

**INFORME FINAL DE PASANTÍA**  
**SUMINISTROS VETERINARIOS Y GENÉTICA S.A**  
**MUNICIPIO DE SAN ALBERTO (CESAR).**

**Presentado al programa de Medicina Veterinaria de la Facultad de Ciencias  
Agrarias de la Universidad de Pamplona como requisito para obtener el título de  
Médico Veterinario.**

**Por Rubiney Villamizar Leal**

**2015**

**INFORME FINAL DE PASANTÍA**  
**SUMINISTROS VETERINARIOS Y GENÉTICA S.A**  
**MUNICIPIO DE SAN ALBERTO (CESAR).**

**Presentado al programa de Medicina Veterinaria de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Pamplona como requisito para obtener el título de Médico Veterinario.**

**M.V. John Jairo Bustamante Cano. PhD.**

**Tutor**

**Por Rubiney Villamizar Leal**

**2015**

# TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>6</b>
<b>1. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>8</b>
<b>2.1 Objetivo General.</b> .....	<b>8</b>
<b>2.2 Objetivos Específicos.</b> .....	<b>8</b>
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE PASANTÍA</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1 Suministros Veterinarios y Genética S.A.</b> .....	<b>9</b>
<i>3.1.1. Misión:</i> .....	<b>9</b>
<i>3.1.2. Visión:</i> .....	<b>10</b>
<b>3.2. Funciones del Pasante.</b> .....	<b>10</b>
<b>3.3. Actividades realizadas por el pasante</b> .....	<b>11</b>
<b>4. REPORTE DE CASO CLÍNICO</b> .....	<b>14</b>
<b>OLIGOSPERMIA COMO CAUSA DE INFERTILIDAD EN TORO DE 9 AÑOS DE EDAD</b> .....	<b>14</b>
<b>4.1. Resumen</b> .....	<b>14</b>
<b>4.2. Introducción</b> .....	<b>15</b>
<i>4.3.1. Examen General:</i> .....	<b>18</b>
<i>4.3.2 Examen del aparato reproductor:</i> .....	<b>20</b>
<i>4.3.3 La colecta y evaluación del semen.</i> .....	<b>33</b>
<b>4.4. Descripción del caso clínico</b> .....	<b>46</b>
<b>4.5. Tratamiento</b> .....	<b>2</b>
<b>4.6 Discusión</b> .....	<b>3</b>
<b>4.7 Recomendaciones</b> .....	<b>4</b>
<b>4.8 Conclusiones del caso clínico</b> .....	<b>5</b>
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	<b>6</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	<b>7</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Logo de la empresa Suministros Veterinarios y Genética de San Alberto (Cesar). .....	10
<b>Figura 2:</b> Actividades realizadas durante la pasantía en la empresa de Suministros Veterinario y Genético S.A. del municipio de San Alberto (Cesar). .....	12
<b>Figura 3:</b> Tratamientos de casos clínicos que se presentaron en las diferentes ganadería donde se dio asistencia técnica. ....	13
<b>Figura 4:</b> Medición de la circunferencia escrotal. ....	22
<b>Figura 5:</b> Diagrama de la espermatogenia. ....	26
<b>Figura 6:</b> Espermioogénesis .....	28
<b>Figura 7:</b> Pulsator IV. Electroeyaculador y sonda. ....	35
<b>Figura 8:</b> Sujeción adecuada para un toro, para ser examinado y utilización de culata orientada hacia arriba. ....	37
<b>Figura 9:</b> (a) Espermatozoides normales, (b) defecto de gota distal; (c) cola doblada; (d) Defecto Dag. ....	42
<b>Figura 10:</b> Defecto piriforme. ....	42
<b>Figura 11:</b> Cabeza separadas. ....	43
<b>Figura 12:</b> Estructura del espermatozoide. ....	44
<b>Figura 13:</b> Bovino macho, raza: Senepol, nombre: Zeus. ....	46
<b>Figura 14:</b> Estado general de Zeus. ....	47
<b>Figura 15:</b> Corte de pelo del prepucio. ....	48
<b>Figura 16:</b> Lavado con agua y jabón neutro alrededor del pene y prepucio .....	48
<b>Figura 17:</b> Palpación rectal. ....	49
<b>Figura 18:</b> Cono para la colecta del semen. ....	50
<b>Figura 19:</b> Muestra del eyaculado .....	50
<b>Figura 20:</b> Medición del volumen eyaculado. ....	47

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Circunferencia escrotal de acuerdo a la edad. ....	23
<b>Tabla 2:</b> Calificación de la consistencia testicular (TT). ....	30
<b>Tabla 3:</b> Clasificación de la motilidad masal. ....	39
<b>Tabla 4:</b> Clasificación de la motilidad individual en eyaculados de bovinos. ....	40
<b>Tabla 5:</b> Morfología Espermática. ....	41

## INTRODUCCIÓN

La práctica de pasantía de X semestre es un requisito necesario para obtener el título como Médico Veterinario en la Universidad de Pamplona, el pasante decide el área en el cual desea enfocarse para reforzar los conocimientos adquiridos en la carrera y se profundiza en el manejo de ésta de acuerdo a las directrices de la empresa.

Como estudiante se tiene la oportunidad de poner en práctica los conocimientos teóricos en lo referente a manejo de empresas ganaderas, reproducción y producción del ganado bovino, compartiendo experiencias y recomendaciones por parte del profesional encargado de la explotación en el municipio de San Alberto, la asesoría periódica y la retroalimentación del director de pasantía asignado por la Facultad de Ciencias Agrarias. El presente informe, además de reflejar el ejercicio realizado como pasante va dirigido al personal técnico y profesional interesado, así como al docente tutor encargado de acompañarnos durante la realización del trabajo y a los profesores que evalúan y nos dan la aprobación.

Durante el desarrollo de la pasantía en la empresa Suministro Veterinario y Genética S.A. se obtienen conocimientos teóricos y prácticos en el área de reproducción bovina; como diagnóstico reproductivo a través de palpación rectal y ultrasonografía, sincronización de celos, inseminación artificial a término fijo, colecta y congelación de semen bovino, lavados embrionarios y transferencia de embriones.

## 1. JUSTIFICACIÓN

En la práctica de pasantía como requisito de X semestre de la Universidad de Pamplona del programa de Medicina Veterinaria para obtener el título de Médico Veterinario, el estudiante debe fortalecer los conocimientos teóricos y prácticos que se adquirieron durante el transcurso de la carrera.

Es un medio que le permite al estudiante poner en práctica las destrezas y habilidades que se obtuvieron en el transcurso de la carrera a la hora de enfrentarse a los diversos casos que se presentan a diario en las explotaciones donde el estudiante realiza la práctica de decimo semestre.

La experiencia de X semestre le permite al estudiante obtener destrezas en el manejo del paciente, toma y envío de muestras, reconocimientos de signos y síntomas de las enfermedades y los diferentes tratamientos que se pueden instaurar al paciente; para así facilitar el desempeño en nuestra vida laboral como profesional de la Medicina Veterinaria.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General.**

Aplicar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos durante el transcurso de la formación académica en el área de reproducción bovina.

### **2.2 Objetivos Específicos.**

- ✓ Obtener conocimientos en la producción y manejo de empresas agropecuarias para la identificación de los diferentes factores que alteran la reproducción en los bovinos.
- ✓ Conocer nuevos protocolos de sincronización e inseminación artificial en el ganado bovino.
- ✓ Adquirir conocimiento en la evaluación andrológica de toros reproductores.
- ✓ Diagnosticar preñez y funcionalidad ovárica mediante palpación y ultrasonografía.
- ✓ Conocer y aplicar los tratamientos empleados en las diferentes enfermedades reproductivas bovinas, identificando el más adecuado de acuerdo al cuadro clínico presentado.



### 3. DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE PASANTÍA

#### 3.1 Suministros Veterinarios y Genética S.A.

La pasantía se llevó a cabo en la empresa Suministros Veterinarios y Genética S.A. ubicada en el municipio de San Alberto del Departamento del Cesar. Logo de la empresa Figura 1. Empresa dedicada a la administración de empresas agropecuarias, asistencia técnica, inseminación artificial, evaluación andrológica y congelación de semen bovino, producción in vivo y transferencia de embriones bovinos es una empresa creada para abastecer el sector ganadero del país, brindándole la posibilidad de adquirir a precios muy cómodos: insumos, consumibles, equipos, capacitación, asistencia técnica y genética (semen y embriones); necesarios para lograr una producción eficiente, siendo conscientes de la importancia del papel que juega la reproducción de sus animales (bovinos, ovinos y caprinos).

##### 3.1.1. Misión:

Contribuir al mejoramiento productivo y reproductivo de la ganadería (bovina, ovina y caprina), del país, mediante la aplicación de Buenas Prácticas de Manejo y Biotecnología Reproductiva, suministrando materiales, equipos, consumibles, capacitación y conocimiento técnico profesional en la producción de material genético, llevando la tecnología al campo y desarrollando los procesos directamente en el sitio de producción, gracias a los equipos especializados con que cuenta la empresa.

### 3.1.2. *Visión:*

Consolidarnos como la principal empresa aliada del productor nacional, para el desarrollo de la biotecnología reproductiva en el mejoramiento productivo de la ganadería Colombiana, gracias a que constantemente está capacitando, actualizando su personal y los procedimientos, para garantizar la calidad del servicio que se presta.

### 3.1.3. *Logo:*



**Figura 1:** Logo de la empresa Suministros Veterinarios y Genética de San Alberto (Cesar).

## 3.2. Funciones del Pasante.

- ✓ Ejecutar las acciones orientadas por el jefe director de la pasantía.
- ✓ Demostrar aptitudes y actitudes positivas en todas y cada una de las actividades a desarrollar.
- ✓ Brindar asistencia técnica a los ganaderos de la región.
- ✓ Diagnóstico reproductivo, preñez y funcionalidad ovárica a través de palpación rectal y ultrasonografía.
- ✓ Sincronización de celos y IATF.
- ✓ Colecta y congelación de semen bovino.

- ✓ Mantener los materiales del laboratorio y espacios que conforman el laboratorio con las condiciones higiénicas requeridas.
- ✓ Cumplir a cabalidad con cada una de las labores asignadas con respeto, profesionalismo, ética, responsabilidad, solidaridad entre colegas.

### **3.3. Actividades realizadas por el pasante**

En la Figura 2. Se describen las actividades que se realizaron en la empresa suministros veterinarios y genética S.A.S:

- ✓ Diagnóstico de preñez < de 150 días por palpación rectal.
- ✓ Ecografía transrectal para el diagnóstico de preñez (40 días) en estados tempranos, solicitado por los ganaderos.
- ✓ Evaluación y congelación de semen bovino de la raza Ayrshire, Brahma Rojo y Brahma blanco. Solicitado por los propietarios ya que son toros de una excelente genética.
- ✓ Asistencia técnica a los propietarios y trabajadores de las fincas ganaderas en el manejo de rotación de praderas, manejo del neonato y atención del parto y explicación de la importancia de llevar un plan sanitario y de los beneficios que obtiene al aplicarlo.
- ✓ Sincronización de celos y IATF en las diferentes ganaderías.

Protocolo de sincronización de IATF:

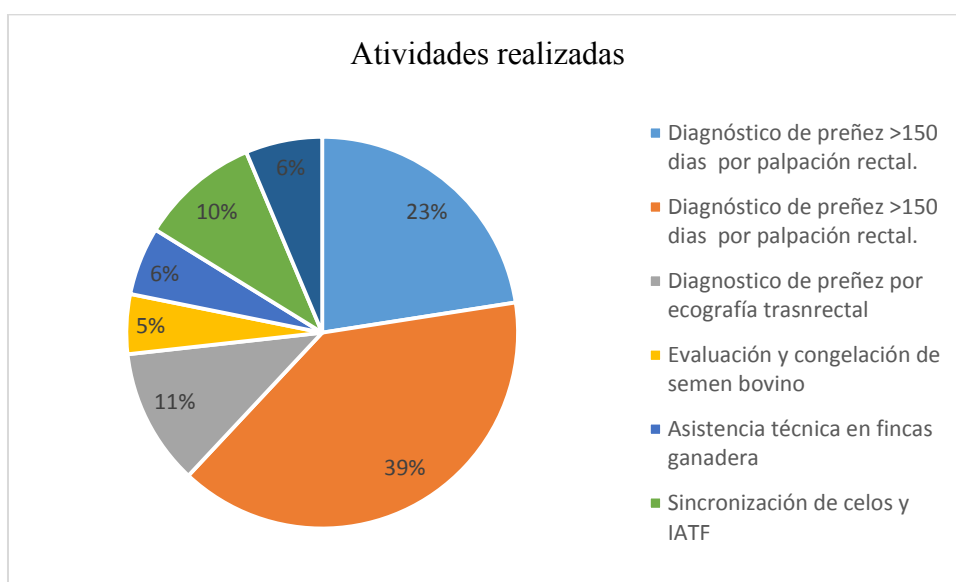
Día 0: DIB Y Benzoato de Estradiol 2mg/ IM.

Día 8: Retiro de los DIB, aplicación de 2 ml de PgF2 $\alpha$  (Prostal®)/IM y 1 ml/IM de Cipionato de Estradiol.

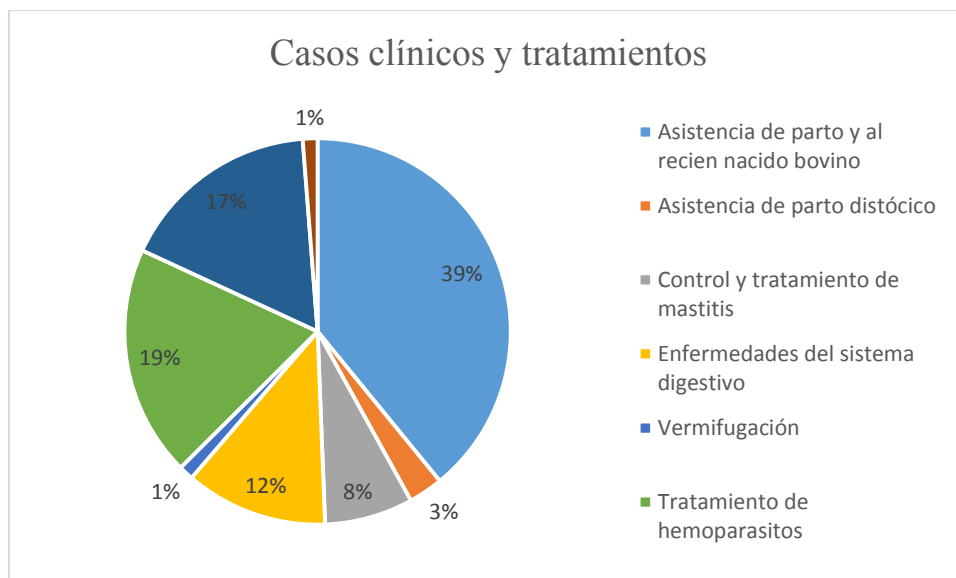
Día 10: Inseminación entre las 54 y 56 horas de retirado el DIB y aplicación de GNRH (Gestar®) 2.5 ml/IM.

La inseminación se realiza con semen fresco, colectado por electroeyaculación antes de iniciar con la inseminación y semen congelado.

- ✓ Atención de partos distócicos en las diferentes fincas donde el centro genético brinda asistencia técnica.
- ✓ Tratamientos de casos clínicos que se presentaban en las diferentes ganaderías donde se dio la asistencia técnica. Ver Figura 3.



**Figura 2:** Actividades realizadas durante la pasantía en la empresa de Suministros Veterinario y Genético S.A. del municipio de San Alberto (Cesar).



**Figura 3:** Tratamientos de casos clínicos que se presentaron en las diferentes ganadería donde se dio asistencia técnica.

## 4. REPORTE DE CASO CLÍNICO

### OLIGOSPERMIA COMO CAUSA DE INFERTILIDAD EN TORO DE 9 AÑOS DE EDAD

#### 4.1. Resumen

En la ganadería la Ceiba, municipio de San Alberto, Departamento del Cesar; se realizó una valoración a un toro de 9 años de edad de raza Senepol, el cual presentó bajo porcentaje de preñez diagnosticándole oligospermia (baja concentración espermática), se le hizo una evaluación exhaustiva de la aptitud reproductiva del toro, evaluando tres parámetros fundamentales que comprenden; un examen físico generalizado y un examen completo tanto de las partes internas y externas del sistema reproductivo, una medición de la circunferencia escrotal y colección y evaluación de una muestra de semen, observando motilidad espermática y morfología espermática para así continuar con el tratamiento a instaurar.

**Palabras clave:** Oligospermia, Senepol, aptitud, motilidad.

#### Abstract

In the livestock the Ceiba, San Alberto municipality, department of the Cesar; a valuation was realized to a bull of 9 years of age of race senepol, which presented low percentage of pregnancy diagnosing oligospermia (low spermatic concentration), there

was done to him an exhaustive evaluation of the reproductive aptitude of the bull, evaluating three fundamental parameters that they comprising a physical widespread examination and a complete examination so much of the internal and external parts of the reproductive system, a measurement of the scrotal circumference and collection and evaluation of a sample of semen, observing spermatic motility and spermatic morphology this way to continue with the treatment to sep ut.

Keywords: oligospermia, Senepol, fitness, motility.

## 4.2. Introducción

En Colombia la infertilidad del ganado bovino es producida básicamente por defectos de manejo y por enfermedades infecciosas. El toro, además de aportar el 50% del material genético para la generación de un nuevo ser, representa aproximadamente el 85% de la eficiencia del comportamiento reproductivo del hato. (Cardozo *et al.*, 2002). Se recomienda la evaluación andrológica anual del reproductor para disminuir las pérdidas económicas.

La oligospermia es la baja concentración espermática en el semen eyaculado (Tríbulo *et al.*, 2008) ; esta alteración se puede presentar por diferentes causas como: alimentación inadecuada, deficiencia de minerales, exceso de monta, falta de descanso, entre otras.

En este trabajo se expone un caso de oligoespermia que se presentó en una ganadería del municipio de San Alberto por no darle un manejo apropiado al reproductor por exceso de colecta.

### 4.3. Revisión bibliográfica

La oligospermia es la disminución de la concentración de espermatozoides en el eyaculado afectando la fertilidad. Esta puede estar causada por:

**Déficit nutricional:** animales delgados, emaciados, que sufren de deficiencias de nutrientes digestibles totales, Vitamina A, proteína y cierta gama de minerales como fosforo, calcio, cobalto, etc. pueden tener disminuido el impulso sexual.

Los requerimientos nutricionales del macho son mayores que los de una hembra. Raciones con buena calidad de celulosa, fibra y balanceadas en su composición son necesarias para un buen desempeño reproductivo (Lòpez, 2014).

La inanición o déficit nutricional conduce a pérdida del libido, atrofia testicular y atraso de la pubertad disminuyendo el esperma por eyaculado.

Un elevado nivel nutricional puede causar también la infertilidad debido a la acumulación de grasa en escroto y canal inguinal que da problemas en la termorregulación; siendo optima entre 2 y 6 grados por debajo de la temperatura corporal (Galina & Valencia, 2008).

Cuando la proteína del alimento es menor al 2% se produce una pérdida de estado del animal, pierde la libido y disminuye la cantidad de espermatozoide por eyaculado.

El déficit de vitamina A puede ocasionar el cese de la espermatogénesis, atrofias del epitelio seminífero, disminución de la calidad del semen. La combinación adecuada del suministro de alimentación sólida balanceada, agua, ejercicio, luz solar y buenas pasturas dan una buena salud reproductiva en el toro (Galina & Valencia, 2008).

**Problemas hormonales:** se manifiestan con una disminución del libido, espermatogénesis y atrofia testicular afectando la concentración espermática; relacionadas con la falta de liberación de las hormonas ICTH (hormona estimuladora de las células intersticiales) y de la



FSH por parte de la hipófisis; problemas de origen hipotalámico o por falta de receptibilidad del testículo a la acción hormonal. Pueden ser causados por estrés, tratamientos hormonales y agotamiento (López, 2014).

Las alteraciones que se producen con deficiencias de tiroxina, testosterona o gonadotrofinas a causa de hipotiroidismo, hipogonadismo y deficiencia de la pituitaria disminuyen la concentración espermática y el deseo sexual (López, 2014).

**Enfermedades sistémicas:** cualquier enfermedad crónica o aguda grave y debilitante, causa una pérdida de estado sexual, Ejemplo: Neumonías, enteritis, paratuberculosis, sarna, actinomicosis, etc.

**Edad:** machos muy viejos o adultos sufren una disminución o pérdida de la libido y baja el proceso de espermatogénesis, por disminución de los niveles de testosterona, además de que la senilidad produce un desmejoramiento del estado general.

**Manejo:** toros que se exceden en la colecta de semen disminuyen la concentración espermática y el libido; la libido y producción espermática se relaciona en la forma como se trate al animal. Si el animal asocia el acto sexual con experiencias dolorosas o castigos, incluso puede decidir abandonar el mismo ante manejos violentos, ambientes inadecuados (Galina & Valencia, 2008).

Existen estímulos que pueden ser positivos para el animal, lo que lleva a que aumente la libido, como cambio de lugares físicos y presencia de otros machos en la zona (López, 2014).

**Factores psíquicos:** se asocia a una experiencia sexual doloroso (por ej quemadura con vagina artificial); al macho hay que tratarlo y ejercitarlo correctamente para que se mantenga en un estado óptimo, evitar el servicio (y las extracciones de semen) en exceso que pueden llevarlo a la pérdida del deseo sexual (López, 2014).

Se debe determinar una frecuencia de apareamiento, pudiendo ser usado intensamente por un cierto periodo de tiempo, pero este debe ser seguido de un periodo de descanso o reposo sexual (López, 2014).

La infertilidad se puede dar por:

- ✓ Reducción leve a total del deseo sexual y de la capacidad para copular, esto se denomina Impotencia COEUNDI
- ✓ Incapacidad total o parcial de fertilizar, debido a una patología testicular del conducto mesonéfrico o de Wolff y de las glándulas accesorias, esto se denomina Impotencia GENERANDI.
- ✓ Enfermedades diversas que afectan a los órganos de la reproducción (Galina & Valencia, 2008).

Para diagnosticar una infertilidad en macho debemos poseer los datos sobre:

- ✓ Registros reproductivos.
- ✓ Estado sanitario.

La evaluación de la fertilidad comprende tres parámetros:

- ✓ Examen general.
- ✓ Examen del aparato reproductor.
- ✓ La colecta y evaluación del semen (Galina & Valencia, 2008).

#### 4.3.1. Examen General:

En la evaluación se deben tener en cuenta los siguientes parámetros: estado general, (condición corporal, libido y aptitud) signos vitales, sistema locomotor (aplomos y apariencia masculina) tegumentos (piel y pezuñas) y mucosas.

#### 4.3.1.1 Estado general:

**Condición Corporal:** la condición corporal y el peso están vinculados con la nutrición, incide en la fertilidad, pues las deficiencias nutricionales demoran el inicio de la pubertad y deprimen la producción y las características del semen.

La condición corporal se evalúa en una escala de uno al cinco, siendo la óptima mayor a 3 (Cardozo *et al.*, 2002).

**Libido:** la libido comprende la búsqueda y detección de la hembra, excitación, flehmen, erección y protrusión del pene, monta, penetración con o sin eyaculación, eyaculación y desmonta (Angelino, 2009).

**Aptitud:** la evaluación de la aptitud reproductiva es un método práctico, sencillo y preciso para identificar toros que presentan subfertilidad o infertilidad y que pueden llegar a afectar la eficiencia reproductiva de un hato. Estudios han demostrado que alrededor del 20% de los toros evaluados han tenido resultados que limitan su eficiencia reproductiva, lo cual lleva a un bajo porcentaje de preñez en el hato (Morillo, Salazar, & Castillo, 2012).

#### 4.3.1.2. Signos vitales.

Temperatura 37.5-39.5 °C.

Frecuencia Cardiaca. 60-80 Lat./min.

Frecuencia Respiratoria. 10-30 Resp/min.

Llenado capilar. 2-3 segundos (Klein, 2014).

#### 4.3.1.3. Sistema locomotor.

En el aparato locomotor se evalúa sistema osteomuscular y el sistema muscular.

**Aplomos:** se determina el alineamiento y las relaciones de los segmentos esqueléticos de los miembros entre si y en relación con el cuerpo y el suelo (Boggio, 2009).

**Apariencia masculina:** los machos deben poseer características típicas de su sexo, como son la musculatura, el comportamiento agresivo y decidido y el desarrollo de los órganos sexuales. La esencia de estas características está relacionada directamente con los niveles de testosterona (Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, 1998)

#### 4.3.1.4. Tegumentos

**Piel:** se observa la piel del animal buscando la presencia de ectoparásitos, lesiones causadas por hongos, heridas o cicatrices que puedan afectar o estar afectando la salud y el confort del animal.

**Pezuñas:** se debe buscar cualquier alteración o anomalía en esta zona ya que puede conducir a la negación de la monta temporal o definitiva por parte del toro (Morillo, Salazar, & Castillo, 2012).

#### 4.3.1.5. Mucosas:

En la evaluación de las mucosas el parámetro más importante en reproducción es el color que debe ser rosa –pálido; el color de las mucosas es un indicativo de diferentes enfermedades como anemias, enfermedades hepáticas, enfermedades cardiovasculares, etc (Klein, 2014).

#### 4.3.2 Examen del aparato reproductor:

El examen de los órganos genitales del toro se puede dividir en dos partes: examen de los órganos genitales externos (pene, prepucio, escroto, cordón espermático y testículo) el cual se realiza por inspección y palpación; examen de órganos genitales interno (examen rectal) con el que se evalúa el estado de la próstata, vesículas seminales y conductos deferentes. No debe haber reacción dolorosa a la palpación (Ball & Peters, 2004)

#### 4.3.2.1. Órganos genitales externos:

**Pene y prepucio:** el toro tiene un pene fibroelástico, tiene una curva en forma de “S” o flexura sigmoidea que se dobla cuando el pene esta relajado, lo que permite retraerlo y mantenerlo protegido. Durante la erección, la flexura se endereza y el pene se extiende a los fines de la cópula (Sisson & Grossman, 2001). Para facilitar la retracción y extensión del pene. Los músculos retractores se contraen durante el reposo y se relajan durante los periodos de excitación sexual. Estos músculos se fijan en la región de la última vértebra sacra, en la extremidad superior y sobre la cara ventral interna del pene, en posición craneal respecto a la flexura sigmoidea (Hafez & Hafez, 2002).

El prepucio es el saco externo que cubre la porción libre del pene, recubierto internamente por tejido mucoso y externamente cubierto por la piel (Hafez & Hafez, 2002).

El pene es el órgano copulador del macho y se le debe realizar una evaluación anatómica y funcional, en la cual se debe identificar heridas, traumas o inflamaciones. En cuanto a la funcionalidad del pene se debe prestar atención a los mecanismos de exteriorización, erección y reintroducción del pene, mucosa y patologías. Se han señalado algunas anormalidades en el pene que son motivo de descalificación, como hipoplasia del glande, duplicación parcial o total del pene, ausencia total de la flexura sigmoidea y persistencia del frenillo (Morillo, Salazar, & Castillo, 2012).

El prepucio se examina en el momento en que se realiza la evaluación del pene; debe ser siempre observado para descartar la presencia de adherencias, heridas o hematomas aumento

de temperatura, aumento de tamaño, deformaciones y secreciones. La mucosa en caso de prolapso prepucial y la evaluación del orificio prepucial se realiza introduciendo tres dedos para descartar estenosis, fimosis y otras lesiones (Morillo, Salazar, & Castillo, 2012).

**Escroto:** es una Cubierta protectora de piel gruesa y pilosa que envuelven a los testículos, Figura 4. Un tabique intermedio divide al escroto en dos compartimientos, uno para cada testículo. Forma parte del mecanismo termorregulador que permite a los testículos mantener una temperatura óptima para la espermatogénesis (Sisson & Grossman, 2001).

El escroto y su contenido se observan y palpan exhaustivamente desde atrás con el toro bien sujeto para evitar accidentes, hay que prestar atención a eventuales asimetrías, al desplazamiento de testículos y a la superficie de la piel y pelos del escroto. Se mide la circunferencia escrotal ya que existe una correlación positiva entre la circunferencia escrotal y la producción de espermatozoides de acuerdo a las edades, estos parámetros recomendados se describen en la Tabla 1. (Morillo, Salazar, & Castillo, 2012).



**Figura 4:** Medición de la circunferencia escrotal.

Fuente: Klein, 2014.

**Tabla 1** Circunferencia escrotal de acuerdo a la edad.

Circunferencia escrotal mínima recomendada por edad CM)	
≤15 meses	30
> 15 ≤ 18 meses	31
> 18 ≤21 meses	32
> 21 ≤24 meses	33
> 24	34

Fuente: Morillo, Salazar, & Castillo, 2012.

**Cordón espermático:** es una estructura compuesta por vasos sanguíneos y linfáticos, nervios, el músculo cremáster y el conducto deferente. Se ubica en el polo dorsal del testículo y se puede palpar cerca del canal inguinal.

Su examen se debe realizar por palpación, debiéndose evaluar la simetría y su consistencia (tenso-firme-elástica). Hacia la cara medial se puede palpar el conducto deferente el cual tiene un diámetro aproximado de dos a tres milímetros (Alvarez Calvo).

**Testículos:** órganos sexuales primarios, que tiene como funciones principales la producción de espermatozoides (función exocrina) y la producción de hormonas esteroides (función endocrina) son pendulosos, con su eje longitudinal en posición vertical, de localización bilateral (Randall, Burggren, & French, 2002).

Los testículos están rodeados por una firme capsula de tejido conectivo; septos testiculares dividen el parénquima testicular en lobulillos. El parénquima testicular incluye: túbulos seminíferos contorneados, túbulos seminíferos rectos y red del testículo con conductillos eferentes. Cada lobulillo testicular contiene entre dos y cinco canalículos testiculares contorneados y su función es la formación de células germinales masculinas. La pared de estos

canalículos testiculares contiene células de sostén (células de Sertoli) y células del epitelio germinativo, estas últimas durante la espermatogénesis se diferencian desde espermatídes de la fase acrosómica, la fase de golgi y la fase de maduración hasta convertirse en espermatozoides (Klein, 2014).

La función de los testículos puede resumirse como:

- a) Producción de espermatozoides (EZ) o espermatogénesis.
- b) Producción de andrógenos (Ball & Peters, 2004).

**a) Espermatogénesis:** es el proceso biológico de la transformación gradual de las células germinales en espermatozoides. Este proceso involucra la proliferación celular por divisiones mitóticas, duplicación de cromosomas, recombinación genética, reducción y división meiótica, hasta producir espermatídes haploides y la diferenciación terminal de las espermatídes en espermatozoides. El ciclo de la espermatogénesis en el toro adulto dura aproximadamente 61 días.

La espermatogénesis incluye dos fases:

- ✓ Espermatocitogénesis
- ✓ Espermiogénesis

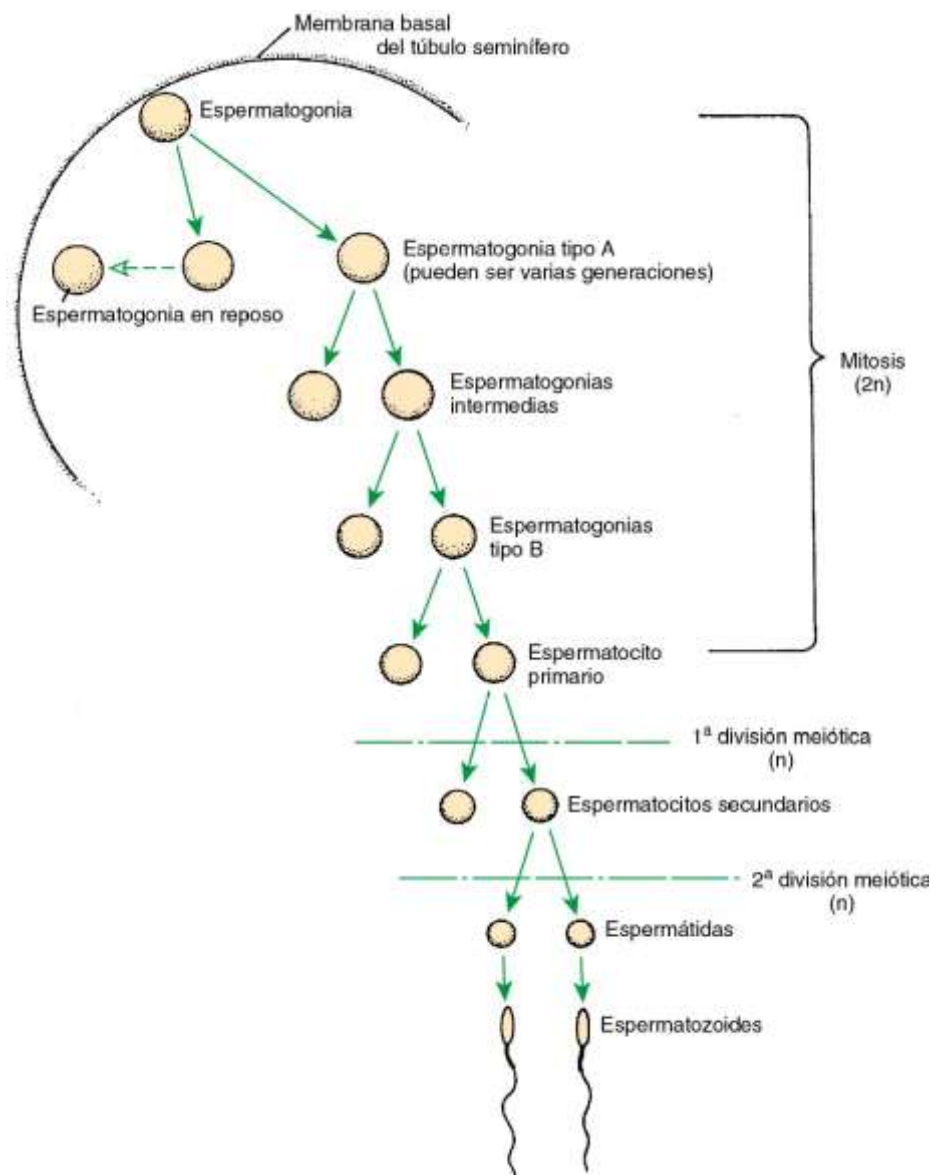
**Espermatocitogénesis:** es la suma de las divisiones mitóticas y meióticas de las células espermáticas precursoras (espermatogonios) que ocurren dentro del túbulo seminífero y resultan en la formación de los espermatozoides, Figura 5. Se inicia a partir de la pubertad. La espermatocitogénesis se lleva a cabo en los compartimientos basal y adluminal del túbulo seminífero separados funcionalmente entre sí por las células de Sertoli, que garantiza el ambiente propicio para que se lleve a cabo la espermatogénesis. Las células de Sertoli están sobre la membrana basal de los túbulos seminíferos y representan el 25% del epitelio tubular. No se dividen después de la pubertad y mantienen contacto con las células vecinas y las células germinales en desarrollo. Las espermatogonias se ubican entre las células de Sertoli y



la membrana basal del túbulo y otras están en las criptas intercitoplasmáticas de las células de Sertoli (Klein, 2014).

Las células de Sertoli responden a la FSH, regulando el número de espermatogonias, que entran en el proceso de división celular y juegan un papel importante en la elongación nuclear y en la formación del acrosoma en las espermatídes. Bajo la acción de FSH las células de Sertoli secretan glicoproteínas como transferrina, ceruplasmina, inhibina y proteína transportadora de andrógeno.

Durante el desarrollo embrionario, las células germinales primordiales emigran desde la región del saco vitelino del embrión hacia las gónadas no diferenciadas (Hopper, 2015).



**Figura 5:** Diagrama de la espermatogonia.

Fuente: Klein, 2014.

**Espermiogénesis:** son serie de cambios morfológicos progresivos que sufre las espermatíidas redondas hasta transformarse en espermatozoides. En este cambio se incluye la condensación de la cromatina nuclear, formación de la cola o aparato flagelar de los espermatozoides y la formación del casquete acrosómico.

Las etapas de la transformación de las espermatíidas se dividen en cuatro fases:

- ✓ Fase de Golgi

- ✓ Fase de encasquetamiento
- ✓ Fase acrosómica
- ✓ Fase de maduración.

Fase de Golgi: se caracteriza por la formación de gránulos pro acrosómicos dentro del aparato de Golgi, la coalescencia de los gránulos en uno solo, la adhesión del granulo acrosómico resultante a la envoltura nuclear, y las etapas tempranas de la formación de la cola en el polo opuesto al de la adhesión del granulo acrosómico. El aparato de Golgi produce gránulos lisosomales elaborado desde el núcleo para formar el futuro acrosoma. (Angelino, 2009).

Fase de encasquetamiento: se caracteriza por la dispersión del granulo acrosomico adherente en la superficie del núcleo de la espermátide; los componentes axonémicos de la cola en desarrollo se alargan más allá de la periferia del citoplasma celular.

Fase acrosómica: se caracteriza por cambios en los núcleos, los acrosomas y las colas de las espermátides en desarrollo. Los cambios nucleares incluyen condensación de la cromatina en gránulos densos y remodelación del núcleo, de esferoide ha alargado y aplanado. El acrosoma íntimamente adherido al núcleo, también se condensa y se alarga en una forma que concuerda con la de este. Estas modificaciones en la forma de núcleo y acrosoma son moldeadas por las células de Sertoli circundantes (Angelino, 2009).

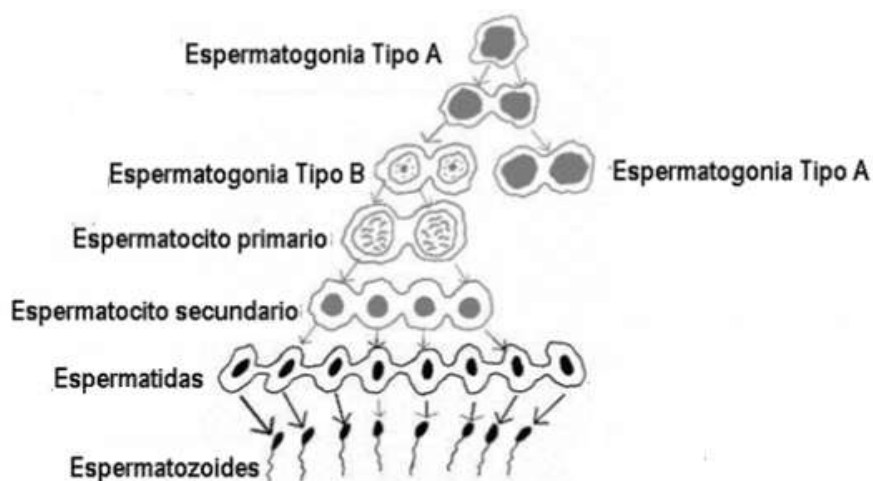
Los cambios en la morfología nuclear se acompañan de desplazamiento del citoplasma hacia la parte caudal del núcleo. Dentro de este citoplasma, los microtúbulos se asocian y forman una vaina cilíndrica temporal llamada manguito que rodea al axonema. Una estructura citoplásmica especializada (el cuerpo cromatoide) se condensa alrededor del axonema para formar el anillo citoplásmico. Este anillo se forma cerca del centriolo proximal y después, en una fase subsecuente emigra en sentido posterior a lo largo de la cola. Las mitocondrias, que estaban distribuidas por todo el citoplasma de la espermátide, comienzan a

concentrarse cerca del axonema, donde forman la vaina que caracteriza al segmento medio de la cola (Angelino, 2009).

**Fase de maduración:** Esta fase comprende la transformación final de las espermatídes alargadas en células que serán liberadas en la luz del túbulo seminal.

Dentro del núcleo, los gránulos de cromatina experimentan condensación progresiva, mientras que las proteínas transicionales son sustituidas por protaminas que se transforman en un material homogéneo que llena de manera uniforme todo el núcleo espermático. Durante la fase de maduración, alrededor del axonema se forman una vaina fibrosa. La vaina fibrosa cubre el axonema desde el cuello hasta el inicio del segmento caudal (Angelino, 2009).

Las mitocondrias se empacan en una vaina continua que se extiende desde el cuello hasta el anillo citoplásmico. Durante la última fase de la espermiogénesis las células de Sertoli forman el citoplasma restante después de alargarse la espermatíde para convertirse en un lóbulo esferoide llamado cuerpo residual. Con la formación del cuerpo residual se completa la maduración final, y las espermatídes alargadas están listas para ser liberadas como espermatozoides, ver Figura 6. (Angelino, 2009).



**Figura 6:** Espermiogénesis

Fuente: (Chenoweth & Lorton, 2014).

## **b) Producción de andrógenos: el eje hipotálamo-hipofisario-testicular**

En los mamíferos el aparato reproductor del macho está regulado por retroalimentación en los que participan el hipotálamo, el lóbulo anterior de la hipófisis y los testículos. El hipotálamo sintetiza y secreta de forma pulsátil el decapeptido gonadoliberina (GnRH), que actúa sobre las células gonadotropicas de la adenohipofisis. Estas, estimuladas por la GnRH, sintetizan y secretan dos gonadotropinas: hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteínica o luteinizante (LH). Cada célula gonadotropa tiene la capacidad para sintetizar FSH, LH o ambas. Su liberación depende de los patrones pulsátiles de secreción de la GnRH (Klein, 2014).

Pulsos irregulares y de pequeña amplitud resultan en la liberación de FSH mientras que pulsos de alta frecuencia inducen la liberación de LH.

Dentro del testículo, la LH se une a los receptores de membrana de las células de Leydig y estimula en ellos la conversión del colesterol en testosterona. Una vez sintetizados, los andrógenos se difunden a sangre y a linfa, donde se unen a las proteínas transportadoras de andrógenos (ABP), que se producen en las células de Sertoli. Altas concentraciones locales de andrógenos dentro del testículo se consideran esenciales para que la espermiogénesis pueda darse con normalidad. Las proteínas transportadoras de andrógenos también facilitan su transporte desde los testículos hasta el epidídimo, donde influyen sobre el tránsito epididimal y, por tanto, sobre la maduración de los espermatozoides.

La FSH y la testosterona estimulan las células de Sertoli para la síntesis y liberación de las proteínas transportadoras de andrógenos, inhibina, activina, estrógenos y de varios productos (como la transferrina) que están implicados en la transferencia de nutrientes a las células germinativas, la meiosis, la maduración de los espermatocitos, la espermiación y la función de las células de Leydig (Randall, Burggren, & French, 2002).

La inhibina (una hormona glucoproteica), junto con la testosterona, está implicada en el complejo sistema de retroalimentación de las funciones de la hipófisis. Los esteroides

gonadales suprimen la liberación de FSH; sin embargo, la inhibina es el inhibidor más potente de la secreción de esta hormona. La testosterona, la dihidrotestosterona y los estrógenos, regulan la síntesis y liberación de LH a través de una retroalimentación negativa ejercida a nivel del hipotálamo. La FSH y la LH son necesarias para la existencia en los testículos de una alta concentración de sustancias responsables de una espermatogénesis normal.

La administración exógena de testosterona o inhibina para aumentar la fertilidad podría estar contraindicada ya que impediría la secreción de esos factores responsables del mantenimiento de un entorno espermatogénico adecuado (Klein, 2014).

**Evaluación de los testículos** Los testículos varían en cierto modo respecto a tamaño, consistencia, desplazabilidad, aumento de temperatura, sensibilidad a la presión, forma y situación, aunque su estructura fundamental es la misma. Se les examina por inspección y palpación para esto se rodea la base del saco escrotal desde atrás con una mano y luego con la otra se hace presión con los pulgares se desplaza el testículo hacia abajo hasta que el escroto esté tenso y sin pliegues.

La consistencia o tono testicular (TT) se puede palpar con la yema de los dedos y calificarla por una combinación de firmeza y elasticidad en una escala de 1 a 4 como se observa en la Tabla 2.

**Tabla 2:** Calificación de la consistencia testicular (TT).

1. Muy firme y muy elástico.
2. Firme y elástico (el promedio).
3. Blando y esponjoso.
4. Muy blando y muy esponjoso.

Fuente: Angelino, 2009.

Cuando el testículo presenta una consistencia dura o fibrotica indica que existieron procesos inflamatorios, mientras que una consistencia muy blanda señala una alteración en el curso de la espermatogénesis (Boggio, 2009).

Animales con problemas de descenso de uno (unilateral) o ambos (bilateral) testículos son llamados criptorquídicos, estos animales deberán ser eliminados del rebaño por ser este un factor hereditario transmisible a la descendencia. Los machos que tengan testículos asimétricos deben ser vistos con sospecha de una hipoplasia o degeneración testicular (Boggio, 2009).

**Epidídimo:** se fija a lo largo de uno de los bordes mayores del testículo, en la parte caudomedial, y se extiende un poco hacia los dos extremos o polos testiculares. Convencionalmente está dividido en tres regiones:

**Cabeza:** unido firmemente al testículo, ingresan los conductillos eferentes, es densamente contorneado, forma el primer cuerpo del epidídimo. Ésta situado en posición caudal o dorsal con respecto al contorno longitudinal media del testículo.

**Cuerpo:** puede estar menos íntegramente fijado a la superficie del testículo, corre por el borde medial y posterior del testículo.

**Cola:** situada en el polo distal del mismo y almacena una importante cantidad de espermatozoides. Está fijada con firmeza al testículo, da origen al conducto deferente (Hafez & Hafez, 2002).

El examen del epidídimo se hace por inspección y palpación. Se realiza tomando manualmente un testículo deslizándolo hacia arriba para palparlo y saber si se desliza a lo largo del testículo por la parte medial del mismo, por motivos prácticos se examina la cabeza, cuerpo y cola comparativamente entre ambos lados y luego en conjunto ya que forma una unidad funcional.

Los machos reproductores que no producen espermatozoides o en los casos de oligospermia, la cola se presenta plana y a la palpación se sentirá blanda adicionalmente, se debe buscar en la palpación inflamaciones, engrosamientos, malformaciones, aplacías (Angelino, 2009).

#### 4.3.2.2. Órganos genitales internos:

Todas estas glándulas vierten su secreción en la uretra donde en el momento de la eyaculación se mezclan con los espermatozoides para así formar el eyaculado.

La evaluación de los órganos genitales internos se realiza mediante la palpación rectal. La técnica consiste en:

1. Colocar un guante de palpar en el brazo a utilizar.
2. Untar lubricante al guante.
3. Introducir la mano en el ano del toro en forma de cono para evitar lesiones y dolor.
4. Se retira todo el excremento hasta estar prácticamente limpio y sea más fácil la palpación (Angelino, 2009).

Los órganos a evaluar son:

**Vesículas seminales:** se encuentran en posición lateral respecto a las porciones terminales de cada conducto deferente, son compactas y lobuladas. El conducto de las vesículas seminales y el conducto deferente suelen compartir un conducto eyaculatorio común que se abre en la uretra (Hafez & Hafez, 2002).



En la palpación se busca un par de glándulas lobuladas de forma irregular que se localizan desde el recto con la punta de los dedos en dirección cráneo-ventral sobre el piso de la pelvis (Angelino, 2009).

La lesión más común encontrada en las glándulas vesiculares es la inflamación o vesiculitis, la cual se caracteriza por la presencia de dolor a la palpación, aumento de tamaño, pérdida de las lobulaciones y adherencias. En algunos casos las glándulas se pueden palpar duras y fibroticas. Cualquier asimetría debe ser considerada con reserva por el evaluador. En algunos casos, de vesiculitis se puede observar flóculos de pus en el eyaculado (Morillo, Salazar, & Castillo, 2012).

**Próstata:** se encuentra detrás de a las glándulas seminales, dorsal a la uretra. Esta glándula está ubicada cerca del cuello de la vejiga, y su función consiste en producir líquidos alcalinos con el fin de neutralizar la condición ácida de la uretra y de la vagina (Sisson & Grossman, 2001).

En la palpación se sienten como una elevación triangular. Su consistencia normal es firme, pero elástica y de superficie lisa. No se han reportado casos patológicos de esta glándula en el toro (Cardozo, *et al*, 2002).

**Glándula bulbo uretral:** se encuentra en posición dorsal a la uretra. Cerca de su terminación de su parte pélvica. En el toro está casi oculta por el músculo bulbo esponjoso; lo que hace difícil su palpación.

La secreción de estas glándulas no forman parte del eyaculado, ya que sus funciones son básicamente limpiar y lubricar la uretra para el paso del eyaculado (Hafez & Hafez, 2002).

#### 4.3.3 La colecta y evaluación del semen.

#### 4.3.3.1. Colecta de semen

La recolección de semen se realiza por el método parafisiológico de la vagina artificial o por el método físico de la electroeyaculación.

**Colecta de semen con vagina artificial:** es el método de elección en el bovino, ya que el eyaculado obtenido es normal y representativo del toro en ese momento. La vagina artificial consta de un tubo rígido de hule, con una válvula exterior; por el lumen del tubo se introduce una manga de látex, la que se dobla sobre los extremos del tubo creando así una recámara de aire. Después, un cono de látex con un tubo de centrifuga graduado se fija a uno de los extremos y al tubo de hule se le introduce agua caliente; Para efectuar la colección de semen, los toros requieren que la VA tenga una temperatura entre 42 y 50°C. Para la monta se utiliza un señuelo que puede ser una vaca, un macho o un maniquí. Antes de colectar el semen se debe de tener en cuenta dos aspectos importantes: la higiene y el estímulo del semental (Angelino, 2009)

Antes de la monta se deberá lavar con agua y secar perfectamente el vientre y la zona del prepucio; el mechón de pelos del orificio prepucial estará limpio y los pelos se cortarán a una longitud de aproximadamente 2cm. El método más efectivo para estimular al toro es la monta falsa, que consiste en permitir al semental montar sobre el señuelo y desviar el pene tomando con la palma de la mano la piel del prepucio sin ofrecerle la vagina.

Después de algunos segundos de intento de búsqueda de la vagina, el animal desciende; nunca se deberá tocar con la mano la mucosa del pene. En el siguiente intento de monta se coloca la punta del pene desviado en la entrada de la vagina; inmediatamente el toro se lanza hacia delante en un empuje final que acompaña a la eyaculación. La monta falsa en el bovino aumenta la calidad del semen en cuanto a volumen, concentración espermática y motilidad (Silva *et al*, 2012).

**Colecta de semen por electroeyaculación:** los electroeyaculadores están diseñados para estimular los nervios pélvicos simpáticos y parasimpáticos con impulsos de bajo voltaje y amperaje y de esta forma pueden inducir erección peneana y eyaculación. Un sistema de electroeyaculación está constituido por: la caja de transporte, la sonda rectal, la unidad de control, el cargador de batería, el cable de energía, el cable de conexión de la sonda, el mango, el cono y el envase de colección, ver Figura 7. (Angelino, 2009).



**Figura 7:** Pulsator IV. Electroeyaculador y sonda.

Fuente: Hopper, 2015.

La técnica de electroeyaculación se realiza de la siguiente manera:

- a. Inmovilizar al toro en una manga o prensa y colocar un poste/tubo detrás del animal. Figura 8.
- b. Rasurar y lavar con agua corriente y secar el prepucio, para evitar contaminación en el momento de recogida del semen.
- c. Como parte del examen físico, medir el diámetro de los testículos a través de una cinta métrica.

- d. Usando un guante de palpación rectal, se vacía completamente la materia fecal del recto y aplicar durante 1 a 2 minutos un masaje longitudinal sobre las ampollas deferentes y el músculo uretral.
- e. Lubricar e introducir la sonda dentro del recto con los electrodos dirigidos ventralmente.
- f. Introducida la sonda al recto, se le conecta el cable del electroeyaculador e iniciar lentamente la estimulación eléctrica hasta que el toro muestre una mínima respuesta. Luego aplique estímulos eléctricos consecutivos, aumentando gradualmente la intensidad en cada uno. Cada estímulo debe durar 1 – 2 segundos, con un descanso de 0.5 - 1 segundo, antes de iniciar el siguiente. Y cuidar que la sonda no se salga debido a los movimientos del toro.
- g. Después de realizar varios estímulos eléctricos, el pene alcanza el estado de erección extendiéndose por fuera del prepucio, y una secreción pre-seminal transparente es emitida. Esta fracción pre-seminal no debe colectarse. El cono colector debe de tener una cubierta aislante de la temperatura y protector contra los rayos solares.
- h. Apenas se observe la presencia y salida de la fracción seminal turbia, que es rica en espermatozoides, el cono con el envase de colección se coloca alrededor del glande del pene para recolectar la muestra seminal.
- i. Después de colectar la muestra seminal deseada, se suspende la estimulación y se retira la sonda rectal.
- j. Se mide la muestra de semen del tubo colector y se lleva al laboratorio para su evaluación y procesamiento (Hafez & Hafez, 2002).



**Figura 8:** Sujeción adecuada para un toro, para ser examinado y utilización de culata orientada hacia arriba.

Fuente: Hopper, 2015.

#### 4.3.3.2. Evaluación del semen

La evaluación del semen es un elemento importante para la certificación de la aptitud reproductiva en un toro. Una vez que el semen recolectado llega al laboratorio, este se debe colocar en baño María, a una temperatura de 37 °C para comenzar con su evaluación (Tríbulo *et al.*, 2008).

La evaluación macroscópica del semen consta de:

- ✓ **Volumen:** primero se registra el volumen contenido en el tubo graduado de recolección, luego con el uso de una pipeta graduada se aspira toda la muestra y se registra su volumen. En cuanto al volumen existen algunos valores de referencia, tanto

para el semen obtenido con vagina artificial como para las recolecciones con electroeyaculador. Se ha señalado, basado en experiencias con vagina artificial, que el eyaculado de un toro joven tiene en promedio un volumen mayor a dos mililitros, mientras que un toro adulto tiene un volumen mayor a cuatro mililitros. Las pruebas con electroeyaculador indican como valores normales volumen superior a cinco a siete mililitros. Al multiplicar el volumen por la concentración espermática, se obtiene el número total de espermatozoides por eyaculado.

- ✓ **Color:** generalmente el semen es de color blanco y la densidad de la muestra estará en relación directa con la concentración de espermatozoides. 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 aquellos animales con oligospermia o azospermia.

En algunos toros se puede observar eyaculados de color amarillento; esto se corresponde con un pigmento llamado riboflavina que se produce en las glándulas seminales y que es inocuo.

También se puede observar una coloración rojiza, la cual indica la presencia de sangre fresca, mientras que un color pardo señala la presencia de sangre más vieja (hemolizada), denominándose ambos tipos como hemospermia. Una coloración gris indica sucio. Los eyaculados con muy pocos espermatozoides tienen una coloración amarillo-verdosa. El pus en el eyaculado se reconoce frecuentemente por los flóculos (piospermia) (López García, Urbano Felices, & Cárdenas Povedano, 2012)

- ✓ **Olor:** las muestras de semen recogidas higiénicamente de toros sanos y fértiles tienen un olor catalogado como sui géneris, es decir, un débil olor aromático como a yema de huevo. Son motivo de rechazo un olor urinoso o pútrido, el cual se produce luego de contaminación, por ejemplo: materia fecal.
- ✓ **Aspecto:** se entiende por aspecto del semen a la presentación luego de su colección, este puede ser: limpio, homogéneo, grumoso, sucio. El aspecto del semen va a depender del número de espermatozoides por milímetros cúbicos, a los componentes

de secreción de las glándulas accesorias y eventuales agregados, como: sangre, pus, células epiteliales y suciedad.

- ✓ **Densidad macroscópica:** para la densidad macroscópica se ha establecido un criterio basado en intervalos de concentración espermáticos, dependiendo de la opacidad de las muestras, lo cual indica una mayor o menor concentración espermática.

La evaluación microscópica del semen consta de:

- ✓ **Motilidad masal:** la evaluación de la motilidad masal indica la capacidad de movimiento de los espermatozoides en el eyaculado como un todo. La motilidad masal puede ser excelente, buena, regular y mala. Tabla 3.

Para evaluar la motilidad masal se toma una gota de semen con una pipeta (una gota de semen entero es de 10 a 20 microlitro-ul), se coloca sobre un portaobjeto a 37 °C y se observa sin necesidad de cubreobjetos, en campo claro a un aumento de 10X.

El movimiento en masa dependerá de tres factores: concentración espermática, porcentaje de espermatozoides móviles en progresión lineal y velocidad de progresión de los espermatozoides (López ,*et al* 2012).

**Tabla 3:** Clasificación de la motilidad masal

Valor	Clasificación	Descripción
1	Excelente	Olas rápidas (+++)
2	Bueno	Olas lentas (++)
3	Regular	Movimiento irregular (+)
4	Malo	Movimiento esporádico (-)

Fuente: López *et al*, 2012.

- ✓ **Motilidad individual:** la motilidad individual en una muestra de semen se expresa como el porcentaje (%) de células móviles bajo un campo microscópico. Tabla 4. Un

espermatozoide de motilidad progresiva es aquel que se mueve de un punto a otro en una línea más o menos recta. Gran parte de los espermatozoides podrán tener otros tipos de motilidad; esto incluye movimientos circulares, así como inversos, debido a anomalías en la cola y a un movimiento de vibración o de oscilación, asociado a menudo al envejecimiento.

El examen de la motilidad individual se debe hacer con la ayuda de un microscopio de contraste de fases, con un aumento de 40X y a una temperatura de 37 °C, la cual se puede mantener constante con una platina calentadora termo regulable adherido al microscopio. Esta valoración es cuanti-cualitativa, ya que se evalúa la tasa de espermatozoides en movimiento de 0 a 100% y la calidad, según el tipo de movimiento (progresión lineal, progresión no lineal, no progresivo e inmóviles) (Hafez & Hafez, 2002).

El semen de toro es demasiado concentrado como para hacer una determinación exacta de la motilidad individual, sin diluir el semen. Un volumen pequeño de la muestra se debe diluir con una solución isotónica (con la misma concentración de iones libres que en el semen), para poder observar individualmente a los espermatozoides. Se utiliza cloruro de sodio a 0,9% o citrato de sodio a 2,9%. Luego se coloca una gota diluida (10 a 12 microlitros - ul) en un portaobjeto y se cubre para observar al microscopio

**Tabla 4:** Clasificación de la motilidad individual en eyaculados de bovinos.

Descripción	Valor	Clasificación
1	Excelente	> 80%
2	Bueno	50 – 79%
3	Regular	30 – 50%
4	Malo	< 30%

Fuente: Tribulo, *et al*, 2008.

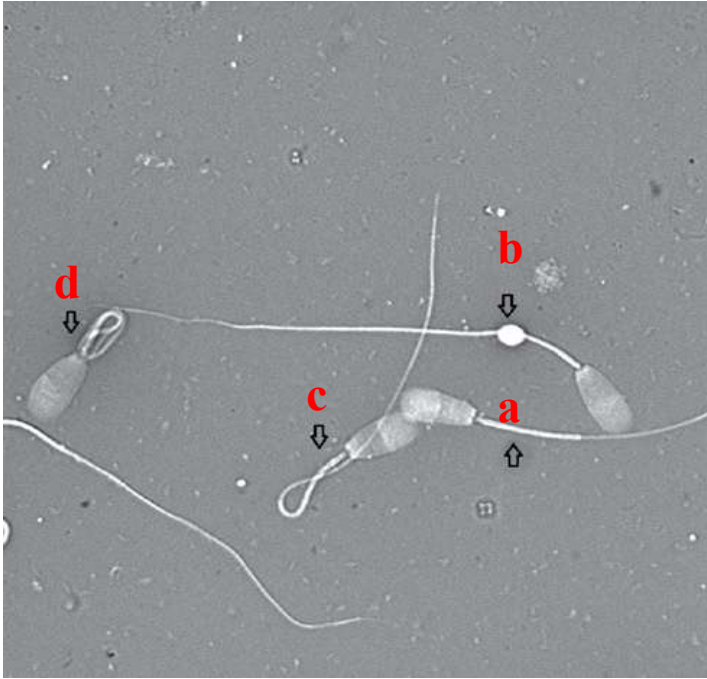


- ✓ **Morfología.** Para observar la cantidad de espermatozoides vivos y las anomalías, generalmente se mezcla el semen con colorantes y se realiza un frotis observando las anomalías espermáticas de origen primario y secundario. Tabla 5.

**Tabla 5:** Morfología Espermática.

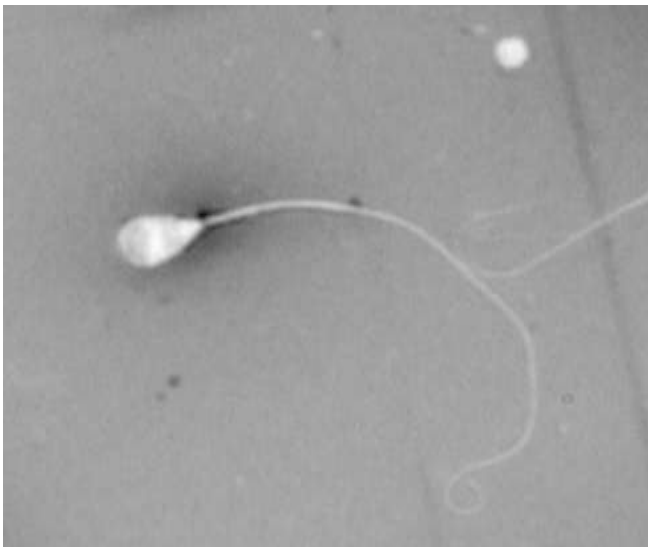
Morfología mínima recomendada es: 70% de células normales	
Anormalidades espermáticas Primarias	Anormalidades espermáticas Secundarias
Subdesarrollados	Cabezas pequeñas normales
Formas dobles	Cabezas anchas pequeñas y gigantes
Defectos acrosomales (e.g. Acrosoma en botón)	Cabezas normales libres
Cabezas angostas	Membranas Acrosomales sueltas, plegadas, desprendidas
Defecto cráter/diadema	Implantación abaxial
Defecto forma de pera	Gotas distales. Figura 9.
Contorno anormal	Flagelo doblado simple Figura 9.
Cabezas pequeñas anormales	Terminación del Flagelo plegado Defecto piriforme. Figura 10.
Cabezas sueltas anormales. Figura 11.	Células epiteliales
Piezas medias anormales	Eritrocitos
Gotas proximales	Formaciones de medusa
Flagelo fuertemente plegados o Enrollados	Células precursoras de esperma
Flagelo accesorios	Células redondas
	Glóbulos blancos

Fuente: Chenoweth & Lorton, 2014.



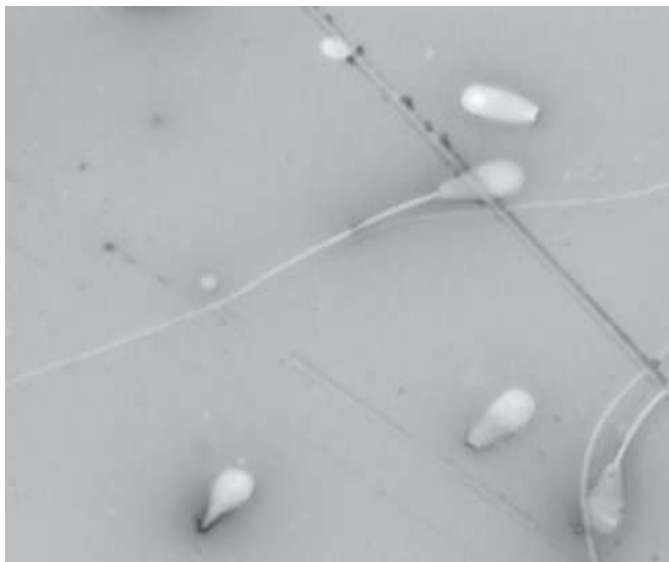
**Figura 9:** (a) Espermatozoides normales, (b) defecto de gota distal; (c) cola doblada; (d) Defecto Dag.

Fuente: Hopper, 2015.



**Figura 10:** Defecto piriforme.

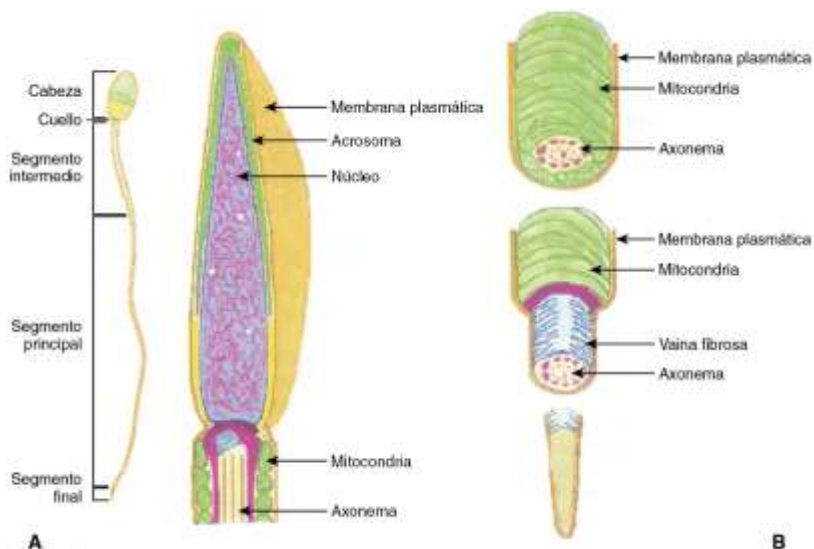
Fuente: Hopper, 2015.



**Figura 11:** Cabeza separadas.

Fuente: Hopper, 2015.

- ✓ **Morfología del espermatozoide:** El espermatozoide está conformado por:
  - Cabeza. La característica principal de la cabeza del espermatozoide es el núcleo aplanado oval que contiene cromatina muy compacta. Figura 12. (Hafez & Hafez, 2002).
  - Cola. Formada por el cuello y los segmentos medio, principal y caudal. El cuello o segmento conector forma una placa basal que embona en una depresión en el extremo posterior del núcleo (Hafez & Hafez, 2002).
  - Toda la longitud de la cola comprende el axonema. El axonema se compone de nueve pares de microtúbulos dispuestos radialmente alrededor de dos filamentos centrales. La vaina mitocondrial, dispuesta en un padrón heliocoidal alrededor de las fibras longitudinales de la cola, es la fuente de energía necesaria para la motilidad espermática (Hafez & Hafez, 2002).



**Figura 12:** Estructura del espermatozoide.

Fuente: Klein, 2014.

### **Análisis de los resultados de la evaluación de la fertilidad (Estado general, aparato reproductor y colecta y evolución del semen).**

**Reproductor potencial satisfactorio:** toros que logran los valores mínimos para circunferencia escrotal, motilidad espermática y morfología espermática. Estos toros también deben estar libres de problemas genéticos, esqueléticos, infecciosos u otros problemas o lesiones que puedan comprometer la fertilidad en condiciones de monta natural.

**Reproductor potencial insatisfactorio:** toros que no logran llegar a los valores mínimos en cualquier categoría y que tienen un pronóstico pobre para mejorar. Cualquier toro que tenga un defecto físico significativo que pueda interferir con el éxito de impregnar vacas debe ser clasificado como insatisfactorio. Cualquier toro que tenga un problema significativo afectando el aparato reproductivo que sea improbable de mejorar debe también ser clasificado como insatisfactorio, así como también cualquier toro con menos de la circunferencia escrotal mínima (por categoría de edad). Cualquier toro cuyo eyaculado contenga menos del 30% de semen móvil o menos del 70% de morfología normal debe ser clasificado como insatisfactorio o aplazado (Páez & Corredor, 2014).

**Clasificación aplazada:** toros que no pueden clasificarse actualmente como satisfactorios pero que puedan mejorar con el tiempo o tratamiento. Esta categoría incluye toros jóvenes con perfiles de semen inmaduro así como cualquier toro que tiene pobre calidad seminal que se considere capaz de mejorar. También en esta categoría se encuentran los toros que fallan en dar un eyaculado aceptable por razones que no son obvias a pesar de una evaluación física cuidadosa, así como también toros con problemas que se consideren tratables. Si existe alguna duda de que un toro pueda ser asignado con seguridad a las categorías de reproductor potencial satisfactorio o insatisfactorio, se debe realizar una nueva prueba y el toro debe ser asignado a la clasificación aplazada (Morillo, Salazar, & Castillo, 2012).

#### 4.4. Descripción del caso clínico

El día 26 de septiembre del año en curso, en la ganadería La Ceiba del municipio de San Alberto departamento del Cesar. Se realizó la evaluación andrológica de un toro de 9 años de edad, con un peso de 720 kg raza Senepol. Figura 13; del señor Álvaro Rey; toro que se caracterizó por ser un excelente ejemplar para el mejoramiento genético de la región. Debido a su calidad genética se colectó por varios años, sin el descanso adecuado, presentando una disminución en la producción de esperma. En su historia reproductiva no ha presentado ninguna enfermedad, Estado de vacunación se encuentra al día. Su alimentación es únicamente pastoreo (*Bothricloa pertusa*, *Brachiaria decumbens* y *Dichanthium aristatum*); se le suministra sal mineralizada (Somex ® 6%) y agua *ad libitum*.



**Figura 13:** Bovino macho, raza: Senepol, nombre: Zeus.

Se realizó el examen andrológico y se obtuvieron los siguientes resultados:

##### Examen general

- ✓ Condición corporal: 3.5.

- ✓ Libidez: Baja.
- ✓ Temperatura: 38.5 °C.
- ✓ Frecuencia Cardíaca: 75 Lat./min.
- ✓ Frecuencia Respiratoria: 30 Resp/min.
- ✓ Llenado capilar. 3 segundos.

### Sistema locomotor

Aplomos: buen alineamiento entre sus miembros con relación al cuerpo.

Apariencia masculina: excelente musculatura, comportamiento agresivo.

Figura 14.

### Tegumentos

Piel: la piel se observa normal, sin presencia de ectoparásitos.

Pezuñas: sus pezuñas se encuentran bien conformadas.



**Figura 14:** Estado general de Zeus.

### **Examen del aparato reproductor**

Al evaluar los órganos externos no se encontraron cambios aparentes en la palpación de los testículos, ni del epidídimo, la circunferencia escrotal es de 36 Cm, se revisó el pene y el prepucio el cual no presento laceración ni inflamación.

Palpación de los órganos internos: la próstata y las vesículas seminales se encuentra normal. No presenta dolor ni inflamación.

### **Colecta y evaluación del semen**

Se sujetó el toro al brete con cinchas que se pasan entre las pierna, sin obstruir el pene, dejando libre los testículos.

Después del examen general se procede a realizar la colecta por electroeyaculación. Se cortan los pelos del prepucio. Figura 15, Se hizo un lavado prepucial con agua y jabón neutro. Figura 16, 250 ml de solución salina se introdujo dentro del saco prepucial y se le realizó un masaje de abajo hacia arriba alrededor del pene, con esto se busca eliminar partículas sucias que se encuentren dentro del prepucio.



**Figura 15:** Corte de pelo del prepucio.



**Figura 16:** Lavado con agua y jabón neutro alrededor del pene y prepucio



Se realizó la palpación. Figura 17, donde se retira las heces que se encuentran en el recto y se comienza a palpar la próstata y las vesículas seminales, realizado este procedimiento se prepara el electroeyaculador y se ingresa vía rectal donde se sostiene la bala mientras q se efectúan lentamente la estimulación eléctrica, hasta aumentar gradualmente la estimulación eléctrica, cada estímulo debe durar 2 segundos.



**Figura 17:** Palpación rectal.

Realizado los estímulos necesarios el pene empieza La primera erección; es emitido un líquido preseminal el cual no debe colectar. En la segunda erección sale el eyaculado rico en espermatozoides, este se debe colectar en el cono. Figura 18.



**Figura 18:** Cono para la colecta del semen.



**Figura 19:** Muestra del eyaculado

Después de colectada la muestra se retiró el electroeyaculador, y se midió en el tubo colector la muestra obtenida. El volumen obtenido fue de 10ml, de color lechoso.

Figura 19.



**Figura 20:** Medición del volumen eyaculado.

Se tomó una gota de semen y se colocó en el portaobjetos y se observó directamente al microscopio a 10 X. Figura 20, donde se identifica la motilidad masal con movimientos irregular (+).

La motilidad individual se evalúa con una gota de semen diluida en cloruro de sodio al 0,9%. La dilución es de 1/100, se observaron espermatozoides con movimientos lineales, Con motilidad del 50%.

Morfología: se tomó una gota de semen y se colocó en un portaobjetos haciendo un extendido, se le agrego eosina-nigrosina y se observa al microscopio a 40X. Donde se observó espermatozoides con flagelos enrollados, anormalidad de origen primaria y espermatozoides con el flagelo doblado, anormalidad de origen secundaria.

**Diagnóstico:** Oligospermia.

#### 4.5. Tratamiento

- ✓ Aplicación de GnRH (Conceptal®): 1ml vía intramuscular por 10 días consecutivos
- ✓ Administración de Minerales (Reasten Vet®): 30 Gr diarios en la sal, utilizado en los toros con baja producción de espermatozoides.
- ✓ Aplicación de yodo (Livanal®) 20 ml IM por 5 días consecutivos previos al ingreso a servicio para garantizar una buena libido y evitar el deterioro en la calidad seminal.

#### 4.6 Discusión

La evaluación de las capacidades reproductivas de los toros reproductores según Tríbulo *et al.*, (2008) son esenciales para cualquier consideración económica en los diferentes sistemas de producción; los problemas físicos y la infertilidad fueron identificados como los criterios más importantes de eliminación para los toros. En el caso clínico de Zeus, la baja producción de espermatozoides fue causa de la disminución en la fertilidad del toro y del hato. Esta consideración afecta tanto a la empresa pecuaria y los clientes deben estar convencidos de la real significancia económica a la hora de identificar a un toro enfermo o subfétil al momento de la compra.

En los machos reproductores bovinos según (Silva *et al.* 2012) la disminución en la calidad espermática es más frecuente e intensa en toros de raza *Bos Taurus* en comparación de los toros de raza *Bos indicus*, lo que concuerda con la condición que afectaba al macho reproductor Zeus, por ser de raza (Senepol), quién presentó problemas de infertilidad (oligospermia).

Para evitar la Oligospermia en la electroeyaculación se debe tener en cuenta los valores sugeridos por (Tríbulo *et al.* 2008) que indican: dos electroeyaculados por semana y un mes de reposo al año; teniendo en cuenta que el plan de extracción de semen se realiza mensualmente, de acuerdo a la producción del mes anterior, los resultados del examen andrológico y el estado general del toro, en el caso clínico específico de Zeus fue electroeyaculado tres veces por semana sin tener en cuenta los valores sugeridos en la electroeyaculación.

Morillo *et al*, (2012) destacan que un macho reproductor no sólo debe producir semen de alta calidad para ingresar a un programa reproductivo, si no también, debe poseer todas las herramientas fisiológicas necesarias que le permitan realizar efectivamente un servicio y así de esta forma, poder ser clasificado como satisfactorio y ser seleccionado como reproductor. Administrando el tratamiento adecuado el macho reproductor Zeus puede ingresar nuevamente al programa reproductivo ya que es un reproductor con una clasificación aplazada y con la administración del tratamiento se puede recuperar nuevamente.

Para garantizar la exactitud de los resultados del análisis del semen es necesario contar con personal especializado en la evaluación del examen andrológico, quien está encargado de decidir, si un macho reproductor entra o no a un programa de reproducción.

La disminución espermática se determina mediante el examen andrológico que se debe realizar a machos bovinos reproductores periódicamente, pero en Colombia en muy pocas ganaderías se realiza esta técnica, lo que afecta notablemente la reproducción produciendo grandes pérdidas económicas que se atribuyen a otros problemas reproductivos del hato; aunque muy pocas investigaciones se han hecho de esta afección, y cuando se presenta no son reportados.

#### **4.7 Recomendaciones**

- ✓ Proporcionar el descanso necesario del reproductor, electro eyaculando máximo 2 veces a la semana; con un mes de descanso al año.
- ✓ Suministrar forrajes altos en nutrientes esenciales para la espermatogénesis.
- ✓ Proveer un ambiente propicio al animal, para evitar el estrés.

- ✓ Se recomienda realizar una colecta a los 90 días para observar si respondió satisfactoriamente al tratamiento.

#### **4.8 Conclusiones del caso clínico**

- ✓ La Oligospermia es una afección reproductiva que se puede presentar por diferentes factores sean externos o internos alterando la fertilidad y eficiencia del reproductor produciendo grandes pérdidas económicas.
- ✓ Es importante realizar el examen andrológico, para poder detectar alteraciones en el macho que no presentan ningún tipo de signos o síntomas macroscópicos.
- ✓ Los machos que presentan Oligospermia pueden responder satisfactoriamente o no al tratamiento empleado.

## 5. CONCLUSIONES

- ✓ Se aplicaron los conocimientos teóricos-prácticos adquiridos durante el transcurso de la formación académica en el área de reproducción bovina.
- ✓ Se obtuvieron conocimientos en la producción y manejo de empresas agropecuarias identificando los diferentes factores que alteran la reproducción en los bovinos.
- ✓ Se conocieron y aplicaron diferentes protocolos de sincronización e inseminación artificial en el ganado bovino.
- ✓ Se adquirieron conocimientos en la evaluación andrológica de toros reproductores.
- ✓ Se aprendió a detectar y diagnosticar preñez por palpación rectal y ultrasonografía.
- ✓ Se conoció y aplicó tratamientos en diferentes enfermedades reproductivas bovinas, identificando el más adecuado de acuerdo al cuadro clínico presentado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarez Calvo, J. L. (s.f.). *El examen clínico andrológico*. Obtenido de <http://www.censa.edu.cu/index.php/en/scientific-production/monographs?download=11:el-examen-clinico-andrologico>.
- Angelino, J. N. (2009). *Manual de evaluación del semen en bovino*. Veracruz: Universidad Veracruzana. Obtenido de [http://enfermagemveterinaria.esa.ipcb.pt/docs/jose\\_nicolas\\_angelino\\_olivera.pdf](http://enfermagemveterinaria.esa.ipcb.pt/docs/jose_nicolas_angelino_olivera.pdf)
- Ball, P., & Peters, A. (2004). *Reproduction in Cattle* (3 ed.). USA: Blackwell Publishing.
- Boggio Devincenzi, J. C. (2009). *Evaluación de la Aptitud Reproductiva Potencial y Funcional del Toro. Capacidad de servicio*. Universidad Austral de Chile. Chile: Instituto de reproducción animal. Obtenido de [http://www.biblioteca.uach.cl/biblioteca\\_virtual/libros/2007/636.20824BOG.pdf](http://www.biblioteca.uach.cl/biblioteca_virtual/libros/2007/636.20824BOG.pdf)
- Cardozo, J., Velásquez, J., Rodríguez, G., Prieto, E., Tarazona, G., & Espitía, A. (2002). *Evaluación reproductiva del macho bovino en condiciones tropicales* (1 ed.). Bogotá D.C., Colombia: Corpoica. Obtenido de [https://books.google.com.co/books?id=bt47esXMW8UC&pg=PA12&dq=oligospermia\\*bovino&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjgr4S\\_58nJAhUHKx4KHb\\_ZDTYQ6AEIITAB#v=onepage&q=oligospermia\\*bovino&f=false](https://books.google.com.co/books?id=bt47esXMW8UC&pg=PA12&dq=oligospermia*bovino&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjgr4S_58nJAhUHKx4KHb_ZDTYQ6AEIITAB#v=onepage&q=oligospermia*bovino&f=false)
- Chenoweth, P. J., & Lorton, S. P. (2014). *Animal andrology Theories and applications*. Boston, U.S.A.: [www.cabi.org](http://www.cabi.org).
- Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, C. (1998). *Manual para Exame Andrológico e Avaliação de Sêmen Animal* (2 ed.). Brasil: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal. Obtenido de <https://www.passeidireto.com/arquivo/6463634/manual-para-exame-andrologico-e-avaliacao-de-semen-animal---cba>
- Galina, C., & Valencia, J. (2008). *Reproducción de Animales Domésticos*. (Tercera ed.). Mexico: LIMUSA.
- Hafez, B., & Hafez, E. (2002). *Reproduccion e inseminacion artificial en animales* (Septima ed.). Mexico: McGrawHill.
- Hopper, R. (2015). *Bovine Reproduction*. Mississippi, U.S.A: WILEY blackwell.
- Klein, B. (2014). *Cunningham Fisiología Vetrinaria* (Quinta ed.). España: Elsevier.
- López García, J., Urbano Felices, A., & Cárdenas Povedano, M. (2012). *Manual de laboratorio para el analisis del semen* (1 ed.). OmniaScience (Omnia Publisher SL). doi:<http://dx.doi.org/10.3926/oss.5>
- Lòpez, J. (2014). <http://m.reproduccion-veterinaria.webnode.com>. *Infertilidad e Impotencia*. Obtenido de <http://m.reproduccion-veterinaria.webnode.com.uy/patologias-de-la-reproduccion/patologias-del-macho/impotencia/>



- Morillo, M., Salazar, S., & Castillo, E. (2012). Evaluación del potencial reproductivo del macho bovino. Venezuela: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas – INIA. Obtenido de [http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/noperiodicas/pdf/Eval\\_poten\\_repro\\_macho%20bovino.pdf](http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/noperiodicas/pdf/Eval_poten_repro_macho%20bovino.pdf)
- Páez, E. M., & Corredor, E. S. (2014). Evaluación de la aptitud reproductiva del toro. *CIENCIA Y AGRICULTURA*, 11(2), 49-59. Obtenido de [http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/ciencia\\_agricultura/article/view/3837/3377](http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/ciencia_agricultura/article/view/3837/3377)
- Randall, D., Burggren, W., & French, K. (2002). *Fisiología animal. Mecanismos y adaptaciones* (Cuarta ed.). España: McGRAW-HILL.
- Silva, M., Pedrosa, V., Silva, J., Herrera, L., Eler, J., & Albuquerque, L. (2012). Parámetros genéticos de las características andrológicas en la especie bovina. *Archivos de medicina veterinaria*, 44(1), 1-11. Obtenido de <http://www.scielo.cl/pdf/amv/v44n1/art02.pdf>
- Sisson, S., & Grossman, J. D. (2001). *Anatomía de los animales domesticos* (Quinta ed.). (R. Getty, Ed.) Barcelona, España: masson S.A.
- Tríbulo, H. E., Tríbulo, R. J., Barth, A., Amilcar, G., Carcedo, J., & Brogliatti, G. (2008). *Evaluación de Toros y Calidad Seminal*. (1 ed.). Córdoba: Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC).