



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SEMINALES EN
TOROS CRIOLLOS DURANTE ÉPOCA SECA**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. ANIBAL CCAHUANA GAMARRA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2024



NOMBRE DEL TRABAJO

EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SEMINALES EN TOROS CRIOLLOS DURANTE ANTE ÉPOCA SECA

AUTOR

ANIBAL CCAHUANA GAMARRA

RECuento DE PALABRAS

15994 Words

RECuento DE CARACTERES

85270 Characters

RECuento DE PÁGINAS

91 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.6MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 15, 2024 2:42 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 15, 2024 2:43 PM GMT-5

● **16% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)



Ing. Pablo Antonio Beltrán Barriga Dr.
DIRECTOR DPTO. ACADÉMICO
EPIA - F.C.A. UNA - PUNO

V. B. Ccahuana Gamarra
Directo Sub. Unidades de Invest. EPIA
Cod. 82081
Dr. Manuel A. Ccahuana P



DEDICATORIA

Considero dedicar el presente trabajo a nuestro creador eterno y único, ya que me permite llegar a este pasaje muy importante de mi vida, para complementar mi formación profesional.

A mi madre Constantina Gamarra Limachi, quien con su trabajo sacrificado y apoyo incondicional me dio soporte en todo momento, ya que hubo situaciones complejas del trajinar de la vida que tal vez en algún momento comprometieron la normal finalización de mi carrera. A mi esposa Noelia M. Puma Palomino, quien tiene una cuota de influencia muy importante en el re direccionamiento que tengo como persona. A mis hijos (a) Luana M. Ccahuana Puma, Mharlon F. Ccahuana Puma e Illari V. Ccahuana Puma, quienes son la inspiración y motivación para concluir este proyecto de vida. A mis hermanos (a) Carlos A. Ccahuana Gamarra y Roscio Machaca Gamarra, para quienes siempre fui su referente. Y amigos incondicionales Roger Condori Cahuana, Hector Escobedo Huayllapuma, Ronal H. Diaz Mamani y Julio C. Gutierrez Mamani.

Anibal Ccahuana Gamarra



AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento. A la Universidad Nacional del Altiplano, por haberme acogido en sus aulas de estudio y darme la oportunidad de asimilar conocimientos y experiencias que finalmente están siendo volcados en mi desenvolvimiento profesional.

A los docentes de la carrera profesional de Ing. Agronómica, cada uno de ellos han sabido inculcarme conocimientos, bajo los lineamientos de valores y ética profesional.

También mi agradecimiento muy especial a mi asesor MVZ, MgSc. Faustino Quispe Condori, lo propio para mi director Dr. Pablo Antonio Beltran Barriga, con quienes se ha compartido experiencias muy satisfactorias, durante el desarrollo del proyecto. A mis jurados M.Sc. Jesús Sanchez Mendoza, M.Sc. Rony Abel Ciprian Carreon y M.Sc. Nicaela Pilar Terroba Quispe, quienes mediante sus apreciaciones y observaciones hacen que el proyecto se fortalezca y aporte valor al sector pecuario de la región y el Perú.

A todas las personas que nos han brindado su amistad, sus consejos y sus ánimos, nuestro más sincero agradecimiento.

Anibal Ccahuana Gamarra



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
RESUMEN	11
ABSTRACT.....	12
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.1.1. Objetivo general	15
1.1.2. Objetivos específicos	16
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. MARCO TEÓRICO	17
2.1.1. El bovino criollo.....	17
2.1.2. Métodos de colección seminal en toros	18
2.1.3. Procedimiento para la colección del semen mediante la vagina artificial	20
2.1.4. Evaluación seminal (semen fresco).....	22
2.1.5. Evaluación macroscópica del semen bovino.....	24
2.1.5.1. Color.....	24



2.1.5.2. Volumen.....	26
2.1.6. Evaluación microscópica del semen bovino	28
2.1.6.1. Motilidad.....	28
2.1.6.2. Concentración espermática	33
2.1.7. Factores que afectan la calidad seminal	36
2.1.8. Resultados de las variables seminales.....	38

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE ESTUDIO	43
3.2. DATOS METEOROLÓGICOS.....	44
3.3. MATERIAL EXPERIMENTAL	44
3.3.1. Animales	44
3.4. RECURSOS FORRAJEROS	47
3.5. PROCESO DE ALIMENTACION Y MANEJO	47
3.6. MATERIALES Y EQUIPOS DE LABORATORIO	47
3.7. ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN	48
3.7.1. Entrenamiento de los animales.....	48
3.7.2. Etapa experimental.....	49
3.8. FRECUENCIA DE COLECCIÓN SEMINAL.....	49
3.9. PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LAS VARIABLES	49
3.9.1. Colección de semen.....	50
3.9.2. Análisis estadístico de los datos	53

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS SEMINALES MACROSCÓPICAS	54
---	-----------



4.1.1. Volumen (ml) seminal en tres colores de toros criollos.....	54
4.1.2. Color de semen recolectado y sus variaciones según color de capa en toros criollos.....	56
4.2. CARACTERÍSTICAS SEMINALES MICROSCÓPICAS	57
4.2.1. Motilidad masal (1-5) en tres colores de toros criollos.....	57
4.2.2. Motilidad individual (%) en tres colores de toros criollos.....	59
4.2.3. Concentración espermática promedio \pm ee (x106 espermatozoides/ml en tres colores de toros criollos.....	61
V. CONCLUSIONES.....	65
VI. RECOMENDACIONES.....	66
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
ANEXOS.....	72

ÁREA: Ciencias Agrarias

TEMA: Producción animal

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 19 de julio del 2024.



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Relación entre el color de semen recolectado y concentración espermática.	26
Tabla 2 Determinación de la puntuación del vigor del movimiento ondulado de los espermatozoides	29
Tabla 3 Características espermáticas (promedio \pm EE) de toros de fenotipo Criollo de acuerdo con la época del año	39
Tabla 4 Características seminales en dos tipos de toros Criollos Colombianos.....	40
Tabla 5 Características de semen en toros del Banco Nacional de Semen.....	42
Tabla 6 Promedio de temperatura y precipitación.....	44
Tabla 7 Volumen seminal (ml) promedio \pm EE en tres colores de toros Criollos....	54
Tabla 8 Color de semen predominante según color de capa en toros criollos.....	57
Tabla 9 Motilidad espermática masal promedio \pm EE (1-5) en tres colores de toros Criollos	58
Tabla 10 Motilidad individual (%) promedio \pm EE en tres colores de toros Criollos	59
Tabla 11 Cuadro comparativo historico de motilidad individual.....	60
Tabla 12 Concentración espermática ($\times 10^6$) promedio \pm EE en tres colores de toros Criollos	61
Tabla 13 Cuadro comparativo de volumen, color, concentración espermática y motilidad.....	63



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Toro Criollo color gateado (atigrado)	45
Figura 2 Toro Criollo color Callejonado.....	46
Figura 3 Toro Criollo color Negro	46



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1 Análisis de varianza y prueba de Duncan para volumen seminal en tres colores de toros criollos	72
ANEXO 2 Análisis de varianza y prueba de comparación de promedios de Duncan para motilidad masal en semen de toros criollos.....	73
ANEXO 3 Motilidad individual transformado a valores angulares en semen de toros criollos	74
ANEXO 4 Estadísticos descriptivos: motilidad individual	75
ANEXO 5 Análisis de varianza y prueba de medias de Duncan para la concentración espermática ($\times 10^6$ espermatozoides/ml) de toros criollos	76
ANEXO 6 Datos meteorológicos del mes de junio 2022.....	77
ANEXO 7 Datos meteorológicos del mes de julio 2022.....	78
ANEXO 8 Datos meteorológicos del mes de agosto 2022.....	79
ANEXO 9 Centro Experimental Chuquibambilla – UNA – Puno	80
ANEXO 10 Laboratorio del Centro Experimental Chuquibambilla UNA - Puno	80
ANEXO 11 Preparando los ejemplares	81
ANEXO 12 Preparando equipos de colección	83
ANEXO 13 Trabajo de colección de semen.....	86
ANEXO 14 Trabajo de laboratorio	88
ANEXO 15 Declaración jurada de autenticidad de tesis.....	90
ANEXO 16 Autorización para el depósito de tesis en el repositorio de investigación .	91



RESUMEN

La investigación se realizó en el distrito de Umachiri, Melgar, Puno, Perú y evalúa las características seminales macroscópicas y microscópicas durante la época seca, en tres colores de capa de toros criollos de edad adulta, manejados en forma semi-intensivo. La colección seminal fue mediante vagina artificial con una frecuencia de 7 días de intervalo, las variables se evaluaron con microscopio óptico, al analizar los datos se consideraron medidas de tendencia central y de dispersión; asimismo, se aplicó análisis de varianza de una vía y la contrastación de promedios mediante la prueba de Duncan a un $\alpha=0.05$. El promedio de volumen seminal, motilidad masal, motilidad individual y concentración espermática, no mostraron diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$) en los tres colores de capa estudiados, siendo el volumen promedio 4.86, 4.47 y 4.39 ml, con respecto al color fue blanco cremoso predominante en los tres colores de capa, mientras que la motilidad masal fue: 4.54, 4.45 y 4.41 (escala 1 a 5) en colores de capa negro, atigrado y callejonado, respectivamente. Referente a la motilidad individual los promedios logrados mostraron similitud ($p>0.05$) entre los tres colores de capa, promediando 63.37, 62.57 y 61.89% en toros de capa atigrado, callejonado y negro, respectivamente; la concentración espermática promedio fue de $1,106.4 \times 10^6$, $1,022.7 \times 10^6$ y $1,013.3 \times 10^6$ espermatozoides/ml en colores negro, atigrado y callejonado, respectivamente. Se concluye que, las características seminales estudiadas bajo condiciones medio ambientales de la época seca, no influyen significativamente.

Palabras Clave: Color, periodo, raza, semen, toro criollo.



ABSTRACT

The research was carried out in the district of Umachiri, Melgar, Puno, Peru and evaluates the macroscopic and microscopic seminal characteristics during the dry season, in three coat colors of adult Creole bulls, managed semi-intensively. The seminal collection was done through an artificial vagina with a frequency of 7 days interval. The variables were evaluated with an optical microscope. When analyzing the data, measures of central tendency and dispersion were considered; Likewise, one-way analysis of variance and comparison of averages using the Duncan test were applied at $\alpha=0.05$. The average seminal volume, mass motility, individual motility and sperm concentration did not show significant statistical differences ($p>0.05$) in the three coat colors studied, with the average volume being 4.86, 4.47 and 4.39 ml, with respect to the color being white. creamy predominant in the three coat colors, while mass motility was: 4.54, 4.45 and 4.41 (scale 1 to 5) in black, brindle and alley coat colors, respectively. Regarding individual motility, the averages achieved showed similarity ($p>0.05$) between the three coat colors, averaging 63.37, 62.57 and 61.89% in brindle, alley and black coat bulls, respectively; The average sperm concentration was $1,106.4 \times 10^6$, $1,022.7 \times 10^6$ and $1,013.3 \times 10^6$ sperm/ml in black, brindle and alley colors, respectively. It is concluded that the seminal characteristics studied under environmental conditions of the dry season do not significantly influence.

Keywords: Color, period, breed, semen, Creole bull.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El bovino criollo es un herbívoro rumiante, asume un papel importante en los sistemas de producción de la ganadería bovina del país debido a su notable capacidad para transformar los pastos naturales inferiores, que no son aptos para el consumo humano, en productos alimenticios ricos en nutrientes, como carne y leche; además, estos rumiantes proporcionan fertilidad al suelo a través de sus excrementos y orina.

En comparación con otras zonas ganaderas del mundo, la región altiplánica del sur peruano se caracteriza por presentar dos épocas con sus características en la disponibilidad de forrajes, una de ellas es la de mayor disponibilidad y calidad nutritiva donde los animales expresan su potencial genético; sin embargo, la otra se caracteriza por ser época seca con muy pobre calidad de pastos naturales y con un clima frígido. Es en este medio ambiente por encima de los 3,800 msnm donde los animales criollos (toros) que se adaptaron desde mucho tiempo atrás sobreviven para expresar su potencial productivo ya sea de carne o leche o como animal de trabajo en el medio rural junto con los pobladores andinos.

Tras la exitosa inseminación de un perro por parte del prestigioso fisiólogo italiano Lazzaro Spallanzani en 1779, que dio como resultado una camada impecable, se prestó gran atención a la práctica de la inseminación artificial y a su componente fundamental, el «semén». Tras numerosos años de examen, el estudio del semen ha facilitado el desarrollo de metodologías destinadas a mejorar la eficacia reproductiva y, al mismo tiempo, ha permitido evaluar la capacidad de fertilidad de los bovinos.



Tradicionalmente, se ha hecho más hincapié en la importancia de obtener vacas fértiles en lugar de toros fértiles. Esto se debe al hecho de que existen disparidades considerables en la capacidad reproductiva de los toros dentro de la población general, incluso si se consideran individuos de la misma raza y edad. Además, dado que un solo toro es capaz de aparearse con numerosas vacas, la calidad seminal del toro es crucial para garantizar que las vacas queden preñadas y optimizar el éxito reproductivo general del rebaño. Por lo tanto, es imprescindible evaluar la calidad seminal de los toros.

La mayoría de las investigaciones en el campo de la reproducción animal se han centrado predominantemente en resolver los problemas reproductivos de las vacas, sin dar prioridad a los problemas plausibles que podrían atribuirse al toro y a su contribución a la falta de éxito en la reproducción. La influencia del toro en la eficacia reproductiva del rodeo es inequívoca, y es de suma importancia actuar con cautela a la hora de seleccionar aquellos que sean adecuados para este fin. La fertilidad del toro, tomada individualmente, tiene más peso que la de la vaca. La proporción entre toros y vacas en la reproducción natural varía de 1/25 a 1/50, mientras que, en la inseminación artificial, puede aumentar a 1/10.000 o más. Como resultado, se supone que el toro es responsable del 80% o más de la mejora que se puede lograr en una población. Se ha observado que, en caso de la falla de una vaca, la pérdida que se produce es la de un solo ternero. Sin embargo, en el desafortunado caso de que un toro fracase, la pérdida podría ascender a entre 25 y 50 o incluso más terneros por cada 100 vacas, según cita Boggio (2007).

La variabilidad tanto en la morfología como en la funcionalidad de los espermatozoides que se encuentra en los eyaculados de los toros a lo largo del tiempo es motivo de gran preocupación. Esta variabilidad es indicativa del funcionamiento de los testículos, los conductos extragonadales y las glándulas adheridas al aparato genital



masculino, lo que se refleja en la concentración y morfología de los espermatozoides eyaculados. El valor diagnóstico de estos parámetros es elevado, ya que las investigaciones han establecido una correlación directa entre la incidencia de espermatozoides anormales en la eyaculación y la fertilidad bovina (Gonzales et al., 2005).

El sector ganadero bovino ha dedicado recursos considerables a mejorar la composición genética de las razas de ganado, empleando una variedad de métodos que abarcan enfoques fenotípicos, genotípicos y biotecnológicos para lograr sus objetivos. En este contexto, la presente investigación pretende servir de medio para identificar a los toros criollos que presentan una fecundidad superior, lo que facilita el proceso de selección. Por otro lado, hasta el momento a nivel nacional no se conocen trabajos de investigación sobre la calidad espermática en toros Criollos pero sí existen reportes de otros países; por lo expuesto, el presente estudio es para evaluar las características seminales de toros criollos expuestas a las condiciones medioambientales de la época seca del altiplano para de esta manera crear nuevas bases de datos en el país, con miras hacia la criopreservación seminal y uso en la inseminación artificial posterior.

1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1. Objetivo general

Evaluar las características seminales en tres colores de toros criollos adultos del altiplano sur del Perú.



1.1.2. Objetivos específicos

Evaluar las características seminales macroscópicas de volumen y color, en tres colores de toros criollos durante la época seca.

Evaluar las características seminales microscópicas de motilidad y concentración espermática, en tres colores de toros criollos durante la época seca.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. El bovino criollo

El ganado criollo es una raza cuya ascendencia se remonta a los animales que fueron traídos de la Península Ibérica durante el segundo viaje de Colón en 1493. Estos bovinos provienen de las razas autóctonas del sur de España y han desarrollado rasgos adaptativos únicos que les han permitido prosperar y reproducirse en los desafiantes terrenos del paisaje peruano (Primo, 1992).

Estos animales, también denominados “chuscos”, cumplen un rol importante en la vida de las comunidades campesinas: son fuente de proteínas (carne, leche, queso), de fuerza de trabajo, de ahorro (cotidianamente venden el queso que se produce con la leche o en casos de emergencia o necesidad de liquidez, venden a los animales mismos), fertilizantes, cuero, entre otros. Los diversos ecosistemas a los cuales se han adaptado, los hacen de gran valor potencial como fuente de genes útiles (genes de resistencia a enfermedades, de rendimiento productivo y reproductivo, etc.); y servicios ambientales (contribuyen al manejo apropiado de hábitats seminaturales) (Rege y Gibson, 2003).

De hecho, Delgado et al (2019) informan sobre los abundantes recursos zoogenéticos del Perú, específicamente el bovino criollo, que ha recibido pocos estudios pero que poseen una importancia potencial para las comunidades



campesinas que residen en las tierras altas del país. Este ganado desempeña un papel fundamental al proporcionar una fuente de sustento, ahorro y poder de tracción en regiones donde la mecanización agrícola es un desafío y la cría de otras razas de ganado no es práctica (Aguirre et al., 2014). Según el Censo Agrícola realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en 2012, la población de ganado criollo en Perú es de 3.276.799, lo que representa el 63,9% de la población total de ganado bovino.

2.1.2. Métodos de colección seminal en toros

También Bearden and Fuquay (2000) establece que, se han usado varios métodos de colección desde que se inició la inseminación artificial. Los primeros procedimientos incluían la toma de semen de la vagina de la hembra con una cuchara, o en alguna otra forma. Posteriormente, se ponía dentro de la vagina de la vaca o yegua una bolsa de hule especialmente diseñada para la colección de semen. Desde 1925 se dio a conocer el método del masaje, que consistía en el masaje de las glándulas vesicales y el ámpula, vía rectal; la cantidad y calidad de semen que se obtenía de esta forma representaba el principal problema. En 1914 Amantea presentó el concepto de la vagina artificial, y alrededor de 1933 los científicos Rusos lo adoptaron para especies domésticas y en 1948 se introdujo una versión práctica del electroeyaculador.

Como relata Madrid-Bury (2006), el proceso de recolección de semen implica el uso del método parafisiológico de la vagina artificial o la electroeyaculación. El primer método permite obtener una muestra de semen de excelente calidad, indicativa de la eyaculación de un toro. Además, este método



permite al examinador observar el comportamiento del animal durante el movimiento y el apareamiento. Cabe señalar que la temperatura desempeña un papel fundamental en el proceso de eyaculación del toro y está sujeta a variaciones según las preferencias de los animales. Para obtener una eyaculación segura y de calidad, es imprescindible que el agua del interior de la vagina se mantenga a una temperatura de entre 42 y 45 °C. De esta manera, el examinador debe vigilar atentamente la temperatura de la vagina durante el proceso. Por otro lado, Páez-Barón y Corredor-Camargo (2014) postulan que la selección de la técnica de recolección es proporcional a los atributos del animal que se va a adquirir. Sin embargo, la vagina artificial es el medio preferido para la recolección de animales del tipo *Bos taurus*, caracterizados por un temperamento dócil. Por el contrario, se prefiere el uso de un electroeyaculador para los animales con un temperamento más tempestuoso y agresivo, como los del tipo *Bos indicus* y los toros de lidia.

Según Hafez (2002), el uso de una vagina artificial para la recolección de semen produce un volumen de eyaculación equivalente al de los latigazos naturales. Este método también facilita una excitación sexual suficiente en los machos, lo que da como resultado un semen con un volumen deseable y una alta concentración de espermatozoides. Con intervalos cortos de 10 a 15 minutos, se pueden obtener hasta 4 eyaculaciones utilizando este enfoque. Además, Acuña (1997) aboga por el empleo de la vagina artificial como el método óptimo para la recolección de semen debido a su naturaleza higiénica, conveniencia, facilidad de operación y capacidad para procesar más animales por unidad de tiempo, preservando al mismo tiempo la integridad bioquímica del semen. Las muestras de semen recolectadas mediante este método presentan una mayor



representatividad y están menos influenciadas por factores externos en comparación con las obtenidas por otros medios, como la electroeyaculación o el masaje de las vesículas seminales. Mediante la implementación de la tecnología de reproducción artificial, el semen se recolecta a través de una vagina artificial y, posteriormente, se deposita en un tubo graduado que posee una capacidad de aproximadamente 15 mililitros. Este tubo está hecho de plástico o vidrio, lo que facilita la medición del volumen del semen. Se recomienda proteger el tubo cubriéndolo con una cubierta protectora para evitar los posibles efectos nocivos de la radiación ultravioleta y las fluctuaciones bruscas de temperatura en el semen recolectado.

2.1.3. Procedimiento para la colección del semen mediante la vagina artificial

De hecho, Morillo et al (2012) afirman que la vagina artificial está compuesta por un tubo cilíndrico rígido y elástico que mide 7 centímetros de diámetro y de 35 a 40 centímetros de largo. El tubo está recubierto internamente con una carcasa de goma que se flexiona sobre los extremos del cilindro, dando forma a una cámara que se llena de agua caliente (45-46 °C) y aire. Esta configuración permite proporcionar una estimulación adecuada de temperatura y presión, lo que facilita la eyaculación. La zona de recogida de semen requiere una correa de montaje, un suelo sólido y antideslizante, protecciones de seguridad y un entorno de trabajo adecuado a la actividad que se esté realizando (sin ruidos ni distracciones). Además, debe estar ubicada cerca del laboratorio.



En el ámbito de la ganadería, es costumbre emplear una vaca en celo, un toro o un maniquí. Para garantizar una recogida óptima del semen, es aconsejable preparar al toro mediante una técnica de montaje simulada, en la que se permite al semental montar sobre la vaca o el toro y desviar el pene cogiendo la piel del prepucio con la palma de la mano, evitando que penetre en la vagina. Es imprescindible evitar cualquier contacto manual con el revestimiento del pene. En los siguientes intentos de montar, la punta desviada del pene se coloca en la entrada de la vagina, lo que permite un último empujón que acompaña a la eyaculación. Como demostró Rangel en 2007, la aplicación de los falsos latigazos en el ganado bovino permite mejorar la calidad del semen al aumentar el volumen, la concentración y la motilidad de los espermatozoides.

Para comenzar el proceso de recolección de eyaculación del animal utilizando una vagina artificial, un operador que es diestro se coloca en el lado derecho del toro. Al intentar montar al toro, el operario manipula el pene cogiendo el prepucio con la mano izquierda y moviéndolo hacia el lado derecho, evitando así cualquier contacto con la monta. Posteriormente, el operador sujeta el extremo lubricado de la vagina artificial con la mano derecha y lo coloca delante del pene. Como resultado del estímulo, que incluye una presión y una temperatura similares a las de una vaca en celo, el toro es capaz de penetrar la vagina en toda su extensión, realizando lo que comúnmente se conoce como un golpe de lomo (Morillo et al., 2012).

Por otro lado, Avalos et al (2018) postulan que en los toros se implementa la utilización de una vagina artificial con un rango de temperatura de 40 a 45 °C. Posteriormente, se coloca un tubo de recolección estéril al final del proceso y se



transporta al laboratorio para su posterior análisis. El tubo debe permanecer sin colocar hasta que sea necesario. Además, los autores indican que la recogida del eyaculado debe incluir los siguientes procedimientos secuenciales: el lavado preliminar de los genitales, un período de descanso recomendado de 1 a 2 días y la recogida esencial de todo el semen eyaculado. En los casos en que la recogida esté incompleta, es necesario notificar dichas circunstancias. Una vez obtenido el eyaculado, debe colocarse en posición vertical con la tapa del recipiente bien cerrada.

También, Bearden and Fuquay (2000) enfatiza además que, el choque por frío se previene mediante una protección adecuada para la funda cónica y el tubo de colección; asimismo, se debe proteger el tubo colector de la luz solar, finalmente afirma que, la contaminación microbiana se disminuye al utilizar una vagina artificial diferente y estéril para cada eyaculación.

2.1.4. Evaluación seminal (semen fresco)

Por consiguiente, Holy (1983), afirma que es imperativo que el semen se someta a un examen inmediato después de la recolección, mientras se opera en circunstancias ambientales inquebrantables (como una temperatura de laboratorio que ronda los 22-25 °C), manteniendo la temperatura del semen entre aproximadamente 35 y 37 °C y utilizando un baño de agua María o una placa calefactable integrada en un microscopio para garantizar el cumplimiento de los criterios estándar. Asimismo, afirma que, todas las pruebas con semen puro deben realizarse rápidamente (durante 10 minutos después de la colección) para poder evitar los cambios poseyaculatorios (artefactos), en general se usan en la



actualidad corrientemente las pruebas fundamentales de motilidad, concentración espermática, coloración diferencial (vivos y muertos) y morfología.

Antes de la llegada del semen al laboratorio, es imprescindible que se realicen los preparativos necesarios. Esto implica instalar un baño de agua conectado y templado para mantener una temperatura de 32 a 35 °C. Es importante esperar unos minutos para que la temperatura se estabilice antes de proceder a colocar dentro del cuarto de baño tubos con diluyente y manchas de eosina/nigrosina. Además, se debe conectar la placa térmica del microscopio y colocar sobre ella los soportes de objetos necesarios para facilitar el proceso de evaluación, incluidos los extendidos. La evaluación propiamente dicha se lleva a cabo inmediatamente después de cada recogida y se centra en los determinantes clave de la producción de dosis de inseminación, como el volumen, la motilidad individual (IM), la concentración de espermatozoides y la morfología (Vera, 2005).

Asimismo, Madrid-Bury (2006) destaca la importancia de tener en cuenta diversos factores como la edad, la raza, el estado nutricional, el estado corporal, la frecuencia de la actividad sexual, el método de recolección, el tiempo y el estado de salud del animal al evaluar el semen. La evaluación del eyaculado debe realizarse de forma visual (color, volumen, pureza o presencia de material extraño) y microscópicamente (motilidad de la masa, motilidad individual, concentración y morfología espermática). Además, Vera (2001) destaca que la producción de dosis de inseminación viene determinada en gran medida por el volumen seminal, la motilidad individual, la concentración espermática y la morfología, que son los valores más críticos.



Así pues, Sofiene (2009) postula que una evaluación tradicional de una muestra de semen tiene la capacidad de establecer su nivel de normalidad antes de su procesamiento para la inseminación artificial. Esta evaluación abarca la cuantificación del volumen, la concentración, la motilidad, el color y, en ocasiones, la morfología de los espermatozoides. Además, la presencia de células extrañas también se incorpora a la evaluación.

2.1.5. Evaluación macroscópica del semen bovino

2.1.5.1. Color

El semen generalmente es de color blanco, las muestras más densas serán de color y aspecto más cremoso, mientras que las más diluidas, serán de aspecto lechoso y hasta completamente claro y transparente, como es el caso de aquéllos animales con oligospermia o azospermia y en los colectados con mucha frecuencia. En algunos toros se pueden observar eyaculados de color verde-amarillento; esto se corresponde con un pigmento llamado riboflavina que se produce en las glándulas seminales y que es inocuo; por otro lado, el color rosado del semen indica presencia de sangre y puede deberse a lesiones del pene o del propio aparato reproductor (Madrid-Bury, 2006).

Por ende, Barth (2001) proporciona un análisis exhaustivo de los diversos colores que puede presentar el semen. Los colores suelen ir del blanco al amarillento o al normal, mientras que los colores patológicos incluyen tonos rosados, marrones y verdosos. Además, la opacidad del semen está estrechamente relacionada con la concentración de



espermatozoides, y las altas concentraciones producen un aspecto blanquecino o ligeramente amarillento. Al examinar los eyaculados, los de muy buena calidad presentan un aspecto granulado y contienen una concentración de 750 a 1000 millones o más de espermatozoides por mililitro. El semen de buena calidad, por otro lado, es opaco y de aspecto lechoso, y contiene de 400 a 750 millones de espermatozoides por ml. El semen de calidad regular es similar en apariencia a la leche acuosa, con una concentración de 250 a 400 millones de espermatozoides por ml. Por el contrario, el semen Malo se caracteriza por su aspecto translúcido y acuoso, conteniendo menos de 250 millones de espermatozoides por ml.

Consecuentemente, Rosemberg (1981) destaca que la manifestación de tonalidades o aromas anómalos en la eyaculación puede atribuirse a modificaciones patológicas del sistema genital o a la mezcla del semen con la orina durante la eyaculación. Por lo tanto, es prudente tener en cuenta el matiz y el olor de la eyaculación. En los bovinos, la tonalidad de la eyaculación depende de su contenido de riboflavina, que generalmente se manifiesta de forma blanquecina, marfil o incluso amarillenta. Un tono rojizo puede indicar una mezcla con sangre fresca, mientras que un tono marrón puede indicar la existencia de sangre más vieja (hemolizada), ambas denominadas hemospermia. Un tono turbio implica impureza. Las muestras seminales recolectadas higiénicamente de toros viriles y sanos poseen un ligero aroma aromático parecido a la yema de huevo. El olor pútrido y parecido a la orina o el olor idiosincrásico del



animal, que se desprenden tras la contaminación (como la materia fecal), son motivo de expulsión.

Tabla 1

Relación entre el color de semen recolectado y concentración espermática.

Color	Número de espermatozoides/mm³
Blanco cremoso	\geq a 1'000,000 esperm./mm ³
Blanco lechoso	800,000 - 600,000 esperm./mm ³
Blanco acuoso	$<$ a 50,000 esperm./mm ³

Fuente: Rosemberg (1981).

2.1.5.2. Volumen

El paso inicial implica la medición del volumen en el tubo de recolección, el tubo de ensayo graduado o la aspiración de toda la muestra en una pipeta graduada. Es imprescindible garantizar una esterilización adecuada de los materiales, especialmente si la muestra se va a utilizar para congelar o cultivar. El volumen se indica en mililitros (ml), con valores de referencia establecidos para el semen obtenido por vía vaginal artificial y recolectado con un electroeyaculador. Las experiencias anteriores con una vagina artificial han indicado que la eyaculación de un toro joven tiene un



volumen medio superior a 2 ml, mientras que el de un toro adulto supera los 4 ml (Vera, 2005)

El volumen de eyaculación se cuantifica mediante una medición directa en el tubo colector. Existe una variación significativa en esta métrica entre los toros y las razas, y oscila entre 3 y 15 ml por eyaculado. La mayoría de los toros eyaculan normalmente entre 4 y 6 ml, siendo los toros lecheros los que presentan el mayor volumen y los mestizos ocupan una posición intermedia a este respecto (Madrid-Bury, 2006)

Así pues, Holy (1983) pone un énfasis significativo en la relación directa entre el volumen de semen y el colector graduado. Las complejidades de esta relación están estrechamente relacionadas con varios factores, como la edad, la raza, los hábitos alimentarios, la estimulación sexual, el tamaño de los testículos y las fluctuaciones estacionales. Además, agrega que normalmente se encuentra con un promedio de 5 a 6 ml (valores extremos de 2 a 12 y más). Los toros jóvenes producen los eyaculados menos voluminosos, pero después de los 2 años de edad deben producir más de 4 ml de semen.

Por ende, Sorensen (1982) aclara que existe una variación significativa en los volúmenes entre los individuos y las razas. No obstante, es imperativo establecer cifras generales que sirvan como puntos de referencia. Los toros producen entre 5 a 15 ml de semen por eyaculación. Por lo general, los toros de razas lecheras quedan en el rango superior, mientras que los de razas de carne se encuentran en el inferior.



Por esta razón, Hafez (2002) destaca que, por lo general, las criaturas jóvenes y diminutas de una especie determinada obtienen cantidades menores de líquido seminal. El aumento de la frecuencia de la eyaculación reduce el volumen medio y, en general, se observa que la emisión subsiguiente produce un volumen reducido.

2.1.6. Evaluación microscópica del semen bovino

2.1.6.1. Motilidad

Así, Galina y Valencia (2010), afirman que la valoración del semen implica varios factores cruciales, siendo la motilidad uno de los más importantes. En el caso del ganado, la motilidad se determina mediante métodos microscópicos de dos formas distintas. El primer método consiste en medir el movimiento de la masa, lo que se logra colocando una pequeña cantidad de semen en un portaobjetos y observándolo con un objetivo débil y seco sobre una platina térmica a 38 °C. Una buena eyaculación presenta ondas en forma de herradura que se mueven rápidamente. El segundo método para determinar la motilidad consiste en evaluar el movimiento progresivo. Esto se logra colocando una pequeña cantidad de semen en un portaobjetos y cubriéndolo con una cubierta, luego observándolo con una lente seca y dura. En este método, el movimiento individual de los espermatozoides debe ser lineal y progresivo, y debe calcularse como un porcentaje.

Por otro lado, Hafez (2002) señala que la evaluación de la motilidad implica una estimación subjetiva de la viabilidad de los



espermatozoides y de la calidad de su motilidad. La evaluación de la motilidad de los espermatozoides requiere el uso de semen puro y diluido. La evaluación del semen puro proporciona información sobre el comportamiento de los espermatozoides dentro del líquido de sus propias glándulas accesorias. Dado que la motilidad de los espermatozoides es muy sensible a las condiciones ambientales, como las temperaturas extremas, es imprescindible proteger el semen de agentes o situaciones nocivas antes del análisis. Para evaluar la motilidad individual, se coloca una gota de semen diluido en un portaobjetos y se cubre antes de observarla con un microscopio equipado con una lente de contraste de fases. Por lo general, entre el 70 y el 90% de los espermatozoides muestran motilidad.

Tabla 2

Determinación de la puntuación del vigor del movimiento ondulado de los espermatozoides

Puntajes	Aspectos del movimiento ondulado
0	Inmovilidad total
1	Movilidad individual
2	Movimiento muy lento
3	Movimiento ondulado general, amplitud lenta de las ondas
4	Movimiento ondulado, sin remolinos
5	Movimiento ondulado rápido con remolinos

Fuente: Hafez (2012).



Consecuentemente, Holy (1983) argumenta que, en la muestra de semen fresco se valora el movimiento masivo de los espermatozoides y el tipo de movimiento individual. El movimiento masivo de los espermatozoides en el eyaculado no diluido se evalúa con un aumento que no sobrepase de 100 (40 a 60X), a una temperatura de 37 a 39°C, la disminución de la temperatura influye fatalmente en el resultado de la evaluación. El autor agrega que, este movimiento está caracterizada por la formación de los remolinos (olas espermáticas) que se forman y desaparecen rápidamente y, se califica según la intensidad del movimiento de los remolinos. Asimismo, expresa que, para la evaluación de motilidad individual subjetiva en el microscopio, el semen puro se diluye con suero fisiológico o Citrato de sodio al 2.9% en una dilución de 1:200; en el campo del microscopio se aprecia el movimiento rectilíneo y se valora según el sistema de las décimas.

Por otro lado, Bearden y Fuquay (2000) afirman que la expresión de la movilidad de la muestra de semen se representa como la proporción de células móviles dentro de un campo microscópico, por lo que un espermatozoide progresivamente móvil denota aquel que se mueve de un punto a otro a lo largo de una trayectoria relativamente lineal. El porcentaje de motilidad del eyaculado puede fluctuar entre el 0 y el 80%. La evaluación de la movilidad suele ser una medida subjetiva, sujeta a la evaluación personal del evaluador. En consecuencia, el personal del laboratorio suele utilizar múltiplos de 10 al registrar la movilidad progresiva (por ejemplo, 40, 50, 60 o 70%), ya que se considera que esta



es la forma más precisa de ejecutar la determinación. Para obtener una evaluación precisa de la motilidad del semen de toro, es imprescindible diluir la muestra con una solución isotónica debido a su alta concentración. La relación de dilución recomendada es de 1:100, aunque es preferible aumentar el aumento a 400x.

También, Boeta et al (2018) exponen la idea de que el movimiento o la motilidad de la masa pueden determinarse mediante la observación microscópica del semen sin diluir sin ningún elemento ofuscante. La evaluación de la motilidad de la masa se realiza principalmente en eyaculados que presentan concentraciones elevadas, particularmente en rumiantes. La potencia del movimiento colectivo depende tanto del movimiento individual de cada espermatozoide como de su concentración. Cuando la mayoría de los espermatozoides muestran un movimiento rápido, esto provoca la formación de ondas u ondulaciones.

De este modo, Sorensen (1982) describe que, es posible apreciar en cierto grado la movilidad, si se observan con atención el tubo de colección para ver la actividad de arremolinamiento o “ebullición” del esperma; sin embargo, es mucho más conveniente observar la movilidad de las células individuales y para ello, se requiere diluir el eyaculado con alguna solución fisiológica que prolongue la vida de los espermatozoides, se recomienda almacenar el semen a una temperatura de 37 °C para efectuar la evaluación, ya que el enfriamiento disminuye la motilidad y el calor la incrementa.



Del mismo modo, Palacios (2005) afirma que la observación se realiza en una gota de semen de un tamaño minúsculo de 5 a 10 mm de diámetro. La gota se coloca sobre un soporte para objetos calentado a una temperatura mantenida con precisión de 36 a 37 °C, dentro de un campo luminoso sin obstrucciones y observada con un aumento de 40-125x. La observación se lleva a cabo a través de múltiples campos microscópicos y se centra especialmente en detectar la presencia o ausencia de movimientos de masa, remolinos u ondas omega. Se recomienda que la evaluación se lleve a cabo cerca del borde de la gota, donde la profundidad es comparativamente menor y el proceso de observación se facilita más fácilmente. La escala empleada en el proceso de evaluación va del 1 al 5: se asigna una puntuación de 1 a las muestras de semen que no tienen ondas detectables y una puntuación de 5 a las muestras en las que las ondas se mueven con una rapidez notable y forman remolinos distintivos.

También, Paez-Barón (2014) enfatiza la importancia de la motilidad como parámetro crucial para evaluar las muestras de semen, lo que implica evaluar tanto la motilidad de la masa como la motilidad individual. Para observar la motilidad de la masa, se coloca una pequeña gota de semen puro en un portaobjetos a una temperatura de 37 °C y se observa al microscopio con un aumento de 10x o 40x, donde se observa la formación de «ondas». Este tipo de motilidad está directamente relacionado con la concentración de los espermatozoides, el movimiento progresivo y la fuerza del movimiento. En consecuencia, el aumento del número de ondas es proporcional a la cantidad de espermatozoides y se



expresa mediante una escala de valoración subjetiva del 1 al 5. Por el contrario, la motilidad individual mide el porcentaje de espermatozoides que muestran un movimiento continuo y rectilíneo, y este valor se expresa como un porcentaje. En particular, el valor mínimo aceptado para una muestra de semen es del 50%.

2.1.6.2. Concentración espermática

Así pues, Galina y Valencia (2010) informaron que la cuantificación de los espermatozoides por unidad de volumen se expresa en milímetros cúbicos o centímetros. La concentración típica de semen bovino oscila entre 800 y 1,2 millones de espermatozoides por milímetro cúbico (ml), o entre 0,8 y 1,2 millones por mm³. Para determinar la concentración de espermatozoides se utilizan diversas técnicas, como el hemocitómetro, el espectrofotómetro y el contador de células fotoeléctricas, entre otras.

El método hemocitómetro de Neubauer se utiliza para determinar la concentración de espermatozoides. Este enfoque es similar al empleado para contar los glóbulos rojos. El proceso de dilución implica la utilización de una pipeta para glóbulos rojos (dilución 1:200), que luego se combina con una solución salina al 3%. Se añade formalina para interrumpir la motilidad de los espermatozoides, lo que permite contarlos utilizando la rejilla de cámaras de Neubauer.

En consiguiente, Boeta et al (2018) explican el método del hemocitómetro como una herramienta compuesta por áreas de doble



rejilla, cada una con cinco cuadrantes por lado, lo que equivale a 25 cuadrados grandes. Las dos áreas cuadrículadas están demarcadas entre sí por dos líneas paralelas. Cada cuadrante contiene 16 cuadros pequeños. Sobre los raíles se coloca una cubierta para objetos específica, que envuelve las dos áreas cuadrículadas, culminando así en un espacio entre esta y la superficie de cada área de volumen predeterminado. Este espacio se rellena posteriormente por capilaridad con semen en una dilución específica. Para cuantificar el número de espermatozoides, es fundamental inmovilizarlos. Esto se consigue diluyendo el semen en una proporción de 1:200 con una solución salina al 3% o formalina. Al alcanzar su capacidad máxima, los compartimentos permanecen intactos durante 1 o 2 minutos. Posteriormente, utilizando el objetivo de 40x, se enumeran los espermatozoides presentes en cinco cuadrantes de cada una de las áreas cuadrículadas. Estas áreas cuadrículadas se pueden situar en las cuatro esquinas y en la región central. Es imprescindible contar exclusivamente las cabezas de los espermatozoides que se encuentran dentro de cada cuadrante. En los casos en que las cabezas se alineen con la periferia del cuadrante, solo se deben considerar las que se encuentran en dos de los márgenes, como las de los bordes izquierdo e inferior.

Consiguientemente, Holy (1983) describe que para la evaluación de la concentración espermática por el método del hemocitómetro se usan varios tipos entre los cuales se tienen a: Burkner, Fuchs-Rosenthal, Thoma, Neubauer, etc. Para el caso del semen bovino, los pasos a seguir por el método del hemocitómetro consisten:



- Inmediatamente después de colectar el eyaculado, se aspira con cuidado el semen hasta la primera marca (0,5), terminada la aspiración hasta esta señal la punta de la pipeta se seca, eliminándose el resto de semen adherido; inmediatamente se sumerge la pipeta en el líquido diluyente y por aspiración se llena el bulbo de la pipeta hasta la señal 101. La dilución a realizarse es de 1:200 y como diluyentes se usan corrientemente las soluciones de NaOH al 2%, NaCl al 3%, cloramina al 1-4%, algunas veces coloreadas con azul de metileno para poder distinguir mejor las células espermáticas.
- Después de llenarse la pipeta con el diluyente, se realiza agitación con movimientos suaves para dispersar uniformemente los espermatozoides en el bulbo de la pipeta con la ayuda de una perla de cristal que se encuentra dentro del bulbo.
- Terminada de agitar la solución las primeras 3 ó 4 gotas se eliminan, usándose las gotas siguientes que contienen a los espermatozoides. Con esta solución se llena la cámara contadora empezando el conteo cuando los espermatozoides se encuentran en reposo absoluto bajo un aumento microscópico de 400 - 500X.
- Se cuentan las cabezas situadas dentro de dos cuadrados y las cabezas situadas en dos límites de los cuadrados (lado izquierdo y superior) sin tener en cuenta las colas. El conteo se realiza en general en uno de los dos cuadrados (1/25).



- El número total de espermatozoides se obtiene multiplicando por 10,000 para expresar en mm^3 .

El error promedio de la valoración de los espermatozoides en la cámara contadora es de \pm un 10%.

2.1.7. Factores que afectan la calidad seminal

Así pues, Vergel y Vergel (2022) afirman que, son variados los factores que pueden llegar a afectar la calidad seminal en toros, en los que se pueden ver afectado el plasma seminal y/o los espermatozoides, conllevando la pérdida total o parcial de la capacidad reproductiva.

La calidad del semen bovino depende de una variedad de factores, incluyendo la edad del animal y su raza. Se ha informado de que los toros jóvenes con una nutrición inadecuada tienen un inicio tardío de la pubertad. Además, la temperatura ambiente, que puede manifestarse como un choque térmico, puede tener efectos deletéreos sobre la termorregulación y provocar una reducción tanto de la espermatogénesis como de la calidad de la eyaculación. La variabilidad en la producción y la calidad del espermatozoide puede atribuirse a una compleja interacción de factores, incluida la regulación de la función sexual del toro por parte del sistema nervioso central, el hipotálamo, la hipófisis y los testículos. En general, los toros adultos presentan un recuento de espermatozoides superior al de sus homólogos más jóvenes. Cabe destacar que, entre las variables seminales, el movimiento progresivo individual y la evaluación de las anomalías espermáticas son parámetros de fertilidad particularmente destacados (Tamayo y Gonzáles, 2013).



También, Salisbury y Vandermark (1974) afirman que los toros deben mantener una temperatura testicular inferior a la temperatura corporal central para producir espermatozoides fértiles. En concreto, la temperatura testicular debe estar entre 2 y 6 grados centígrados por debajo de la temperatura corporal central. Además, el epidídimo presenta temperaturas variables en diferentes secciones, y las regiones de la cabeza, el cuerpo y la cola tienen temperaturas promedio de 35,5, 34,6 y 33,1 °C, respectivamente.

Del mismo modo, Sofiene (2009) postula que, a diferencia de las especies ovinas y caprinas que se consideran estacionales, la especie bovina no presenta estacionalidad. Esto es digno de mención, ya que la calidad y cantidad del semen en las especies estacionales están influenciadas por la estación. Además, Sofiene (2009) destaca el impacto de la edad del toro en el volumen eyaculado, la concentración de espermatozoides y la motilidad de los espermatozoides. Por el contrario, Gauthier (1984), citado por Prieto et al (2007), en toros criollos, encontró que la época del año no afecta el volumen de semen por eyaculación, la concentración de espermatozoides o la motilidad. No obstante, en los meses cálidos se registró un porcentaje significativamente mayor de espermatozoides anormales y una menor concentración.

Consiguientemente, Lozano (2009) destaca la importancia de las lesiones fibróticas en los testículos de los toros adultos, generalmente de más de 10 años, lo que, en última instancia, se traduce en una calidad espermática subóptima, caracterizada principalmente por altas proporciones de morfología anormal y una reducción de la concentración espermática. En la misma línea, el autor postula que la nutrición es un factor fundamental en la vida reproductiva del toro; por lo tanto,



los desequilibrios en la ingesta dietética pueden manifestarse en la calidad del semen, tanto a nivel espermático como plasmático seminal.

2.1.8. Resultados de las variables seminales

Así pues, Estrella-García et al (2021) da a conocer que, en la región tropical de México (Veracruz) a una altitud de 20 msnm con una temperatura promedio anual de 26.5°C en toros criollo limonero tropical de una edad promedio de 30.5±3.1 meses, colectando el semen por el método del electroeyaculador obtuvieron en promedio durante el invierno como volumen seminal 3.8±0.7 ml, concentración espermática de 593±122 x10⁶ espermatozoides/mL y una motilidad individual de 80±2 %.

También, Crespo y Quintero-Moreno (2014) realizaron un estudio en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA) en el estado de Zulia (Venezuela), en el que examinaron las características seminales de los toros criollos limoneros. El estudio se llevó a cabo en condiciones geográficas de bosque seco tropical con una temperatura ambiente promedio de 27,4 °C. Se recolectó semen a través de una vagina artificial de toros con una edad promedio de 42 ± 6 meses. Los resultados del estudio revelaron un volumen seminal medio de 4,43 ± 0,25 ml, una concentración media de espermatozoides de 839,5 ± 35,32 espermatozoides/ml y una motilidad individual media del 70,50 ± 0,81%.

Del mismo modo, Iñiguez et al (2017), en la granja experimental Irquis de la Universidad de Cuenca (Ecuador) a una altitud de 2,796 msnm se estudió en tres toros el efecto de dos épocas: época seca (Junio a Setiembre) y época lluviosa (Octubre a Mayo). Como resultado encontraron mayor volumen en época seca que

lluviosa pero menor concentración espermática y una motilidad individual ligeramente menor a la época lluviosa. Otras variables de estudio se observan en la tabla 2:

Tabla 3

Características espermáticas (promedio \pm EE) de toros de fenotipo Criollo de acuerdo con la época del año

Epocas del Año	Volume n (ml)	Conct.Espe rm. (esp.x10⁶/ml)	Motilidad.In div. %	Vitalidad.Esp erm %	Anorm.Tot ales %
Seca	5.6 \pm 0.3	744.6 \pm 64.2	75.7 \pm 1.82	76.9 \pm 1.40	8.8 \pm 0.6
Lluviosa	4.5 \pm 0.2	880.4 \pm 40.9	79.8 \pm 1.16	82.9 \pm 0.82	15.3 \pm 0.9

Fuente: Iñiguez et al (2017)

También, Mejía (2017) manifiesta que en la granja experimental IRQUIS de la Universidad de Cuenca a 2,670 msnm trabajando con 3 toros biotipo criollo, con el método de colección de semen mediante vagina artificial logró obtener volumen seminal de 2 a 5 ml por colecta, concentración espermática promedio de 1,059.9 \pm 54.16 x10⁶ espermatozoides/ml, motilidad masal 4.6 \pm 0.09 y una motilidad individual de 87.5 \pm 1.57%.

Del mismo modo, Palmieri et al (2004) realizaron una evaluación del semen derivado de toros criollos colombianos. Estos toros tenían una edad promedio de 37 \pm 0,4 meses y se encontraban en el Centro de Investigación «Turipaná» de la



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. La altitud de esta región era de 13 metros sobre el nivel del mar y la temperatura promedio era de 28 °C. Se recolectó semen de dos variedades o tipos de toros criollos mediante electroeyaculación. Los resultados de esta evaluación se encuentran en la tabla 3:

Tabla 4

Características seminales en dos tipos de toros Criollos Colombianos

Variables	Costeño con cuernos	Romosinuano
Volumen (ml)	3.9±1.4	3.5±1.1
Motilidad (%)	67±8.0	68±8.0
Concentración espz/ml	1,009x10 ⁹ ±0.606	1,013x10 ⁹ ±0.55
Anormalidades primar.	3.8±2.9	3.4±2.4
Anormalidades secundar.	14.0±6.6	16.0±9.0

Fuente: Palmieri et al (2004).

Es posible mencionar que, en todas las variables en estudio (volumen, motilidad, concentración espermática y anormalidades) no hubo diferencias entre los tipos de toros.

Teniendo en cuenta a Madrid-Bury et al (1999) quienes trabajaron con toros criollo limonero de edad promedio 38.5±5 meses ubicados en zona de bosque seco tropical, en el centro de producción de semen del FONAIAP-Venezuela, con una alimentación de pasto fresco picado suplementado con concentrado conteniendo 14% PT, durante la época seca y colectando el semen mediante vagina artificial lograron obtener en promedio volumen seminal de 4.4±0.5 ml, concentración espermática promedio de 1,386.3±53.5 x10⁶/ml y



motilidad individual promedio de $65.5 \pm 1.0\%$. ; concluyendo que se obtuvieron mejores resultados en la época seca por ser menos calurosa.

Aparte, Velez et al (2014), destacan diferencias entre grupos genéticos de toros Braham, Simmental y Criollo Romosinuano para las características seminales, es así que, en la región central de Urabá Antioquía Colombia, a 70 msnm realizando colección seminal por electroeyaculación y con manejo bajo sistema extensivo en toros criollo Romosinuano encontraron en promedio como volumen seminal 5.23 ± 1.06 ml, concentración espermática $845 \pm 350.93 \times 10^6/\text{ml}$ y una motilidad individual de $66.92 \pm 22.5\%$.

Los autores Prieto et al (2007), investigando en toros con una composición genética del 75% Bos indicus (25% Brahman y 50% Gyr) x 25% Bos taurus (pardo suizo, simental y criollo), quienes consideraron los efectos de invierno y verano sobre las características reproductivas en toros cruzados con edades entre 32 a 37.5 meses y con una temperatura promedio de 28°C , una humedad relativa del 87% en condiciones semitropicales, colección seminal por electroeyaculación reportan en volumenn: 5.2 ± 2.7 ml; motilidad $58.9 \pm 7.9\%$, espermatozoides normales $71.1 \pm 18.4\%$ para la época de invierno; mientras que, para la época de verano el volumen promedio fue de 5.4 ± 3.6 ml, motilidad $60.4 \pm 9.7\%$ y espermatozoides con una normalidad del $60.5 \pm 19.9\%$.

También, Cabrera y Pantoja (2012), evaluaron las características seminales en dos toros Holstein y dos toros Brown Swiss con edades de 1.5 a 2 años pertenecientes al Banco Nacional de Semen (Lima), colectando mediante vagina artificial llegaron a obtener los siguientes valores:

Tabla 5*Características de semen en toros del Banco Nacional de Semen.*

Toro	Motilidad (%)	Volumen (ml)	Concentración (x10⁶/ml)	Espermt.Vivos (%)
A	85.1±2.0	4.5±1.0	800±103	80.4±3.4
B	85.1±1.5	5.1±1.8	770±149	74.1±7.6
C	86.0±3.2	3.9±1.1	1130±106	81.8±4.6
D	82.7±3.3	3.8±1.1	990±129	77.5±6.6

Fuente: Cabrera y Pantoja (2012).

Además, Moncayo (2016), señala que, a una altitud de 2,880 msnm en la Provincia de Pichinca- Quito en toros de las razas Holstein y Brown Swiss de 4 años de edad obtuvo en promedio una motilidad masal de 4.

Con respecto al efecto de tonalidades de pelaje sobre las características seminales no se han encontrado investigaciones, pero sobre producción de leche se reporta en las vacas Criollas que durante la época de lluvias produjeron 3.61±1.48, 3.47±1.35 y 3.26±1.16 kg de leche en pelajes oscuro, combinado y blanco, respectivamente. Mientras que en época seca fueron de 2.94 ± 1.10, 2.92 ± 1.08 y 2.63 ± 0.97 Kg en colores oscuro, combinado y blanco, respectivamente (Marca, 2008).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el Centro Experimental Chuquibambilla de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno. El centro está situado en el distrito de Umachiri de la provincia de Melgar, del departamento de Puno. A una altura elevada de 3.915 m.s.n.m. siendo las coordenadas de latitud sur -14.7333 y latitud oeste -70.6833

La ubicación geográfica del centro está al norte del departamento de Puno y parte sur del territorio peruano, entre la cordillera de Carabaya por el norte y la cordillera del Vilcanota por el oeste, siendo una zona andina por excelencia. La hidrografía corresponde a la cuenca del Titicaca, su clima tiene la característica de ser gélido y seco, con dos estaciones bien marcadas. Una templada desde octubre a marzo y la otra es seca e invernal desde abril a septiembre.

La dinámica economía de la zona está basada en la producción agropecuaria, considerándose la crianza de ganado vacuno, ovino y camélidos sudamericanos como los principales. Y por la parte agrícola destaca la producción de granos andinos como la quínoa, cañihua y papa en menor escala.

3.2. DATOS METEOROLÓGICOS

Tabla 6

Promedio de temperatura y precipitación

Mes	Promedio Temperatura mínima	Promedio Temperatura máxima	Promedio de precipitación
jun-22	-9.3	15.9	0
jul-22	-9.7	17.2	0
ago-22	-7.3	17.8	0.3

Fuente: Elaboración propia.

La temperatura tuvo un comportamiento o tendencia normal para la época en el que se desarrolló el trabajo de investigación. Por las madrugadas entre las 4 a 7 am se tuvo temperaturas promedio de -9.7 grados Celsius y las máximas promedio llegaron a 18 grados Celsius, entre las 12 a 3 pm.

Con respecto a la precipitación, los meses de junio y julio se mantuvieron en cero, pero la primera quincena del mes de agosto, hubo ligeras precipitaciones a consecuencia del incremento de la temperatura por la proximidad de cambio de época en el altiplano sur peruano.

3.3. MATERIAL EXPERIMENTAL

3.3.1. Animales

Los animales que se utilizaron para la investigación fueron tres toros de raza Criolla de edades adultas (zootécnicamente denominados como de boca llena). Estos animales son del Instituto de Investigaciones en Bovinos y Ovinos (IIBO) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNA Puno. Cada toro correspondió a un color diferente tales como: negro, gateado (atigrado) y callejonado, los mismos

se usan como reproductores de las vacas criollas del centro experimental. Las crías de los mismo son con fines netamente comerciales (carne) y de investigación.

Figura 1

Toro Criollo color gateado (atigrado)



Figura 2

Toro Criollo color Callejonado



Figura 3

Toro Criollo color Negro





3.4. RECURSOS FORRAJEROS

El lugar de pastoreo donde frecuentaron diariamente los animales estuvo compuesto de pastos naturales dominados en su mayoría por *Festuca dolichophylla*, *Calamagrostis vicunarum*, *Alchemilla pinnata*, *Muhlenbergia fastigiata*, *Bromus unioloides* estas especies están mejorados mediante la introducción de pastos cultivados como la “alfalfa” *Medicago sativa* y “pasto ovilla” *Dactylis glomerata* siendo secos durante la etapa experimental.

3.5. PROCESO DE ALIMENTACION Y MANEJO

El sistema de explotación del ganado, fue de forma semi – intensiva.

Los animales fueron trasladados al lugar de pastoreo y atados a estacas entre las 7 y las 8 de la mañana. Todos los días, se les proporcionaron de 2 a 3 kg de ensilaje de avena como complemento de los pastos. Por la tarde, alrededor de las 16.00 horas, los animales fueron trasladados a la granja, donde permanecieron alojados permanentemente durante la noche. Esta granja está situada cerca del Laboratorio de Biotecnología. Asimismo, recibieron agua en forma diaria ya sea del bebedero o del río Chuquibambilla, que está muy cercano a las instalaciones donde se alojan a estos animales.

Con respecto a la sanidad, durante los tres meses que duro el proyecto de investigación, los animales recibieron tratamientos preventivos contra la enfermedad del carbunco y tratamientos de desparasitación interna y externa, ambos realizados en el mes de junio del 2022.

3.6. MATERIALES y EQUIPOS DE LABORATORIO

Los Equipos utilizados para la colección seminal consistieron en



- Brete de colección de semen.
- Vagina artificial de 42 cm de largo para toro.
- Fundas recta y cónica de colección seminal.
- Termo de agua.
- Cocinillas eléctricas para temperar agua.
- Sogas de varios tamaños para conducir vaca en celo.

Los materiales de laboratorio utilizados para llevar a cabo la investigación fueron los siguientes:

- Microscopio óptico biocular.
- Equipo termorregulador de platina de microscopio.
- Termómetros: ambiental de -30°C a 50°C y termómetro bimetálico de -10° a 100°C .
- Cámara de Neubauer con la pipeta cuenta glóbulos rojos.
- Tubos de vidrio graduados con capacidad de 15 ml.
- Láminas porta y cubreobjetos (22x22 mm).
- Vaguetas de vidrio.
- Pipetas pasteur.
- Papel toalla y de aluminio.
- Vasos de precipitación
- Material de oficina (papeles, lapiceros, calculadora, etc).
- Ropa de trabajo (mamelucos, botas de jebe, etc).

3.7. ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN

3.7.1. Entrenamiento de los animales



Esta etapa no fue muy laboriosa porque los toros ya estuvieron acostumbrados a la colección mediante la vagina artificial en vista de que son animales que se usan para las prácticas de los estudiantes del IX semestre de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

3.7.2. Etapa experimental

Desde el inicio de la recolección inicial, la presente fase se consideró notable y abarcó la evaluación de los rasgos seminales del volumen seminal expresado en mililitros (ml), la concentración de espermatozoides que denota la cantidad de espermatozoides por mililitro, así como la motilidad masiva del semen fresco y la motilidad individual con el semen diluido en una proporción de 1:200.

3.8. FRECUENCIA DE COLECCIÓN SEMINAL

Los toros estuvieron en reposo sexual luego de haberse utilizado en la campaña reproductiva hasta el mes de abril. Los animales fueron colectados y evaluados su semen con una frecuencia de 7 días desde el 07 de Julio hasta el 15 de Setiembre del 2022.

3.9. PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LAS VARIABLES

Las variables que se investigaron abarcaron la determinación del volumen seminal, color, la concentración de espermatozoides y la motilidad de los espermatozoides en el semen recolectado recientemente. En particular, la evaluación de las anomalías espermáticas no se pudo determinar debido a la ausencia de un microscopio de contraste de fases, y la tinción diferencial tampoco fue posible porque el laboratorio en cuestión no disponía del material necesario en stock. Además, los objetivos del proyecto no lo contemplan explícitamente.



3.9.1. Colección de semen

El proceso de recolección de semen se realizó por la tarde, entre las 2 y las 3 horas, utilizando el método de marca de vagina artificial, específicamente el de MINITUBE. El procedimiento consistía en colocar un espécimen bovino, preferiblemente en estado de celo, dentro de la canasta recolectora y, en ocasiones, acompañado por un toro de Aberdeen Angus. A continuación, se ensambló la vagina artificial de acuerdo con el protocolo estándar. Al interior del tubo de la vagina artificial se introdujo la funda recta para luego invertir los extremos hacia el exterior y seguidamente fijar los dos extremos mediante una liga.

Entre la carcasa externa y el recinto de recogida recto, se introdujo una cantidad satisfactoria de agua caliente a una temperatura de 45 °C a través de un embudo. Sin embargo, la libido de los toros, el tiempo entre recolecciones y la temperatura ambiente fueron los factores determinantes de la temperatura que debería haber prevalecido durante el salto de cada toro. Esto se hizo para evitar que la vagina artificial se enfriara. Por lo tanto, la temperatura del agua dentro de la vagina artificial durante la recogida osciló entre 40 y 42 °C. En un extremo de la vagina artificial, que ya estaba equipada con la funda recta, la funda cónica se unió al tubo de recogida de semen graduado con una capacidad de 15 ml. Esto se logró mediante una liga. Tras el ensamblaje de la vagina artificial con las dos cubiertas, se introdujo aire a través de su válvula para generar la presión requerida para comenzar con el procedimiento de recolección. El tubo colector estaba protegido con un protector especialmente diseñado para mantener una temperatura adecuada y proteger el entorno de la exposición a la luz solar durante la recogida.



El semen obtenido recientemente se sumergió de inmediato en un recipiente de agua a un rango de temperatura específico de 35-37 °C y se mantuvo a esta temperatura durante el proceso de evaluación. Los atributos fundamentales fueron los siguientes:

Volumen: La cuantificación del fluido seminal se determinó mediante un examen metódico del recipiente calibrado, que poseía una capacidad volumétrica de 15 mililitros. El proceso de adquisición requirió la utilización de tapas y tubos específicos, que se asignaron expresamente a animales bovinos individuales.

Color del semen colectado: Esta variable se ha calificado inmediatamente después de la colección en el mismo tubo colector graduado, para cada fecha de colección seminal se ha tomado su característica para relacionar con la concentración espermática.

Densidad espermática: La determinación de la concentración de espermatozoides se realizó utilizando el hemocitómetro de cámara Neubauer (fabricado por Boeco en Alemania). El semen se diluyó con agua destilada, que actuó como espermicida, en una proporción de 1:200 utilizando una pipeta de recuento de glóbulos rojos. El proceso consistía en sumergir la punta de la pipeta en el semen recién recogido, aspirar hasta alcanzar la marca de 0,5 grados de la pipeta y, finalmente, aspirar el diluyente espermicida (agua destilada) hasta alcanzar la marca 101. A continuación, la pipeta cargada se agitó transversalmente durante 2 o 3 minutos, cogiéndola entre los dedos medio y pulgar y desechando las primeras 4 ó 5 gotas.



La etapa siguiente consistió en extraer una alícuota de 10 microlitros del semen diluido utilizando una pipeta Pasteur y, posteriormente, depositarlo en todos los campos de la cámara de Neubauer. A continuación, se cubrió con una lámina de cámara especializada y se dejó reposar durante 4 a 5 minutos antes de proceder a la enumeración. Posteriormente, se identificó uno de los campos con un aumento menor (100x); sin embargo, el recuento final se realizó con un microscopio óptico con un objetivo seco robusto (400X), contando solo 5 cuadrados de los 25 cuadrados preexistentes (cuadrados situados en las esquinas y en el centro). Los espermatozoides que estaban confinados dentro de las líneas dobles izquierda y superior fueron los únicos que se enumeraron.

El recuento total de espermatozoides se calculó multiplicando el total por un factor de 10 000 para obtener la medición en mm³, después de lo cual este resultado se multiplicó por 1000 para expresar la concentración de espermatozoides por ml.

Motilidad espermática individual: Para evaluar la motilidad de los espermatozoides individuales, se empleó una solución que contenía citrato de sodio al 2,9% para mantener su viabilidad. El protocolo consistía en realizar una dilución de 1:100 (semen puro: diluyente citrato), manteniendo tanto el semen como el diluyente a 37 °C en un baño María de agua especialmente acondicionado para este fin. Para evaluar subjetivamente la motilidad, se colocó una muestra de semen diluido en un portaobjetos precalentado a 37 °C utilizando una placa térmica conectada al microscopio. A continuación, se colocó una tapa sobre la muestra y se observó la muestra con un microscopio óptico con un aumento de 400X. Se analizaron al menos tres campos microscópicos y se cuantificó como

porcentaje el movimiento rectilíneo del total de espermatozoides observados, según los criterios establecidos por la Sociedad Estadounidense de Teriogenología.

3.9.2. Análisis estadístico de los datos

Los datos antes de someter al análisis fueron sometidos a la prueba de normalidad de Shapiro Wilk y al test de Levene para comprobar la homogeneidad de varianzas. Asimismo, previo a un análisis de varianza, las variables en porcentajes fueron transformados al arcoseno (Steel/Torrie., 1995) según la fórmula siguiente:

$$\% \text{ transformado} = 2 \operatorname{Ar} \cos e n \sqrt{Y_{ijk}/100}$$

Las variables en estudio fueron analizados a través del paquete estadístico RStudio bajo un Diseño Completo al Azar a un nivel de significancia $\alpha=0.05$; cuyo modelo aditivo lineal es (Steel/Torrie., 1995):

$$Y_{ij} = \mu + Ti + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta (volumen, motilidad, concentración espermática).

μ = Media general.

Ti = Efecto del i -ésimo color de toro ($i= 1 \dots 3$).

ε_{ij} = Error experimental.

Los promedios se compararon mediante la prueba de Duncan a un $\alpha =0.05$.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS SEMINALES MACROSCÓPICAS

4.1.1. Volumen (ml) seminal en tres colores de toros criollos

Considerando los tres colores de pelaje, el promedio de volumen seminal fue de 4.57 ml; este valor se halla dentro de los reportados por Mejía (2017) quien afirma que el biotipo Criollo posee variaciones de volumen seminal entre 2 a 5 ml

El coeficiente de variabilidad para esta variable fue del 14.4% el mismo que se halla dentro de los márgenes aceptables para una investigación.

Tabla 7

Volumen seminal (ml) promedio \pm EE en tres colores de toros Criollos

COLORES	n	MEDIA \pm EE	MIN	MAX
Negro	11	4.86 \pm 0.14 ^a	4.1	5.6
Atigrado	11	4.47 \pm 0.24 ^a	3.0	5.8
Callejonado	12	4.39 \pm 0.18 ^a	3.1	5.2

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 5 se presenta el promedio de volumen seminal (ml) con error estándar correspondiente en los tres colores de pelaje de toros criollos conjuntamente con sus valores extremos.

La prueba de medias de Duncan a un nivel de significación $\alpha=0.05$ indica que no hubo diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$) entre los colores de



pelaje para la variable volumen seminal, siendo de 4.86 ml, 4.47 ml y 4.39 ml en toros de color negro, atigrado y callejonado, respectivamente.

Al tener en cuenta el volumen seminal total de 4.57 ml de los tres colores de pelaje, este resultado hallado coincide con los afirmados por Vera (2005) quien afirma que los toros adultos eyaculan en promedio 4 ml; asimismo, Madrid-Bury, (2006) reafirma que la mayoría de los toros eyaculan un volumen entre 4 a 6 ml y que existe una variación entre toros y razas. Por otro lado, Holy (1983) enfatiza que, el volumen se encuentra en estrecha relación con la edad, raza, alimentación y periodo del año y que normalmente se encuentra con un promedio de 5 a 6 ml con sus valores extremos desde 2 a 12 ml; finalmente Sorensen (1982) añade que los toros producen entre 5 a 15 ml de semen por eyaculación y que los toros de razas lecheras superan a los de razas de carne.

Comparando el volumen seminal con otros resultados encontrados en la revisión bibliográfica, es preciso señalar que, ninguno de los autores precisa el color de pelaje, más aún en otros países vecinos ya se habla de razas en ganado criollo lo que en nuestra realidad y a nivel de altura ya casi ningún productor se dedica al ganado criollo sino todos orientan hacia la raza Brown Swiss; entonces, si numéricamente el volumen seminal promedio fue superior en el color negro con 4.86 ml y el menor promedio se alcanzó en toro criollo de color callejonado con 4.39 ml; sin embargo, estos promedios no fueron diferentes estadísticamente ($p > 0.05$). Es así que, los resultados logrados en el presente trabajo de investigación se asemejan con los reportados por Crespo y Quintero de 4.43 ± 0.25 ml, Madrid-Bury et al (1999) con 4.4 ± 0.5 ml; otros reportes ligeramente mayores son de Iñiguez et al (2017) quienes refieren haber encontrado un volumen



promedio de 5.6 ± 0.3 ml durante la época seca; Velez et al (2014) de 5.23 ± 1.06 ml; Prieto et al (2007) de 5.2 ± 2.7 ml; por otro lado, resultados ligeramente inferiores a los del presente estudio fueron dados a conocer por Palmiere et al (2004) de 3.9 ± 1.4 ml y de Estrella-García et al (2021) con promedio de volumen seminal 3.8 ± 0.7 ml, todos los autores citados corresponden a ganado criollo bajo condiciones ambientales de trópico y menor altitud y a edades ligeramente inferiores a los del adulto. No se ha encontrado en la revisión de literatura reportes de características seminales de ganado criollo en altura para poder comparar bajo las mismas condiciones; más aún los reportes corresponden a raza de toros Brown Swiss y Holstein como de Cabrera y Pantoja (2012) quienes obtuvieron en el Banco Nacional de semen a nivel de la costa peruana volúmenes seminales desde 3.8 ± 1.1 a 5.1 ± 1.8 ml.

4.1.2. Color de semen recolectado y sus variaciones según color de capa en toros criollos

Esta característica seminal en semen fresco no es posible someterlo a un análisis estadístico por ser una variable nominal. Sin embargo es necesario aclarar que en todas las ocasiones de colección el color predominante fue blanco cremoso, solamente en una ocasión para el toro atigrado y callejonado fueron de color blanco lechoso, lo que posiblemente ha podido causar una concentración espermática ligeramente menor comparado con el toro de color de capa negro; esta afirmación es sostenido por Rosembarg (1981) quien precisa que el color de la muestra seminal está en estrecha relación con la concentración espermática, pudiendo tomar también una coloración amarillenta por consumir forrajes verdes

que contienen el pigmento riboflavina pero que es inocuo. En este caso el estudio se realizó en época seca que no ocasionó tal efecto.

Tabla 8

Color de semen predominante según color de capa en toros criollos

COLOR (Capa)	n	Color Predominante	Variación
Negro	11	Blanco cremoso	ninguna
Atigrado	11	Blanco cremoso	Blanco lechoso (n=1)
Callejonado	12	Blanco cremoso	Blanco lechoso (n=1)

Fuente: Elaboración propia.

También de la investigación se concluye que la densidad espermática es buena; en los tres colores de pelaje. debido a que la densidad tiene una estrecha relación con el color (Holy, 1983).

4.2. CARACTERÍSTICAS SEMINALES MICROSCÓPICAS

4.2.1. Motilidad masal (1-5) en tres colores de toros criollos

El promedio global de la motilidad masal en los tres colores de pelaje de los toros criollos fue de 4.47 con una desviación estándar de 0.51 y un coeficiente de variabilidad de 11.6%, lo cual demuestra que no hubo mucha variabilidad entre los grupos de toros.

Tabla 9*Motilidad espermática masal promedio \pm EE (1-5) en tres colores de toros**Criollos*

COLORES	n	MEDIA	MIN	MAX
Negro	11	4.54 \pm 0.157 ^a	4	5
Atigrado	11	4.45 \pm 0.157 ^a	4	5
Callejonado	12	4.41 \pm 0.149 ^a	4	5

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianza de motilidad masal en tres colores de pelaje de toros criollos de altura, se presenta en el anexo 2 de la presente investigación.

Considerando en forma individual a los colores de pelaje, en la tabla 6 se observa que, el color negro tuvo en promedio una motilidad masal de 4.5, mientras que el color gateado o atigrado alcanzó 4.4 y finalmente el color callejonado tuvo en promedio una motilidad masal de 4.4; la prueba de promedios de Duncan afirma que hubo similitud ($p>0.05$) de motilidad masal entre los colores de manto considerados; estos resultados coinciden con los reportados por Mejía (2017) de 4.6 \pm 0.09 en ganado criollo y con lo de Moncayo (2016) que publica en su tesis un motilidad masal promedio de 4 pero en toros Holstein y Brown Swiss. En los laboratorios, la motilidad masal es una calificación subjetiva y estimada por la persona encargada de la evaluación por lo que puede tener valores diferentes.

Los valores extremos de esta variable se encuentran dentro de las afirmaciones dadas por Palacios (2005) y Paez-Barón (2014) quienes refieren que el valor de este parámetro debe calificarse de 1 a 5; además, Boeta et al (2018)

sostienen que esta variable se debe evaluar en especies que presentan alta concentración espermática como los rumiantes; sin embargo Hafez (2002) refiere que su evaluación es subjetiva y que tal vez por esa razón no se ha encontrado más resultados en los reportes de las investigaciones.

4.2.2. Motilidad individual (%) en tres colores de toros criollos

Teniendo en cuenta los tres colores de pelaje de los toros, el promedio de motilidad individual total fue de 62.6% y con un coeficiente de variabilidad de 9.5%.

Tabla 10

Motilidad individual (%) promedio \pm EE en tres colores de toros Criollos

COLORES	n	MEDIA	MIN	MAX
Atigrado	11	63.37 \pm 2.10 ^a	56.78	71.56
Callejonado	12	62.57 \pm 1.51 ^a	56.78	71.56
Negro	11	61.89 \pm 1.72 ^a	56.78	71.56

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 7 muestra el promedio de motilidad individual (%) con su error estándar correspondiente a los tres colores de pelaje de toros criollos conjuntamente con sus valores extremos. La prueba de medias de Duncan a un nivel de significación $\alpha=0.05$ no encontró diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$) entre los colores de pelaje para esta variable, siendo de 63.37%, 62.57% y de 61.89% en toros de color atigrado, callejonado y negro, respectivamente.

Tabla 11*Cuadro comparativo historico de motilidad individual.*

Año	Autor	Promedio de motilidad histórica (%)	Promedio de motilidad investigación 2022 (%)	Diferencia (%)	Observación
2007	Prieto	58.9	62.6	3.7	superior
1999	Madrid-Bury	65.5	62.6	-2.9	Ligeramente inferior
2014	Velez	66.92	62.6	-4.32	Ligeramente inferior
2004	Palmiere	67	62.6	-4.4	Ligeramente inferior
2021	Estrella - Garcia	80	62.6	-17.4	Ampliamente inferior
2014	Crespo y Quintero-Moreno	70.5	62.6	-7.9	Ligeramente inferior
2017	Iñiguez	75.7	62.6	-13.1	Ampliamente inferior
2017	Mejia	87.5	62.6	-24.9	Ampliamente inferior

Fuente: Elaboración propia.

Comparando los resultados obtenidos con otros reportes es preciso señalar que, son superiores a los de Prieto et al (2007) quienes publican un promedio de $58.9 \pm 7.9\%$, y son ligeramente inferiores a los de Madrid-Bury et al (1999) de $65.5 \pm 1.0\%$, Velez et al (2014) de $66.92 \pm 22.5\%$ y Palmiere et al (2004) de $67 \pm 8\%$; todos los demás autores publican promedios mayores al del presente trabajo como Estrella-García (2021) de $80 \pm 2\%$, Crespo y Quintero-Moreno de $70.5 \pm 0.81\%$, Iñiguez et al (2017) de $75.7 \pm 1.82\%$, Mejía (2017) de $87.5 \pm 1.57\%$.

Es preciso aclarar que, si se considera la motilidad seminal individual general de $62.6 \pm 5.9\%$ de los tres colores de pelaje de toros criollos en conjunto, Paez-Barón afirma que el mínimo valor aceptable es de 50%, dicha afirmación respalda el resultado obtenido; sin embargo, Hafez (2002) expresa que lo normal

es que 70 a 90% de espermatozoides muestren motilidad; sin embargo, es necesario afirmar que ninguno de los investigadores detallan que sus resultados fueron transformados a valores angulares como en el presente estudio, ya que, la transformación disminuye los valores calificados en el microscopio.

4.2.3. Concentración espermática promedio \pm ee ($\times 10^6$ espermatozoides/ml en tres colores de toros criollos

El promedio general para los tres colores de capa de los toros fue de $1,046.47 \pm 119.04 \times 10^6$ espermatozoides/ml con un coeficiente de variabilidad del 11.3%, la misma que es aceptable en una investigación a nivel de laboratorio.

Tabla 12

Concentración espermática ($\times 10^6$) promedio \pm EE en tres colores de toros

Criollos

COLORES	n	MEDIA	MIN	MAX
Negro	11	$1,106.4 \pm 30.1^a$	980	1,270
Atigrado	11	$1,022.7 \pm 33.8^a$	910	1,320
Callejonado	12	$1,013.3 \pm 40.3^a$	820	1,280

Fuente: Elaboración propia.

Los promedios de concentración espermática para cada color de capa de toros criollos con sus valores extremos correspondientes se consignan en la tabla 8 de la presente investigación. Comparando los tres colores de capa de los toros, se observa que, numéricamente el toro de color de capa negro tuvo mayor concentración pero la prueba de medias de Duncan a un nivel de significación



$\alpha=0.05$ indica que no hubieron diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$) entre los colores de pelaje, lográndose promedios de: 1,136.36, 1,022.73 y $1,013.33 \times 10^6$ espermatozoides/ml para color de capa negro, atigrado y callejonado, respectivamente. En el anexo 04 se muestra el análisis de varianza de la concentración espermática.

El promedio general de 1,046.47 se sitúa dentro de los valores vertidos por Galina y Valencia (2010) quienes afirman que la concentración espermática normal en bovinos es de 800 a 1,200; asimismo, Mejía (2017) reporta como promedio un valor de $1,059.9 \pm 54.4 \times 10^6$ espermatozoides/ml que respalda los resultados del presente trabajo de investigación, lo propio con los resultados de Palmiere (2004) que encontró valores desde 1,009 a $1,013 \times 10^6$ espermatozoides/ml en toros criollo costeño con cuernos y Romusinuano, respectivamente.

Otros autores como Madrid-Bury et al (1999) reportan una concentración de $1,386.3 \pm 53.5 \times 10^6$ espermatozoides/ml y que en este caso supera a los resultados de la presente investigación ; por otro lado, varios investigadores encontraron promedios por debajo del presente trabajo como los de Estrella-García et al (2021) de apenas $593 \pm 122 \times 10^6$ espermatozoides; Crespo y Quintero-Moreno (2014) de $839.5 \pm 35.3 \times 10^6$; Iñiguez et al (2017) de $744.6 \pm 64.2 \times 10^6$ espermatozoides/ml; Velez et al (2014) con $845 \pm 350 \times 10^6$ espermatozoides/ml. Estas variaciones pueden deberse a la técnica utilizada en su determinación, como la espectrofotometría que solo realiza estimación subjetiva; también puede deberse a la frecuencia de colección seminal porque a mayor exigencia la concentración espermática disminuye.

Con respecto a efecto de la estación, Sofiene (2009) postula que la especie bovina no presenta estacionalidad reproductiva al igual que los ovinos y caprinos; asimismo, Prieto et al (2007) sostiene que la época del año no afecta el volumen seminal, la concentración espermática ni motilidad, no obstante, los meses cálidos del trópico inciden significativamente en el aumento de la proporción de espermatozoides anormales.

Tabla 13

Cuadro comparativo de volumen, color, concentración espermática y motilidad

	Volumen (ml)	Color	Concentración espermática (ml)	Motilidad (%)	Autor
Evaluación de las características seminales en toros criollos durante la época seca - Puno	4.57	Blanco cremoso	1047.5	62.6	
Características seminales en toros de razas cárnicas y doble propósito (Brown Swiss) Cañete	7.4		1198.5	83.2	Marco Antonio Aquino Davalos 2017
Características seminales en toros de razas cárnicas y doble propósito (Simmental) - Cañete	5.3		1932.8	83.5	Marco Antonio Aquino Davalos 2017
Evaluación espermática en sementales de la raza (Brown Swiss) adaptado a las condiciones medio ambientales de Cajamarca	5.6	Denso cremoso espeso		84.7	Ermis Chavez Rojas 2014

Fuente: Elaboración propia.

Considerando las condiciones medio ambientales de temperatura de la época seca del altiplano peruano, la presente investigación reafirma los postulados de Holy (1983) quien enfatiza que, el volumen se encuentra en estrecha relación con la edad, raza, alimentación y periodo del año; finalmente Sorensen (1982) indica que el volumen de los toros de razas lecheras supera a los de razas de carne.



Pero a la vez contradice los postulados de Sofiene (2009) y Prieto et al (2007) quienes sostienen que la época del año no afecta el volumen seminal, concentración espermática ni la motilidad.

Finalmente, de la investigación se sostiene que la temperatura no tiene una influencia significativa en la espermatogénesis y sus características seminales de volumen, color, concentración espermática y motilidad. Lo cual garantiza el poder fecundante del reproductor, en vista que la raza criolla se adaptó muy bien a las condiciones medio ambientales agrestes del altiplano sur peruano.



V. CONCLUSIONES

- De las características seminales macroscópicas, la variable de mayor importancia en toros criollos de tres colores de pelaje fue el promedio de volumen seminal colectado por el método de la vagina artificial, siendo el valor mínimo 3.0 ml y como máximo 5.8 ml de semen puro, pese a que no hubo diferencias estadísticas ($p>0.05$) entre los tres colores de capa; sin embargo, los valores hallados son aceptables para una época seca y por otro lado son concordantes con resultados de varios autores de otros países.
- En las características seminales microscópicas, la motilidad masal de semen puro en los tres colores de pelaje de toros criollos tuvieron similitud, y a pesar que es una evaluación subjetiva sirve para continuar con la determinación de otros componentes seminales, porque esta variable es el punto de partida para aceptar o descartar el semen colectado. Los promedios del % de motilidad individual de los tres colores de pelaje son aceptables para proceso de criopreservación seminal.
- La concentración espermática, a pesar de no mostrar diferencias entre los tres colores de pelaje, para una época seca los promedios son óptimos para predecir el número de pajillas a obtener en un proceso de criopreservación, juntamente con la variable volumen seminal.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con la evaluación seminal durante la época de lluvias donde abunda forraje verde, para de esa manera comparar los resultados entre épocas.
- Evaluar en época de lluvia y seca, las mismas características seminales macroscópicas y microscópicas en razas adaptadas al altiplano sur del Perú.
- Conservar los espermatozoides mediante la criopreservación porque la raza criolla constituye un recurso genético que puede ser utilizado posteriormente.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, C. (1997). Problemas reproductivos, clínicos y a la prueba de capacidad de servicio en toros de razas de carne en Argentina. XXV Jornada Uruguaya de Buiatría; Uruguay. pp. 6-8.
- Aguirre, L; Apolo, G; Chalco, L y Martínez, A (2014). Caracterización genética de la población bovina criolla de la Región Sur del Ecuador y su relación genética con otras razas bovinas. Anim Genetic Resour 54: 93-101.
- Avalos, A; Gonzáles, J.A; Vargas, A.K y Herrera, J.A. (2018). Recolección y manipulación seminal in vitro. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México.
- Barth, A. (2001). Curso de evaluación de toros y control de la calidad seminal, Universidad Católica de Córdoba- España.
- Bearden, H.J and Fuquay, J.W (2000). Aplied Animal Reproduction. 5th edi. Upper Saddle, New Jersey, pp 406.
- Boeta, M; Balcázar, A; Cerbón, J.L; Hernández, J; Valencia, J; Zarco, L. (2018).Fisiología reproductiva de los animales domésticos. 1ra edición, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Pp 542.
- Boggio, J. (2007). Evaluación de la aptitud reproductiva potencial y funcional del toro. Instituto de Reproducción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile.



- Cabrera, P y Pantoja, C. 2012. Viabilidad espermática e integridad del acrosoma en semen congelado de toros nacionales. *Rev. Inv. Vet. Perú*, 2012; 23 (2). Lima.
- Crespo, E y Quintero-Moreno, A. (2014). Calidad seminal de toros Criollo Limonero. *Revista Científica*, Vol XXIV, núm. 6, pp. 518-525 Universidad del Zulia, Venezuela.
- Estrella-García, A; López-Ortiz, S; Canseco-Sedano, R; Pérez-Hernández, P; y Ahuja-Aguirre, C. (2021). Aptitud reproductiva de toros criollo lechero tropical. *Rev. Ecosistemas y Recursos agropecuarios Núm.Esp. II: e2930*.
- Galina, C; y Valencia, J. (2010). *Reproducción de animales domésticos*. Editorial LIMUSA, 3ra edición, México.
- González-Stagnaro, C; Soto, E. (2005). *Manual de ganadería doble propósito*. Fundación GIRARZ, Venezuela.
- Hafez, E y Hafez, B. (2002). *Reproducción e Inseminación Artificial en animales*. Editorial McGraw-Hill, Séptima Edición; México.
- Holy, L. (1983). *Bases biológicas de la reproducción bovina*, Editorial DIANA 1ra Edic, México.
- INEI (2012). IV Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO) en: <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>.
- Iñiguez, C.U; Galarza, D.A; Argudo, D.E; Alberio, R.H. (2017). Efecto de la época del año sobre las características seminales de toros de fenotipo Criollo ecuatoriano. *Facultad de Ciencias Agropecuarias MASKANA, Producción Animal*; 93-95.



- Lozano, H. (2009). Factores que afectan la calidad seminal en toros. Rev. Med.Vet.Zoot; 56: 258-272; Universidad Nacional de Colombia; Colombia.
- Madrid-Bury, N; Hernández-Fernández, A; Yañez-Cuellar, F; Aranguren-Méndez, J y González-Stagnaro, C. (1999). Rev ITEA, vol. Extra 20 Núm 2., Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad Sur del Lago, Venezuela.
- Madrid-Bury, N. (2006). Evaluación de la aptitud reproductiva del toro. Facultad de Agronomía, Universidad de Zulia Maracaibo-Venezuela.
- Mejía, J. (2017). Evaluación pre y post congelación del semen obtenido con vagina artificial y electroeyaculador en el ganado criollo. Tesis Maestría en reproducción animal, Universidad de Cuenca Ecuador.
- Moncayo, S. (2016). Evaluación de la calidad seminal de reproductores bovinos antes y después del proceso de criopreservación. Tesis Universidad Politécnica Salesiana, Quito Ecuador.
- Morillo, M; Salazar, S y Castillo, E. (2012). Evaluación del potencial reproductivo del macho bovino. Maracay, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias pp. 23-28.
- Paez-Barón, E.M y Corredor-Camargo, E.S (2014). Evaluación de la aptitud reproductiva del toro. Ciencia y Agricultura, vol. 11, núm. 2, pp. 49-59.
- Palmiere, R., Suárez, D., Espitia, A., Gonzáles, M. y Prieto, E. (2004). Variables seminales en toros Criollos Colombianos costeño con cuernos y Romosinuano. Revista MVZ-Córdoba; Universidad de Córdoba Montería, Colombia; vol. 9: (1), 381-385.



- Palacios, C. J. (2005). Técnicas para la evaluación de la capacidad fecundante de espermatozoides. Memorias posgrado de Reproduccion bovina. Colombia.
- Prieto, E; Espitia, A y Cardozo, J. (2007). Efecto del invierno y verano sobre el comportamiento reproductivo de toros cruzados. Rev. MVZ Córdoba 12(1): 921-928.
- Primo; A.T (1992). El ganado bovino Ibérico en las Américas: 500 años después. Arc.Zootec. 41 (extra): 421-432.
- Rangel, P.L.E. (2007). Evaluación de la salud de sementales. Reproducción bovina, FMVZ-UNAM.
- Rivas, E; Veli, E; Aquino, Y; Rivas, V; Pastor, S y Estrada, R (2007). Acciones para la caracterización y conservación del bovino criollo Peruano (Bos Taurus). AGRI 40: 33-42.
- Rosemberg, G. (1981). Exploración clínica de los bovinos. 1ra Edición. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- Salisbury, G y Vandermark, N. (1974). Fisiología de la Reproducción e inseminación artificial de los bovinos. Ed. W.H Freeman and company (USA). 209, 232-236, 250-252, 283 p. Estados Unidos.
- Sofiene, M. (2009). Estudio de efectos genéticos y ambientales de caracteres seminales de toros Holstein. Tesis de Master; Universidad Politécnica de Valencia; España.
- Sorensen, A.M. (1982). Reproducción animal: Principios y prácticas. Editorial McGraw-Hill.



- Steel, R y Torrie, J. (1995). Bioestadística, principios y procedimientos; editorial McGraw-Hill, México.
- Tamayo, M y Gonzáles, V. (2013). Variación de la calidad del semen desde el centro de inseminación artificial hasta los termos de la granja e inseminador. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Agraria de la Habana, Cuba.
- Velez, L; Rugeles, C; Vergara, O. (2014). Efecto de la raza sobre las características reproductivas de toros manejados en sistemas extensivos. Rev.Científica, vol XIV, núm.4, pp:341-346.
- Vera, O. 2005. Cómo mejorar la colección, manejo y calidad microbiológica del semen. Instituto de reproducción animal e inseminación artificial, FCV, UNV. Maracay; Venezuela.
- Vergel, D; Vergel, Y. (2022). Factores que intervienen en la calidad seminal en bovinos reproductores del Departamento de César, Colombia. Tesis MVZ, Facultad de ciencias exactas, naturales y agropecuarias, Universidad Santander, Colombia.



ANEXOS

ANEXO 1: Análisis de varianza y prueba de Duncan para volumen seminal en tres colores de toros criollos

Fuentes de Variabilidad	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calc.	F Tab.
Colores	2	1.43414884	0.71707442	1.65	4.17
Error Exp	31	13.47643939	0.43472385		
TOTAL	33	14.91058824			

CV=14.4%

Promedio= 4.57 mL

Prueba de comparación de promedios Duncan

Color	n	Promedio	Duncan
Negro	11	4.8636	a
Atigrado	11	4.4727	a
Callejonado	12	4.3917	a



ANEXO 2: Análisis de varianza y prueba de comparación de promedios de Duncan para motilidad masal en semen de toros criollos

Fuentes de Variabilidad	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calc.	F Tab.
Colores	2	0.09937611	0.04968806	0.18	4.17
Error Exp	31	8.37121212	0.2700391		
TOTAL	33	8.47058824			

CV=
11.6%

Promedio= 4.47

Color	n	Promedio	Duncan
Negro	11	4.5455	a
Atigrado	11	4.4545	a
Callejonado	12	4.4167	a



ANEXO 3: Motilidad individual transformado a valores angulares en semen de toros criollos

Obs	Color	Var	Var 1
1	N	90	71.5651
2	N	70	56.7891
3	N	80	63.4349
4	N	90	71.5651
5	N	70	56.7891
6	N	70	56.7891
7	N	80	63.4349
8	N	80	63.4349
9	N	70	56.7891
10	N	70	56.7891
11	N	80	63.4349
12	A	90	71.5651
13	A	90	71.5651
14	A	70	56.7891
15	A	90	71.5651
16	A	70	56.7891
17	A	80	63.4349
18	A	80	63.4349
19	A	70	56.7891
20	A	70	56.7891
21	A	90	71.5651
22	A	70	56.7891
23	C	80	63.4349
24	C	90	71.5651
25	C	80	63.4349
26	C	90	71.5651
27	C	70	56.7891
28	C	70	56.7891
29	C	80	63.4349
30	C	80	63.4349
31	C	70	56.7891
32	C	70	56.7891
33	C	80	63.4349
34	C	80	63.4349



ANEXO 4: Estadísticos descriptivos: motilidad individual

Variable	color	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Mínimo	Máximo
motilidad	Atigrado	63.37	2.10	6.97	56.79	71.57
	Callejonado	62.57	1.51	5.22	56.79	71.57
	Negro	61.89	1.72	5.72	56.79	71.57

Fuentes de Variabilidad	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calc.	F Tab.
Colores	2	12.04290533	6.02145267	0.17	4.17
Error Exp	31	1112.029078	35.871906		
TOTAL	33				

CV=9.5%

Promedio= 62.6%

Color	n	Promedio	Duncan
Atigrado	11	63.371	a
Callejonado	11	62.575	a
Negro	12	61.892	a



ANEXO 5: Análisis de varianza y prueba de medias de Duncan para la concentración espermática ($\times 10^6$ espermatozoides/ml) de toros criollos

Fuentes de Variabilidad	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calc.	F Tab.
Colores	2	58837.07665	29.418.53832	2.08	4.17
Error Exp	31	4393339.394	14172.2385		
TOTAL	33				

CV= 11.3
%

Promedio= 1046.40%

Color	n	Promedio	Duncan
Negro	11	1106.36	a
Atigrado	11	1022.73	a
Callejonado	12	1013.33	a



ANEXO 6: Datos meteorológicos del mes de junio 2022

Jun-22			
Fecha	MIN °C	MAX °C	PRECIPITACION
1-Jun	-4.0	14.4	0
2-Jun	-3.0	16.0	0
3-Jun	-6.0	16.6	0
4-Jun	-2.0	16.6	0
5-Jun	0.5	16.0	0
6-Jun	-6.0	16.2	0
7-Jun	-7.5	16.0	0
8-Jun	-11.0	15.8	0
9-Jun	-13.0	15.0	0
10-Jun	-13.5	15.0	0
11-Jun	-12.0	15.4	0
12-Jun	-13.5	15.6	0
13-Jun	-13.5	15.0	0
14-Jun	-13.0	16.6	0
15-Jun	-14.0	17.2	0
16-Jun	-9.0	15.6	0
17-Jun	-11.0	16.0	0
18-Jun	-12.5	15.4	0
19-Jun	-8.5	15.0	0
20-Jun	-10.5	15.0	0
21-Jun	-4.0	15.0	0
22-Jun	-9.5	15.6	0
23-Jun	-9.0	15.2	0
24-Jun	-8.0	16.0	0
25-Jun	-10.0	15.2	0
26-Jun	-11.0	16.2	0
27-Jun	-12.0	16.0	0
28-Jun	-12.5	17.2	0
29-Jun	-10.0	18.2	0
30-Jun	-10.5	18.0	0

Fuente: Estación de medición climatológica principal de Chuquibambilla - SENAMI



ANEXO 7: Datos meteorológicos del mes de julio 2022

Fecha	Jul-22		PRECIPITACION
	MIN °C	MAX °C	
1-Jul	-11.0	18.8	0
2-Jul	-9.0	17.0	0
3-Jul	-6.5	14.4	0
4-Jul	-9.0	16.0	0
5-Jul	-11.0	16.6	0
6-Jul	-10.5	16.8	0
7-Jul	-9.5	16.4	0
8-Jul	-8.5	16.0	0
9-Jul	-8.0	16.4	0
10-Jul	-8.5	15.6	0
11-Jul	-8.0	16.0	0
12-Jul	-11.5	18.6	0
13-Jul	-6.0	15.2	0
14-Jul	-9.5	16.2	0
15-Jul	-11.0	17.0	0
16-Jul	-10.5	16.8	0
17-Jul	-9.0	17.4	0
18-Jul	-7.0	17.2	0
19-Jul	-9.5	17.4	0
20-Jul	-12.0	17.6	0
21-Jul	-11.5	17.0	0
22-Jul	-11.0	18.4	0
23-Jul	-10.0	18.0	0
24-Jul	-10.0	17.8	0
25-Jul	-8.0	18.2	0
26-Jul	-6.0	19.2	0
27-Jul	-11.0	17.6	0
28-Jul	-11.5	18.4	0
29-Jul	-12.0	18.0	0
30-Jul	-12.5	19.4	0
31-Jul	-12.0	19.2	0

Fuente: Estación de medición climatológica principal de Chuquibambilla – SENAMI



ANEXO 8: Datos meteorológicos del mes de agosto 2022

Fecha	Ago-22		PRECIPITACION
	MIN °C	MAX °C	
1-Ago	-11.0	17.6	0
2-Ago	-8.0	18.2	0
3-Ago	-6.5	18.6	0
4-Ago	-9.0	18.6	0
5-Ago	-6.0	17.0	0
6-Ago	3.0	17.2	0
7-Ago	-0.5	12.0	1.2mm
8-Ago	-2.5	11.0	1.2mm
9-Ago	-4.0	16.0	0
10-Ago	2.0	17.2	3.6mm
11-Ago	-6.0	17.4	3.6mm
12-Ago	-8.0	18.0	0
13-Ago	-9.0	20.0	0
14-Ago	-6.0	19.0	0
15-Ago	-7.0	18.2	0
16-Ago	-9.0	19.0	0
17-Ago	-10.0	18.6	0
18-Ago	-14.0	16.0	0
19-Ago	-11.0	19.0	0
20-Ago	-13.5	18.6	0
21-Ago	-11.5	18.0	0
22-Ago	-10.0	18.0	0
23-Ago	-10.5	19.0	0
24-Ago	-10.0	18.4	0
25-Ago	-10.0	19.2	0
26-Ago	-8.5	19.4	0
27-Ago	-8.0	18.2	0
28-Ago	-7.5	18.0	0
29-Ago	-6.0	18.0	0
30-Ago	-7.0	19.6	0
31-Ago	-2.0	19.0	0

Fuente: Estación de medición climatológica principal de Chuquibambilla – SENAMI



ANEXO 9: Centro Experimental Chuquibambilla – UNA – Puno



ANEXO 10: Laboratorio del Centro Experimental Chuquibambilla UNA - Puno





ANEXO 11: Preparando los ejemplares





ANEXO 12: Preparando equipos de colección







ANEXO 13: Trabajo de colección de semen





ANEXO 14: Trabajo de laboratorio







ANEXO 15: Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional
del Altiplano Perú



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Anibal Cochua Gamara
identificado con DNI 41357281 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Ing Agronomica.

informe que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
"Evaluación de las Características Seminales en Toros Criollos durante la época seca"

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcanzan del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

El día 15 de Julio del 2024


FIRMA [obligatoria]



Huella



ANEXO 16: Autorización para el depósito de tesis en el repositorio de investigación



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Arivaldo Cahuana Samarra identificado con DNI 41337281 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ing. Agronomica.

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

" Evaluación de las Características Seminales en toros criollos durante la época seca.

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 15 de Julio del 2024

[Firma manuscrita]

FIRMA (obligatoria)



HUELLA