis única de clorhidrato de ketamina (40 mg / kg intramuscular), se debe asegurar que el animal este completamente sedado, se lo puede confirmar cuando el animal no responda a la estimulación física o sonora.
- Luego se introduce la sonda rectal del electroeyaculador en el recto previamente lubricada con gel salino conductor, y se introdujo el pene en el tubo colector

Los estímulos de seis voltios de corriente alterna de onda sinusoidal y una frecuencia de 50 hercios se condujeron a través de la sonda rectal bipolar con 3 segundos de estímulos alternando con 10 segundos de descanso (Benavides, et al. 2020, p. 1).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

Para la elaboración del presente documento se lo procederá a elaborar de la siguiente manera:

2.1. Búsqueda de información bibliográfica

Se desarrollará un análisis de los repositorios de las diferentes universidades en nuestro país, Latinoamérica y otros países que cuenten con trabajos investigativos y experimentales acerca de la producción de cuyes y la valoración de la calidad seminal. Además, se va a recopilar información en plataformas digitales que brinden información relacionada al tema de esta investigación.

Plataformas digitales, científicas

Para recopilar información y hacer un análisis acerca de la valoración microscópica de la calidad del semen de cuy, se establecerá un protocolo de búsqueda en las plataformas científicas digitales de revistas indexadas como: Scielo, Spermova, Lantindex, Austin Journal of Veterinary Science & Animal Husbandry.

2.2. Criterios de selección

La información a usar en la elaboración de este documento pasara por un proceso de análisis en donde se consideran ciertos aspectos de fundamental importancia, los mismos que garantizaran que la información usada es actual y confiable. Los criterios a considerar son los siguientes: Además las principales fuentes consultadas para la elaboración de este documento, fueron los siguientes:

Cuy (*Cavia porcellus*)

Aida, et al. (2018): Caracterización etológica del cuy (*cavia porcellus*) en sistemas de producción tradicional y tecnificado.

Martínez, (2016): El cuy (*Cavia sp.*), un recurso alimenticio clave en Aguazuque, un sitio arqueológico de la sabana de Bogotá, Colombia.

Anatomía y fisiología del aparato reproductor del cuy macho

Stan, (2015): Anatomical particularities of male reproductive system of guinea pigs (*Cavia porcellus*).

Almeida, (2016): “Influencia de las espículas peneanas del cobayo sobre el comportamiento sexual, valoración espermática y fertilidad del macho”.

Androma & Khasanah, (2017): Anatomy and Histology of Reproductive Organof Male Guinea PigAs aSource of Learning. En Proceeding International Conference on Science and Engineering

Pinduisaca, (2018): Colecta y evaluación de semen de cuyes (*Cavia porcellus*), extraído por la tecnica de electro eyaculación en el Centro Experimental de Uyumbicho.

Griswold, (2015): spermatogenesis: the commitment to meiosis. *Physiological reviews*

Di Caprio, et al, (2015): Holographic imaging of unlabelled sperm cells for semen analysis: a review.

Loor, A. (2015): Caracterización morfológica del espermatozoide del cobayo (*Cavia porcellus*) en el cantón Latacunga.

Mestre, et al, (2018): Reproducción Asistida ORG. Obtenido de Morfología del esperma: espermatozoides normales y anormales.

Tapia & Tello, (2016): Evaluación cuali-cuantitativa de espermatozoides de la cola del epidídimo de cuyes (*Cavia porcellus*) criollos y mejorados en dos edades reproductivas.

Aragon, (2019): Características macroscópicas, microscópicas, estimación de parámetros de motilidad y determinación de subpoblaciones espermáticas en semen de cuy (*Cavia porcellus*).

Benítez et al, (2018): Evaluación comparativa de dos métodos de recuperación espermática de epidídimos bovinos post-mortem.

Benavides, et al. (2020): Semen Parameters of Fertile Guinea Pigs (*Cavia porcellus*) Collected by Transrectal Electroejaculation. *Animals*.

Valoración seminal

Seidel (2018): Several insights on evaluation of semen.

Morado, et al, (2015): Study of sperm evaluation parameters to estimate cryopreserved bovine semen fertility.

Ariagno & Mormandi, (2015): Guía práctica para la evaluación del semen.

Tapia & Tello, (2016): Evaluación cuali-cuantitativa de espermatozoides de la cola del epidídimo de cuyes (*Cavia porcellus*) criollos y mejorados en dos edades reproductivas.

Benavides, et al. (2020): Semen Parameters of Fertile Guinea Pigs (*Cavia porcellus*) Collected by Transrectal Electroejaculation. *Animals*.

Ureña, (2015): Inseminación artificial: recolección y conservación del semen.

Angarita, (2005): Manual para la elaboración artesanal de productos cárnicos utilizando carne de Cuy.

Benítez, E, et al (2018): Evaluación comparativa de dos métodos de recuperación espermática de epidídimos bovinos post-mortem.

Benavides, et al (2020): Semen Parameters of Fertile Guinea Pigs (*Cavia porcellus*) Collected by Transrectal Electroejaculation. *Animals*.

Quintero, et al. (2017): El análisis seminal como herramienta para predecir el potencial reproductivo en toros.

Quintana, (2018): Relación entre el consumo de marihuana y la morfología espermática en hombres chilenos.

2.3. Sistematización de la información

La información usada en la elaboración de este documento se lo organizara de una forma coherente y ordenada, que permita su entendimiento, se incluirá el uso de tablas y gráficos de varios autores en la presentación de la información.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS DE INVESTIGACIONES Y DISCUSIÓN

3.1. Valoración microscópica del semen de cuy

La valoración del semen o también conocido como espermiograma es una práctica que permite evaluar la calidad del semen de una especie animal y conocer la capacidad fecundante del macho por medio de un estudio de las características microscópicas y macroscópicas del semen.

En la valoración seminal desde el punto de vista microscópico las variables más usadas para cumplir con esta tarea son las siguientes:

- Concentración espermática
- Motilidad masal
- Motilidad individual
- Vitalidad
- Morfología espermática

Concentración espermática.- Es una variable que permite evaluar la capacidad de producción de espermatozoide por parte del macho, esta expresada en millones/mililitro, la concentración espermática esta correlacionada con la fertilidad de un individuo.

Motilidad masal.- La motilidad masal, es definida como el movimiento en remolinos del total de espermatozoides de la muestra

Motilidad individual.- Esta prueba permite tener una aproximación a la calidad del semen, al igual que la motilidad masal esta prueba también se encarga de estudiar la movilidad pero de un solo espermatozoide.

Vitalidad.- Expresa la proporción de espermatozoides totales vivos de acuerdo al criterio de inclusión del colorante, permitiendo saber si los espermatozoides inmóviles están vivos o muertos ya que la falta de movimiento en el espermatozoide no siempre indica que el espermatozoide este muerto.

Morfología espermática.- Se encarga de mostrar la proporción de los espermatozoides normales en el eyaculado el tipo de defecto y su influencia sobre la fertilidad del macho.

3.2. Parámetros de las investigaciones referidas

En la tabla 1-3 podemos observar los parámetros más relevantes de las investigaciones usadas para la elaboración de este documento.

Tabla 1-3: Parámetros de las investigaciones Referidas

Parámetros	Autores									
	Tapia, D & Tello, D. (2016).	Ayala, L. (2017)	Pinduisaca, K. (2018)	Aragón, S. (2019)	Benavides, F. et al. (2020).	Quispe, W. (2018).	Mise, M. (2014)	Loor, A. (2015)	Paredes, M. et al. (2020).	Urbano, C et al.(2020)
Lugar	Cuenca – Ecuador	Cuenca- Ecuador	Uyumbicho – Ecuador	Cusco- Perú	Lima- Perú	Cajamarca- Perú	Cotopaxi- Ecuador	Latacunga- Ecuador	Cajamarca- Perú	La Raya - Perú
Temperatura (°c)	8	14	-	6,54 – 13,5	21,3 ± 1,74	15,4	10,7	10-12	15 ± 5	15 -2
Raza	Mejorado	Tipo A(mejorado)	Tipo A(mejorado)	Tipo 1	Perú	Andina	-	Criollo	Mejorado	-
Edad(meses)	12-15	5	6-8	3- 4	-		-	3-4	4	4
Método de extracción	Disección del epidídimo	Disección del epidídimo	Electro eyaculación	Electro eyaculación	Electro eyaculación	Electro eyaculación	Disección del epidídimo	Disección del epidídimo	Electro eyaculación	Electro eyaculación
Alimentación	Forraje y concentrado	Forraje y sales minerales.	Concentrado 40% y forraje 60%	Alfalfa y concentrado	Maíz y concentrado	-	-	-	Alfalfa y concentrado	Forraje y concentrado

Realizado por: Taday, D., 2021

3.3. Indicadores usados en la valoración microscópica del semen de cuy

La valoración seminal es una práctica muy importante dentro del campo reproductivo ya que permite conocer las características seminales macroscópicas y microscópicas de una especie animal y especialmente la capacidad fecundante del macho, es necesario mencionar que las características seminales tienden a verse afectadas por factores como la temperatura, raza, edad, alimentación, estado de ánimo-ambiente, método de extracción del semen.

Dentro de la valoración microscópica del semen de cuy los indicadores o variables comúnmente usados son:

3.3.1. Concentración espermática

En la tabla 2-3 se indica la variable concentración espermática del semen de cuy de acuerdo a 5 investigaciones diferentes.

Tabla 2-3: Concentración espermática en el semen de cuy.

	Tapia, D & Tello, D. (2016).	Ayala, L. (2017)	Pinduisaca, K. (2018)	Aragón, S. (2019)	Benavides, F, et al. (2020).	Promedio
Concentración espermática ($10^6/ml$)	$38,7 \pm 7,5$	418 ± 57	$11,025 \pm 4,03$	$21,33 \pm 11,29$	$36,7 \pm 28,4$	$105,15 \pm 21,64$

Realizado por: Taday, D., 2021

En base a los resultados de las diferentes investigaciones se ha llegado a un valor promedio de $105,15 \pm 21,64 \times 10^6/ml$ para la variable concentración espermática.

Ayala, (2017, p. 5) reporta el valor más alto para la variable concentración espermática con $418 \pm 57 \times 10^6/ml$, en su estudio con 10 cobayos machos de cinco meses de edad, tipo A(mejorados), el mismo que se lo atribuye como beneficioso ya que al momento de aparearse existe una mayor posibilidad de fertilización.

Hidalgo et al (2016), menciona que la presencia de un mayor número de espermatozoides, siempre y cuando sus características sean normales, incrementa la posibilidad de fertilización. Además esta variación se puede deber al método utilizado al momento de la extracción del semen, ya que el material biológico (semen) se obtuvo por medio de un método quirúrgico, utilizando espermatozoides obtenidos de la cola del epidídimo mediante la técnica de difusión.

Tapia & Tello (2016, p. 50), obtiene el segundo valor más alto en concentración espermática, con un resultado de $38,7 \pm 7,5 \text{ } 10^6 / \text{ml}$, en su investigación con 5 cuyes mejorados de 12-15 meses (Adultos).

El resultado de Tapia & Tello (2016, p. 50) difiere mucho del obtenido por Ayala, (2017, p. 5), esta variación puede estar ocasionada por factores como la edad, raza, temperatura, estado de ánimo, alimentación, método de extracción aunque en ambas investigación la raza, alimentación y método de extracción son muy similares ver (tabla 1-3), siendo la edad el factor responsable de la variación en los datos, debido a que Tapia & Tello (2016, p. 50), utiliza animales de 12-15 meses los cuales son de una edad avanzada lo cual causaría el decremento en los valores de esta variable.

En el estudio Benavides, et al. (2020, p. 8), muestra un resultado de $36,7 \pm 28,4 \text{ } 10^6 / \text{ml}$ para la variable de estudio, resultado muy similar al de Tapia & Tello, (2016, p. 50), en la investigación de Benavides, et al. 2020 se usaron 16 cuyes machos peruanos, la extracción seminal se lo hizo electro eyacuación, la similitud en los valores de los dos autores antes mencionados se lo puede atribuir a la raza ya que en ambos caos utilizan animales mejorados y también a la alimentación debido a que en estas dos investigaciones utilizan una alimentación mixtas(forraje y concentrado).

Ayala & Morejon, (2015, p.106), en su publicación da a conocer que las variables “concentración” y “vitalidad” espermática presentan diferencias significativa en el ganado bovino de diferentes razas, indicándonos que la raza es un factor que influye en cuanto a la variable con lo que se sustentaría lo antes mencionado.

Aragón, (2019, p. 62) en su estudio obtuvo un valor de $21,33 \pm 11,29 \text{ } 10^6 / \text{ml}$ para la concentración espermática, utilizando 5 cuyes machos, del tipo 1, de 3- 4 meses de edad, los animales fueron sometidos a la colección de semen por electro eyacuación, el resultado de Aragón, (2019, p. 62) es inferior al de Benavides, et al. (2020, p. 8), a pesar de que en ambas investigaciones factores como la alimentación, método de extracción y la raza son muy similares.

Pinduisaca, (2018, p. 49), en su estudio 48 cuyes machos tipo A1 sexualmente maduros de una edad aproximada de 6-8 meses, realizan la extracción del semen por el método de electro eyacuación, la investigación reporta el valor más bajo de concentración espermática con $11,025 \pm 4,03 \text{ } 10^6$, según el mismo autor este valor tan bajo está relacionada al método de extracción del semen por electroeyacuación ya que número de espermatozoides extraídos depende del voltaje usado y del número de estímulos.

Además otro aspecto que pudo haber influido es el protocolo que siguieron en la extracción del semen, Benavides, et al. (2020, p. 8) y Aragón, (2019, p. 62) y Pinduisaca, (2018, p. 49), obtuvieron el semen

por electro eyaculación pero solo Pinduisaca, (2018, p. 49) no anestesió a sus animales lo que causaría que el animal este en un estado de mayor estrés siendo el responsable de que sus valores sean tan bajos.

3.3.2. *Motilidad individual*

En la tabla 3-3 se aprecia la variable motilidad individual en el semen de cuy de acuerdo a 5 diferentes investigaciones.

Tabla 3-3: Motilidad individual del semen de cuy según varios autores

	Ayala, L. (2017)	Pinduisaca, K. (2018)	Quispe, W. (2018).	Mise, M. (2014)	Benavides, F, et al. (2020).	Promedio
Motilidad individual (%)	58 ± 5,39	0	88,33±2,44	73	91 ± 6.6	62,06 ± 2,88

Realizado por: Taday, D., 2021

Con el análisis de los datos de las diferentes investigaciones citadas se ha calculado un valor promedio de 62,06 ± 2,88% para variable motilidad individual, resultado que al ser comparado con una tabla de clasificación basada en la motilidad individual del espermatozoide (ver tabla 3-1) se lo catalogaría como un semen de buena calidad.

Benavides, et al. (2020, p. 8), en su investigación obtiene el valor más alto en cuanto a la motilidad individual con 91 ± 6.6%, catalogándolo como muy bueno, esto se puede deber al tiempo y al método de extracción que fue por electro eyaculación, trabajando con un dispositivo que emite 6 voltios de corriente alterna sinusoidal que se emite en forma de ondas de -6 a +6 voltios a 50 ciclos por segundo y con un temporizador que controla automáticamente la emisión de corriente y los ciclos de interrupción (3 segundos de emisión y 10 de descanso).

Quispe, (2018, p. 81), reporta un valor de 88,33±2,44% en motilidad individual, valor muy similar al Benavides, et al. (2020, p. 8), atribuyendo esta semejanza al método de extracción del semen el cual en ambos casos fue por electro eyaculación y también a la raza que en los dos casos utilizan animales mejorados.

Por otro lado tenemos a Mise, (2014, p. 49) que en su estudio obtiene un valor de 73% para esta variable, lo que la literatura los califica como bueno, en su estudio se utilizó utilizó 20 pares de

testículos sexualmente maduros de 10 cuyes sacrificados, obteniendo el material seminal por medio de la disección del epidídimo.

El método de extracción del semen por parte de Mise, (2014, p. 40) se lo realizo por el método disección de la cola del epidídimo lo cual sería el motivo de esta variación en los datos.

Otro factor que pudo haber intervenido en este estudio es el tiempo, ya que la extracción del semen por este método es más tardado lo que ocasionaría que la motilidad de los espermatozoides decrezca, Ureña, (2015, p. 1) manifiesta que la observación se debe hacer muy rápidamente puesto que la motilidad del semen puro a esta temperatura disminuye rápidamente en 15-20 segundos.

Ayala, (2017, p. 5) en su estudio obtuvo un valor $58 \pm 5,39\%$ para la motilidad individual, calificándolo como suficiente, la extracción del semen se lo realizo por disección del epidídimo, el valor obtenido por Ayala, (2017, p. 5) es muy inferior al de Mise, (2014, p. 49) a pesar que ambos caso utilizan el mismo método de extracción lo cual indicaría que hay otros factores involucrados como puede ser la alimentación, edad y raza pero no se los puedo analizar ya que Mise, (2014, p. 49) no da a conocer ninguno de estos datos en su investigación.

Pinduisaca, (2018, p. 48) en su investigación reporta el valor más bajo para motilidad individual con 0%, presenciando que todos los espermatozoides se encontraban muertos, calificándolo como un semen malo, no viable para su utilización, valor que está muy por debajo al de Quispe, (2018, p. 73) y Benavides, et al. (2020, p. 4) quienes usaron el mismo método de extracción que utilizo Pinduisaca, (2018, p. 48) y además usaron animales mejorados en los tres casos.

Se podría considerar que el valor tan bajo presentado en la investigación de Pinduisaca, (2018, p. 48) se lo debe a que durante la extracción del semen los animales no fueron anestesiados como paso con Benavides, et al. (2020, p. 4) quien si los anestesió y obtuvo valores más altos que los presentados por Pinduisaca, (2018, p. 48), el cuy es un animal muy nervioso que se estresa fácilmente, conjuntamente el no haber anestesiado esto pudo haber provocado un mayor estado de estrés al momento de colectar el semen afectado negativamente las características seminales.

3.3.3. Motilidad masal

En la tabla 4-3 se indica la variable motilidad masal en el semen de cuy de acuerdo a 5 diferentes investigaciones.

Tabla 4-3: Motilidad masal del semen de cuy según diversos autores

	Loor, A. (2015)	Pinduisaca, K. (2018)	Quispe, W. (2018).	Aragón, S. (2019)	Paredes, M, et al. (2020).	Promedio
Motilidad masal (%)	73,5	0	91,67±3,09	72,15 ± 11,13	88,5±5,1	65, 16 ± 3,84

Realizado por: Taday, D. (2021)

En base a los resultados de las diferentes investigaciones citadas se ha calculado un valor promedio de $65, 16 \pm 3,84\%$ para esta variable, resultado que al compararlo con una tabla de clasificación (ver tabla 4-1) se clasificaría al semen de cuy como un semen bueno, caracterizado por presentar una motilidad en masa aparente pero moderada.

Quispe, (2018, p. 81), es el responsable de reportar el valor más alto en cuanto a motilidad masal con $91,67 \pm 3,09\%$, calificándolo como muy bueno, el cual se caracteriza por presentar movimiento masivo muy marcado y rápido, en su estudio utilizo 15 animales de la raza Andina y extrayendo el semen por electroeyaculación.

Con respecto a Paredes, et al. (2020, p. 4), en su estudio consiguió un valor de $88,5 \pm 5,1\%$ para la variable motilidad masal, para su estudio el empleo 6 machos mejorados que bordeaban los cuatro meses de edad y la extracción del semen se llevó a cabo por electro eyaculación tanto Quispe, (2018, p. 81) y Paredes, et al. (2020, p. 4), cuentan con resultados no tan diferenciados esto pueden estar atribuido a la genética y método de extracción del semen que en ambos casos es similar.

En la investigación de Loor, (2015, p. 61) anuncia un resultado de $73,5\%$ para motilidad masal, su investigación lo realizó en 30 cobayos (60 testículos) criollos adultos de 3 a 4 meses de edad, los valores de Loor, (2015, p. 61) son inferiores a los de Quispe, (2018, p. 81) y Paredes, et al. (2020, p. 4), esto se lo puede atribuir a la genética de los animales y al método de extracción por parte de Loor, (2015, p. 61) ya que este difiere Quispe, (2018, p. 81) y Paredes, et al. (2020, p. 4).

Aragón, (2019, p. 61) en su trabajo investigativo obtuvo un resultado de $72,15 \pm 11,13\%$ para la motilidad masal, el autor utilizo 5 cuyes machos, del tipo 1, de 3- 4 meses de edad, y por electro eyaculación, Aragón, (2019, p. 61) utiliza una genética y método de extracción del semen igual al de Quispe, (2018) y Paredes, et al. (2020), pero sus resultado son inferiores a los de estos dos autores lo que nos da a entender que la genética y método de extracción no están influyendo en esta variable.

Se debe mencionar que los resultados Aragón, (2019, p. 61) y Loor, (2015, p. 61) son muy parecidos a pesar que ambas investigaciones difieren en varios aspectos, el único aspecto en el cual coinciden ambas investigación es la edad de los animales, en ambos casos la edad de los animales es de

3-4 meses, dando a entender que el factor edad es el responsable de generar la diferencia y similitud en las investigaciones analizadas.

Por ultimo tenemos a Pinduisaca, (2018, p. 48), en su investigación el reporta el resultado más bajo con respecto a la variable motilidad masal, siendo este del 0% indicativo de que todos los espermatozoides estaban muertos, el mismo autor menciona que este fenómeno se puede deber a deficiencias nutricionales por parte del animal, ya que la falta de vitamina E y algunos minerales como el selenio, zinc, manganeso, hierro y cobre, afectan los componentes estructurales y fisiológicos del espermatozoide.

Cabe mencionar que en la investigación de Pinduisaca, (2018, p. 48), el factor nutricional no pudo haber afectado a sus resultados ya que en su publicación el menciona que los animales tuvieron una alimentación mixta, constituida de una mezcla de concentrado y forraje en proporciones de 40% y 60% respectivamente, lo cual indicaría que los animales si estaban bien alimentados.

Entonces los valores tan bajos de Pinduisaca, (2018, p. 48), deben ser ocasionas por el mismo factor que influyó en la motilidad individual el cual fue el estrés aunque también puede ser la edad de los animales 6-8 meses, si bien es sabido el eyaculado de una animal que este por debajo o por encima de la madurez sexual se ve afectado negativamente, en el cuy macho la madurez sexuales es a los 3,5 meses, si compramos la edad de la madurez sexual del cuy macho con la edad de los animales de Pinduisaca, (2018, p. 48) vemos una clara diferencia lo cual nos da la facultad de decir que la edad es otro factor a influye en esta variable.

3.3.4. Vitalidad

En la tabla 5-3 se aprecia la variable vitalidad del semen de cuy acuerdo a 5 diferentes investigaciones.

Tabla 5-3: Vitalidad del semen de cuy.

	Loor, A. (2015)	Tapia, D& Tello, D. (2016).	Ayala, L. (2017)	Mise, M. (2019)	Aragón, S. (2019)	Promedio
Vitalidad (%)	86,7	41,5±2,57	60,2 ± 4,02	90	74,80 ± 8,16	77,64 ± 2,95

Realizado por: Taday, D. (2021)

Con un análisis de los resultados de las diferentes investigaciones citadas se ha calculado una media para la vitalidad espermática el cual es $77,64 \pm 2,95\%$, resultado óptimo para esta variable ya que (Almeida, 2016, p.24), menciona, valor mínimo aceptable del semen de cuy debe presentar un 70% de células vivas.

Mise, (2019, p. 47) en su investigación obtiene el valor más alto para la variable vitalidad con 90%, resultado que se lo interpretaría de la siguiente manera, el 90% de células espermáticas estaban vivas y el 10%, restante estaban muertas, este resultado se encuentra muy por encima del valor mínimo aceptable.

Por parte de Loor, (2015, p. 59), en su investigación él reporta un resultado de 86,7% para la variable vitalidad, resultado que se interpreta como el 86,7% células espermáticas estaban vivas y el 13,3% restante de células espermáticas estaban muertas, su estudio se realizó con 30 cobayos criollos adultos de 3 a 4 meses de edad conjuntamente para recolectar el semen se diseccionó la cola del epidídimo con cortes profundos y se procedió a realizar un lavado con diluyente.

Con respecto a Aragón, (2019, p. 63), enuncia un valor de $74,80 \pm 8,16\%$ para la variable vitalidad, lo que se traduce a que el $74,80 \pm 8,16\%$ de las células espermáticas estaba vivas y el 25,20% restante se encontraban muertas, el resultado de Aragón, (2019, p. 63) aunque se encuentra dentro del rango de aceptación para esta variable su valor ya difiere a los presentados por Mise, (2019, p. 47) y Loor, (2015, p. 59), esta diferencia lo podemos relacionar al método de extracción ya que Aragón, (2019, p. 63), lo hizo por electro eyaculación y Mise, (2019, p. 47) y Loor, (2015, p. 59) por disección de epidídimo aunque la variación puede estar relacionado a otros factores que no podemos analizar debido a una falta de información por parte de los autores.

Por otra parte tenemos que Ayala, (2017, p. 5) en su estudio el reporta un valor de $60,2 \pm 4,02\%$ para la variable vitalidad, resultado que se expresaría de la siguiente manera, el $60,2 \pm 4,02\%$ de células espermáticas se encontraban con vida mientras que el 39,8 % restantes de células espermáticas carecían de vida.

El resultado de Ayala, (2017, p. 5) se encuentra por debajo del valor aceptable para esta variable el cual es de un mínimo de 70% de células espermáticas vivas, aunque Ayala, (2017, p. 5) en su investigación usa métodos muy similares a los de Mise, (2019, p. 47) y Loor, (2015, p. 59), autores que dieron a conocer los valores más altos en esta variable, en lo único que difieren estas investigaciones es la raza de los animales, Ayala, (2017, p. 5) utilizo animales de mejorados mientras que Loor, (2015, p. 59) uso animales criollos siendo la raza el factor que causo la varianza en los datos.

Para finalizar tenemos a Tapia & Tello (2016, p. 51) reporta los resultados más bajos para esta variable de estudio, con $41,5 \pm 2,57\%$, lo que se traduce $41,5 \pm 2,57\%$, de células espermáticas se encontraban vivas y el 58,5% restante se hallaban muertas, lo que significaría que el semen es de muy mala calidad, no viable para su utilización.

Dentro de la reproducción humana un semen con un porcentaje de espermatozoides muertos mayor al 42% se lo conocer como necrozoospermia, fenómeno que se produce en la investigación Tapia & Tello (2016, p. 49), la necrozoospermia se atribuye al estrés, mala alimentación, infecciones del tracto urinario y un elevado periodo de abstinencia.

Tanto la alimentación e infecciones del tracto urinario deben ser descartadas como factores que pudieron causar la baja vitalidad en la investigación de Tapia & Tello (2016, p. 49), ya que los animales tuvieron una buena alimentación la cual consto de forraje y concentrado y la selección de los animales fue rigurosa según el autor, lo que nos deja solo al estrés y la abstinencia sexual como los factores causante de este fenómeno.

El factor edad también tiende a influenciar en las características espermáticas, Tapia & Tello (2016, p. 49) en su estudio trabajo con 5 cuyes mejorados de 12-15 meses (Adultos), lo cual nos lleva a considera que la edad avanzada de los animales tuvo que ver en la baja vitalidad de los espermatozoides, debido a que los animales usados en la investigación son de una edad avanzada, si bien se sabe las características seminales de animales de edades muy tempranas y de edades muy avanzadas tienden a verse afectado de manera negativa.

Es necesario mencionar que el factor raza influyo mucho sobre la variable vitalidad, se pudo evidenciar que en las investigaciones que se usaron animales criollos la vitalidad fue alta como es el caso de Loor, (2015, p. 59) mientras que en las investigaciones con animales mejorados los valores para esta variable fueron menores.

3.3.5. *Morfología espermática*

En la tabla 6-3 se aprecia la variable morfología del espermatozoide de cuy de acuerdo a 5 diferentes investigadores.

Tabla 6-3: Morfología del espermatozoide del cuy.

	Loor, A. (2015)	Ayala, L. (2017)	Pinduisaca, K. (2018)	Quispe, W. (2018).	Benavides, F, et al. (2020).	Promedio
Morfología (espermatozoides normales) (%)	68	62,8 ± 2,89	96± 1,41	91,00±3,38	81,74± 8,5	93,10±10

Realizado por: Taday, D. (2021)

Con el uso de los resultados de las diferentes investigaciones citadas se ha calculado un valor promedio de $93,10 \pm 10\%$, para la morfología del espermatozoide del cuy, valor calificado como excelente, según la tabla 4-1, esta variable se considera una de las más importantes pues se estima que posee un alto valor predictivo de fertilidad.

En la investigación de Pinduisaca, (2018, p. 48) se publica el valor más alto para la variable morfología espermática con $96 \pm 1,41\%$, valor calificado como excelente y que se lo expresaría de la siguiente manera, el $96 \pm 1,41\%$ de los espermatozoides presentan morfología normal y el 4% restante exhibieron anormalidades morfológicas.

De acuerdo a Quispe, (2018, p. 87), en su investigación manifiesta un valor de $91,00 \pm 3,38\%$ para la morfología espermática, lo que lo calificaría como excelente, este resultado se lo expresa como un $91,00 \pm 3,38\%$ de espermatozoides analizados presentan morfología normal y el 9% restantes comprende a espermatozoides anormales.

Benavides, et al. (2020, p. 8), en su estudio obtuvo un valor de $81,74 \pm 8,5\%$ con respecto a la morfología espermática, valor calificado como bueno y que se lo puede expresar a manera de $81,74 \pm 8,5\%$ de espermatozoides estudiados presenta morfología normal y el 18,26% restante son espermatozoides con anormalidades morfológicas.

En la investigación de Loor, (2015, p. 65) el reporta un resultado 68% con respecto a la variable morfología espermática, lo cual es calificado como bueno, en esta investigación el porcentaje de anormalidades espermáticas aumenta con respecto a las investigaciones de Pinduisaca, (2018, p. 48), Quispe, (2018, p. 87) y Benavides, et al. (2020, p. 8), quienes tienen los valores más altos y semejantes además estos autores coinciden en ciertos puntos como son el método de extracción del semen (electro eyaculación) y la raza.

Si analizamos la investigación de Loor, (2015, p. 65) nos damos cuenta que el utiliza animales criollos de 3-4 meses de edad y la extracción del semen se da por disección del epidídimo entonces nos podemos dar cuenta que la raza y el método de extracción del semen es muy diferente a los de Pinduisaca, (2018, p. 48), Quispe, (2018, p. 87) y Benavides, et al. (2020, p. 8), quienes poseen valores muy semejantes, por esta razón podemos decir que la raza y el método de extracción del semen tienen mucha influencia en esta variable.

Por último tenemos a Ayala, (2017, pág. 5), quien reporta el valor más bajo para esta variable con $62,8 \pm 2,89\%$, calificándolo como bueno, tanto Ayala, (2017) y Loor, (2015) presenta valores muy similares en la variable morfología espermática y esto se puede deberse a que en ambos casos se

utilizó el mismo método de extracción del semen el cual es por la extracción quirúrgica de los testículos y utilizando los espermatozoides de la cola del epidídimo.

Las anomalías espermática se dividen en anomalías primarias y secundarias nuestra atención la centraremos en las secundarias que son anomalías en la cabeza y gotas citoplasmáticas, estas se producen fuera de los testículos y que puede ser ocasionadas por fallas al momento de extraer el semen.

Con esta premisa con seguridad podemos mencionar que el semen de cuyo obtenido por electro eyaculación presenta menos anomalías en la morfología espermática mientras que el semen obtenido por disección del epidídimo este presenta un mayor porcentaje de espermatozoides con morfología anormal.

Además cabe mencionar que los espermatozoides con morfología anormales en el semen de cuyo estos el 40% presentan anomalías primarias y el 60% restante anomalías secundarias.

3.4. Morfometría del espermatozoide

La morfometría del espermatozoide es un instrumento imprescindible en la evaluación de la morfología espermática, puesto que permite obtener información sobre las dimensiones de los espermatozoides para realizar comparaciones preestablecidos puesto que la variación en la medida de las diferentes partes del espermatozoide es considerada un fenómeno negativo, en la tabla 7-3 se aprecia la variable morfometría del espermatozoide del cuyo de acuerdo a 4 diferentes investigadores.

Triana de la Paz, et, al. (2016, p. 3), habla que la presencia de espermatozoides con cabezas muy pequeñas se asocia con infertilidad además menciona que existe disminución de la capacidad fecundante en espermatozoides con cabezas demasiado grandes o muy alargadas, este es uno de varios motivos por el cual la morfometría espermática es tan importante.

Tabla 7-3: Morfometría del espermatozoide del cuyo.

	Loor, A. (2015)	Quispe, W. (2018).	Paredes, M, et al. (2020).	Urbano, C et al.(2020)	Promedio
Longitud cefálica (μm)	8,81	8,51 \pm 0,54	8,5 \pm 0,3	7,45 \pm 0,29	8,32 \pm 0,28
Ancho cefálico (μm)	7,41	7,89 \pm 0,58	7,7 \pm 0,3	6,55 \pm 0,25	7,38 \pm 0,28
Longitud del flagelo (μm)	84,41	93,18 \pm 2,42	88,2 \pm 4,6	92,96 \pm 3,96	89,69 \pm 2,75

Realizado por: Taday, D., 2021

En base a los resultados de las diferentes investigaciones citadas se ha obtenido un valor promedio para la variable morfometría, iniciando por la longitud cefálica $8,32 \pm 0,28 \mu\text{m}$, según una tabla de valoración (ver tabla 5-1) este valor se califica como bueno, luego tenemos al ancho cefálico con $7,38 \pm 0,28 \mu\text{m}$, valor calificado de regular y en último lugar longitud del flagelo $89,69 \pm 2,75 \mu\text{m}$, resultado que entra dentro de la categoría de regular.

Quispe, (2018, p. 87), en su estudio muestra el valor más alto para la variable morfometría, con longitud cefálica $8,51 \pm 0,54 \mu\text{m}$, ancho cefálico $7,89 \pm 0,58 \mu\text{m}$ y longitud del flagelo $93,18 \pm 2,42 \mu\text{m}$. El valor de longitud cefálica se lo califica de excelente, el ancho cefálico y longitud de flagelo se los califica de bueno.

Ahora bien Quispe, (2018, p. 73), sugiere que las diferentes características morfométricas del espermatozoide del cuy, pueden ser por edad, abstinencia, raza, línea de cruzamiento, alimentación y otros, además cabe mencionar que en su investigación utilizó 15 animales de la raza Andina, lo que nos indicaría que en animales mejorados esta variable presenta valores muy satisfactorios.

En el estudio de Paredes, et al. (2020, p. 4), para la variable morfometría expone los siguientes valores, longitud cefálica $8,5 \pm 0,3 \mu\text{m}$, ancho cefálico $7,7 \pm 0,3 \mu\text{m}$ longitud del flagelo $88,2 \pm 4,6 \mu\text{m}$. En base a una tabla de valoración la longitud cefálica se lo catalogaría como excelente, ancho cefálico con bueno y por último longitud de flagelo con regular.

El estudio de Paredes, et al. (2020, p. 4), contó con 6 machos mejorados que bordeaban los cuatro meses de edad, sus resultados son muy similares a los de Quispe, (2018, p. 87), lo cual se puede atribuir a que ambos autores utilizaron animales mejorados en sus investigaciones, lo que nos lleva a decir que la raza influye mucho en esta variable de estudio.

De acuerdo a Loo, (2015, p. 68), en su estudio con 30 cobayos (60 testículos) criollos adultos de 3 a 4 meses de edad, da a conocer lo consiguiente, longitud cefálica $8,81 \mu\text{m}$ ancho cefálico $7,41 \mu\text{m}$ longitud del flagelo $84,41 \mu\text{m}$. De la misma forma que la investigación anterior la longitud cefálica se lo calificaría con excelente, ancho cefálico con regular y longitud de flagelo con malo.

Con respecto a Urbano, et al. (2020, p. 5), en su estudio con 5 cuyes machos del tipo 1, con una edad de 4 meses, él da a conocer sus hallazgos, la longitud cefálica $7,45 \pm 0,29 \mu\text{m}$, ancho cefálico $6,55 \pm 0,25 \mu\text{m}$ y por último longitud del flagelo $92,96 \pm 3,96 \mu\text{m}$. De igual manera estos resultados se los puede calificar como, longitud cefálica regular, ancho cefálico malo y longitud del flagelo con bueno.

Al analizar cada investigación se puede apreciar que existe una variabilidad entre los datos de cada una de ellas, esto se puede deber al aspecto genético de los animales y un claro ejemplo es el caso de Loo, (2015), y Paredes, et al. (2020) quienes reportan valores muy semejantes y esto es a la genética que ya en ambos casos están usando el semen de animales mejorados. Se dice también que la morfometría espermática también puede verse afectada por la edad de los animales pero no sería el caso debido a que en cada investigación analizada la edad de los animales es muy semejante la misma que está en un rango de 3-4 meses.

3.5. Importancia del análisis seminal

Con el análisis seminal se puede conocer las características macroscópicas y microscópicas del semen del cuy, lo cual puede ser usado en la predicción de la capacidad fecundante del cuy macho, esto ayuda a seleccionar los mejores machos de esta especie animal y por consiguiente una mejora en los parámetros reproductivos además la valoración seminal resulta ser importante en programas de inseminación artificial, selección y de mejoramiento genético. (Quintero, et al, 2017, p. 2).

Además Páez & Corredor, (2014, p. 7), menciona que el análisis seminal nos permite predecir los índices de preñez en una producción pecuaria. La importancia del análisis seminal radica en su capacidad de ser una herramienta que permite identificar y eliminar aquellos animales que puedan presentar problemas de infertilidad o someter a tratamiento a aquellos animales que tienen problemas de subfertilidad, pero que pueden mitigarse o eliminarse mediante tratamientos, convirtiéndose la evaluación reproductiva en una herramienta útil para seleccionar los mejores reproductores para los programas reproductivos logrando una mejora en el campo reproductivo del cuy.

CONCLUSIONES

- La valoración espermática es un instrumento que permite evaluar la calidad de un eyaculado y por consiguiente la capacidad fecundante del macho, en la valoración seminal se estudia las características macroscópicas y microscópicas del semen, desde un punto de vista microscópico el análisis seminal evalúa las siguientes variables, concentración espermática, motilidad individual, motilidad masal, vitalidad y morfología.
- La concentración espermática del semen de cuy presenta un valor promedio $105,15 \pm 21,64 \times 10^6$, la concentración espermática esta correlaciona con la fertilidad del macho y se ve afectada por la raza del animal y el método de extracción del semen.
- El semen de cuy presenta una motilidad individual promedio $62,06 \pm 2,88\%$, según la literatura un semen con esta motilidad individual se lo cataloga como un semen de buena calidad.
- La motilidad masal del semen de cuy en promedio es $65,16 \pm 3,84\%$, calificándolo como un semen bueno, este semen presenta una motilidad en masa aparente pero moderada, factores como el estado nutricional, concentración espermática, el porcentaje de las células con movimiento progresivo y la velocidad del movimiento de los espermatozoides, son factores que mayor influencia tienen en esta variable
- La variable vitalidad permite evidenciar la presencia de espermatozoides vivos y muertos en un eyaculado, ya que inmovilidad del espermatozoide no siempre significa ausencia de vida, la vitalidad en el semen de cuy en promedio es $77,17 \pm 2,95\%$ valor óptimo para la vitalidad del semen de cuy según indica la literatura además existe una mayor vitalidad en los espermatozoides provenientes de animales criollos.
- La morfología normal del semen de cuy presenta un valor promedio de $93,10 \pm 10\%$ para espermatozoides libres de anormalidades en su morfología y el $7,90\%$ restante corresponde a espermatozoides con alteraciones en su morfología, según lo indicado por la literatura este semen entra dentro de la categoría de un semen de buena calidad.
- Al analizar las diferentes investigaciones se ha podido evidenciar que la extracción del semen por electroeyaclacion presenta un menor porcentaje de espermatozoides con morfología

anormal mientras que la extracción del semen por el método de disección del epidídimo presenta un mayor porcentaje de espermatozoides con morfología anormal.

- Las anomalías presentes en los espermatozoides del cuy se los clasifica como anormalidades primarias y secundarios, anomalías primarias tenemos a las colas enrolladas y la presencia de dos o más colas por espermatozoide, estas anomalías se originan en los testículos, por otro lado tenemos a las anomalías secundarias como anormalidades en la cabeza y gotas citoplasmáticas, estas se producen fuera de los testículos y son ocasionadas por fallas al momento de extraer el semen.
- De los espermatozoides anormales presentes en el semen de cuy el 40% de presentan anormalidades primarias y el 60% restante de espermatozoide exhiben anormalidades anomalías de carácter secundario.
- Otra variable que es muy importante dentro la valoración seminal pero que no es muy empleada es la valoración seminal es la morfometría, esta variable permite conocer las dimensiones de un organismo y de sus partes, la morfometría del espermatozoide del cuy es la siguiente: longitud cefálica $8,32 \pm 0,28 \mu\text{m}$, la literatura lo califica como bueno, luego tenemos al ancho cefálico con $7,38 \pm 0,28 \mu\text{m}$, valor calificado de regular y en último lugar longitud del flagelo $89,69 \pm 2,75 \mu\text{m}$, resultado que entra dentro de la categoría de regular, la mayor parte de las investigaciones muestran variaciones entre sí, este fenómeno se puede estar atribuido en gran manera a la raza de los animales.
- En síntesis se ha podido ver que las características seminales se pueden ver afectados por ciertos fenómenos entre los más comunes son la raza, edad, método de extracción del semen, estrés y la alimentación.
- La importancia de la valoración seminal radica en su capacidad de brindar datos que permiten evaluar y predecir la capacidad fecundante del macho lo cual además permite llevar un mejor programa de selección logrando una mejora en los parámetros reproductivos del cuy.

RECOMENDACIONES

- Replicar las diferentes investigaciones para asegurar la confiabilidad de los hallazgos hechos por los autores antes analizados, y con esto ir creando una base de datos confiable con respecto a la valoración seminal del cuy.
- Se sabe que las características macroscópicas y microscópicas del semen de cualquier especie animal están ligados entre sí, por lo que se recomendaría que en un estudio de valoración seminal siempre se analicen las características macroscópicas y microscópicas del semen ya que la correlación que existe entre estos dos aspectos es muy importante y sobre permite tener un perspectiva más amplia sobre este tema.
- Continuar con investigaciones concernientes a la valoración del semen de cuy, siempre teniendo en cuenta la influencia de ciertos factores como la alimentación, medio ambiente, la edad, métodos de extracción del semen, experiencia del personal.
- La producción de cuy en el país es una actividad pecuaria a la cual solo se dedica una pequeña parte de la población del país además es una de las actividades que menos desarrollo a logrado por lo cual sería conveniente que los conocimiento sobre valoración seminal sean difundidos y empleados en la mejora de esta actividad pecuaria.

BIBLIOGRAFÍA

AIDA, D, et al. Caracterización etológica del cuy (*cavia porcellus*) en sistemas de producción tradicional y tecnificado. Revista: Investigación Pecuaria, [En línea], 2018, REVIP. V.5, no.1, pág. 2. [Consulta: 18-11-2020]. Disponible en <https://doi.org/10.22267/revip.1851.1>.

ALMEIDA, A. “Influencia de las espículas peneanas del cobayo sobre el comportamiento sexual, valoración espermática y fertilidad del macho”. [Tesis de maestría]. Universidad de Cuenca. Facultad de ciencias agropecuarias. Carrera de medicina veterinaria y zootecnia. Cuenca, Ecuador. 2016. pág. 24.

ANDROMA, E., & KHASANAH, L. Anatomy and Histology of Reproductive Organ of Male Guinea Pig As a Source of Learning. En Proceeding International Conference on Science and Engineering [en línea]. (2017). Vol.1, pág. 1-7. [Consulta: 17-11-2020]. Disponible en: <http://sunankalijaga.org/prosiding/index.php/icse/article/view/262/239>.

ANGARITA, R. Manual para la elaboración artesanal de productos cárnicos utilizando carne de Cuy (*Cavia de Porcellus*). [Tesis]. Universidad de la Salle. Facultad de Zootecnia. Bogotá. 2005. pág. 2-3. Disponible en: <https://docplayer.es/9189137-Manual-para-la-elaboracion-artesanal-de-productos-carnicos-utilizando-carne-de-cuy-cavia-porcellus-ruby-corina-angarita-alonso.html>

ANCHATUÑA, C. Efecto de distintos tiempos de equilibrio sobre la calidad espermática pre y post-congelación de semen bovino de toros reproductores Holstein Friesian [Tesis]. Universidad Central Del Ecuador, Facultad De Medicina Veterinaria Y Zootecnia, Carrera De Medicina Veterinaria Y Zootecnia. Quito - Ecuador. 2017. Pág. 21-28.

ARAGÓN, S. Características macroscópicas, microscópicas, estimación de parámetros de motilidad y determinación de subpoblaciones espermáticas en semen de cuy (*Cavia porcellus*). [Tesis]. Universidad nacional de san Antonio abad del cusco. Facultad ciencias agrarias. Escuela profesional de zootecnia. La Raya - Cusco. 2019. pág. 22-50.

ARIAGNO, J & MORMANDI, E. Guía práctica para la evaluación del semen. Buenos Aires, AR. Laboratorio de Fertilidad Masculina, Departamento de Bioquímica Clínica, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, 2015, pág. 2-6. Disponible en: <https://www.aba-online.org.ar/sitio/archivos/pdf/520/62/revista-aba-80-3-2016-guia-practica-para-la-evaluacion-ariagno-y-col-web.pdf>.

AYALA, B&MOREJON, A. Evaluación comparativa de la calidad seminal bajo dos niveles nutricionales en sementales de razas bos taurus y bos indicus en hacienda Zoila Luz, Santo Domingo de los Tsáchilas. [Tesis]. Universidad de las Fuerzas Armadas, Departamento De Ciencias De La Vida Y De La Agricultura, Carrera De Ingeniería Agropecuaria. Santo Domingo – Ecuador. 2015. Pág.106.

AYALA, L. Espículas peneanas del cobayo (*Cavia porcellus*), influencia sobre el comportamiento sexual, fertilidad y calidad espermática. Revista: Prod. Anim. (2017). Vol.29 no.3. Pág. 36-42. [Consulta: 11/01/2021]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202017000300006.

BENAVIDES, F, et al. Semen Parameters of Fertile Guinea Pigs (*Cavia porcellus*) Collected by Transrectal Electroejaculation. Animals. [En línea]. (2020). Vol. 10, no 5. Pág. 1. [Consulta: 19/11/2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ani10050767>.

BENÍTEZ, E. “Evaluación comparativa de dos métodos de recuperación espermática de epidídimos bovinos post-mortem” [En línea]. Abanico vet. 2018. vol.8. Pág. 1-13. [Consulta: 19/11/2020]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322018000100059.

CASTRO, K& GONZALES, S. Métodos modernos de evaluación seminal en equinos. [En línea]. [Seminario]. 2019. Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ciencias de la Salud, Medicina Veterinaria y Zootecnia. Villavicencio-Colombia. Pág. 05. Disponible en: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/12318/1/2019_metodos_modernos_evaluacion.pdf.

CHAUCA, L. Introducción general. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) [En línea]. La Molina: Perú, 1997. Pág. 1-3. [Consulta: 17/10/2020]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/w6562s/w6562s00.htm>.

DI CAPRIO, G., et al. Holographic imaging of unlabelled sperm cells for semen analysis: a review [En línea]. Journal of biophotonics, 2015, vol. 8, no 10, pág. 3. [Consulta: 18/10/2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/jbio.201400093>.

DOMINGUEZ, V. Influencia de la edad sobre los parámetros seminales en conejos [En línea][Blog]. Lugar: España, 2016. [Consulta: 1 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://cunicultura.info/influencia-la-edad-los-parametros-seminales-conejos/>.

GRISWOLD, M. Spermatogenesis: the commitment to meiosis [En línea]. Revista: *Physiological reviews*. 2016, vol. 96, no 1, pág. 1. [Consulta: 18/10/2020]. Disponible en: <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/physrev.00013.2015>.

GOMEZ, M, Estudio de las alteraciones morfológicas de espermatozoides humanos con microscopía electrónica de barrido (SEM). Revista: *Fertilidad*, 2005, vol. 22, no 1, pág. 3. [Consulta: 13/10/2020]. Disponible en: <http://www.revistafertilidad.org/RecursosWEB/fertilidad/Ferti-En-Feb05-Trabajo5.pdf>.

GUERRA, C. Manual técnico de crianza de cuyes [En línea]. Editorial Cedepas, Magdalena - Cajamarca. 2009. pág. 4. [Consulta: 18/10/2020]. Disponible en: http://www.cedepas.org.pe/sites/default/files/manual_tecnico_de_crianza_de_cuyes.pdf

HIDALGO, C, et al. Análisis del semen [En línea]. Revista: *SERIDA*. 2016. pág. 1-5. [Consulta: 18/10/2020]. Disponible en: <http://www.serida.org/pdfs/1495.pdf>.

IBÁÑEZ, F, et al. Inseminación Artificial a Tiempo Fijo: ¿Conviene utilizar semen “fresco” en lugar de congelado? [Tesina]. Universidad Nacional Del Centro De La Provincia De Buenos Aires. Facultad de Ciencias Veterinarias. Argentina. 2016, pág.14.

LOOR, A. “Caracterización morfológica del espermatozoide del cobayo (*Cavia porcellus*) en el cantón Latacunga. [Tesis]. Universidad Técnica de Cotopaxi. Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Carrera de Medicina Veterinaria. Latacunga, Ecuador. 2015. Pág.41- 52.

MAROTO, M. Evaluación de la motilidad del semen - fresco utilizando dos diluyentes comerciales en diferentes horas de extracción. [Tesis]. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Córdoba – España. 2020. pág. 10. [Consulta: 17/10/2020]. Disponible en: <https://iracbiogen.com/wp-content/uploads/2021/06/Evaluacion-de-la-motilidad-del-semen-fresco-utilizando-dos-diluyentes-comerciales-en-diferentes-horas-de-extraccion-Maroto.pdf>.

MÁRQUEZ, N, et al. Estudio anatómico del glande del cuy (*Cavia porcellus*) de la raza Perú [En línea]. Revista: *Investigaciones Veterinarias del Perú*, 2019, vol. 30, no 3. [Consulta: 18/10/2020]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i3.16722>.

MARTÍNEZ, A, et, al. Prueba de vitalidad: espermatozoides inmóviles vivos o muertos semen [En línea][Blog]. Reproducción Asistida Org. [Consulta: 16/10/2020]. Disponible en: <https://www.reproduccionasistida.org/analisis-de-la-vitalidad-de-los-espermatozoides/>.

MARTÍNEZ, M. El cuy (*Cavia sp.*), un recurso alimenticio clave en Aguazuque, un sitio arqueológico de la sabana de Bogotá, Colombia [En línea]. Latin American Antiquity, 2016, pág. 1- 2. [Consulta: 18/10/2020].Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/26337256?seq=1>.

MISE, M. Evaluación de la crioconservación del semen de Cobayo (*Cavia Porcellus*) en el Laboratorio de Biotecnología de la Reproducción de la Carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Técnica de Cotopaxi. [Tesis].Universidad Técnica De Cotopaxi. Unidad Académica De Ciencias Agropecuarias Y Recursos Naturales. Carrera De Medicina Veterinaria. Latacunga, Ecuador. 2014. Pág. 49-54.

MESTRE, J, et al. (2018). Reproducción Asistida ORG. Obtenido de Morfología del espermatozoides normales y anormales [En línea]. Disponible en: <https://www.reproduccionasistida.org/analisis-de-la-morfologia-de-los-espermatozoides/>. Pág. 1-3. [Consulta: 18/10/2020].

MIRO, M. Valoración seminal [En línea][Blog]. Universidad de Córdoba. Pág.1-4. 2015. [Consulta: 18/10/2020].Obtenida de: http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/22_17_13_Tema_6.pdf.

MORADO, S, et al. Study of sperm evaluation parameters to estimate cryopreserved bovine semen fertility[En línea]. Revista: Austin Journal of Veterinary Science & Animal Husbandry. Editorial: Austin Publishing Group2015. ISSN: 2348-9790. [Consulta: 18/10/2020]. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/8074>.

PÁEZ, E & CORREDOR, E. Evaluación de la aptitud reproductiva del toro [En línea]. Revista: Ciencia y Agricultura. 2014. Vol 11, No 2, pág. 7. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5178282.pdf>.

PALMA, C. “Evaluación de la calidad seminal y circunferencia escrotal en toros de servicio a campo y su correlación con las características testiculares observadas mediante ultrasonografía”. (Tesis). Universidad mayor de San Andrés. Facultad de agronomía. La Paz, Bolivia. 2016. Pag.26.

PAREDES, M. Características del semen y desempeño reproductivo de cuyes nativos y mejorados en cruzamiento recíproco [En línea]. Revista: Spermova, 2020, vol. 10(1), pág. 11- 14. [Consulta: 18/10/2020]. Disponible en: http://spermova.pe/site2/files/Revistas/Revista%20Nro.10%20Vol.%201/2-Paredes_2020.pdf.

PINDUISACA, K. “Colecta y evaluación de semen de cuyes (*Cavia porcellus*), extraído por la técnica de electro eyaculación en el Centro Experimental de Uyumbicho. [Tesis]. Universidad Central Del Ecuador. Facultad De Medicina Veterinaria Y Zootecnia. Carrera De Medicina Veterinaria Y Zootecnia. Quito, Ecuador. 2018. pág. 13-19.

QUINTANA, O. Relación entre el consumo de marihuana y la morfología espermática en hombres chilenos. Asociación con la cantidad y tiempo de consumo de la droga [Tesis]. Universidad De Chile, Facultad De Medicina, Escuela De Postgrado. Chile. 2018. Pág.31 – 32.

QUINTERO, A, ET AL. El análisis seminal como herramienta para predecir el potencial reproductivo en toros. Journal of Veterinary Andrology, 2017, vol. 2, no 1, pág. 1-2. [Consulta: 18/10/2020]. Disponible en : https://www.researchgate.net/profile/Walter_Cardona_Maya/publication/311811522_El_analisis_seminal_como_herramienta_para_predecir_el_potencial_reproductivo_en_toros/links/585bd79a08ae8fce48fa89d0/El-analisis-seminal-como-herramienta-para-predecir-el-potencial-reproductivo-en-toros.pdf.

QUISPE, W. Características espermáticas y calidad del semen de dos razas de cuyes (*Cavia porcellus*), en el valle de Cajamarca. [Tesis Doctoral]. Universidad Nacional de Cajamarca. Escuela de Posgrado. Cajamarca, Perú. 2018. Pág.63-69.

SEIDEL, G. Several insights on evaluation of semen [En línea]. Animal Reproduction (AR), 2018, vol. 9, no 3, pág. 2-3. Disponible en: <https://animal-reproduction.org/article/5b5a6059f7783717068b46ee/pdf/animreprod-9-3-329.pdf>. [Consulta: 19/10/2020].

STAN, F. Anatomical particularities of male reproductive system of guinea pigs (*Cavia porcellus*) [En línea]. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Veterinary Medicine, 2015, vol. 72, no 2, pág. 2-5. [Consulta: 19/10/2020]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15835/buasvmcn-vm:11410>.

TAPIA, A. & TELLO, J. “Evaluación cuali-cuantitativa de espermatozoides de la cola del epidídimo de cuyes (*Cavia porcellus*) criollos y mejorados en dos edades reproductivas”. [Tesis]. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agrarias. Carrera De Medicina Veterinaria Y Zootecnia. Cuenca-Ecuador. 2016. pág. 28- 39.

TELLO, E. “Efecto del diluyente sobre la viabilidad espermática para la conservación de semen a diferentes temperaturas en caninos”. [Tesis]. Universidad Técnica De Ambato, Facultad De Ciencias Agropecuarias, Carrera De Medicina Veterinaria Y Zootecnia. Cevallos – Ecuador. 2015. Pág. 45.

TRIANA DE LA PAZ, I, et al. Identificación de subpoblaciones, según la morfometría de la cabeza espermática, en hombres con espermograma normal [En línea]. Medicelectronica, 2016, vol.20. Pág. 1-10. [Consulta: 19/10/2020]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30432016000400005&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1029-3043.

URBANO, C et al. Caracterización morfológica y morfométrica del espermatozoide de cuy (*cavia porcellus*) [En línea]. Revista: Spermova, 2020, Vol. 10. Pág. 1-8. [Consulta: 19/10/2020]. Disponible en: http://spermova.pe/site2/files/Revistas/Revista%20Nro.%2010%20Vol.%202/14_Cabeza_2020_.pdf.

UREÑA, F. Inseminación artificial: recolección y conservación del semen [En línea]. Universidad de Córdova. Disponible en: <http://www.uco.es/zootecniaygestion/menu.php?tema=120>

Veracc, A. & Pacheco, C. Evaluación de los parámetros seminales en pacientes con sospecha de infertilidad en Cochabamba, Bolivia [En línea]. Revista: Gac Med Bol, 2015, vol.38. Pág. 42-46. [Consulta: 19/10/2020]. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-29662015000200008.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'A. Pacheco', is written over a faint, circular official stamp. The stamp contains some illegible text, possibly 'Universidad de Córdova'.

ANEXOS

ANEXO A: INVESTIGACIONES SOBRE LA CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA DEL SEMEN DE CUY

Cuadro 1. Interacción entre factores (Edad * Fenotipo) y valores promedios por tratamientos en espermatozoides recién recuperados (fresco).

Variables espermáticas de espermatozoides epididimarios	Edad	Fenotipo	
		C	M
		$\bar{X} \pm EE$	$\bar{X} \pm EE$
Concentración (x 10 ⁶ esp/ml)	J	24,4±8,1 ^b	78,9±14,2 ^a
	A	63,7±16,1 ^{ab}	38,7±7,5 ^b
AC (%)	J	9,5±1,52 ^b	4,6±0,5 ^a
	A	11,5±2,4 ^b	16,4±1,5 ^c

J= Jóvenes A= Adultos C= Criollo M= Mejorado
Letras diferentes para cada fila y columna indican diferencias significativas (P<0,05), según Bonferroni

Gráfico 1. Interacción entre factores (Edad*Fenotipo) y valores promedios por tratamientos en espermatozoides recién recuperados (fresco).

Fuente: (Tapia & Tello, 2016).

Tabla 2. Media y error estándar de los parámetros de valoración espermática

Variables	$\bar{X} \pm EE$	Tratamientos				P
		Enteros		Extirpados		
		IC 95 % inferior	IC 95 % superior	$\bar{X} \pm EE$	IC 95 % inferior superior	
Concentración (x10 ⁶)	418±57	306,28	529,72	342±32	279,28 404,72	0,29
Motilidad Masal (1-5)	3,4±0,24	2,93	3,87	2,8±0,2	2,41 3,19	0,09
Motilidad Individual (%)	58±5,39	47,44	68,56	55±2,24	50,61 59,39	0,62
Vitalidad (%)	60,2±4,02	52,32	68,08	52,2±8,09	38,34 70,06	0,53
Morfología (%)	62,8±2,89	57,14	68,46	63,4±2,66	58,19 68,61	0,88

\bar{X} : media; EE=error estándar; IC=intervalo de confianza 95 %; P=valor de significancia al 0,05; Prueba de T de Student

Gráfico 2: Media y error estándar de los parámetros de valoración espermática

Fuente: (Ayala, 2017)

Tabla 8. Resultados de evaluación de semen de los tratamientos V3F1P1 y V3F2P1

Tto	N° arete	Peso corporal (g)	Volumen (ml)	Concentración espermática (10 ⁶ /ml)	Concentración espermática (10 ⁶ /eyaculado)	Morfología espermática normal (%)	Motilidad espermática (%)
V3F1P1	03	1740	0,25	52	13	96	0
	09	1690	0,15	34	5,1	95	0
	27	1799	0,28	50	14	96	0
	42	1740	0,2	60	12	97	0
Promedio		1742,25	0,22	49	11,025	96	0
DE		44,57	0,06	10,89	4,03	0,82	0,00

Gráfico 3: Resultados de evaluación de semen de los tratamientos V3F1P1 y V3F2P1

Fuente: (Pinduisaca, 2018)

Tabla 17. Concentración espermática del semen de cuyes colectados por electroeyaculación.

Cuyes	N° de colecta	Promedio (millones /ml)	± DS (millones /ml)	C.V (%)	Max. (millones /ml)	Min. (millones /ml)
1	4	20.83 a	7.37	35.40	28.20	10.60
2	5	15.24 a	2.64	17.34	18.30	12.30
3	5	16.58 a	3.33	20.06	20.10	12.60
4	2	32.65 a	38.40	117.60	59.80	5.50
5	5	13.02 a	4.71	36.18	17.70	5.20
Total	21	21.33	11.29	45.32	28.82	9.24

Gráfico 4: Concentración espermática del semen de cuyes colectados por electro eyaculación

Fuente: (Aragón, 2019)

Cuadro 2. Parámetros seminales y número de eyaculados de semen de cobayo obtenido por electroeyaculación transrectal.

Parámetro	Eyacular 2		Eyacular 3		Eyacular 4	
	norte	Media ± DE	norte	Media ± DE	norte	Media ± DE
Volumen (mL)	dieciséis	0,5 ^a ± 0,5	13	0,6 ^a ± 0,4	10	0,9 ^a ± 0,8
Motilidad (%)	dieciséis	92 ^a ± 6,0	13	88 ^a ± 8,8	10	93 ^a ± 2,9
Concentración (× 10 ⁶ espermatozoides / ml)	14	34,6 ^a ± 27,5	13	40,7 ^a ± 31,8	10	34,3 ^a ± 27,4
Número total de espermatozoides (× 10 ⁶ espermatozoides / eyaculado)	14	2,6 ^a ± 11,3	13	23,3 ^a ± 18,5	10	26,2 ^a ± 21,2
Anomalías totales (%)	dieciséis	16,7 ^a ± 7,7	13	18,3 ^a ± 9	10	20,5 ^a ± 9,3
Espermatozoides ubi quitinados (%)	14	4,8 ^a ± 7,8	13	6,1 ^a ± 5,9	10	5,9 ^a ± 4,7

^a Los superíndices indican que no hay diferencia estadística significativa entre los eyaculados $ap \leq 0,05$; n = tamaño de la muestra.

Gráfico 5: Parámetros seminales y numero de eyaculados de semen de cobayo obtenido por electro eyaculación transrectal

Fuente: (Benavides, F, et al. 2020).

ANEXO B: INVESTIGACIONES SOBRE LA MOTILIDAD INDIVIDUAL DEL SEMEN DE CUY

Tabla 2. Media y error estándar de los parámetros de valoración espermática

Variables	Tratamientos						P
	Enteros			Extirpados			
	$\bar{X} \pm EE$	IC 95 %		$\bar{X} \pm EE$	IC 95 %		
	inferior	superior		inferior	superior		
Concentración ($\times 10^6$)	418 \pm 57	306,28	529,72	342 \pm 32	279,28	404,72	0,29
Motilidad Masal (1-5)	3,4 \pm 0,24	2,93	3,87	2,8 \pm 0,2	2,41	3,19	0,09
Motilidad Individual (%)	58 \pm 5,39	47,44	68,56	55 \pm 2,24	50,61	59,39	0,62
Vitalidad (%)	60,2 \pm 4,02	52,32	68,08	52,2 \pm 8,09	38,34	70,06	0,53
Morfología (%)	62,8 \pm 2,89	57,14	68,46	63,4 \pm 2,66	58,19	68,61	0,88

\bar{X} : media; EE=error estándar; IC=intervalo de confianza 95 %; P=valor de significancia al 0,05; Prueba de T de Student

Gráfico 6: Media y errores estándar de los parámetros de valoración espermática

Fuente: (Ayala, 2017)

Tabla 8. Resultados de evaluación de semen de los tratamientos V3F1P1 y V3F2P1

Tto	N° arete	Peso corporal (g)	Volumen (ml)	Concentración espermática (10^6 /ml)	Concentración espermática (10^6 /eyaculado)	Morfología espermática normal (%)	Motilidad espermática (%)
V3F1P1	03	1740	0,25	52	13	96	0
	09	1690	0,15	34	5,1	95	0
	27	1799	0,28	50	14	96	0
	42	1740	0,2	60	12	97	0
Promedio		1742,25	0,22	49	11,025	96	0
DE		44,57	0,06	10,89	4,03	0,82	0,00

Gráfico 7: Resultados de evaluación de semen de los tratamientos V3F1P1 y V3F2P1

Realizado por: (Pinduisaca, 2018)

Tabla 1: Características cinéticas del semen de dos razas de cuyes (*Cavia porcellus*)

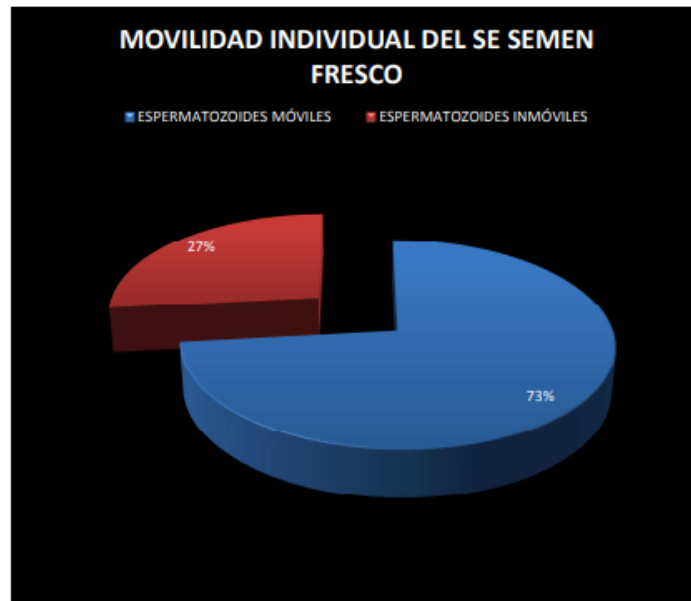
Variable	Raza de Cuy	Medias \pm DES.	Prueba. de t
Volumen eyaculado/ml	Perú	0,49 \pm 0,10	P>0,05
	Andina	0,46 \pm 0,07	
pH	Perú	6,89 \pm 0,19	P>0,05
	Andina	6,87 \pm 0,23	
Concentración espermática N°/ml	Perú	7166666,67 \pm 1097182,54	P>0,05
	Andina	7823333,33 \pm 1451829,72	
Total, de espermia eyaculado N°/ml	Perú	3492766,67 \pm 689727,53	P>0,05
	Andina	3647966,67 \pm 951399,75	
Motilidad Masal (%)	Perú	91 \pm 2,80	P>0,05
	Andina	91,67 \pm 3,09	
Motilidad Individual (%)	Perú	89,67 \pm 2,97	P>0,05
	Andina	88,33 \pm 2,44	

DES=Desviación estándar

Gráfico 8: Características cinéticas del semen de dos razas de cuyes (*Cavia porcellus*)

Fuente: (Quispe, 2018).

GRÁFICO 2.- PORCENTAJES DE MOVILIDAD INDIVIDUAL ESPERMÁTICA ANTES DE LA CRIOCONSERVACIÓN.



Fuente: Directa
Elaborado por: Mayra Mise

En el gráfico número 2 se representa el porcentaje de movilidad individual de semen fresco diluido en el cual nos indica un 73 % de espermatozoides móviles y el 27 % de espermatozoides inmóviles.

Gráfico 9: Porcentajes de movilidad individual espermática antes de crio conservación

Fuente: (Mise, 2014)

Cuadro 1. Estadística descriptiva de los parámetros del semen de cobaya obtenidos por electroeyaculación transrectal.

Parámetro	norte	Mínimo	Máximo	Media ± DE
Volumen (mL)	39	0.10	2.40	0.67 ± 0.5
Motilidad (%)	39	63.00	99.00	91 ± 6.6
Concentración (× 10 ⁶ espermatozoides / ml)	37	6.00	94.60	36.70 ± 28.4
Número total de espermatozoides (× 10 ⁶ espermatozoides / eyaculado)	37	1.40	60.52	20.09 ± 17.6
Defecto acrosómico (%)	39	0.63	21.24	7.80 ± 5.2
Ausencia acrosómica (%)	39	0.44	25.08	6.51 ± 6.3
Otras anomalías (%)	39	0.25	23.32	3.95 ± 4.5
Anomalías totales (%)	39	3.22	33.95	18.26 ± 8.5
Espermatozoides muy ubiqüinados (%)	37	0.35	31.21	5.57 ± 6.3
Doctorado	14	7.00	8.0	7.04 ± 0.1

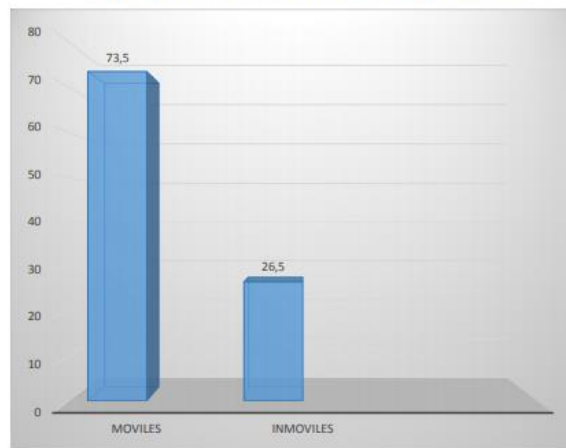
n = tamaño de la muestra.

Gráfico 10: Estadística descriptiva de los parámetros del semen de cobaya obtenidos por electroeyaculación transrectal

Fuente: (Benavides, F, et al. 2020).

ANEXO C: INVESTIGACIONES SOBRE LA MOTILIDAD MASAL DEL SEMEN DE CUY

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



Fuente: Directa

Elaborado por: Alex Loor

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

Gráfico 11: Porcentaje de la determinación de la movilidad del espermatozoide del cobayo

Fuente: (Loor, 2015)

Tabla 8. Resultados de evaluación de semen de los tratamientos V3F1P1 y V3F2P1

Tto	N° arete	Peso corporal (g)	Volumen (ml)	Concentración espermática (10 ⁶ /ml)	Concentración espermática (10 ⁶ /eyaculado)	Morfología espermática normal (%)	Motilidad espermática (%)
V3F1P1	03	1740	0,25	52	13	96	0
	09	1690	0,15	34	5,1	95	0
	27	1799	0,28	50	14	96	0
	42	1740	0,2	60	12	97	0
Promedio		1742,25	0,22	49	11,025	96	0
DE		44,57	0,06	10,89	4,03	0,82	0,00

Gráfico 12: Resultados de evaluación de semen de los tratamientos V3F1P1 y V3F2P1

Fuente: (Pinduisaca, 2018)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1: Características cinéticas del semen de dos razas de cuyes (*Cavia porcellus*)

Variable	Raza de Cuy	Medias ± DES.	Prueba. de t
Volumen eyaculado/ml	Perú	0,49±0,10	P>0,05
	Andina	0,46±0,07	
pH	Perú	6,89±0,19	P>0,05
	Andina	6,87±0,23	
Concentración espermática N°/ml	Perú	7166666,67±1097182,54	P>0,05
	Andina	7823333,33±1451829,72	
Total, de espermatozoides eyaculado N°/ml	Perú	3492766,67±689727,53	P>0,05
	Andina	3647966,67±951399,75	
Motilidad Masal (%)	Perú	91±2,80	P>0,05
	Andina	91,67±3,09	
Motilidad Individual (%)	Perú	89,67±2,97	P>0,05
	Andina	88,33±2,44	

DES=Desviación estándar

Gráfico 13: Características cinéticas del semen de dos razas de cuyes (*Cavia porcellus*)

Fuente: (Quispe, 2018).

Tabla 16. Motilidad total de semen de los cuyes colectados por electroeyaculación.

Cuyes	n° de colecta	Promedio (%)	± DS (%)	C.V (%)	Max. (%)	Min. (%)
1	4	66.69 a	15.33	22.99	84.26	53.67
2	5	75.27 a	17.10	22.71	88.00	52.11
3	5	73.09 a	5.56	7.61	79.58	66.66
4	2	73.55 a	0.76	1.03	74.08	73.01
5	5	60.42 a	16.90	27.97	87.02	39.89
Total	21	72.15	11.13	16.46	82.59	57.07

Gráfico 14: Motilidad total de semen de los cuyes colectados por electro eyaculación

Fuente: (Aragón, 2019)

Tabla 1. Características del semen y morfometría de los espermatozoides de cuyes de cuatro meses de edad en los genotipos nativo y mejorado.

Características	Macho Nativo (n=6)	Macho Mejorado (n=6)	P-value
Volumen del eyaculado (ml)	0,37 ± 0,16	0,47 ± 0,09	ns
Concentración espermática (N°x10 ⁶ /ml)	8,5 ± 1,1	12,5 ± 2,1	*
Motilidad total (%)	79,8 ± 5,6	88,5 ± 5,1	*
Morfometría del espermatozoide			
Longitud cefálica (µm)	8,4 ± 0,2	8,5 ± 0,3	ns
Ancho cefálico (µm)	7,4 ± 0,2	7,7 ± 0,3	ns
Longitud del flagelo (µm)	86,3 ± 6,3	88,2 ± 4,6	ns

* p≤0,05; ns, no significativo. Datos presentados como media + desviación estándar.

Gráfico 15: Características del semen y morfometría de los espermatozoides de cuyes de cuatro meses de edad en los genotipos nativo y mejorado

Fuente: (Paredes, M, et al. 2020).

ANEXO D: INVESTIGACIONES SOBRE LA VITALIDAD DEL SEMEN DE CUY

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

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

Fuente: Directa

Gráfico 16: Determinación de la vitalidad del espermatozoide del cobayo

Fuente: (Loor, 2015)

Cuadro 2. Variables de calidad en espermatozoides epididimarios (X±EE) al momento de su recuperación (fresco), por factor.

Variables de calidad en espermatozoides epididimarios	Factores				
		Edad		Fenotipo	
		J	A	C	M
MIP (%)	J	51,0±6,57	C	43,7±7,30	
	A	50,2±5,88	M	57,5±3,75	
VE (%)	J	46,4±4,63	C	48,7±4,78	
	A	43,9±3,23	M	41,5±2,57	
AT (%)	J	29,5±1,81 ^a	C	35,5±1,89	
	A	37,3±1,56 ^b	M	31,3±2,14	
HOS (%)	J	17,6±2,59	C	16,7±2,03	
	A	17,1±2,34	M	18,0±2,82	

J= Jóvenes A= Adultos C=Criollo M=Mejorado
 Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas (p<0,05)

Gráfico 17: Variables de calidad en espermatozoides epididimarios (X±EE) al momento de su recuperación (fresco), por factor.

Fuente: (Tapia, D& Tello, D. 2016)

Tabla 2. Media y error estándar de los parámetros de valoración espermática

Variables	Tratamientos						P
	Enteros			Extirpados			
	$\bar{X} \pm EE$	IC 95 %		$\bar{X} \pm EE$	IC 95 %		
		inferior	superior		inferior	superior	
Concentración ($\times 10^6$)	418 \pm 57	306,28	529,72	342 \pm 32	279,28	404,72	0,29
Motilidad Masal (1-5)	3,4 \pm 0,24	2,93	3,87	2,8 \pm 0,2	2,41	3,19	0,09
Motilidad Individual (%)	58 \pm 5,39	47,44	68,56	55 \pm 2,24	50,61	59,39	0,62
Vitalidad (%)	60,2 \pm 4,02	52,32	68,08	52,2 \pm 8,09	38,34	70,06	0,53
Morfología (%)	62,8 \pm 2,89	57,14	68,46	63,4 \pm 2,66	58,19	68,61	0,88

\bar{X} : media; EE=error estándar; IC=intervalo de confianza 95 %; P=valor de significancia al 0,05; Prueba de T de Student

Gráfico 18: Media y error estándar de los parámetros de valoración espermática

Fuente: (Ayala, 2017)

Tabla 18. Espermatozoides vivos de semen de cuyes, colectados por electroeyaculación.

Cuyes	n° de colecta	Promedio (%)	\pm DS (%)	C.V (%)	Max. (%)	Min. (%)
1	4	69.92 a	4.03	5.76	75.30	65.66
2	5	76.67 a	9.48	12.37	86.58	63.54
3	5	77.33 a	3.78	4.89	81.33	71.11
4	2	75.26 a	16.55	22.00	86.96	63.55
5	5	66.05 a	6.94	10.50	72.78	55.88
total	21	74.80	8.16	11.10	80.59	63.95

Gráfico 19: Espermatozoides vivos de semen de cuyes, colectados por electro eyaculación

Fuente: (Aragón, 2019)

GRÁFICO 1. PORCENTAJE DE MORTALIDAD ESPERMÁTICA ANTES DE LA CRIOCONSERVACIÓN.



Fuente: Directa
Elaborado por: Mayra Mise

El grafico número 1 se representa el porcentaje de mortalidad de semen fresco diluido en el cual nos indica un 93 % de espermatozoides vivos y el 7 % de espermatozoides muertos.

Gráfico 20: Porcentaje en mortalidad espermática antes de la crio conservación

Fuente: (Mise, 2014)

ANEXO E: INVESTIGACIONES SOBRE LA MORFOLOGÍA DEL ESPERMATOZOIDE DEL CUY

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

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

Fuente: Directa

Elaborado por: Alex Loor

Gráfico 21: Determinación de la morfología del espermatozoide del espermatozoide del cobayo

Fuente: (Loor, 2015)

Variables	$\bar{X} \pm EE$	Tratamientos				P	
		Enteros		$\bar{X} \pm EE$	Extirpados		
		IC 95 % inferior	IC 95 % superior		IC 95 % inferior		IC 95 % superior
Concentración ($\times 10^6$)	418 \pm 57	306,28	529,72	342 \pm 32	279,28	404,72	0,29
Motilidad Masal (1-5)	3,4 \pm 0,24	2,93	3,87	2,8 \pm 0,2	2,41	3,19	0,09
Motilidad Individual (%)	58 \pm 5,39	47,44	68,56	55 \pm 2,24	50,61	59,39	0,62
Vitalidad (%)	60,2 \pm 4,02	52,32	68,08	52,2 \pm 8,09	38,34	70,06	0,53
Morfología (%)	62,8 \pm 2,89	57,14	68,46	63,4 \pm 2,66	58,19	68,61	0,88

\bar{X} : media; EE=error estándar; IC=intervalo de confianza 95 %; P=valor de significancia al 0,05; Prueba de T de Student

Gráfico 22: Media y error estándar de los parámetros de valoración espermática.

Fuente: (Ayala, 2017)

Tto	N° arete	Peso corporal (g)	Volumen (ml)	Concentración espermática (10 ⁶ /ml)	Concentración espermática (10 ⁶ /eyaculado)	Morfología espermática normal (%)	Motilidad espermática (%)
V3F2P1	12	1760	0,3	30	9	97	0
	18	1766	0,3	42	12,6	96	0
	36	1800	0,4	30	12	97	0
	45	1700	0,25	38	9,5	94	0
Promedio		1756,5	0,312	35	10,77	96	0
DE		41,58	0,06	6,00	1,79	1,41	0,00

DE=Desviación estándar

Elaborado por: La autora

Gráfico 23: Resultados de evaluación de semen de los tratamientos V3F1P1 y V3F2P1

Fuente: (Pinduisaca, 2018)

Tabla 3: Característica de los valores morfométricos del semen de dos razas de cuyes (*Cavia porcellus*)

Variable de estudio	Raza de Cuy	Media	Prueba. De t
Longitud cefálica (µm)	Perú	8,69±0,64	P>0,05
	Andina	8,51±0,54	
Ancho cefálico (µm)	Perú	7,75±0,46	P>0,05
	Andina	7,89±0,58	
Longitud flagelo (µm)	Perú	93,76±4,36	P>0,05
	Andina	93,18±2,42	
Longitud del espermatozoide (µm)	Perú	101,23±4,41	P>0,05
	Andina	102,15±4,72	
Morfología normal (%)	Perú	90,67±3,72	P>0,05
	Andina	91,00±3,38	
Morfología anormal (%)	Perú	9,33±3,72	P>0,05
	Andina	9,00±3,38	

(µm)= micrómetros.

Gráfico 24: Características de los valores morfométricos del semen de dos razas de cuyes (*Cavia porcellus*)

Fuente: (Quispe, 2018)

Cuadro 1. Estadística descriptiva de los parámetros del semen de cobaya obtenidos por electroeyaculación transrectal.

Parámetro	norte	Mínimo	Máximo	Media ± DE
Volumen (mL)	39	0,10	2,40	0,67 ± 0,5
Motilidad (%)	39	63,00	99,00	91 ± 6,6
Concentración (× 10 ⁶ espermatozoides / ml)	37	6,00	94,60	36,70 ± 28,4
Número total de espermatozoides (× 10 ⁶ espermatozoides / eyaculado)	37	1,40	60,52	20,09 ± 17,6
Defecto acrosómico (%)	39	0,63	21,24	7,80 ± 5,2
Ausencia acrosómica (%)	39	0,44	25,08	6,51 ± 6,3
Otras anomalías (%)	39	0,25	23,32	3,95 ± 4,5
Anomalías totales (%)	39	3,22	33,95	18,26 ± 8,5
Espermatozoides muy ubiqutinados (%)	37	0,35	31,21	5,57 ± 6,3
Doctorado	14	7,00	8,0	7,04 ± 0,1

n = tamaño de la muestra.

Gráfico 25: Estadísticas descriptiva de los parámetros del semen de cobaya obtenidos por electroeyaculación transrectal

Fuente: (Benavides, F, et al. 2020).

ANEXO F: INVESTIGACIONES SOBRE LA MORFOMETRÍA DEL ESPERMATOZOIDE DEL CUY

Tabla 3: Característica de los valores morfométricos del semen de dos razas de cuyes (*Cavia porcellus*)

Variable de estudio	Raza de Cuy	Media	Prueba. De t
Longitud cefálica (µm)	Perú	8,69±0,64	P>0,05
	Andina	8,51±0,54	
Ancho cefálico (µm)	Perú	7,75±0,46	P>0,05
	Andina	7,89±0,58	
Longitud flagelo (µm)	Perú	93,76±4,36	P>0,05
	Andina	93,18±2,42	
Longitud del espermatozoide (µm)	Perú	101,23±4,41	P>0,05
	Andina	102,15±4,72	
Morfología normal (%)	Perú	90,67±3,72	P>0,05
	Andina	91,00±3,38	
Morfología anormal (%)	Perú	9,33±3,72	P>0,05
	Andina	9,00±3,38	

(µm)= micrómetros.

Gráfico 26: Características de los valores morfométricos del semen de dos razas de cuyes (*Cavia porcellus*)

Fuente: (Quispe, 2018).

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

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

Fuente: Directa

Elaborado por: Loor Alex

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

Gráfico 27: Determinación de las medias de las partes del espermatozoide del cobayo

Fuente: (Loor, 2015)

Tabla 1. Características del semen y morfometría de los espermatozoides de cuyes de cuatro meses de edad en los genotipos nativo y mejorado.

Características	Macho Nativo (n=6)	Macho Mejorado (n=6)	P-value
Volumen del eyaculado (ml)	0,37 ± 0,16	0,47 ± 0,09	ns
Concentración espermática (N°x10 ⁶ /ml)	8,5 ± 1,1	12,5 ± 2,1	*
Motilidad total (%)	79,8 ± 5,6	88,5 ± 5,1	*
Morfometría del espermatozoide			
Longitud cefálica (µm)	8,4 ± 0,2	8,5 ± 0,3	ns
Ancho cefálico (µm)	7,4 ± 0,2	7,7 ± 0,3	ns
Longitud del flagelo (µm)	86,3 ± 6,3	88,2 ± 4,6	ns

* p ≤ 0,05; ns, no significativo. Datos presentados como media ± desviación estándar.

Gráfico 28: Características del semen y morfometría de los espermatozoides de cuyes de cuatro meses de edad en los genotipos nativo y mejorado

Fuente: (Paredes, M, et al. 2020)

Gráfico 29: Variables morfométricas de la cabeza, pieza intermedia y cola del espermatozoide de cuy (media ± DS) en función de su clase morfológica.

Tabla 3. Variables morfométricas de la cabeza, pieza intermedia y cola del espermatozoide de cuy (media ± DS) en función de su clase morfológica.

Variable	Clase morfológica				Promedio
	1	2	3	4	
Longitud (µm)	7.40 ± 0.31 ^b	7.44 ± 0.29 ^b	7.24 ± 0.26 ^c	7.62 ± 0.19 ^a	7.45 ± 0.29
Anchura (µm)	6.54 ± 0.26 ^a	6.57 ± 0.25 ^a	6.36 ± 0.23 ^b	6.57 ± 0.21 ^a	6.55 ± 0.25
Área (µm ²)	42.41 ± 3.08 ^b	42.85 ± 3.03 ^b	42.33 ± 3.39 ^b	44.64 ± 2.16 ^a	43.02 ± 3.03
Perímetro (µm)	26.55 ± 1.02 ^a	26.74 ± 0.99 ^a	25.50 ± 1.25 ^b	26.33 ± 1.06 ^b	26.56 ± 1.07
Elípticidad	1.13 ± 0.04 ^b	1.13 ± 0.04 ^b	1.14 ± 0.02 ^b	1.16 ± 0.02 ^b	1.14 ± 0.04
Rugosidad	0.76 ± 0.02 ^c	0.75 ± 0.02 ^c	0.82 ± 0.06 ^a	0.81 ± 0.04 ^b	0.77 ± 0.04
Elongación	0.06 ± 0.02 ^b	0.06 ± 0.02 ^b	0.06 ± 0.01 ^b	0.07 ± 0.01 ^a	0.06 ± 0.02
Regularidad	0.90 ± 0.04 ^a	0.90 ± 0.03 ^a	0.86 ± 0.04 ^c	0.88 ± 0.03 ^b	0.89 ± 0.04
Longitud PI (µm)	11.95 ± 0.70 ^b	12.11 ± 0.73 ^a	11.74 ± 0.65 ^c	11.91 ± 0.54 ^b	12.02 ± 0.70
Longitud cola (µm)	92.89 ± 3.77 ^a	93.42 ± 4.07 ^b	90.75 ± 3.61 ^c	92.30 ± 3.52 ^b	92.96 ± 3.96

DS: desviación estándar. PI: pieza intermedia. Número total de células de cada clase morfológica: clase 1 = 203; clase 2 = 590; clase 3 = 67; clase 4 = 165. a-c Superíndices distintos dentro de filas indican diferencias significativas entre variables. P < 0.05.

Hubo efecto animal (P < 0.05) en las variables morfométricas de cabeza, longitud de la pieza intermedia y cola del espermatozoide de cuy (Tabla 4). Las variables morfométricas muestran bajos coeficientes de variación (3.16 a 7.04%), excepto la elongación que mostraba un 24.33%.

Tabla 4. Variables morfométricas de la cabeza, pieza intermedia y cola del espermatozoide de cuy (media ± DS) en función del animal.

Variable	Animal				
	1	2	3	4	5
Longitud (µm)	7.38 ± 0.25 ^a	7.47 ± 0.27 ^a	7.47 ± 0.33 ^a	7.49 ± 0.33 ^a	7.43 ± 0.27 ^a
Anchura (µm)	6.54 ± 0.23 ^a	6.52 ± 0.26 ^b	6.58 ± 0.24 ^a	6.56 ± 0.29 ^a	6.55 ± 0.24 ^a
Área (µm ²)	43.10 ± 2.89 ^a	42.69 ± 3.21 ^b	43.43 ± 3.07 ^a	43.09 ± 3.38 ^a	42.73 ± 2.62 ^b
Perímetro (µm)	26.57 ± 1.07 ^a	26.42 ± 1.08 ^a	26.64 ± 1.08 ^a	26.49 ± 1.22 ^a	26.62 ± 0.92 ^a

Fuente: (Urbano, et al. 2020)



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 06/ 06 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Dario Alfonso Taday Huaraca
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Zootecnia
Título a optar: Ingeniero Zootecnista
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



0666-DBRA-UTP-2022