

**Frecuencia de alteraciones morfológicas espermáticas en toros Brahman entre
20 y 32 meses de edad en condiciones de pastoreo.**

Trabajo de grado para optar por título de Medicina Veterinaria

**Por:
Maira Alejandra Londoño Correa**

**Asesor
Jhonny Alberto Buitrago Mejía. MV,Z, Esp, MSc**

**Unilasallista Corporación Universitaria
Facultad Ciencias Agropecuarias
Programa de Medicina Veterinaria
Caldas-Antioquia
2022**

Contenido

Introducción.....	5
Objetivos	7
Objetivo general:	7
Objetivos específicos:.....	7
Marco Teórico	8
Evaluación toros:.....	8
Condición corporal.....	8
Musculo- esqueléticas:	9
Vista:	9
Evaluación del sistema reproductivo.....	9
Morfología espermática.....	10
Evaluación espermática	11
vagina artificial	11
Electroeyaculador.....	11
Calidad del semen	12
Características Macroscópicas:	12
Características Microscópicas:	14
Anormalidades morfológicas:	15
Materiales y métodos	18
Localización:.....	18
Selección y manejo de animales	18
evaluación reproductiva de los animales	18
Evaluación del semen	19
Evaluación Macroscópica	19
Evaluación microscópica.....	19
Análisis estadístico:	20
Resultados	21
Discusión	25
Conclusión.....	28
Referencias	29

Lista De Tablas

Tabla 1. Medición de Circunferencia escrotal (CE) y tono testicular (TT) de los toros evaluados.	21
Tabla 2 Resultados reflejados en la evaluación macroscópica del semen.	22
Tabla 3 Resultados de la evaluación microscópica del semen.....	22
Tabla 4. Distribución de las anormalidades de tipo primario en los toros evaluados.	23
Tabla 5. Distribución de las anormalidades de tipo secundario en los toros evaluados.....	24

Resumen

Objetivo: Establecer la frecuencia de alteraciones morfológicas espermáticas presentes en toros brahman entre 20 y 32 meses de edad mantenidos en potrero en el municipio de Puerto Nare, Antioquia. **Materiales y métodos:** el estudio fue realizado en la hacienda Casa Nare ubicada en el municipio de Puerto Nare, la población de estudio estuvo constituida por 11 bovinos machos, a los cuales se les realizó chequeo reproductivo en el mes de abril del año 2022, se registraron los resultados del chequeo reproductivo en una base de datos en Microsoft Excel, a estos se les realizó una estadística descriptiva para los datos cuantitativos, y se determinó la frecuencia de las alteraciones morfológicas. **Resultados y Discusión:** Se ha indicado que la incidencia de gotas citoplasmáticas proximales es más alta en animales jóvenes, y que disminuyen significativamente a medida que los animales maduran. En las anomalías secundarias consideradas como relevantes en este estudio se encuentran la cola enrollada y la gota citoplasmática distal junto con las cabezas sueltas, se ha reportado que este tipo de alteraciones pueden presentarse como respuesta a condiciones de estrés por calor y trastorno del epitelio del epidídimo. **Conclusión:** Los resultados de este estudio muestran que los toros evaluados son reproductores con características adecuadas, incluso para programas de crío preservación.

Palabras clave: Fertilidad, motilidad, morfología, espermatozoides.

Introducción

En Colombia, por sus condiciones ambientales se ha implementado el uso de animales de tipo cebuino para la producción de carne bovina, y son considerados como un recurso genético importante en la región por su capacidad de adaptación a los sistemas productivos en el trópico (Leyva, Jaramillo, & Silva, 2022).

Dentro de los objetivos de la producción ganadera se encuentra el aumento de la fertilidad, potenciando el uso de animales seleccionados genéticamente por características de interés económico, buscando mejorar la productividad del hato. Dentro de las características utilizadas como criterios de selección se encuentran aquellas que mejoran los índices reproductivos como la circunferencia escrotal, a pesar de que estas se encuentren influenciadas por el ambiente y presenten baja heredabilidad (Silva, y otros, 2012).

En el caso de los toros dentro los parámetros utilizados para evaluar su capacidad reproductiva se encuentran su estado físico, la calidad el eyaculado, la libido, y su capacidad de copula (Páez-Barón, 2014). Estos parámetros pueden ser evaluados por distintos protocolos, siendo uno de los más usados el examen de sondeo de la capacidad reproductiva del toro (BBSE, por sus siglas en inglés), este sistema evalúa la salud física, libido y calidad del semen. La clasificación se basa en la evaluación física y la capacidad del toro para alcanzar los umbrales mínimos para el desarrollo testicular, la motilidad de los espermatozoides y la morfología normal de los espermatozoides (Ariagno & Mormandi, 2016).

La Sociedad de Teriogenología (Society for Theriogenology), ha establecido a lo largo de los años procedimientos y criterios para la BBSE según los resultados de este examen los toros pueden ser clasificados como satisfactorios, cuestionables (aplazados) o no satisfactorios (rechazados). Es importante evaluar los toros antes de la temporada de monta, ya que esto puede incrementar las tasas de gestación en un 3.5% con altas relaciones toro: vaca durante periodos prolongados (Lone, Paray, Mir, Ganaie, & Sinha, 2017).

En Colombia existen pocos reportes acerca de la evaluación de toretes y su calidad seminal, especialmente animales jóvenes de raza brahman, por lo que este estudio pretende realizar el primer reporte de frecuencias de alteraciones morfológicas espermatocitarias en toretes brahman en condiciones de potrero.

Objetivos

Objetivo general:

Establecer la frecuencia de alteraciones morfológicas espermáticas presentes en toros brahman entre 20 y 32 meses de edad mantenidos en potrero en el municipio de Puerto Nare, Antioquia.

Objetivos específicos:

- Determinar las principales alteraciones de la morfología espermática en los eyaculados de toros brahman entre 20 y 32 meses de edad mantenidos en pastoreo.
- Clasificar según su origen las alteraciones de la morfología espermática detectadas en los eyaculados de toros brahman entre 20 y 32 meses de edad mantenidos en pastoreo.

Marco Teórico

Evaluación toros:

La evaluación de la aptitud reproductiva del toro es un examen sencillo donde se permite identificar animales subfértiles e infértiles, y clasificarlos como no aptos, aplazados o aptos, siendo posible con esto identificar los ejemplares que puedan ser destinados como futuros reproductores, ya sea para monta natural o para procesos de criopreservación (Páez-Barón, 2014).

El examen andrológico se debe realizar de manera periódica, sin embargo, su uso en Colombia es bajo; esta evaluación tiene tres componentes principales, el examen físico (conformación general, órganos sexuales internos y externos), la evaluación de la libido y la evaluación de semen (Duchens, 1999).

El examen físico general, involucra la evaluación del estado general del animal, haciendo énfasis en los órganos sexuales externos e internos. De forma general contempla la estimación de la condición corporal, la revisión de los ojos, los aplomos y el aparato genital (pene, testículos, vesículas seminales), y busca descartar aquellos toros con anomalías que puedan interferir con el deseo o la capacidad de monta, llevando a limitar o impedir su funcionalidad reproductiva (Páez-Barón, 2014).

Condición corporal

Esta da una idea del balance energético del animal; por lo que se usa para determinar el grado de reservas corporales, independientemente de la estructura, peso vivo y tamaño del animal, en animales tipo indicus usualmente se usa una escala de 9 puntos, correspondiendo 1 a un toro demasiado flaco y 9 a un toro obeso siendo lo más ideal es estar en un nivel intermedio (Duchens, 1999).

Musculo- esqueléticas:

La conformación de los aplomos es de gran importancia en un macho reproductor particularmente en las extremidades posteriores para su desempeño reproductivo; la presencia de alteraciones puede disminuir o anular la capacidad de servicio (monta) (Páez-Barón, 2014).

Vista:

Los toros reproductores se guían de los ojos para la detección de hembras en celo, se ha demostrado que la falta de visión inhibe en mayor grado la capacidad de los animales para detectar la presencia de hembras en celo (Rangel, y otros, 2009).

Evaluación del sistema reproductivo

Esta evaluación inicia con la bolsa escrotal, la cual deberá ser palpada para descartar la presencia de laceraciones o cicatrices que evidencien traumatismos o daños (Páez-Barón, 2014). También debe evaluarse la Circunferencia Escrotal (CE), la cual es una medida eficiente en la pubertad del toro, considerándose un parámetro para la selección de animales, ya que el tamaño de los testículos ha sido asociado positivamente con la producción de espermatozoides (Hopper, Bovine reproduction, 2015).

El cordón espermático se debe evaluar por palpación en toda su longitud, verificando su extensión, no debe ser muy corto ya que interfiere el proceso la termorregulación, ni muy largo y pendulante, ya que lo predispone a traumatismos (Duchens, 1999).

Los testículos se evalúan junto con el epidídimo mediante palpación. Es importante en animales jóvenes descartar anomalías que pueden afectar el desarrollo testicular, como criptorquidia, hipoplasia, descenso incompleto y tamaño reducido de los testículos. Es necesario determinar el tono testicular, la temperatura y la simetría de los mismos para descartar posibles lesiones inflamatorias o fibróticas que puedan afectar la calidad seminal. Los testículos deben ser de consistencia lisa y firmes al tacto y se deben desplazar libremente dentro del saco escrotal.

En el epidídimo se deben evaluar sus tres porciones (cabeza, cuerpo y cola), las cuales, en condiciones normales se presentan de consistencia firme y homogénea (Páez-Barón, 2014).

El pene se explora palpando a través del prepucio, haciendo su recorrido desde lo más caudal a lo más craneal; se debe descartar la presencia de heridas, traumas o inflamaciones, en los toros cebuinos particularmente el prepucio es péndulo, por lo que es de gran importancia descartar lesiones que puedan avanzar hasta una acrobusitis (Duchens, 1999).

Los órganos reproductivos internos se evalúan a través de palpación rectal; se deben evaluar la uretra pélvica, el cuerpo de la próstata, que se encuentra ubicado dorso craneal a la uretra pélvica, las vesículas seminales, las cuales están situadas craneolateral al cuerpo de la próstata y las ámpulas del conducto deferente. A cada estructura se le debe evaluar su consistencia, volumen, y la presencia de lesiones (Rangel, y otros, 2009).

Finalmente, para garantizar un estado de salud óptimo es importante realizar análisis de sanguíneos y serológicos que permitan descartar la presencia de enfermedades infectocontagiosas que pueden afectar la reproducción, como diarrea viral bovina (DVB), brucelosis, rinotraqueítis infecciosa bovina (IBR), leptospirosis y neosporosis (Páez-Barón, 2014).

Morfología espermática

la cabeza del espermatozoide contiene un núcleo aplanado de forma ovalada que contiene cromatina altamente compactada, esta comprende un complejo de ADN con una clase especial de proteínas conocidas como protaminas. El extremo anterior del núcleo espermático está cubierto por el acrosoma, formado por una doble capa de membranas que envuelven íntimamente al núcleo durante las últimas etapas de formación del espermatozoide (Martins, Nunes, & Dias, 2016).

El espermatozoide también está conformado por el ello, una pieza intermedia y una pieza final. El axonema se distribuye desde la parte intermedia hasta la cola del espermatozoide está compuesto por nueve pares de microtúbulos periféricos y un par central. La dineína es una proteína que se encarga de aportar energía química para que luego se convierta en energía mecánica. Todo este conjunto está cubierto externamente por numerosas mitocondrias dispuestas en forma de hélice, que generan la energía necesaria para la motilidad de los espermatozoides (Martins, Nunes, & Dias, 2016).

Evaluación espermática

La evaluación seminal o espermática inicia realizando la recolección de semen mediante vagina artificial o por electroeyaculación dependiendo del estado físico y temperamento del animal.

vagina artificial

Es el método más cómodo para el animal, siendo el de mayor uso debido a su similitud con el proceso de monta natural; sin embargo, se requiere que los toros hayan sido entrenados previamente (Páez-Barón, 2014).

Electroeyaculador

Está constituido por un electrodo que es introducido por vía rectal en el toro, el cual está conectado a una batería que genera pequeños pulsos eléctricos intermitentes, los cuales estimulan los órganos genitales internos, produciendo la emisión del semen; los impulsos emitidos varían en cada animal. Para los operarios es el método más seguro ya que el toro se encuentra inmovilizado en un Brete (Páez-Barón, 2014) .

Calidad del semen

Esta es determinante para la obtención de altas tasas de gestación; pues una baja o mala calidad de este es un índice de que el toro presenta problemas como infecciones o alguna enfermedad (Crespo & A, 2014).

la calidad del semen fresco se analiza mediante la evaluación de características macroscópicas dentro de las que se incluyen el volumen, color, olor y densidad; así como características microscópicas como la concentración espermática, motilidad masal e individual y morfología. Es importante determinar que la interpretación de los resultados que se arrojen del análisis seminal debe hacerse complementando diversos factores, como la historia clínica de los toros, la raza, la edad, alimentación y las condiciones ambientales a los cuales están expuestos (Rangel, y otros, 2009).

Características Macroscópicas:**Olor:**

Es característico de la especie, no debe tener mal olor, si lo presenta puede ser indicativo de procesos infecciosos. (Páez-Barón, 2014). El olor percibido podría clasificarse entre dulzón, sui-géneris, orina, esmegma y fétido (Toribio, 2015).

Color:

Se percibe mediante observación directa del eyaculado colectado y puede variar de acuerdo con la concentración espermática, pureza y algunos pigmentos que se puedan presentar. La presencia de polvo, sangre u orina puede modificar el color del semen (Rangel, y otros, 2009) y la presencia de patologías puede variar entre blanquecino, amarillento, marfil, verdoso, rosado, café. (Toribio, 2015).

pH:

Comúnmente es determinada por medio de un potenciómetro o utilizando un papel indicador de pH, en bovinos el valor varía entre 6,5 y 8. Las muestras con alta

concentración y movilidad van a arrojar un valor ácido que las muestras de semen de menor calidad (Rangel, y otros, 2009).

Volumen:

El cálculo del volumen y concentración de espermatozoides en el eyaculado debe hacerse de forma precisa (Camargo, 2005). El volumen se puede determinar mediante observación directa del eyaculado colectado y se expresa en mililitros (Páez-Barón, 2014). En toros el volumen normal varía entre 2 y 10ml, con un promedio de 4ml (Toribio, 2015).

Concentración

Para evaluar la concentración espermática del eyaculado el método más adecuado es el recuento de espermatozoides por espectrofotometría, este método permite estimar de forma indirecta la concentración espermática según la absorción o dispersión de la luz provocada por los espermatozoides en suspensión. El número de dosis seminales que pueden elaborarse a partir de un eyaculado dependerá directamente del volumen y de la concentración espermática (Camargo, 2005).

La concentración media de espermatozoides se encuentra entre 800 y 2000 millones de espermatozoides/mL. Según su color y densidad se puede realizar un estimado cualitativo de la concentración espermática, de la siguiente manera (Martins, Nunes, & Dias, 2016):

- Si el semen se encuentra de color amarillo opaco, y tiene un aspecto cremoso y denso se estima que posee 800 millones a 1 billón de espermatozoides por mL
- Si el semen se encuentra de color blanco lechoso y tiene un aspecto delgado se estima que posee entre 500 y 800 millones de espermatozoides por mL
- Cuando el Semen se aprecia delgado y opalescente se estima una concentración entre 200 y 500 millones de espermatozoides por mL
- Si el Semen tiene un aspecto acuoso se espera que tenga menos de 200 millones de espermatozoides por mL

Características Microscópicas:**Motilidad:**

La motilidad es una manifestación de viabilidad espermática y de integridad celular. Este parámetro ha sido el más utilizado para clasificar la calidad de un eyaculado o de una dosis seminal (Camargo, 2005). Se evalúan tanto la motilidad masal, como la motilidad individual y se determina el porcentaje de espermatozoides móviles, así como el tipo de movimiento que presenta (Páez-Barón, 2014).

La motilidad masal se evalúa observando con una pequeña gota de semen sobre una placa portaobjetos a temperatura de 37 °C y observando en el microscopio en aumento de 10X o 40X; allí se observa la formación de olas (Páez-Barón, 2014). y se valora de forma subjetiva en una escala de 0 a 5, donde el número 5 es cuando se observan oleadas o remolinos con movimiento rápido y vigoroso, y de 0 cuando los movimientos en onda están presentes. (Camargo, 2005)

La motilidad individual se determina colocando una gota de semen sobre una placa portaobjetos con una temperatura de 37°C, y sobre ella se coloca una placa cubreobjetos para observar al microscopio en aumento de 40X. La motilidad individual mide el porcentaje que presentan un movimiento rectilíneo; y se expresa en porcentaje. El valor mínimo aceptado para una muestra es del 50% (Hernandez, Ramirez , & Makloski, 2021).

La valoración de la motilidad no es suficiente para predecir la capacidad fecundante del semen, siendo sólo uno de los requisitos que debe de cumplirse en una evaluación de fertilidad (Camargo, 2005).

Vigor:

En la evaluación microscópica el vigor espermático se realiza tomando una muestra de semen colocada sobre una lámina portaobjetos previamente calentada a 37° y observada directamente al microscopio de luz con objetivo de 10X (misma técnica de la motilidad masal). según la intensidad de los movimientos espermáticos considerando una puntuación de 0 (ausencia en movimientos) y 5 (movimiento rectilíneo uniforme) (Peres, Barbosa, Kanazawa, Martins, & Souza, 2014) .

Morfología

Para la adecuada interacción del espermatozoide con el microambiente del tracto genital femenino y con las envolturas que rodean el oocito, además de tener una óptima motilidad los espermatozoides deben tener una adecuada estructura morfológica (Muiño, y otros, 2005) ya que hace referencia al estudio de la forma de los espermatozoides en el eyaculado. y se mide como el porcentaje de espermatozoides normales y anormales (Siddharth & Kiran, 2018). También se considera que es un factor determinante en la capacidad de fertilización del semen, ya que existe relación entre anomalías espermáticas e infertilidad. Los espermatozoides son traslucidos y virtualmente invisibles al microscopio de luz directa, se opta por utilizar microscopia de campo oscuro o se requiere del uso de colorantes que provean de un fondo oscuro para visualizarlos. La coloración vital, con eosina, azul de anilina, o eosina-nigrosina, es la más comúnmente usada para la evaluación morfológica de semen. (Salgado & Vaquez, 2019)

Anormalidades morfológicas:

La evaluación de la morfología espermática tiene como objetivo determinar la proporción de espermatozoides con forma normal, así como la presencia de formas anormales de los mismos (Ariagno & Mormandi, 2016).

Las anomalías morfológicas de los espermatozoides se pueden clasificar dependiendo de donde esté localizada la anomalía en los espermatozoides, pudiendo estas ser del acrosoma, la cabeza, el cuello (pieza intermedia) o de la cola (Chenoweth & Lorton, 2014).

También pueden ser clasificadas según el lugar en que se originen dentro del tracto reproductivo como primarias o secundarias. Las anomalías primarias, son aquellas que ocurren dentro del epitelio seminífero como resultado de una espermatogénesis anormal antes de la espermiación, estas anomalías incluyen anomalías de la cabeza, el acrosoma y la pieza intermedia (cuello), dentro de estas se pueden citar goteras citoplasmática proximal, cabezas normales libres, células primordiales (Chenoweth & Lorton, 2014), acrosoma nudoso y membrana acrosomal aplanada (Tomlinson, Jennings, Macrae, & Truysers, 2017). Se ha determinado que espermatozoides con cabeza piriforme; presentan menor capacidad de unión y de penetración de la zona pelúcida del oocito, y si consiguen fecundar, los cigotos tienen una menor capacidad para iniciar su desarrollo, degenerándose a las pocas horas (Lone, Paray, Mir, Ganaie, & Sinha, 2017)

Se considera anomalías secundarias aquellas que se originan después de que los espermatozoides salen del testículo. Estas anomalías se atribuyen a la alteración de la maduración del epidídimo, la retención prolongada de los espermatozoides en el tracto genital y la composición anormal del plasma seminal introducido durante la eyaculación, dentro de estas se encuentran la gotera citoplasmática distal, colas dobladas simples, acrosomas separados (Chenoweth & Lorton, 2014), colas enrolladas y plegamientos del cuello o pieza intermedia. Si estas alteraciones son abundantes en el eyaculado, pueden comprometer la fertilidad del toro, ya que alteran la motilidad espermática, dificultando que el espermatozoide alcance las proximidades del oocito (Lone, Paray, Mir, Ganaie, & Sinha, 2017).

Un tercer grupo se describe como anomalías terciarias, estas se caracterizan por ser el resultado de un manejo inadecuado del semen durante o después de la recolección. (Chenoweth & Lorton, 2014).

Cuando se da la presencia de anormalidades en un eyaculado la fertilidad del toro puede verse comprometida, pero realmente no se sabe cuál es el porcentaje máximo de anomalías espermáticas que puede ser compatible con una fertilidad normal (Tomlinson, Jennings, Macrae, & Truyers, 2017). En un toro reproductor potencialmente satisfactorio los estándares mínimos de morfología normal deben ser >70% (Lone, Paray, Mir, Ganaie, & Sinha, 2017). A medida que aumenta la proporción de espermatozoides anormales en el eyaculado, descende la capacidad fecundante del mismo (Muiño, y otros, 2005).

Materiales y métodos

Localización:

El estudio fue realizado en el Municipio de Puerto Nare (Antioquia, Colombia) durante el mes de abril del año 2022. El municipio presenta una altura de 125 msnm, una temperatura Promedio de 29° C y una precipitación promedio anual de 2.000 mm, lo que constituye la mayor parte del territorio en la zona de vida bosque húmedo tropical (Puerto Nare, 2022).

Selección y manejo de animales

Se seleccionaron a conveniencia 11 toros Brahman, entre 20 y 32 meses de edad, con condiciones similares de levante, a cada uno se les realizó un examen físico para determinar su estado de salud, y posteriormente se les realizó una evaluación reproductiva basándose en el protocolo BBSE, toda la información fue diligenciada en un formato de evaluación andrológica.

evaluación reproductiva de los animales

Los toros fueron evaluados de manera individual en un brete de contención, a cada animal se le midió la circunferencia escrotal se utilizó una regla rotulada en centímetros (Escrotímetro®, OVNI INALMET) y Después de la medición se determinó el tono testicular (TT) de los toros mediante palpación calificando de 1 a 5 donde se estableció el tono 1 muy duro al y tono 5 muy blando; lo ideal es que se encuentre en el medio con un tono 3 o 4 (Shaha, Alam, Khatun, & Ahmed, 2008) y por ultimo se palpo todas las partes del epidídimo.

Después de realizar la evaluación externa se evaluaron las glándulas accesorias mediante palpación transrectal, para lo cual se masajearon suavemente las vesículas seminales, próstata y la uretra pélvica durante al menos tres minutos.

Para la colecta del semen se usó un electroeyaculador (Electrojac 5 Ideal Instruments® 2010 Michigan-USA).

Evaluación del semen

Para cada animal evaluado solo se realizó una colecta de semen.

Evaluación Macroscópica

La densidad, el color y volumen fueron determinados por observación directa en tubos de tipo centrifuga Falcon aforado.

Ph:

Se mide con el papel medidor de pH.

Evaluación microscópica

Motilidad y vigor:

Se evaluó una gota de semen en un porta objetos para determinar la motilidad masal mediante un objetivo de 40X en un microscopio de luz (Olympus CX21, 2008 Olympus Optical Co., Ltd., Japan), para la evaluación se tuvo en cuenta un rango de 0-5. Como puntaje 5 se observa un eyaculado con remolinos rápidos, movimiento vigoroso y más del 80% de espermatozoides móviles, y un puntaje de 0 se observa un eyaculado con ausencia de remolinos y motilidad.

Se realizo la misma técnica para evaluar la motilidad individual y el vigor, pero a la gota de la muestra se colocó un cubreobjetos para posterior ser observada en el microscopio de luz (Olympus CX21, 2008 Olympus Optical Co., Ltd., Japan), en esta técnica se evalúa el porcentaje de espermatozoides que logra atravesar todo el campo.

El vigor se ha caracterizado de acuerdo con la intensidad de los movimientos espermáticos según una puntuación de 0 hay ausencia de movimientos a 5 donde presentan movimientos rectilíneos y uniformes esto se basó según la escala descrita por (Peres, Barbosa, Kanazawa, Martins, & Souza, 2014).

Morfología:

Con ayuda de un microscopio de contraste de fases fase (Minitube[®], 1999) y utilizando un aumento de 100X, se observaron entre 100 células para identificar el porcentaje total de anormalidades espermáticas presentes en la muestra; las anormalidades fueron determinadas con base en espermatozoides normales de la especie y analizando cabeza, pieza media y flagelo. Luego fueron clasificadas como anormalidades primarias o testiculares y anormalidades secundarias o epididimarias (Barth, AD, Oko, & RJ, 1989).

Concentración:

La concentración espermática se realizó de manera automática mediante espectrofotómetro (AccuRead[®], IMV 2010).

Análisis estadístico:

Los datos fueron obtenidos y organizados en Microsoft Excel, se realizó un análisis de tipo descriptivo.

Resultados

En los sementales evaluados no se presentaron alteraciones en el examen clínico de los órganos reproductivos externos e internos.

La evaluación de la circunferencia escrotal arrojó un valor promedio de 30.4 cm con un rango entre 28,5cm y 37,5cm; al evaluar el tono testicular se encontró que varió entre 3 y 4 (Tabla 1).

Tabla 1. Medición de Circunferencia escrotal (CE) y tono testicular (TT) de los toros evaluados.

TORO	CE (Cm)	TT
1	31	3
2	35,5	4
3	35	3
4	32	3
5	31,5	4
6	33,5	3
7	37,5	3
8	36,5	3,5
9	31	3
10	28,5	3
11	33	3
Promedio	30,4	2,95

A la evaluación macroscópica del eyaculado se encontró que todos presentaban un pH de 7, el color varió de ámbar a marfil, y el aspecto de seroso a cremoso, en cuanto al volumen varió de 3 y 7 mL (tabla 2).

Tabla 2 Resultados reflejados en la evaluación macroscópica del semen.

TORO	Color	Aspecto	Volumen (mL)	pH
1	Marfil	Seroso	7	7
2	Marfil	Creмоса	6,5	7
3	Opalescente	Seroso	3	7
4	Marfil	Creмоса	3,5	7
5	Marfil	Seroso	6	7
6	Marfil	Seroso	7,5	7
7	Opalescente	Seroso	4	7
8	Ámbar	Seroso	3,5	7
9	Opalescente	Seroso	7	7
10	Opalescente	Seroso	6	7
11	Marfil	Lechoso	7	7

En la evaluación microscópica se encontró un vigor promedio de 3, una concentración promedio de 155,7 millones de espermatozoides/ml, variando entre 67 y 445 millones de espermatozoides/ml, una motilidad de 3,5% y una motilidad individual de 70% (tabla 3).

Tabla 3 Resultados de la evaluación microscópica del semen.

TORO	Vigor	Concentración (mill espermatozoides/mL)	Motilidad Masal	Motilidad Individual
1	1	119	3	60
2	4	445	4	80
3	4	67	4	80
4	3	218	4	80
5	3	189	4	80
6	4	75	2	40
7	3,5	156	3,5	70
8	3	56	3	60
9	1	70	2	40
10	3,5	127	2,5	50
11	3	191	3,5	70
Promedio	3	155,73	3,23	64,5

Al evaluar la distribución de las anomalías morfológicas primarias en la población estudio se encontró una mayor frecuencia de gota citoplasmática proximal y fractura pieza media, correspondiendo respectivamente al 9% y 2% de las anomalías encontradas (tabla 4).

Tabla 4. Distribución de las anomalías de tipo primario en los toros evaluados.

TORO	Fractura pieza media	cabeza piriforme	gota citoplasmáti ca proximal	macrocéfalo	microcéfalo	botón acrosomal	cabeza estrecha	Total
1	2%	0%	5%	2%	0%	1%	0%	10%
2	2%	1%	0%	0%	0%	0%	5%	8%
3	2%	0%	2%	2%	0%	0%	0%	6%
4	5%	0%	0%	0%	3%	0%	2%	10%
5	1%	0%	28%	0%	0%	0%	0%	29%
6	0%	0%	8%	0%	0%	0%	0%	8%
7	0%	0%	6%	4%	0%	0%	0%	10%
8	1%	0%	33%	0%	0%	0%	0%	34%
9	0%	0%	0%	0%	2%	0%	2%	4%
10	0%	0%	9%	0%	0%	0%	0%	9%
11	4%	1%	11%	0%	0%	0%	0%	16%
promedio	2%	0%	9%	1%	0%	0%	1%	13%

Las alteraciones morfológicas secundarias solo correspondieron al 18% de las anomalías, siendo la más frecuente la cola enrollada con un 6%, seguida cabeza suelta y gota citoplasmática distal teniendo ambas con una frecuencia del 5% (tabla 5).

Tabla 5. Distribución de las anomalías de tipo secundario en los toros evaluados.

TORO	cola enrollada	Cabeza suelta	gota citoplasmáti ca distal	cola abaxial	base estrecha	cola doble	Total
1	11%	6%	5%	5%	2%	0%	29%
2	12%	7%	0%	8%	0%	0%	27%
3	11%	9%	4%	0%	0%	0%	24%
4	4%	3%	0%	0%	0%	0%	7%
5	6%	0%	25%	0%	0%	0%	31%
6	5%	10%	4%	0%	0%	0%	19%
7	8%	13%	7%	0%	0%	0%	28%
8	6%	0%	3%	0%	0%	0%	9%
9	0%	4%	0%	0%	0%	0%	4%
10	1%	0%	7%	1%	0%	0%	9%
11	3%	0%	2%	5%	0%	1%	11%
promedio	6%	5%	5%	2%	0%	0%	18%

Discusión

En este estudio el 81% de los toros evaluados fue clasificado como aptos, y solo el 19% se categorizaron como aplazados, estos resultados son similares a otros reportes en donde se ha indicado que aproximadamente el 20% de los toros fallan en su BBSE de rutina previo al servicio, siendo considerados subfértiles (Tomlinson, Jennings, Macrae, & Truyers, 2017). Sin embargo, es importante considerar que en este estudio se trabajó con animales jóvenes, siendo este un factor influyente en los resultados del BBSE.

En términos generales se considera que la circunferencia escrotal mínima para toros a los doce meses debe ser de al menos 30 cm para ser considerados potencialmente aptos (Vasquez, Vera, & Arango, 2003), en este estudio se trabajó con animales que superaban los 12 meses, por lo que el 99% de la población se encontraba por encima de esta medida, por lo que podrían considerarse aptos como futuros reproductores. En animales tipo Indicus se ha reportado que aquellos alimentados con altos niveles de concentrados presentan un mayor peso corporal y circunferencia escrotal respecto a los alimentados con niveles bajos de concentrados, sin embargo, no hubo diferencia en la turbidez del semen, motilidad y concentración de espermatozoides (Shaha, Alam, Khatun, & Ahmed, 2008). También se ha asociado una mayor circunferencia escrotal con una menor incidencia de túbulos seminíferos inmaduros y una menor incidencia de gotitas distales en los espermatozoides (Fontoura, y otros, 2016).

En este estudio se encontró una alta tasa de motilidad individual, superando el límite del 30%, pues se considera que toros con valores inferiores al 30% no deben ser seleccionados como futuros reproductores (Crespo & A, 2014).

El crecimiento corporal y testicular de toretes continúa luego de la pubertad, incrementándose los valores de volumen del eyaculado, motilidad individual y motilidad masal hasta el momento en que los toros alcanzan la madurez sexual. (Roa , D'Enjoy, Linares, Martinez, & Marin, 2014). Las características macroscópicas y microscópicas evaluadas en el eyaculado de los toros chequeados se encuentran dentro de valores normales teniendo en cuenta que la población estudio es Joven. Se

ha reportado que a medida que aumenta la edad lo hace también la circunferencia escrotal y se mejora la productividad seminal (Shaha, Alam, Khatun, & Ahmed, 2008).

La frecuencia de defectos primarios (13%) y secundarios (18%) encontrados en este estudio son similares a los encontrados por Addad y col (2009), quien hizo la misma evaluación en toros Nelore de 30 meses edad (Addad, Freneau, & Resende, 2009). Es importante resaltar que algunas anomalías de la cabeza del espermatozoide no están relacionadas con una función testicular inadecuada, sino que ocurrían después de que las células salían de los testículos. (Chenoweth & Lorton, 2014). Se ha reportado que un aumento en las anomalías de los espermatozoides se asocia con una reducción en la motilidad (Costa, Ferraudo, Zoccolaro, & Do Carmo, 2014).

De manera similar a lo reportado en este estudio, algunos resultados obtenidos en animales menores de 36 meses de la raza Guzerat encontraron que la gota citoplasmática proximal tuvo una mayor frecuencia de presentación (Perez, Chacon, Otero, Cardona, & Andrade, 2014), esto puede ser explicado por la edad de los animales pues se ha indicado que la incidencia de gotas citoplasmáticas proximales es más alta en animales jóvenes, y que disminuyen significativamente a medida que los animales maduran (Tamayo, 2013).

En las anomalías secundarias consideradas como relevantes en este estudio se encuentran la cola enrollada y la gota citoplasmática distal junto con las cabezas sueltas, se ha reportado que este tipo de alteraciones pueden presentarse como respuesta a condiciones de estrés por calor y trastorno del epitelio del epidídimo (Martins, Nunes, & Dias, 2016), así como en animales jóvenes por desarrollo incompleto del epitelio epididimario (Martins, Nunes, & Dias, 2016).

Estudios realizados en Canadá determinaron que Altas temperaturas en el área inferior del escroto están asociadas con la presentación de anomalía de la cabeza suelta, lo que indica que la termorregulación ayuda a garantizar la calidad seminal y fertilidad

(Fontoura, y otros, 2016) Aunque en los sementales evaluados no se realizó medición de temperatura de los testículos se evidenció presencia del 72% de esta anomalía morfológica.

Conclusión

La evaluación reproductiva de los toros antes de iniciar su temporada de servicio es de gran importancia para determinar su potencial reproductivo y garantizar resultados adecuados en los parámetros reproductivos del hato. Los resultados de este estudio muestran que los toros evaluados son reproductores con características adecuadas, incluso para programas de crío preservación.

Referencias

- Addad, O., Freneau, E., & Resende, C. (2009). Evaluación Clínica andrológica en toros y pruebas nelore de la viabilidad espermática, la integridad del acrosoma y la fragmentación de la Cromatina durante tres temporadas reproductivas. *Ci Animbras*, 1044-1054.
- Ariagno, J., & Mormandi, E. (2016). Guía práctica para la evaluación del semen. *Revista Bioquímica y Patología Clínica*, 80(3), 29-36.
- Barth, AD, Oko, & RJ. (1989). *Morfología anormal de los espermatozoides bovinos*. Prensa de la Universidad Estatal de Iowa.
- Cala, D., Palacio, A., Rojas, H., & Yunis, J. (2016). Evaluación andrológica en toros de 18 a 24 meses. En A. Salamanca Carreño, *Avances de investigación en medicina veterinaria y producción animal* (págs. 121-124). Bogotá: Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia.
- Camargo, E. C. (2005). Efecto de las anomalías cromosómicas sobre la fertilidad en bovinos. *Orinoquia*, 1(9), 56-63.
- Chenoweth, P., & Lorton, S. (2014). *Animal Andrology*. Boston: Emma McCann.
- Costa, A., Ferraudo, A., Zoccolaro, L., & Do Carmo, A. &. (2014). Exploratory analysis of differences in sperm morphology in Nelore and Gir (*Bos indicus*) bulls. *Trop Anim Health Prod*, 46, 765-770.
- Crespo, E., & A, Q. (2014). Calidad seminal de toros criollo limonero. *Revista Científica*, 24(6), 518-525.
- Duchens, M. (1999). Examen de fertilidad para selección en toros de carne. *Tecnovet*, 5(2).
- Fontoura, A., Montanholi, Y., Amorim, M., Foster, R., Chenier, S., & Miller, S. (2016). Associations between feed efficiency, sexual maturity and fertility-related measures in young beef bulls. *The Animal Consortium*, 10(1), 96-105.
- Hernandez, C., Ramirez, L., & Makloski, C. (2021). Semen evaluation. 11(2), 257-273.
- Hopper, R. (2015). *Bovine reproduction*. Mississippi: Offices.
- Leyva, G., Jaramillo, L., & Silva, A. &-P. (2022). Evaluación de factores ambientales y genómicos asociados a características de fertilidad de toros Brahman élite en la Orinoquia colombiana. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 1, 33.
- Lone, S., Paray, A., Mir, S., Ganaie, G., & Sinha, R. (2017). Evaluación de la solidez reproductiva en toros: una revisión. *Biomed J Sci & Tech Res*, 1(5), 1267-1269.
- Manjunath, P., Chandonet, L., Leblong, E., & Desnoyers, L. (1993). Las principales proteínas de las vesículas seminales bovinas se unen a los espermatozoides. *Biología de la reproducción*, 50, 27-37.
- Martins, C., Nunes, M., & Dias, A. (2016). *Atlas de morfología espermática bovina*. Brasilia: Embrapa.
- Morell, J. (2020). Heat stress and bull fertility. *Theriogenology*, 153, 62-67.
- Muiño, R., Fernández, M., Areán, H., Viana, J. L., López, M., Fernández, A., & Peña, A. I. (2005). Nuevas tecnologías aplicadas al procesado y evaluación del semen bovino en centros de inseminación artificial. *ITEA*, 101(3), 175-191.
- Páez-Barón, E. M.-C. (2014). Evaluación de la aptitud reproductiva del toro. *Ciencia y agricultura*, 11(2), 49-59.
- Peres, A., Barbosa, L., Kanazawa, M., Martins, M., & Souza, F. (2014). Criopreservación de espermatozoides bovinos extraídos de la cola del epidídimo utilizando los métodos convencional y automatizado. *Archivos de medicina veterinaria*, 46(1), 31-38.
- Perez, J., Chacon, L., Otero, R., Cardona, J., & Andrade, F. (2014). Relación entre la circunferencia escrotal, el crecimiento testicular y parametros de calidad del semen en toros de raza Guzerat, desde la pubertad hasta los 36 meses de edad. *MedVet*(27), 73-87.

- Puerto Nare. (2022). *Puerto Nare*. Obtenido de <http://www.puertonare-antioquia.gov.co/municipio/ubicacion-geografica>
- Rangel, L., Alarcon, M., Galina, C., Hernandez, J., Porras, A., Valencia, J., . . . Paramo , R. (2009). *Manual de practicas de reproduccion animal*. México: DCVF. Avril Braulio Ortiz.
- Roa , N., D'Enjoy, D., Linares, T., Martinez, N., & Marin, C. (2014). Características seminales de toros brahman mestizos (bos indicus x bos taurus) ubicados en el llano central venezolano. *Mundo Pecuario*, 10(1), 1-8.
- Salgado, E., & Vaquez, R. (2019). Aspectos esenciales sobre las técnicas de fertilización in vitro en bovinos. *Investig. Vet. Peru*, 31(3).
- Shaha, S., Alam, M., Khatun, M., & Ahmed, J. (2008). Sanidad reproductiva de los sementales. *El veterinario de Bangladesh*, 25(2), 51-61.
- Siddharth, D., & Kiran, A. (2018). Un sistema de evaluación de la salud reproductiva del toro con Mayor Énfasis en Genética Molecular. *ournal of Dairy Science and Technology*, 7(2), 15-20.
- Silva, M., Pedrosa, V., Silva, J., Herrera, L., Eler, J., & & Albuquerque, L. (2012). Parámetros genéticos de las características andrológicas en la especie bovina. *Archivos medicina veterinaria*, 44(1), 1-11.
- Sitali, M., Mwaanga, E., Mwaanga, E., & Parsons, N. (2017). Sperm morphology and sperm quality of bulls raised on commercial farms in Zambia. *IJABR*, 7(1), 27-33.
- Tamayo, M. (2013). Calidad de la producción seminal en futuros sementales Holstein, relación con el desarrollo testicular. *REDVET*, 14(1), 1-22.
- Tomlinson, M., Jennings, A., Macrae, A., & Truysers, I. (2017). The value of trans-scrotal ultrasonography at bull breeding soundness evaluation (BBSE): The relationship between testicular parenchymal pixel intensity and semen quality. *Theriogenology*, 89, 169-177.
- Toribio, L. (2015). *Andrologia e inseminacion artificial* (Vol. 1). Managua: il.col.
- Vasquez, L., Vera, O., & Arango, J. (2003). Testicular growth and semen quality in peripuberal Brahman bulls. *Livestock research for rural development*, 15(10), 1-6.
- Velez, L., Rugeles, C., & Vergara, O. (2014). Efecto de la raza sobre las características reproductivas de toros manejados en sistemas extensivos. *Revista Científica*, 24(4), 341-346.