

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**POSTGRADO**



**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAGISTER EN CIENCIAS**

**“Evaluación de la calidad seminal y circunferencia escrotal en toros  
de servicio a campo y su correlación con las características  
testiculares observadas mediante ultrasonografía”**

**POSTULANTE: MVZ. Carlos A. Palma Dávila**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2016**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**POSTGRADO**

**“Evaluación de la calidad seminal y circunferencia escrotal en toros de servicio a campo y su correlación con las características testiculares observadas mediante ultrasonografía”**

*Tesis de Maestría presentado como requisito parcial para optar  
el Título de Maestro en Ciencia Animal*

**M.V.Z. Carlos Alejandro Palma Dávila**

**Asesor:**

M.Sc. MVZ. Martha Gutiérrez Vásquez.....

**Tribunal Examinador:**

Ph.D. Celso Ayala Vargas.....

M.Sc. Ing. José Cartagena Catacora.....

**Aprobado**

**Presidente Tribunal Examinador:**

M.Sc. M. Celia Fernández Chávez.....

**La Paz – Bolivia**

**2016**

## DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Este logro está dedicado con todo mi amor para ti Fernanda, te amo más que a nada ni a nadie en el mundo, eres mi fuerza para seguir adelante y superándome día a día, gracias por ser todo para mi hijita.

- ✓ Agradecimientos sinceros a mi asesora M. Sc. MVZ. Martha Gutiérrez Vásquez, por su tiempo y sus conocimientos.
  
- ✓ Al MVZ. Juan Rodrigo Aliaga Álvarez, y su empresa Embriogenexis eficiencia reproductiva por la colaboración prestada tanto en forma intelectual como en los equipos para la culminación del trabajo, gracias hermano querido
  
- ✓ Al Ing. Ramiro Ochoa Torrez, por su colaboración en la parte estadística
  
- ✓ A Edmundo Guiteras por la confianza en el trabajo, y por abrirme las puertas para el trabajo en campo
  
- ✓ A mis papás por todo su esfuerzo, apoyo y cariño los amo
  
- ✓ MVZ. Araceli Palacios, por su apoyo en todo sentido, gracias negrita.

## CONTENIDO

INTRODUCCION.....	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, OBJETIVOS Y ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	1
1.1. Planteamiento del problema .....	1
1.2. Justificación.....	1
1.3. Pregunta de investigación.....	2
1.4. Objetivos General y Específicos.....	2
1.4.1. Objetivo General.....	2
1.4.2. Objetivos Específicos .....	2
1.5. Variables de Estudio.....	3
1.6. Estrategia Metodológica .....	3
1.6.1. Enfoque Metodológico .....	3
1.6.2. Tipo de estudio .....	3
1.6.3. Alcance Geográfico .....	4
1.6.4. Alcance Temporal.....	4
1.6.5. Universo o Población de Estudio.....	4
1.6.6. Unidad de análisis.....	5
1.6.7. Tipos de muestreo.....	5

1.6.8. Procedimiento.....	5
2. SUSTENTO TEÓRICO (MARCO TEÓRICO).....	7
2.1. Características del ganado Nelore .....	7
2.2. Anatomía reproductiva del toro.....	9
2.2.1. Partes y funciones del aparato reproductor del toro .....	10
2.2.1.1. Pene .....	10
2.2.1.2. Escroto.....	11
2.2.1.3. Testículos.....	11
2.2.1.4. Epidídimo .....	12
2.2.1.5. Conductos deferentes.....	13
2.2.1.6. Las vesículas seminales .....	14
2.2.1.7. Próstata .....	14
2.2.1.8. Glándula bulbo uretral o de Cowper.....	15
2.2.1.9. Uretra.....	15
2.2.2. Emisión y eyaculación.....	16
2.2.3. Espermatogénesis .....	16
2.2.4. Control endocrino de la espermatogénesis .....	18
2.2.5. Ciclos de producción espermática .....	19
2.2.6. Onda de producción espermática.....	19

2.6 El semen .....	20
2.2.7.1. Definición de semen .....	20
2.2.7.2. Volumen .....	21
2.2.7.3. Color .....	21
2.2.7.4. Aspecto .....	22
2.2.7.5. Olor .....	22
2.2.7.6. pH .....	22
2.2.7.8. Motilidad Masal.....	22
2.2.7.9. Motilidad individual .....	25
2.2.8. Métodos de colección del semen .....	26
2.2.8.1. Método del masaje.....	26
2.2.8.2. Método de la vagina artificial.....	27
2.2.8.3. Método de electro-eyaculación.....	28
2.2.9. Espermatozoide .....	29
2.2.9.1. Morfología.....	29
2.2.9.2. Cabeza .....	30
2.2.9.3. Cuello.....	31
2.2.9.4. Cola.....	31
2.2.10. Alteraciones de Morfología espermática.....	32

2.2.11. Acrosoma.....	32
2.2.12. Concentración.....	34
2.2.13. Circunferencia escrotal.....	35
2.2.13.1. Medición de la circunferencia escrotal.....	35
2.2.14. Evaluación de los órganos genitales internos.....	36
2.2.15. Evaluación de la capacidad de servicio.....	37
2.2.16. Evaluación de la calidad seminal.....	37
2.3. Ultrasonografía del tracto reproductivo el toro (estructuras normales y patológicas): .....	38
2.3.1. Técnicas.....	39
2.3.2. Patologías testiculares.....	40
2.3.3. Anomalías del epidídimo:.....	43
3. MARCO REFERENCIAL.....	44
3.1. Ubicación geográfica.....	44
3.2. Materiales e Insumos.....	44
3.3. Métodos y Procedimientos de la Recolección de Datos.....	46
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	48
4.1. Variables de respuesta.....	48
4.2. Factores de estudio.....	48
4.3. Cálculos Estadísticos.....	50

4.8 Síntesis de Resultados .....	51
4.4.1. Análisis de varianza, volumen del eyaculado.....	51
4.4.2. Análisis de varianza en circunferencia escrotal.....	51
4.4.3. Análisis de varianza de regresión .....	52
4.5. Gráficos de los Resultados .....	53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	70
BIBLIOGRAFIA .....	1
ANEXOS .....	4



## INDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1. Características fenotípicas del ganado Bos indicus .....	7
Cuadro 2.2. Promedio de la circunferencia escrotal en toros Nelore de acuerdo a la edad.....	36
Cuadro 3.1. Variable Independiente .....	48
Cuadro 3.2. Variable Dependiente .....	49
Cuadro 4.1. Motilidad.....	59
Cuadro 4.2. Escala basada en la velocidad de movimiento de las células móviles.....	60
Cuadro 4.3. Escala basada en el porcentaje de células móviles y criterio evaluativo .....	62
Cuadro 4.4. Circunferencia Escrotal Bos indicus.....	64

## INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Modelo de movimiento en masa de los espermatozoides al microscopio .....	24
Figura 2.2. Estructura morfológica del espermatozoide.....	30
Figura 2.3. Cámara de Neubauer.....	34

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1. Carimbo vs Volumen.....	53
Gráfico 4.2. Procedencia vs Volumen .....	55
Gráfico 4.3. Color y aspecto del Semen eyaculado.....	57
Gráfico 4.4. Movimiento Individual de Espermatozoides.....	58
Gráfico 4.5. Movimiento Masal de Espermatozoides .....	61
Gráfico 4.6. Circunferencia Escrotal .....	63
Gráfico 4.7. Ultrasonografía.....	65
Gráfico 4.8. Volumen vs Circunferencia Escrotal.....	67
Gráfico 4.9. Carimbo vs Circunferencia Escrotal.....	68

## GLOSARIO

ML	Mililitro
HD	Hermanos Díaz
JT	Jorge Tobías
ABP	Proteína transportadora de andrógenos
FHS	Hormona Folículo Estimulante
LH	Hormona Luteinizante
CC	Centímetro Cúbico
pH	Potencial de hidrogeno
M.I.	Motilidad Individual
M.M.	Motilidad Masal
ADN	Ácido Desoxirribonucleico
MG/KG	Miligramo por kilogramo
MM	Milímetros

## RESUMEN

La investigación se llevó a cabo con el objeto de realizar la ultrasonografía testicular de reproductores bovinos en servicio de 7 y 8 años de edad, como coadyuvante del análisis andrológico a campo en el departamento del Beni, San Borja en el año 2015. Para la evaluación se utilizaron 90 toros de la estancia "Nápoles", los resultados se sometieron a las pruebas de diseño completamente al azar con pruebas de medias, y correlación y regresión de Pearson. El trabajo determinó que 83 de los 90 toros no presentaron patologías reproductivas, 92% normales y 7% presentaron testículo pequeño, fimosis, pus a nivel testicular, y fibrosis testicular. De los cuales según los resultados de edad vs volumen de eyaculado, observamos que los animales de 7 años eyaculan 4.36 ml en promedio, en comparación a 4.44 ml de los de 8 años. Según procedencia vs volumen de eyaculado, observamos como los animales de Santa Cruz tienen un promedio de 4.46 ml en comparación a los del Beni con 4.26 ml. En el color del semen podemos ver que el 39% de los animales eyaculan color blanco grisáceo, 25% blanco lechoso, 17% color gris, y el 2% cremoso oscuro y acuoso. El movimiento de espermatozoides muestra que el 37% tiene un movimiento bueno, seguido de un 29% con movimiento regular, 24% muy bueno, el 5% en movimientos excelentes y 5% en malos, El movimiento masal nos demuestra un 34.44% calificado como bueno, 26.67% como regular, 22.22% como muy bueno, 4.44% movimiento excelente y 4.44% malo, por último en la circunferencia escrotal el 41.11% tienen medidas mayores a 36 cm, 31.11% de 33 a 35.99 cm, 16.67% de 30 a 32.99 cm, y el 11.11% en animales con medidas menores a 29.99 cm. Es así que se concluye que los resultados son satisfactorios, ya que el 92% de los animales tuvieron desempeño favorable durante la prueba, hecho que ha permitido estimar la capacidad reproductiva de cada toro con la finalidad de realizar una mayor precisión en cuanto a fertilidad se refiere, y poder así optimizar el uso de los reproductores a nivel de campo.

## ABSTRACT

The research was carried out in order to perform the testicular ultrasonography of breeding cattle in service 7 and 8 years old, as an adjunct andrological field analysis in the department of Beni, San Borja in 2015. For evaluation 90 bulls stay "Naples" were used, the results were subjected to tests completely randomized design with means tests, and Pearson correlation and regression. The work determined that 83 of the 90 bulls showed no reproductive pathologies, 92% and 7% had normal small testicle, phimosis, pus testicular level and testicular fibrosis. Which according to the results of old vs volume of ejaculate, we observe that animals 7 years ejaculated on average 4.36 ml, compared to 4.44 ml of 8 years. According to sources vs ejaculated volume, we observed animals Santa Cruz have an average of 4.46 ml compared to Beni with 4.26 ml. In the color of semen we can see that 39% of the animals ejaculated grayish-white, milky white 25%, 17% gray, and 2% aqueous dark and creamy. The movement of sperm shows that 37% is a good move, followed by 29% with regular movement, 24% very good, 5% in excellent movements and 5% in bad, the masal movement shows us a 34.44% rated good, 26.67% as fair, 22.22% as very good, 4.44% excellent and 4.44% bad move, finally in scrotal circumference the 41.11% have higher measures 36 cm, 31.11% from 33 to 35.99 cm, 16.67% 30 to 32.99 cm and 11.11% in animals with minor measures 29.99 cm. Thus we conclude that the results are satisfactory, since 92% of the animals had positive performance during the test, which has led to estimate the reproductive capacity of each bull in order to make greater precision as to fertility concerned, and thus to optimize the use of field-level players.

## INTRODUCCION

El éxito de la producción bovina de carne, se refleja de acuerdo a la eficiencia reproductiva, considerando que el 65% de esta eficiencia depende del aporte de los toros reproductores.

Por tal motivo se debe aplicar una metodología adecuada para evaluar la motilidad, la morfología y el comportamiento de desempeño de los toros bajo condiciones de monta libre, puesto que este es el sistema de manejo predominante en la ganadería de carne tropical (Hafez 2000).

Es de vital importancia en el proceso de selección reproductiva, identificar los órganos sexuales del reproductor, su funcionamiento y las características deseables en los machos destinados a la reproducción; así como también los sistemas de manejo recomendados para éstos; bien sean programas de monta natural o en sistemas de inseminación artificial.

El impacto del aumento de la fertilidad y/o uso de animales genéticamente seleccionados para características de interés económico son determinantes en el progreso de la productividad en rebaños comerciales (Hafez 2000).

San Borja, pertenece a la provincia Ballivian del departamento del Beni y se constituye como una de las poblaciones de mayor producción ganadera del país, donde los servicios a campo son los responsables del 95% de la preñez. Este factor, demuestra lo importante de la tenencia de toros en los planteles de crianza extensiva, y el conocer su conducta reproductiva es de suma importancia para incrementar los rendimientos productivos, los cuales están demostrados con los porcentajes de preñez anual (Aliaga 2015).

# **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, OBJETIVOS Y ESTRATEGIA METODOLÓGICA**

## **1.1. Planteamiento del problema**

La evaluación de la capacidad reproductiva en toros en el departamento del Beni, Municipio de San Borja, es una práctica poco realizada. Por tal razón no se presentan datos de estudios previos sobre la calidad seminal de estos toros.

Al observar vientres vacíos, con estados corporales aceptables, y aparentes cualidades reproductivas, se puede pensar en que el macho es el que falla, por lo tanto; este trabajo de investigación pretende brindar una pronta solución a este problema, brindando resultados que ayuden al productor a determinar los toros más eficientes para la monta en un ható.

El manejo de la monta en sistema de crianza extensivo es un recurso valioso para los productores ganaderos de San Borja -Beni, ya que de la eficiencia de ésta depende el progreso genético, el porcentaje de preñez y sobre todo la eficiencia reproductiva, más aun la producción de terneros que es vital para el crecimiento económico.

## **1.2. Justificación**

El desafío de todo productor ganadero es conseguir acortar los intervalos de parto en periodos cortos de monta que oscilan entre los 90 a 120 días. Para esto, sin duda la fertilidad de las vacas es importante, pero indudablemente el papel de los toros es fundamental, puesto que no debe olvidarse que los machos reproductores son responsables de la mitad del potencial genético de las crías y este dato se hace más importante cuando se habla de relación Toro/ Vaca en servicios a campo.

El examen andrológico es un método muy útil para evaluar la calidad seminal y el posible rendimiento de los toros a campo, además de mejorar los bajos resultados de fertilidad. La aplicación metódica y anual de estas técnicas ha demostrado que tienen un efecto favorable en el aumento del porcentaje de preñez.

El uso de la ultrasonografía testicular refleja el estado de salud testicular y la capacidad de los mismos en el proceso de la producción espermática, vital para cumplir con los servicios a campo.

### **1.3. Pregunta de investigación**

¿La calidad de semen y circunferencia escrotal en toros de servicio a campo está correlacionada con las características testiculares observadas en la ultrasonografía?

### **1.4. Objetivos General y Específicos**

#### **1.4.1. Objetivo General**

Evaluación de la calidad seminal y circunferencia escrotal en toros de servicio a campo y su correlación con las características testiculares observadas mediante ultrasonografía

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

➤ Determinar el volumen de eyaculado y circunferencia escrotal de toros a campo de acuerdo a la procedencia (Cabaña)



- Determinar el volumen de eyaculado y circunferencia escrotal de toros a campo de acuerdo a la edad (Carimbo)
- Establecer la relación del tamaño testicular con el volumen de eyaculado
- Establecer la relación de las características seminales y la ultrasonografía testicular.

## **1.5. Variables de Estudio**

Se consideraron las siguientes variables de estudio, cuyos datos fueron recopilados para ser analizados y correlacionados entre sí:

- Calidad de semen
- Circunferencia escrotal
- Características testiculares de la ultrasonografía

## **1.6. Estrategia Metodológica**

### **1.6.1. Enfoque Metodológico**

El estudio tiene un enfoque cuantitativo, puesto que se analizaron los datos tomados en campo a través de cálculos estadísticos para establecer la correlación entre las diferentes variables analizadas.

### **1.6.2. Tipo de estudio**

El estudio del presente trabajo de investigación es de tipo experimental, descriptivo y correlacional. Es experimental puesto que recolectó y analizó las variables cuantitativas como, la calidad seminal y tamaño escrotal, a través de procedimientos experimentales en campo.

Resulta descriptivo puesto que describe las características de los especímenes analizados en cuanto a sus diferentes parámetros. Y correlacional en el sentido que correlaciona las variables en estudio: la calidad seminal y tamaño escrotal con las características escrotales observadas en la ultrasonografía.

### **1.6.3. Alcance Geográfico**

El trabajo de campo se realizó en el Municipio de San Borja, Provincia Ballivián del Departamento del Beni, en la estancia Nápoles, del propietario Edmundo Guiteras.

### **1.6.4. Alcance Temporal**

El estudio se llevó a cabo en el segundo semestre de la gestión 2015, para la recolección de datos de campo, y el primer trimestre de la gestión 2016 para el análisis y obtención de resultados del mismo.

### **1.6.5. Universo o Población de Estudio**

El universo de estudio se halla constituido por los animales pertenecientes a la raza Nelore de procedencia y edad descritas a continuación.

El trabajo se llevó a cabo con un total de 90 animales adultos. Los reproductores oscilaban en edades de 7 y 8 años (carimbo 7 y 8), provenientes de dos cabañas que se dedican a vender animales reproductores de alta calidad, la primera de la ciudad de Santa Cruz llamada Hermanos Díaz, con marca (HD) y la segunda de una cabaña reconocida de San Borja, perteneciente al señor Jorge Tobías, con marca (JT).

### **1.6.6. Unidad de análisis**

La unidad de análisis la constituye cada uno de los 90 animales machos reproductores sometidos al tratamiento.

### **1.6.7. Tipos de muestreo**

La selección de los animales fue de tipo no probabilístico puesto que se los selecciono bajo criterios técnicos definidos, como ser la procedencia y el carimbo de los mismos.

### **1.6.8. Procedimiento**

La prueba a campo tuvo una duración total de 3 meses, en los cuales se separaron a los animales del total de reproductores (más jóvenes y mayores) se los identifico mediante marca y carimbo, y también llevándolos a un potrero independiente.

Seguidamente se procedió a la preparación de animales pre servicio, inyectando micro-minerales específicamente formulados para el libido, la musculatura, y la formación de espermatozoides en animales pre servicio, esto 45 días antes de la prueba examinatória.

Posteriormente se trabajó por 3 días seguidos para la toma de resultados, muestras, y ecografías, todo esto bajo las mejores condiciones de manejo es decir, trabajo bajo techo, con una manga brete, con un cepo para inmovilizar a los animales, en un lugar limpio y con todos los materiales necesarios para la recolección del eyaculado

Cada animal sometido a tratamiento, tuvo la misma operación dentro del cepo de trabajo, al ser inmovilizado se procedía a limpiar la región de la cola (perianal) como así también la parte testicular (escroto), una vez limpio se procedió a utilizar el electro eyaculador por vía rectal y se esperaba la descarga en la cual cada animal respondía de forma diferente (antes o más tardío) la descarga de este aparato puede hacer eyacular al bovino desde 1 a 20 voltios.

Aproximadamente a los 45 segundos a 1 minuto del inicio de la descarga los animales empezaban a eyacular, en ese momento se hacía la recolección de la muestra con un vaso especial para muestras y las bolsas plásticas (uno por cada muestra) inmediatamente terminaba el eyaculado, se vertía el contenido la bolsa (eyaculado) a un tubo de ensayo de vidrio graduado de 1 a 10 ml para poder medir la cantidad de eyaculado en ml, como así también poder apreciar el color, olor y apariencia del semen.

Después de realizada esta acción se tomaba una gota de muestra en la micropipeta y se la colocaba en un porta objeto, para ser observada en el microscopio, de esta manera se podía calificar al movimiento masal, de acuerdo a las ondas y la rapidez de sus movimientos.

Para terminar, se realizó la ultrasonografía a cada uno de los animales, de los cuales solo un pequeño grupo (7 animales) presentaron problemas patológicos, los cuales fueron observados y detallados.

A partir de esto, se llega a corroborar la bibliografía que indica que animales con patología de fibrosis a nivel testicular no eyaculan, testículo muy poco desarrollado tiene poca o nula eyaculación, y cualquier problema a nivel de sistema reproductor es factor de eyaculado.

## 2. SUSTENTO TEÓRICO (MARCO TEÓRICO)

### 2.1. Características del ganado Nelore

Las razas Nelore y Brahmán tienen su origen en países como la India y Estados Unidos, fueron exportados en gran escala para América tropical y a otros países con el fin de introducir ganado nativo, estos son animales para la producción de carne, como todo el ganado cebú, (Valdivia, 2012).

Son conocidos también como ganado cebú es más popular entre los países del trópico, en los cuales se procedió a realizar cruces de animales de la misma raza, criollos y Bos Taurus y otras razas, representativas de esta especie son: Brahmán, Nelore, Guzerat, Gyr, Indubrasil, (Valdivia, 2012).

**Cuadro 2.1. Características fenotípicas del ganado Bos indicus**

Pelo corto
Pliegues cutáneos
Giba
Piel pigmentada y elástica
Prepucio largo
Ombliigo colgante
Ojo alargados o achinados
Presencia de papada
Mayor resistencia a parásitos

Fuente: Valdivia, 2012

Una característica importante de esta raza, comparada con otras, es su bajo costo de mantenimiento; pues debido a su rusticidad, su gran instinto de conservación, sus grandes cualidades maternas y a la precocidad de sus crías para mamar, y acompañar a sus madres unas pocas horas después de nacer, les permite a estas sobrevivir con muy pocos cuidados, reduciendo así el costo de la mano de obra (Kennedy, 1961).

Las vacas Nelore paren con facilidad pues sus crías nacen con un tamaño pequeño y debido al reducido tamaño de los pezones de sus madres las crías recién nacida pueden mamar con facilidad case de inmediato sobreviviendo fácilmente sin la atención de los vaqueros reduciendo así la mano de obra (Kennedy, 1961).

El Nelore por su gran capacidad de producir carne barata engrandes cantidades y totalmente en régimen de pastoreo, permite que Brasil tenga uno de los menores precios de producción del mundo. El costo de crianza es 60% más bajo que el australiano y 50% menor que en los Estados Unidos de América (Kennedy, 1961).

Indiscutiblemente el Nelore es la principal raza en Brasil en la producción de carne. El Nelore y sus cruzamientos han permitido a este país colocarse en el primer lugar mundial entre los exportadores de carne (Kennedy, 1961).

La raza Nelore es líder absoluto en venta de semen con dos millones trescientas mil dosis comercializadas en el año 2003. Más del doble que el segundo lugar (Aliaga 2015).

Es de la raza Nelore el primer clon generado en Brasil, usando el mismo método que se utilizó para criar la oveja Dolly. Es de la raza Nelore el bovino más caro del mundo: 50% de la vaca Fairine AJJ, fue vendida en Brasil por más de 300,000.00 dólares.

El futuro de esta raza parece muy promisorio, pues ha demostrado una gran rusticidad y ha respondido de manera notable a la selección genética en sus principales características económicas y al parecer no tardará mucho en alcanzar los rendimientos que el ganado europeo de carne tiene en sus lugares de origen (Kennedy, 1961).

## **2.2. Anatomía reproductiva del toro**

Los órganos sexuales masculinos son los testículos, que en los mamíferos se hallan localizados en una bolsa externa llamada escroto. Los órganos sexuales secundarios son los conductos; el epidídimo, los vasos eferentes que comunican los testículos con el exterior y el pene, que se halla atravesado por la uretra, la vía común a la orina, las secreciones sexuales y los espermatozoides. Los órganos sexuales accesorias son la glándula prostática, las vesículas seminales y las glándulas bulbo uretrales o glándulas de Cowper. Los órganos sexuales principales, secundarios y accesorios forman el aparato reproductor masculino (Salisbury, et al. 1978).

Los genitales externos se pueden evaluar por inspección y palpación, mientras que los internos solo pueden ser examinados por palpación rectal. El toro debe ser inmovilizado en un brete para facilitar su evacuación y debe ser tratado con paciencia y firmeza, pero suavemente evitando lesionarlo (Hafez, 2000).

Consta de escroto, testículos, epidídimo, conducto deferente, cordón espermático, glándulas accesorias, vesícula seminal, próstata, glándulas de Cowper, uretra, pene y prepucio (Hafez, 2000).

## **2.2.1. Partes y funciones del aparato reproductor del toro**

### **2.2.1.1. Pene**

La raíz se localiza en la región del musculo bulbo esponjoso. El toro tiene un pene fibro - elástico, su estructura, su tamaño durante la erección varia tanto en diámetro y longitud. La función de este segmento de unos 25 cm de largo es doblarse 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 copula (Galina, et al., 2006).

Es el órgano de la copulación, tiene una estructura muscular que fija el pene en su parte posterior a la pelvis. El pene descende por debajo de la pared abdominal y forma una S peniana para luego salir por el prepucio. El interior del pene está formado por el tejido cavernoso el cual permite almacenar suficiente cantidad de sangre para producir la erección. A lo largo del pene va la uretra hasta la punta o glande. La uretra da salida a la orina y cuando el toro cubre a la vaca y el pene esta erecto, da salida al semen o eyaculado. Cuando el toro se excita sexualmente, el musculo retractor del pene se relaja y la estructura cavernosa y eréctil se llena de sangre haciendo que el pene se ponga túrgido erecto y aumente de tamaño. Al cubrir la hembra, introduce el pene erecto en la vagina, y deposita allí el semen mediante un fuerte empujón hacia adelante, llamado corrientemente “golpe de riñón o martillo”. La salida del semen o eyaculación es debida a un reflejo de contracción del epidídimo, vasos eferentes, uretra y glándulas accesorias del aparato reproductor del toro. El reflejo es causado por estimulación del glande del pene durante la monta natural o vagina artificial usada para colectar el semen para la inseminación artificial (Hafez, 2002).



### **2.2.1.2. Escroto**

Es la bolsa exterior que recubre los testículos. Sirve de sostén, protección y actúa como termorregulador (Cabrera y Gutiérrez, 2010).

La inspección del escroto revela información sobre el estado de los testículos, el escroto debe ser simétrico la asimetría a menudo refleja diferencias en el tamaño testicular. Se observara la piel buscando que éste libre de lesiones, heridas cicatrices, adherencias, calor y sensibilidad que pudieran comprometer la salud de los testículos. Tanto los animales *Bos indicus* (Cebú y sus cruza), como los *Bos Taurus* (raza europea), que presentan mecanismos de adaptación al medio ambiente tropical, el cual se caracteriza por poseer escrotos muy pendulosos, haciéndolos propensos a tener lesiones por traumatismos (Sisson, 1996).

### **2.2.1.3. Testículos**

Los testículos están recubiertos por dos capas serosas de la túnica vaginalis, y una capa de tejido conectivo denso e irregular, que constituye la túnica albugínea (Wrobel y Dellmann, 1993).

Los órganos sexuales primarios (testículos), que tiene como funciones principales la de producción de espermatozoides (función exocrina) y la producción de hormonas esteroides (función endocrina) (Galina, et al., 2006).

La función de los testículos, es la de producir células sexuales o reproductivas masculinas; además tiene la función de producir la hormona “testosterona” y pequeñas cantidades de la hormona estrogénica. La hormona testosterona es la que da las características al macho. En los

machos los testículos son los órganos genitales de mayor importancia porque es el sitio donde se originan los espermatozoides. En ellos se produce la testosterona, importante para la espermatogénesis, comportamiento sexual, crecimiento genital y corporal. El testículo es de forma ovoide, turgente y elástico. Cuando el testículo presenta una consistencia dura o fibrótica indica que existieron procesos inflamatorios, mientras que una consistencia muy blanda señala una alteración en el curso de la espermatogénesis (Hafez, 2000).

Animales con problemas de descenso de uno (unilateral) o ambos (bilateral) testículos son llamados criptorquidios, estos animales deberán ser eliminados del hato 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. En el caso de ser un animal adulto es posible que se trate de una degeneración testicular, esta presunción puede corroborarse al realizar la evaluación seminal (Hafez, 2000).

#### **2.2.1.4. Epidídimo**

El epidídimo es un túbulo elongado y tortuoso empaquetado en un saco de tejido conectivo que es una extensión de la túnica albugínea y mide alrededor de 30 - 35 metros de largo en el toro (Salisbury et al, 1978; Chenoweth, 1992).

Es el tubo que sirve de salida a toda la esperma que se produce en los testículos y cualquier bloqueo que se produzca en él es un grave problema. A veces ocurren bloqueos temporales debido a inflamaciones producidas por alguna lesión o infección (epididimitis). Sin embargo, esta inflamación o infección puede resultar en la formación de cicatrices en el tubo que lo bloquean permanentemente con lo que impiden el paso de la esperma (Deutscher, 2010).

Los espermatozoides son producidos continuamente a pesar de la eyaculación frecuente y entran al epidídimo a una tasa constante; sin embargo, si no son eyaculados, algunos son eliminados periódicamente con la orina (Amann y Schanbacher, 1983).

Anatómicamente el epidídimo consta de tres partes bien definidas: cabeza, cuerpo y cola (Chenoweth, 1992).

La evaluación de los epidídimos se debe hacer por palpación, al momento de realizar el examen de los testículos. El epidídimo es el lugar donde se almacenan los espermatozoides producidos por los testículos; igualmente, es el lugar donde maduran los espermatozoides y adquieren la capacidad potencial para fertilizar. El órgano está adosado en cada testículo y anatómicamente consta de tres porciones: cabeza, cuello y cola (Salisbury, 1978).

#### **2.2.1.5. Conductos deferentes**

Son conductos que inician en la cola del epidídimo. Al inicio presenta circunvoluciones y corren hacia arriba paralelos al cuerpo del epidídimo; cerca de la cabeza de éste son rectos y forman, con la capa muscular gruesa y los vasos sanguíneos, linfáticos y nerviosos, el cordón espermático que pasa a través del canal inguinal a la cavidad abdominal. Los dos vasos deferentes se van a juntar encima de la vejiga, engrosándose gradualmente para formar las ampollas seminales. Sirven de paso a los espermatozoides (Cabrera y Gutiérrez, 2010).

Los conductos eferentes son tubos que van desde la cola del epidídimo hasta la uretra y su función consiste en transportar los espermatozoides desde el epidídimo hasta el exterior de la uretra (Cabrera y Gutiérrez, 2010).

### **2.2.1.6. Las vesículas seminales**

Son dos órganos accesorios que erróneamente, fueron considerados como reservorio de semen, por lo que se les domino vesículas seminales. Tienen la forma de sacos alargados, colocados a lo largo de la ampolla seminal, con abertura donde esta se une con los eyaculadores que desembocan en la uretra. La función es que aporta una gran cantidad de fluidos al semen que posee un alto contenido de fructuosa, ácido cítrico, potasio y enzimas (Cabrera y Gutiérrez, 2010).

Son dos y están situadas a ambos lados del cuello de la vejiga, sobre la próstata y dirigidas hacia adelante. Tienen una longitud aproximada de 8 a 10 centímetros, son de forma lobulada y secretan un líquido rico en azúcares como fructosas y ácido cítrico (Sisson, 1996).

### **2.2.1.7. Próstata**

Es una glándula accesoria, relativamente pequeña, que está situada transversalmente sobre la cara dorsal del cuello de la vejiga, en el origen de la uretra. Segrega un líquido opaco que tiene una reacción neutra, con un olor característico rico en proteínas y sales minerales (Cabrera y Gutiérrez, 2010).

Esta glándula está ubicada cerca del cuello de la vejiga, y sus funciones consisten en producir líquidos alcalinos con el fin de neutralizar la condición ácida de la uretra y de la vagina (Hafez, 2000).

### **2.2.1.8. Glándula bulbo uretral o de Cowper**

Las glándulas bulbo uretrales o de Cowper, están situadas a ambos lados de la uretra pelviana, unos centímetros por detrás de la próstata y se hallan parcialmente enterradas en el musculo bulbo cavernoso. Cada una de ellas vierte su secreción en la uretra a través de un orificio simple. Producen una sustancia lubricante viscosa de aspecto de moco (Salisbury, 1978). Su secreción acuosa se elimina antes del coito y se considera que así limpian la uretra de los restos de orina (Hafez, 2000).

### **2.2.1.9. Uretra**

Comienza con el orificio uretral interno, en el extremo caudal del cuello de la vejiga y llega hasta el orificio uretral externo en la punta del pene.

Revestida por un musculo esquelético capaz de continuar la ola de contracción eyaculativa. Alberga al colículo seminal de la uretra craneodorsal y recibe las secreciones de las glándulas vesiculares y el esperma proveniente de las ampollas. Además las aberturas de los conductos prostáticos vacían su contenido en esta sección de la uretra antes y durante la eyaculación (Konig et al., 2002).

Esta estructura hace parte del aparato urinario y a su vez sirve de conducto para el plasma seminal, por esta razón incluimos la uretra dentro del tracto reproductivo (Hafez, 2000).

La uretra es un tubo o conducto que va desde la vejiga hasta el exterior, esta va por el interior del pene. Su función es común para el aparato urinario y el aparato reproductivo, al permitir la salida de la orina y del semen al exterior (Sisson, 1996).

### **2.2.2. Emisión y eyaculación**

La emisión consiste en el paso de líquido espermático a través de los conductos deferentes hacia la uretra pélvica, en donde se mezcla con las secreciones de las glándulas accesorias; esta es realizada por la acción de los músculos lisos, bajo el control del sistema nervioso autónomo. Durante la excitación y eyaculación, existen también contracciones de la cola del epidídimo y el conducto deferente (aumentando la tasa de flujo); dichas contracciones son controlada por los nervios autónomos simpáticos del plexo pélvico, provenientes de los nervios hipogástricos (Hafez, 2000).

La eyaculación es el resultado de una serie de fenómenos que por lo regular, comienza con la aparición de la libido o deseo sexual en el macho. Ello depende de la presencia de testosterona, la hormona sexual masculina, que se encuentra en forma más o menos continua en el macho. Hasta cierto punto, el estado de salud del animal determina el nivel de la libido, ya que los que están enfermos carecen del deseo de copular. La presencia de una hembra en celo aumenta la actividad sexual del macho, si bien, este procurara montar cualquier hembra (Sisson, 1996).

La eyaculación es el paso del semen por la uretra peniana, para que esta pueda llevarse a cabo, el músculo bulbo esponjoso comprime el bulbo peniano, de modo que bombea sangre desde este hacia el resto del cuerpo esponjoso. A diferencia del cuerpo cavernoso peniano, este cuerpo cavernoso normalmente es drenado por venas dístales y las ondas de presión de este ayudan a transportar el semen por la uretra (Hafez, 2000).

### **2.2.3. Espermatogénesis**

La gametogénesis es el proceso de la formación de gametos (espermatozoides y óvulos) a nivel de las gónadas (testículos y ovarios) (Hafez, 2000).

La espermatogénesis se lleva a cabo en el epitelio de los túbulos seminíferos del testículo. El epitelio de los tubos seminíferos se denominan epitelio seminífero o germinal que ésta compuesto por: celular espermatogénicas o germinales y células de sostén o de Sertoli (Hafez, 2000).

Las células espermatogénicas forman a los espermatozoides siguiendo la siguiente secuencia.

- Espermatogenia
- Espermatocito I
- Espermatocito II
- Espermatide y espermatozoide.

Es el proceso biológico de la transformación gradual de las células germinales en espermatozoides durante un periodo de tiempo dentro de los límites de los túbulos seminíferos de los testículos. Este proceso involucra la proliferación celular por divisiones mitóticas, duplicación de cromosomas, recombinación genética, reducción y división meiótica, hasta producir espermatides haploides y la diferenciación terminal de las espermatides en espermatozoides (Konig, 2002).

La espermatogénesis toma aproximadamente de 64 a 74 días para la formación de espermatozoides y de 14 a 18 días para que el esperma viaje a lo largo del epidídimo (lugar de acumulación y maduración final de los espermatozoides). Por lo tanto, los síntomas de infertilidad del toro se presentarán dos y medio a tres meses luego de que el proceso de formación de espermatozoides ha sido afectado (Sánchez, 2003).

La espermatogénesis puede ser afectada por diversos factores. Así tenemos que es afectada negativamente por el incremento de la temperatura escrotal que puede ocurrir por procesos de inflamación, fiebre, o temperatura ambiental muy elevada. Cuando se afecta la espermatogénesis todos los estadios de espermatogonias mueren, las espermatídes sufren anormalidades estructurales y metabólicas, disminuye la proporción de espermatozoides vivos y progresivos móviles, y se incrementan las atipias por defectos de cabeza principalmente (Setchell, 1998).

#### **2.2.4. Control endocrino de la espermatogénesis**

El proceso de la espermatogénesis se encuentra bajo el control endocrino, no se tienen datos suficientes para determinar la secuencia exacta de todas las hormonas que interactúan para llevar a cabo con éxito la espermatogénesis, pero se ha demostrado que las principales glándulas que influyen en ella son el hipotálamo, la pituitaria y los testículos (Salisbury et al., 1978).

La espermatogénesis requiere tanto la acción de la FSH como de los andrógenos inducidos por la acción de la LH en las células intersticiales. La secuencia de acontecimientos en el control hormonal de la espermatogénesis en el toro parece ser de la siguiente manera:

1. En la pubertad la gonadotropina LH actúa sobre las células de Leydig (células intersticiales), para producir andrógenos.
2. El andrógeno inicia las primeras fases de la espermatogénesis posiblemente actuando en unión con la FSH.
3. La FSH estimula las células Sertoli para producir y liberar una proteína que se liga a los andrógenos (ABP) que aumenta el enlace y la acumulación de éstos andrógenos dentro del túbulo seminífero.



4. La FSH estimula la espermiogénesis y en presencia con el andrógeno termina la producción de espermatozoides.
5. La espermatogénesis se mantiene por un equilibrio entre la FSH, andrógenos y estrógenos.
6. El andrógeno además de mantener las condiciones óptimas durante la espermatogénesis, favorece el transporte de espermatozoides y depósito del semen cerca del lugar de fecundación (Salisbury et al., 1978).

#### **2.2.5. Ciclos de producción espermática**

En los túbulos seminíferos de machos reproductivamente activos, existe una clase de sincronía en la cual forman asociaciones celulares que experimentan cambios cíclicos (Hafez, 2000), en el toro se han identificado 12 etapas de este ciclo, a estos ciclos se les denomina ciclo de epitelio seminífero y se define como “una serie de cambios en un área determinada de epitelio seminífero entre dos apariciones de la división celular o entre dos del desarrollo” y dura en el toro aproximadamente 14 días (Hafez y Hafez, 2002). De tal manera que los espermatozoides liberados tienen una asociación única con 13 tipos específicos de células, además de las 14 fases diferentes en las que se divide una espermátide durante la espermiogénesis, durante las 12 etapas en las que se divide el ciclo del epitelio seminífero (Barth y Oko, 1989), estas asociaciones celulares se encuentran seriadas y en regularidad cíclica (Barth y Oko, 1989).

#### **2.2.6. Onda de producción espermática**

El método ideal para la colección de semen es con vagina artificial, en especial cuando se dispone de los instrumentos apropiados (brete de monta, vagina artificial, baño de agua maría a 37°C y personal entrenado). Por lo general, la factibilidad del uso de este método se aplica a los animales más dóciles y por lo tanto fáciles de entrenar. El segundo método es la electro eyaculación, con la cual se obtiene un mayor volumen debido a la estimulación directa sobre las glándulas accesorias. Este método es ideal cuando se necesita evaluar un gran número de

reproductores aunque son menos dóciles para habituarse al uso de vagina artificial. El técnico encargado de la colección por electro eyaculación debe reconocer y recuperar sólo la fracción rica en espermatozoides, para que la colección de semen sea semejante a la obtenida con vagina artificial (McDonal, 1978).

### **2.2.7. El semen**

El semen está formado por los espermatozoides y un líquido compuesto principalmente por las secreciones de las glándulas accesorias. El volumen del semen y el número de espermatozoides eyaculado, varía según los toros. Sin embargo, la mayoría eyacula entre 3 y 5 cm<sup>3</sup> de semen que contiene alrededor de mil millones de espermatozoides por centímetro cúbico, o sea entre 3 y 5 mil millones de espermatozoides por eyaculado (Deutscher, 2010).

Una vez que los animales de granja llegan a la madurez, la producción de espermatozoides continúa a lo largo de su vida reproductiva. Durante los períodos de descanso sexual, los espermatozoides viejos que quedan en el epidídimo mueren, degeneran y son absorbidos. Por esta razón, la primera muestra que se obtiene después de un largo período de inactividad sexual puede contener un alto porcentaje de espermatozoides muertos y anormales. Por lo tanto la evaluación del semen no se debe hacer con una única colecta (Deutscher, 2010).

#### **2.2.7.1. Definición de semen**

El semen o espermatozoide, proviene del griego (sperma, que significa semilla), es un líquido viscoso y blanquecino, que es expulsado a través del pene durante la eyaculación. Está compuesto por espermatozoides (de los testículos) y plasma seminal (de glándulas vesicales, próstata y glándulas bulbo uretrales) (Deutscher, 2010).

Suspensión celular líquida que contiene los gametos masculinos (espermatozoides) y las secreciones de los órganos accesorios sexuales del aparato reproductor masculino, y se mezclan en el momento de la eyaculación (Hafez, 2000).

#### **2.2.7.2. Volumen**

Se mide directamente en el tubo colector cónico, que está graduado de 1 a 15 ml, se observa la graduación y se anota la cantidad en ml, (Ruiz, H. 2007). El volumen de los eyaculados de toros es un parámetro que presenta una baja repetitividad, ya que este depende de la edad y condición del animal, factores ambientales y destreza del operario. El volumen de cada eyaculado disminuye con las frecuencias de recogida a lo largo de cada extracción (Hafez y Hafez, 2000).

#### **2.2.7.3. Color**

El color depende de la cantidad de espermatozoides; cuando el semen es de buena calidad, presenta una coloración blanco lechosa o cremosa y cuando es de baja calidad su color es similar a leche aguada, (Olivares, R. y Urdaneta, R. 1985).

Generalmente el semen del toro es de color blanco marfil. El color amarillo limón que se observa en algunos toros es normal, se debe a la presencia de riboflavina, aminoácidos, y carotenos en el semen y es una característica hereditaria sin influencia alguna sobre la fertilidad, algunas veces este color se observa en toros con bastante tiempo en abstinencia sexual (Valencia, J. 1990).

#### **2.2.7.4. Aspecto**

Para realizar esta prueba se observa en forma directa el eyaculado en el tubo colector, si está concentrado se le describe como denso, si es claro o transparente es acuoso, (Ruiz, H. 2007). El semen debe tener aspecto opaco y relativamente uniforme, indicativo de alta concentración de células espermáticas. La muestra debe estar libre de pelo, suciedad y otros contaminantes (Macías, et al. 2003).

#### **2.2.7.5. Olor**

El semen en buenas condiciones presenta un olor similar a la leche fresca. El olor a orina nos indica que el semen está contaminado con ésta. Cuando el olor es muy desagradable, se sospecha alguna enfermedad en los testículos o en otra parte del aparato reproductivo (Hafez, 2000).

#### **2.2.7.6. pH**

Se determina mediante el empleo de una cinta calorimétrica, su valor varía entre 6.4 a 6.9; valores por encima de 6.9 son indicativos de semen de baja calidad (Olivares y Urdaneta, 1985).

El pH del toro oscila generalmente entre 6.5 y 6.8, este valor, puede alcanzar la neutralidad, e incluso una ligera alcalinidad (Macías, et al., 2003).

#### **2.2.7.8. Motilidad Masal**

Los espermatozoides están en un estado latente dentro de la cola del epidídimo. Para ser móviles, los espermatozoides necesitan de un pH normal, temperatura templada (Hafez, 1996).

Es muy fácil inhibir la motilidad por medio de la contaminación de las muestras de semen o por el manejo inapropiado. Por ejemplo el material de vidrio usado para estimar la motilidad puede estar contaminado con residuos de jabón al ser lavado, o por diferentes sustancias químicas. El semen a su vez puede estar contaminado con orina durante el electro eyaculador o contener pus (Barth, 1995).

La determinación de la motilidad masal se hace utilizando una gota de semen de 5 a 10 mililitros de diámetro, colocada sobre un portaobjetos tibio y sin cubre objeto.

La observación se realiza bajo un campo luminoso con un aumento de 40-125x para incrementar el contraste se puede cerrar el condensador del diafragma o en microscopios sin diafragma, el condensador se puede reducir. La siguiente descripción se utiliza para evaluar la motilidad masal (Smith, 1981).

Excelente (E) = Movimiento total de la masa en ondas demasiado vigorosas y remolinos

Muy Buena (MB) = Movimiento en onda vigorosa y remolinos.

Buena (B) = remolinos y ondas más lentas.

Regulares (R) = sin remolinos, pero con oscilaciones generalizadas.

Malo (M) = escasa o ninguna motilidad individual.

La motilidad masal es juzgada de acuerdo con los movimientos en remolino observados en una sola gota de semen sin diluir. Se utiliza una escala de 1 a 5 en la que el 1 es "no movimiento" y 5 es "máximo". Se observa al microscopio en menor aumento (10X) (Wrobel, 1993).

De acuerdo a Brejov (2013), el grado del movimiento en masa o motilidad masal (MM) se describe según la siguiente escala:

++++: Actividad cinética muy buena, remolinos intensos con ondas espermáticas apreciables.

+++ : Actividad cinética buena, remolinos apreciables, aunque menos intensos.

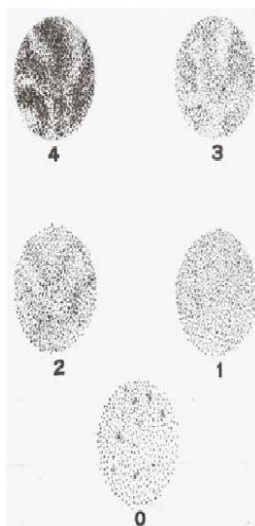
++ : Actividad cinética regular, pocos remolinos y con menor frecuencia que la anterior.

+ : Actividad cinética deficiente, el semen no forma remolinos sino eventualmente y sin ninguna intensidad.

- : Actividad cinética ausente.

### **Figura 2.1. Modelo de movimiento en masa de los espermatozoides al microscopio**

(Se muestran cinco aspectos diferentes de acuerdo a la escala numérica)



Fuente: Manual de Inseminación Artificial (Jove, P. 2007)

### 2.2.7.9. Motilidad individual

La motilidad individual (MI) de una muestra de semen se expresa como el porcentaje (%) de células móviles bajo un campo microscópico. Un espermatozoide de motilidad progresiva es aquel que se mueve de un punto a otro en una línea más o menos recta (Hafez 2000).

El examen de la motilidad debe hacerse con la ayuda de un microscopio de contraste de fase con un aumento de entre 200X a 400X y a una temperatura de 37°C, la cual puede mantenerse constante con una platina calentadora termorregulable adherida 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) (Villena, 2006).

Villena (2006) De acuerdo al movimiento individual, el semen se clasifica de la siguiente manera:

- Semen muy bueno: igual o mayor de 70% de motilidad individual.
- Semen bueno: 50-69% de motilidad individual.
- Semen regular: 30-49% de motilidad individual.
- Semen malo: menor de 29% de motilidad individual.

La observación de la motilidad individual y la estimación del porcentaje de células con movimiento progresivo nos da información de la integridad de la membrana del espermatozoide, para la observación de la motilidad individual son necesarios porta y cubre objeto nuevos, perfectamente limpios y tibios para la preparación de las muestras. Se debe preparar la primera muestra con semen sin diluir, incluso cuando la cantidad de espermatozoides haga difícil la determinación de las células con movimiento progresivo. Soluciones salinas o diluyentes salinos

que no hayan sido preparados recientemente pueden cambiar el pH y esto produce una disminución de la motilidad que llevara a resultados erróneos.

La motilidad progresiva debe ser examinada con un aumento de 200-500, preferentemente bajo contraste de fase. Es difícil ver la motilidad individual de los espermatozoides bajo microscopio de luz directa, incluso cuando se cierra el diafragma o el condensador es disminuido. Para la motilidad progresiva individual se utiliza la siguiente descripción (Barth, 1995).

- Muy Buena (MB) = 80-100 % de células móviles.
- Buena (B)= 60 -79% de células móviles.
- Regulares (R)= 40 – 59% de células móviles.
- Malo (M)= menos de 40% de células móviles.
- 

### **2.2.8. Métodos de colección del semen**

Las técnicas de recogida del semen pueden alterar decididamente la calidad del mismo. El procedimiento ideal debe ser seguro para el que lo practica y para el animal, obtener una muestra de semen representativa de una eyaculación normal, no hallarse expuesto a contaminación y estar protegido contra el choque térmico y la luz solar (Barth, 1995).

Existen básicamente tres métodos de colección de semen de los bovinos: Método del Masaje, Vagina artificial y el método del Electro eyaculador (Hafez, 2000).

#### **2.2.8.1. Método del masaje**

Hafez (2000) describió la recogida del semen de toro “mediante la presión sobre las vesículas seminales a través del recto”.



El método del masaje es útil, puesto que proporciona unos medios de obtención de semen de toros que no pueden cubrir o de toros que, por alguna razón, no se aparean naturalmente o no sirven en la vagina artificial. Sin embargo, el semen recogido por este método puede estar contaminado con orina, tiene una proporción demasiado elevada de secreción de la vesícula seminal o bien tiene sus componentes menos equilibrados que el eyaculado normal (Salisbury, et al, 1961, 1978).

#### **2.2.8.2. Método de la vagina artificial**

La Vagina artificial es un medio útil para recoger semen de machos de diferentes especies. El producto recogido se halla libre de contaminación y es netamente representativo de la eyaculación normal. La recolecta en vagina artificial requiere la presencia de una vaca o de un falso animal que sirva de estimulante (McDonal, 1978).

La vagina se compone de un cuerpo de caucho, una camisa de látex, y una válvula. Una vez montada, se introduce en la estufa de incubación ajustada a 37°C y en el momento de usarla se llena con agua caliente a una temperatura entre 45 - 50 °C, terminándose de llenar con aire a través de la válvula hasta conseguir una presión adecuada, que va de acuerdo a las necesidades de cada semental. A continuación, en un extremo de la vagina, se le acopla un cono flexible de látex y un tubo colector de cristal graduado en mililitros, siempre protegido de la luz directa y la temperatura exterior por una funda termoaislante (Villena, 2006).

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 2 cm (Villena, 2006).

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 (Galina et al., 2006).

### **2.2.8.3. Método de electro-eyaculación**

Es el método más útil para obtener muestras de semen de toros o carneros cuando no resulta práctico o posible el uso de vagina artificial. Se ha comprobado que las características del semen recogido por electro-eyaculación pueden variar un poco en relación al obtenido con vagina artificial. La electro-eyaculación proporciona muestras de mayor volumen y pH más alto, pero cuyas concentraciones de células espermáticas son inferiores (McDonal, 1978).

El cilindro del electro eyaculador se lubrica y se introduce por el ano en la región rectal ocupando la cavidad pélvica. La emisión del semen se logra al estimular los nervios simpáticos lumbares (hipogástrico) en la parte más anterior de la cavidad pélvica. Los nervios sacros que causan erección y eyaculación están localizados en una zona posterior. Al aplicar el estímulo, este debe ser internamente, rítmico y su intensidad deberá aumentarse paulatinamente hasta que se produzca el eyaculado. El semen se recoge colocando el embudo con el tubo colector en la punta del glande del pene (Galina et al., 2006).

### **2.2.9. Espermatozoide**

Son las células germinales masculinas y están constituidas por tres zonas: cabeza, cuello y cola. La estructura general es muy similar aunque la morfología externa difiere según las especies, localizándose las principales diferencias morfológicas en el tamaño de la cabeza, que es mayor en los rumiantes que en el mono gástrico (Hafez, 2003).

#### **2.2.9.1. Morfología**

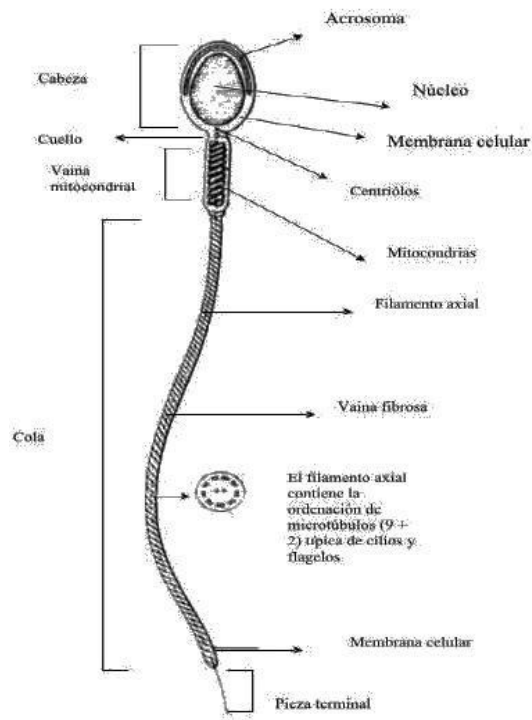
El espermatozoide es una célula alargada especializada cuya única función es fertilizar al ovocito, está formada por tres componentes principales: cabeza, cuello y cola (Hafez, 1986 y Mc Donald, 1991).

En la cabeza del espermatozoide se encuentra el núcleo celular y el acrosoma. El núcleo es ovalado, aplanado, y la cromatina esta compactada y conformada por ADN unido a histonas espermáticas (Salisbury et al., 1978).

El cuello el espermatozoide es una estructura corta (0.4 – 1.5 micrones de largo) ubicada entre la cabeza y la pieza intermedia. Tiene un centriolo rodeado de 9 fibras periféricas orientadas longitudinalmente que se continúan con las fibras exteriores de la pieza intermedia (Salisbury et al., 1978).

La cola del espermatozoide está dividida en 3 partes bien diferenciadas: la pieza media, la pieza principal. Y la pieza terminal (Mc Donald, 1991). Con todos sus componentes mide 45-50 micrones de largo (Salisbury et al., 1978).

**Figura 2.2. Estructura morfológica del espermatozoide**



Fuente: Hafez, 2000

El espermatozoide entero está cubierto por el plasmolema o membrana plasmática (Hafez y Hafez, 2000).

### 2.2.9.2. Cabeza

Está constituida por el núcleo y el acrosoma, y su forma varía desde ovoide a falciforme, según la especie.

La parte anterior es alargada y la posterior presenta una pequeña concavidad denominada faceta de implantación, que es donde se sitúan los componentes principales del cuello. El acrosoma es una gran bolsa que envuelve la porción cefálica y que contiene enzimas hidrolíticas cuya función es favorecer la entrada del espermatozoide en el óvulo. El contenido acrosómico es positivo (Hafez, 2000).

### **2.2.9.3. Cuello**

Es una estructura corta situada entre la cabeza y la cola. Está constituida por los centriolos y el aparato articular. Puede aparecer un solo centriolo o un diplosoma a partir del centriolo se forma el axolema del flagelo y el aparato articular, constituido por el capitulum, que es una estructura formada por proteínas fibrosas que se disponen a manera de arco concéntrico que descansa sobre nueve columnas fragmentadas a modo de pilares, terminando a su vez en las columnas densas que se introducen en el cuerpo del flagelo (Hafez, 2000).

### **2.2.9.4. Cola**

Se compone a su vez de tres partes: pieza intermedia, pieza principal y pieza final. La pieza intermedia está constituida por un cilio 9+2 como base del flagelo, rodeado por nueve columnas densas de proteínas fibrosas que vienen del cuello y a su vez por una vaina helicoidal de mitocondrias, responsables de la generación de energía. Esta pieza es la responsable del movimiento y la dirección. La pieza principal es constituida por un cilio interno rodeado por siete columnas densas, y estas por otras dos, una dorsal y otra ventral, que adquieren gran tamaño y forman las columnas del espermatozoide, unidas lateralmente a las cuales aparecen proteínas fibrosas que se denominan costillas fibrosas. La pieza terminal está constituida por el flagelo formado por el axolema y la membrana del flagelo. En las últimas porciones se produce la pérdida de parte de los microtúbulos (Hafez, 2000).

### **2.2.10. Alteraciones de Morfología espermática**

La evaluación de las formas anormales permite distinguir los desórdenes de la espermatogénesis (morfo anomalías primarias) y los que se producen durante el tránsito del espermatozoide por el epidídimo o fase de maduración (anomalías secundarias) que en general afectan menos a la fertilidad (Nothling y Irons, 2008).

Las anomalías espermáticas primarias se originan dentro del testículo y se deben a fallas en la espermatogénesis (Hafez, 2000).

La mayoría de los defectos de la cola del espermatozoide también son considerados anomalías primarias, entre ellas están el defecto en la pieza media, “defecto dag”, presencia de gota citoplasmática proximal, cola fuertemente enrollada, y colas accesorias (Chenoweth, 1997).

Se ha demostrado la correlación entre defectos morfológicos del espermatozoide e infertilidad y se ha establecido 30% como un porcentaje aceptable o máximo permitido de atipias, es decir, se acepta un 70% de espermatozoides normales. Se ha establecido un límite de defectos de la cabeza de un 15 a 20%, mientras que defectos del acrosoma y defectos de la cola se toleran en un 25% (Barth, 1997).

### **2.2.11. Acrosoma**

El acrosoma tiene forma de capuchón y cubre el polo anterior de la cabeza espermática (Salisbury et al., 1987).

El acrosoma juega un papel fundamental en la fecundación por contener las enzimas necesarias para la penetración del cúmulo oophorus y de la zona pelúcida. La reacción acrosomal previa a la fecundación produce puntos de fusión de la membrana apical celular con la membrana externa del acrosoma y forma vesículas para que el contenido enzimático pueda ser liberado ejerciendo su actividad sobre el ovocito (Villena,1996).

El acrosoma contiene varias enzimas, especialmente acrosina e hialuronidasa, que se liberan durante la reacción acrosómica, justo antes de penetrar en la zona pelúcida. Por tanto, su normalidad estructural es necesaria para que el espermatozoide sea fértil (Watson, 1992).

Un grupo de anomalías de especial importancia son las que afectan al acrosoma, y entre las más frecuentes se han descrito el acrosoma nudoso y la membrana acrosomal aplanada. Los espermatozoides con acrosoma nudoso se encontraron en el eyaculado de sementales frisonos cuya espermatogénesis estaba alterada y se cree que es un defecto de origen congénito y hereditario (Barth y Oko, 1989). Los eyaculados que contienen espermatozoides con el acrosoma nudoso suelen presentar también otras anomalías espermáticas, lo que compromete aún más la fertilidad del semental (Gran y Dott, 1976).

Para determinar el estado del acrosoma se han usado desde hace mucho tiempo diferentes tinciones, entre las que cabe destacar la Eosina Nigrosina. (Hafez, 2000). También se utiliza la tinción comercial Spermac.

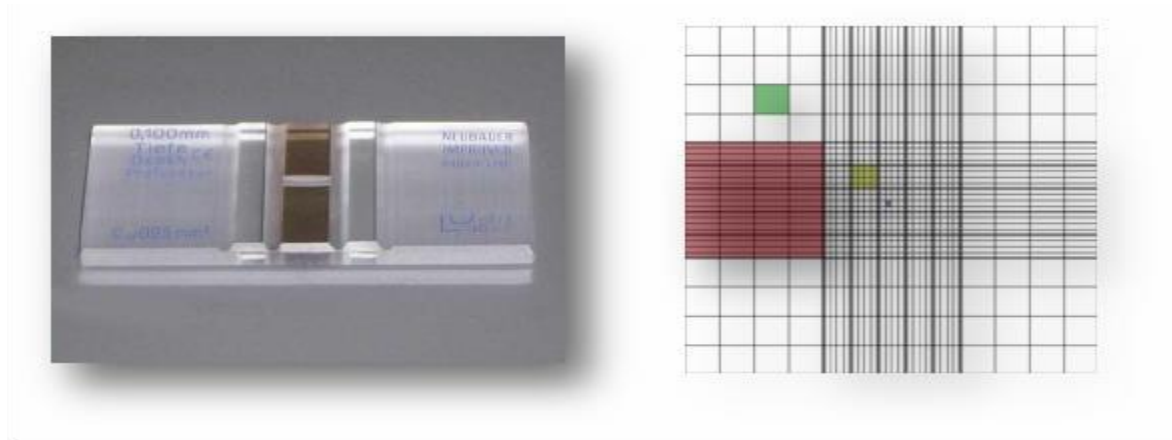
### 2.2.12. Concentración

La concentración de espermatozoides y su motilidad debe ser evaluada a partir de una pequeña muestra del eyaculado. Esta medida es importante porque determina el número de espermatozoides en cada pajilla (facultad de veterinaria y zootecnia UNAM, s.f.).

El método más preciso para evaluar la concentración espermática del eyaculado es el recuento de espermatozoides en un hemocitómetro. Este método, para uso rutinario en centros de IA, donde cada día se evalúan un gran número de eyaculados y es necesario agilizar el trabajo, se hace laborioso y lleva tiempo (Boixo, 1996).

Recuento directo de células espermáticas utilizando el hemocitómetro. El hemocitómetro (cámara de Neubauer) fue diseñado para contar eritrocitos. Consiste en una lámina especial que tiene 2 cámaras de conteo. Las cámaras de conteo tienen 0,1 mm de profundidad y un área graduada en el fondo de la cámara de 1 mm<sup>2</sup>. Este cuadro central se divide en 25 cuadros más pequeños. Al conocerse la profundidad y el área es posible determinar el número de espermatozoides en un volumen dado. Por lo general, se utiliza un factor de dilución de 1 en 200 en el caso del semen del toro (Bearden y Fuguay, 1982).

**Figura 2.3. Cámara de Neubauer.**



Fuente: Bearden y Fuguay, 1982



### **2.2.13. Circunferencia escrotal**

Se ha demostrado una alta correlación entre el peso de los testículos y la circunferencia escrotal, así como entre el peso de los testículos y la producción de espermatozoides, igualmente entre la circunferencia escrotal y la calidad del eyaculado. Por esta razón, al seleccionar toros con una circunferencia escrotal mayor, indirectamente, estamos seleccionando por producción de espermatozoides, esta característica tiene una heredabilidad alta. La medida de la circunferencia escrotal también permite determinar la edad de la pubertad y algunas patologías testiculares. Se ha señalado que los descendientes de toros con circunferencia escrotal alta, alcanzan la pubertad a edad más temprana.

La circunferencia escrotal se mide con una cinta metálica (escrotímetro) la cual se debe colocar en el diámetro más ancho de los testículos, después de haberlos desplazado hacia el fondo del escroto como guía para la selección de animales reproductores basados en su circunferencia escrotal, se pueden utilizar los requerimientos que indican un mínimo de 30 centímetros para animales Bos Taurus, con edades comprendidas entre los 18 y 20 meses.

De igual manera, se puede considerar como mínimo 30 centímetros de circunferencia escrotal a los 15 meses y 34 centímetros a los 24 meses o más, respectivamente. Cuando se trabaja con animales de doble propósito, entonces; se debe exigir por lo menos 30 centímetros a los 24 meses y no menos de 32 centímetros a los 36 meses o más.

#### **2.2.13.1. Medición de la circunferencia escrotal**

Los valores mínimos de circunferencia escrotal para toros, de acuerdo a los rangos de edad (meses) del animal.

**Cuadro 2.2. Promedio de la circunferencia escrotal en toros Nelore de acuerdo a la edad**

Edad en meses	Excelente	Bueno	Malo
12	22 cm	18-22 cm	18 cm
13	24 cm	20-24 cm	20 cm
14	26 cm	21-26 cm	21 cm
15	30 cm	26-30 cm	26 cm
16-20	31 cm	28-31 cm	28 cm
21-24	32 cm	29-32 cm	29 cm
25-31	35 cm	31-35 cm	31 cm
De 31	39 cm	34-39 cm	34 cm

Fuente: Salisbury et al., 1982

#### **2.2.14. Evaluación de los órganos genitales internos**

Los órganos genitales internos corresponden a las glándulas sexuales accesorias, el examen se realiza por palpación rectal. En el centro del piso de la cavidad pélvica se localiza la uretra pélvica; esta se siente como una estructura firme, cilíndrica y aplanada dorso ventralmente de tres a cuatro centímetros de diámetro aproximadamente (Salisbury et al., 1982).

En la uretra pélvica se encuentra una elevación de perfil triangular, esta es la próstata, la cual es palpable solo en la porción del cuerpo, ya que el resto de la glándula se encuentra diseminada entre los tejidos de los músculos que cubren la uretra pélvica (Salisbury et al., 1982).

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 fibróticas.

Cualquier asimetría debe ser considerada con reserva por el evaluador. En algunos casos, de vesiculitis, se puede observar forúnculos de pus en el eyaculado (Salisbury et al., 1982).

### **2.2.15. Evaluación de la capacidad de servicio**

Libido es el deseo, impulso, vehemencia del macho a montar y probar el servicio de una hembra. Es preciso sin embargo diferenciar entre lívido y capacidad de servicio. Lívido o deseo sexual es el factor predisponente y determinante de la capacidad de servicio, mientras que está última es la habilidad (capacidad) del toro para encontrar la hembra, detectar el celo y realizar el servicio una o más veces (Barth, 1995).

### **2.2.16. Evaluación de la calidad seminal**

Para considerar a un toro como apto desde el punto de vista reproductivo, asumiendo que es un animal clínicamente sano, este debe cumplir con tres requisitos básicos: buen lívido, buen estado clínico reproductivo y buena calidad espermática. 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 (Barth, 1995).

Cuando los toros se encuentran en un programa de colectas con vagina artificial, como en los centros de inseminación artificial, la densidad y el volumen del eyaculado puede proveer alguna información en cuanto a la capacidad de producción de esperma. De cualquier manera con el electro eyaculador hay muchos factores que afectan el volumen y la densidad de las muestras seminales, haciendo que estas características no sean importantes al evaluar la calidad del semen (Smith, 1981).

No obstante cuando se colectan varios mililitros de un semen concentrado con razonable facilidad se puede concluir que el toro en cuestión, es capaz de producir buenos eyaculados. Normalmente los toros adultos que han tenido un descanso sexual adecuado y son manejados con calma producen semen de buena calidad por electro eyaculación (Smith, 1981; Wiltbank, 1982).

Las características como densidad y motilidad seminal se describen como muy buena (MB), Buena (B), Regular(R) y Mala (M).

Esta descripción que ha sido usada en los últimos treinta años, tiene un significado específico que debe ser aplicado uniformemente por todos aquellos que evalúen semen. La descripción de densidad espermática es:

Muy Buena (MB)= Apariencia granulosa con 750 a 1000 millones o más de espermatozoides por mililitro.

Buena (B)= Semen opaco, lechoso con 400 a 750 millones de espermatozoides por mililitro.

Regular (R)= Semen como leche aguada con 250 a 400 millones de espermatozoides por mililitro.

Mala (M)= Semen translucido u acuoso con menos de 250 millones de espermatozoides por mililitro.

### **2.3. Ultrasonografía del tracto reproductivo el toro (estructuras normales y patológicas):**

Está indicada para determinar exactamente el tamaño testicular, identificación de masas intratesticulares, evaluación de líquidos intraescrotales, epidídimo y cordón espermático. La utilización de ultrasonografía rectal permite examinar las glándulas genitales accesorias y el

abdomen en busca de testículos intra-abdominales. Se realiza el estudio preferentemente luego de la toma de muestra seminal, momento en que el macho está dócil (Brejov, G. et al., 2013).

Resulta imposible lograr un criterio de salud definitivo o de certeza del aparato genital masculino a través de la palpación pues existe una limitante para aquellas estructuras que por su tamaño reducido o su localización no son palpables (Cartee et al., 1986 y González y Herrera, 1992).

Si tenemos en cuenta el enorme valor de los toros para inseminación artificial industrial en términos de mejoramiento genético y de dinero, la proporción macho/hembra para producción de carne, y la inquietante reintroducción de toros en los hatos, es indispensable a considerar el mantenimiento óptimo de la fertilidad del toro como un factor clave en el éxito de toda industria ganadera. Normalmente, la fertilidad del toro es el último factor a considerar cuando una disminución en el rendimiento reproductivo se mide en un rebaño (Brejov, G. et al., 2013).

### **2.3.1. Técnicas**

- **El examen externo**

El toro debe ser sujetado adecuadamente para garantizar un examen seguro. La sedación ligera (xilazina 0.01 a 0.02 mg/kg por vía intravenosa) puede ser necesaria para toros agresivos y/o con ansiedad. Una evaluación visual del toro y su escroto se realiza mientras el animal está relajado acercándose a ella por detrás, utilizando las mismas precauciones en cuanto a los exámenes transrectales. Los toros se evalúan en cada control por medio de una inspección general a corral y luego una inspección en particular y palpación en el cepo, desde posterior examinando: escroto, testículos, epidídimos, cordones espermáticos y linfonódulos escrotales (Monina et al., 2003).

- **Estructuras anatómicas testiculares y anexos que son observadas por ultrasonido**
  - CE: Cordón espermático
  - CA: Cabeza del epidídimo
  - CU: Cuerpo del epidídimo
  - CO: Cola del epidídimo
  - PT: Parénquima testicular
  - MT: Mediastino Testicular

En la ultrasonografía la ecotextura testicular se observa más ecogénica (fibrosis) o con presencia de zonas hiperecoicas (mineralización) dispersas a lo largo de los testículos, con visualización de sombra acústica.

Quiste testicular: no es infrecuente poder observar lesiones quísticas en el interior del testículo, apreciando quistes parenquimatosos y quistes de albugínea hasta en un 10 y un 0,7% respectivamente. La ecografía es la técnica diagnóstica de elección para la identificación y la localización de las lesiones intraescrotales quísticas (intratesticulares o extra testiculares). Las lesiones quísticas en los testículos y epidídimos se han reportado en numerosas especies incluyendo la bovina (Matuszewska y Sysa, 2002).

### **2.3.2. Patologías testiculares**

Degeneración testicular: es un proceso patológico que se caracteriza por alteraciones degenerativas y necróticas de las células seminales. El tejido testicular posee gran poder de regeneración. La lesión raramente es visible a simple vista, a menos que el trastorno exista desde algún tiempo. Es una condición adquirida que se caracteriza por la pérdida de la integridad testicular, conduciendo eventualmente a una disminución en el tamaño. Es una causa importante en la infertilidad en los toros y aumenta progresivamente con la edad. El diagnóstico se basa en

la historia, la exploración escrotal, análisis de semen y la ecografía. En el estudio ultrasonográfico, el tejido testicular pierde su arquitectura y se convierte en hiperecoico (fibrosis) con el tiempo y se caracteriza por presencia de efectos que emiten sombra acústica (Brejov, G. et al., 2013).

**Hematoma:** Es una condición poco común que siempre está relacionado con un evento traumático. En la imagen ecográfica, un hematoma aparece como una estructura redonda anecoica o hipoecoica, dependiendo de su etapa de organización. Muestra si hay rotura testicular y su grado. Existe pérdida del patrón homogéneo testicular con presencia de *hematocele*. Con el tiempo, el examen ultrasonográfico revela una masa multilobulada de ecogenicidad mixta con una cápsula definida ecoica (Brejov, G. et al., 2013).

**Abscesos testiculares:** Pueden tener frecuentemente un origen metastásico. Tienen una apariencia muy heterogénea en la ecografía, relacionada con la etapa de organización.

**Hidrocele:** Es la acumulación de líquido en la túnica vaginal que rodea el testículo, causando inflamación indolora del escroto, tejido linfático, epididimitis. Normalmente, el vaginalis cavum (espacio entre la lámina visceral y la lámina parietal de la túnica vaginal, es un espacio virtual, menor a 2 mm) (Gnemmi y Lefebvre, 2010). En el caso de hidrocele, el espacio entre las capas de la túnica aumenta de volumen y puede llegar a medir unos pocos centímetros. En la imagen ecográfica, el espacio aparece anecoico con puntos ecogénicos. Habitualmente se sitúa en la cara anterolateral del testículo y su contenido es completamente transónico. Cuando el hidrocele es secundario a infección o a un traumatismo o bien se complican secundariamente el contenido interno puede ser de mayor densidad y las cubiertas encontrarse engrosadas (Brejov, G. et al., 2013).

Hematocele: Es la presencia de sangre dentro del vaginalis cavum. El espacio aparece anecoico y se convierte en hiperecoico con el tiempo. Las tunicas estarán más o menos aumentadas de tamaño, con hematocele, el epidídimo puede estar engrosado o no y se apreciará la afectación o integridad del testículo. El ecodoppler en principio tiene que ser normal salvo en traumatismos que afecten a la irrigación testicular.

Hipoplasia: se define como testículos más pequeños (uno o dos testículos) que lo normal para la edad y se presume congénita, asociada con anormalidades de las células germinales. La hipoplasia testicular es probablemente la anormalidad reproductiva más común en toros jóvenes y generalmente se considera que tiene un gran componente hereditario. Las hipoplasias pueden ser clasificadas desde el punto de vista histológico en base a la población celular predominante en los túbulos seminíferos (Hafez, 2000).

Hipoplasia total: los túbulos presentan células de Sertoli pero no tienen células germinales. Los túbulos son reducidos en diámetro y tienen una membrana basal muy delgada con hiperplasia de células intersticiales o de Leydig (Sisson, 1996).

Hipoplasia parcial: los túbulos presentan células germinales y la espermatogénesis varía en los diferentes túbulos desde nula a normal. En la imagen ecográfica, el parénquima testicular aparece hipoecoico comparado con su ecogenicidad normal.

Neoplasia: A menudo suele pasarse por alto si se realiza una rápida evaluación, pero con detenimiento se detectan y suelen ser informadas. El animal se presenta normalmente con una ampliación unilateral del escroto. Los tumores pueden ser hiperecoicos (calcificación o fibrosis), sin ecos, o de ecogenicidad mixta y generalmente no presentan dificultad para ser distinguidos desde el parénquima testicular normal (Sisson, 1996).



### **2.3.3. Anomalías del epidídimo:**

Epididimitis: Se examinan los epidídimos, determinando el tamaño, simetría, consistencia, forma, posición y movilidad, tanto en la cabeza como en el cuerpo y cola, los deferentes y los ganglios inguinales. Los toros con epididimitis y/o espermioestasis generalmente presentan cabeza o cola del epidídimo muy duros y/o aumentados de tamaño dos o tres veces más que lo normal. La epididimitis aguda se caracteriza por hipoecogenicidad causada por la presencia de exudados. En la forma crónica, el parénquima testicular se observa más heterogéneo y ecoico. En algunos casos se puede ver tumefacciones, que ecográficamente se observan como granulomas.

Hiperplasia del tejido linfático: Puede estar presente en los casos de enfermedades infecciosas virales y puede causar la compresión del plexo pampiniforme (que conduce a hidrocele). En la ecografía el tejido linfático aparecerá hipoecoico (Sisson, 1996).

Hernia inguinal: Un cuello escrotal ampliado es muy indicativo de una hernia inguinal.

El ecografista puede distinguir asas intestinales con un contenido móvil dentro de la túnica vaginal. En raras ocasiones, el gas intraluminal es también observado y el epiplón aparece como un área más hiperecoica (Gnemmi y Lefebvre, 2010). Puede estrangularse el asa intestinal y dar cólico y muerte.

Torsión del cordón espermático: Es muy rara en el toro. La posición vertical de los testículos hace que la torsión no se produzca fácilmente. La torsión testicular en el toro puede dar problemas clínicos cuando supera los 180° (Gnemmi y Maraboli, 2007).

En estos casos tenemos una dilatación del cordón testicular en distal de la torsión, un aumento del diámetro testicular y una disminución de la ecogenicidad del mismo.

### **3. MARCO REFERENCIAL**

#### **3.1. Ubicación geográfica**

El trabajo de campo se realizó en la estancia Nápoles del municipio de San Borja, provincia José Ballivián del departamento del Beni, perteneciente al señor Edmundo Guiteras. Presenta un clima tropical húmedo durante todo el año, la vegetación original es de la selva tropical, la temperatura media es de 26°C, pudiendo llegar hasta los 35°C, y con una precipitación fluvial de 1800 mm, al noroeste limita con Reyes, al oeste con Rurrenabaque, al suroeste con el departamento de La Paz, al sur con la provincia Moxos. Presenta 16.237 habitantes y su altura es de 526 msnm.

#### **3.2. Materiales e Insumos**

Para la realización de la presente investigación, se utilizaron los siguientes elementos en la recolección de datos de campo.

- **Semovientes**

El estudio se realizó en 90 toros de la raza Nelore 7 y 8 años de edad.

#### **Materiales de laboratorio**

- Microscopio monocular con lentes de 10X, 40X y 100X
- Porta objetos
- Cubre objetos
- Micro pipeta
- Tips de 0.5 para micropipeta
- Tubos de ensayo graduados
- Gradillas para tubos de ensayo

**Equipo de trabajo**

- Electro eyaculador modelo EP. vet
- Ecógrafo modelo Mindray DP 10 vet
- Escrotimetro
- Bolsas de colecta
- Guantes de palpación
- Vaso colector
- Papel Aluminio
- Gel Ecogénico

**Materiales de campo**

- Cámara fotográfica
- Balde de agua
- Linterna
- Tijeras
- Alcohol
- Cuaderno

**Materiales de gabinete**

- Equipo de computación
- Escritorio
- Bolígrafo
- Planilla de registro

### **3.3. Métodos y Procedimientos de la Recolección de Datos**

El trabajo de investigación, en cuanto al levantamiento de datos de campo, se realizó en el mes de octubre del año 2015

#### **- Preparación de toros**

#### **- Desarrollo**

Se tomará el total de toros de monta natural (90) separados del grupo de hembras, 45 días antes de ser evaluados y donde se les administrará:

- Ivermectina al 3.15% dependiendo al peso vivo de cada uno, 1 ml/50 kg. PV. SC.

- Olivitasan Plus (Vitaminas y minerales) 20 ml totales por animal IM.

Pasados los cuarenta y cinco días, se reunieron los toros en un potrero para luego ingresarlos uno por uno al brete, y realizar la evaluación de circunferencia escrotal y calidad seminal.

#### **- Circunferencia escrotal**

Para medir la circunferencia escrotal se tomó con una mano firmemente el cuello del escroto, haciendo descender los testículos, y con la otra se procedió a la medición con el escrotímetro en el punto de mayor circunferencia escrotal.

#### **- Colecta**

Se realizó con el ingreso del toro al brete, donde se lo sujetó para que éste no dificulte la colecta del semen (cepo), posteriormente se procedió a sacar las heces fecales del tracto del toro, para

poder introducir el electro eyaculador, para que éste se estimule y eyacule en las bolsas de colecta.

- **Motilidad masal**

En la evaluación de la motilidad masal, se valoró la formación y progresión de ondas producidas por la masa espermática en movimientos y con los rangos sugeridos. Donde las ondas fueron observadas mediante un microscopio óptico (monocular) con un aumento de 10X colocando una gota de 20 ul de semen puro en un porta objeto para poder observar el mismo.

- **Motilidad individual**

Para la observación de la motilidad individual fueron necesarios porta y cubre objetos nuevos, perfectamente limpios, para la preparación de las muestras. Se preparó la primera muestra con semen sin diluir, incluso cuando la cantidad de los espermatozoides hiciera difícil la determinación de las células con movimientos progresivos. La evaluación se realizó en correlación a la motilidad masal, otorgando un valor porcentual al comportamiento masal del eyaculado para poder obtener el individual.

- **Planilla y registro**

Se llevaron registros reproductivos en las estancias ganaderas del Beni.

## 4. RESULTADOS

A través de diversos análisis estadísticos, se determinaron los resultados de la investigación, en cuanto a la correlación entre las distintas variables evaluadas.

### 4.1. Variables de respuesta

Las variables dependientes estudiadas fueron, circunferencia escrotal y calidad seminal (apariencia y color) y también microscópicamente (motilidad individual y masal) en relación a la raza y edad; además de la circunferencia escrotal.

### 4.2. Factores de estudio

**Cuadro 3.1. Variable Independiente**

Factores de estudio	Niveles de factores
Edad	Nacidos 2008
	Nacidos 2007
Cabañas	HD Hermanos Díaz
	JT Jorge Tobías

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro 3.2. Variable Dependiente**

Característica testicular	Calidad seminal
Circunferencia escrotal (cm)	Color
	Motilidad masal
	Motilidad individual
	Volumen (ml)

Fuente: Elaboración Propia

### Diseño Experimental

Se empleó el diseño completamente al azar con arreglo factorial.

### Análisis de varianza

Se realizó el análisis de varianza para un diseño completamente al azar considerando el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  Una observación cualquiera de la variable de respuesta

$\mu$  Media poblacional

$\alpha_i$  Efecto de la i-esima cabaña

$\mu_j$  = Efecto de la j-esima edad

$\mu_{ij}$  = Efecto de la interacción de la i-esima cabaña con la j-esima edad

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental

### **Prueba de medias**

En caso de existir significancia en el análisis de varianza se realizó la prueba de medias de Duncan con un  $\alpha = 0.05$ .

### **Correlación y Regresión de Pearson**

Para la determinación de la relación entre la circunferencia escrotal y el volumen del eyaculado se realizó la correlación y la regresión de Pearson.

### **Prueba de independencia de Chi-cuadrado**

Para determinar la independencia o dependencia de las variables cualitativas de las características seminales se realizó la prueba de independencia de Chi-cuadrado.

### **4.3. Cálculos Estadísticos**

En el Anexo 4 se pueden observar los cálculos realizados para el desarrollo de todo el análisis estadístico de este proyecto.



Dentro de los mismos, se hallan los análisis de las variables de estudio, así como las relaciones y correlaciones existentes entre las mismas.

#### **4.4. Síntesis de Resultados**

##### **4.4.1. Análisis de varianza, volumen del eyaculado**

En la prueba Duncan todo no significativo

Carimbo de animales de 8 años el promedio es de 4.44 ml

Carimbo de animales de 7 años el promedio es de 4.36 ml

En cuanto a la cabaña la relación por volumen de eyaculado es la siguiente

Cabaña Jorge Tobías (JT) eyaculado promedio de 4.26 ml

Cabaña Hermanos Díaz (HD) eyaculado promedio 4.46 ml

##### **4.4.2. Análisis de varianza en circunferencia escrotal**

En la prueba la circunferencia escrotal no tiene significancia

Animales de 8 años tienen en promedio de tamaño de C.E. 33.19 cm

Animales de 7 años tienen en promedio de tamaño de C.E. 32.93 cm

En cuanto a las cabañas el tamaño de la circunferencia escrotal es la siguiente

Los animales de provenientes de cabaña de Santa Cruz Hermanos Díaz (HD) tienen como promedio 33.37 cm de C.E.

Los animales provenientes de cabaña del Beni Jorge Tobías (JT) tienen como promedio 32.82 cm de C.E.

Se tiene una correlación positiva baja, pero significativa de 0.2494 entre el volumen de eyaculado y la circunferencia escrotal entre las edades de 7 y 8 años.

#### **4.4.3. Análisis de varianza de regresión**

Existe significancia en la relación entre Volumen de eyaculado y la Circunferencia escrotal, de esta manera se acepta la hipótesis alterna para regresión (B diferente de 0)

$$Y = -0.83123 + 0.15509$$

$$Y = a + b$$

$$VE \quad CE$$

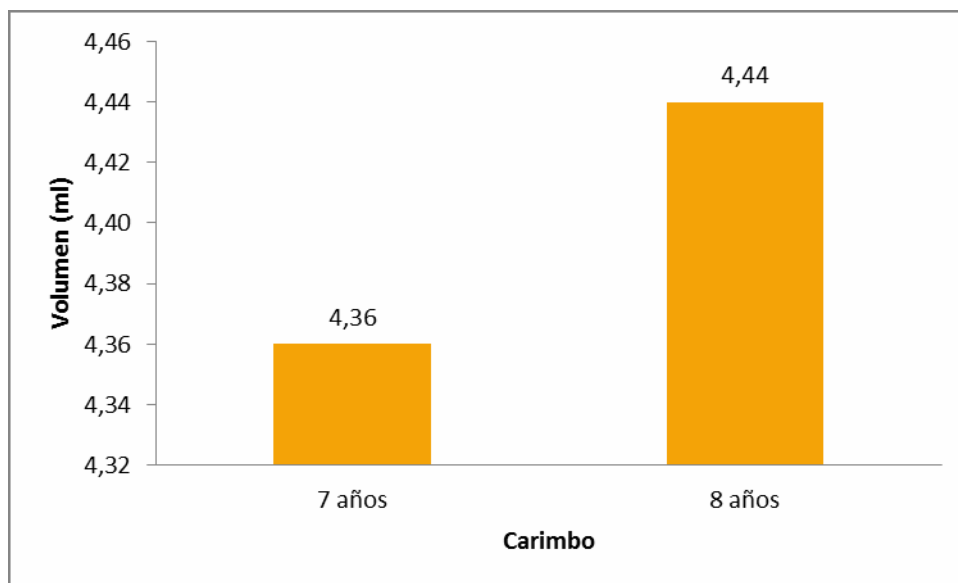
$$VE = -0.83123 + 0.15509 CE$$

Por cada centímetro que se incremente en la C.E. se tendrá un incremento del volumen de eyaculación en un 0.15509 ml

#### 4.5. Gráficos de los Resultados

A continuación se presentan los gráficos estadísticos de los principales resultados obtenidos en la presente investigación.

**Gráfico 4.1. Carimbo vs Volumen**



Fuente: Elaboración Propia

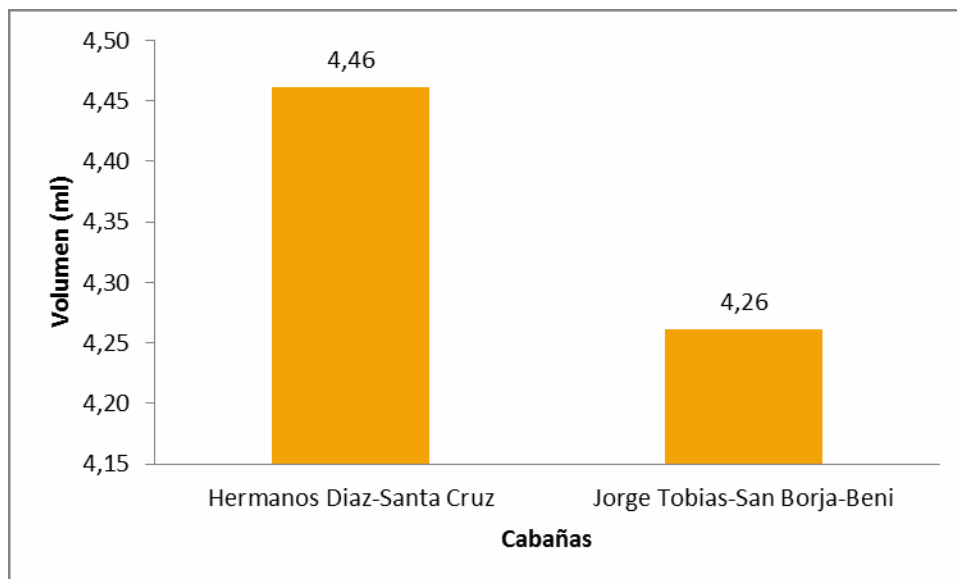
El gráfico número 4.1. indica que los toros de 7 años de edad tienen un promedio menor (4,36 ml frente a 4,44 ml) de volumen de eyaculación que los pertenecientes a los 8 años de edad. Se interpreta que los toros más jóvenes tienen menor volumen de eyaculación.

Por lo tanto se puede afirmar que a mayor tamaño testicular (como lo supone la edad del animal) mayor será la circunferencia escrotal y por lo tanto el volumen eyaculado también es mayor.

Según Smith y Wiltbank (1981-1982), la capacidad de producción de espermatozoides y el volumen de eyaculado en los toros está dada por la medida de circunferencia escrotal, a mayor edad y tamaño mayor la producción. Cuando los toros se encuentran en un programa de colectas con vagina artificial, como en los centros de inseminación artificial, la densidad y el volumen del eyaculado puede proveer alguna información en cuanto a la capacidad de producción de esperma. De cualquier manera, con la electro eyaculación, hay muchos factores que afectan el volumen y la densidad de las muestras seminales, haciendo que estas características no sean importantes al evaluar la calidad del semen.

No obstante cuando se colectan varios mililitros de un semen concentrado con razonable facilidad se puede inferir que el toro en cuestión, es capaz de producir buenos eyaculados. Normalmente los toros adultos que han tenido un descanso sexual adecuado y son manejados con calma producen semen de buena calidad por electro eyaculación.

Cardellino R. 1999, reporta la producción de espermatozoides está asociada en forma directa con la pubertad. Berdugo J. (1994), sostiene que la edad de pubertad depende de variaciones propias que hay entre las razas de carne. Así se explica en general que las razas de tamaño adulto grande con altas ganancias de peso generan mayor volumen de eyaculado a mayor edad.

**Gráfico 4.2. Procedencia vs Volumen**

Fuente: Elaboración Propia

Se observa en el gráfico número 4.2. que los toros provenientes de la cabaña Hermanos Díaz, del departamento de Santa Cruz, tienen un promedio mayor de volumen de eyaculación (4,46 ml en comparación con 4,26 ml) con respecto a aquellos que provienen de la cabaña Jorge Tobías, del departamento del Beni. Esto implica una diferencia pequeña pero importante puesto que para factores de monta natural una mínima cantidad puede hacer la diferencia entre preñez y animal vacío.

Esta diferencia de (0.2 ml) puede deberse a varios factores, entre los cuales se puede nombrar la alimentación, diferentes pasturas, el estrés, el cuidado del ganado y/o también diferencias en los factores ambientales o climáticos que afectan esta característica de los especímenes, pudiendo incluso estar inmersos en esto la humedad o la temperatura similar, pero diferente entre una y otra ciudad de procedencia.

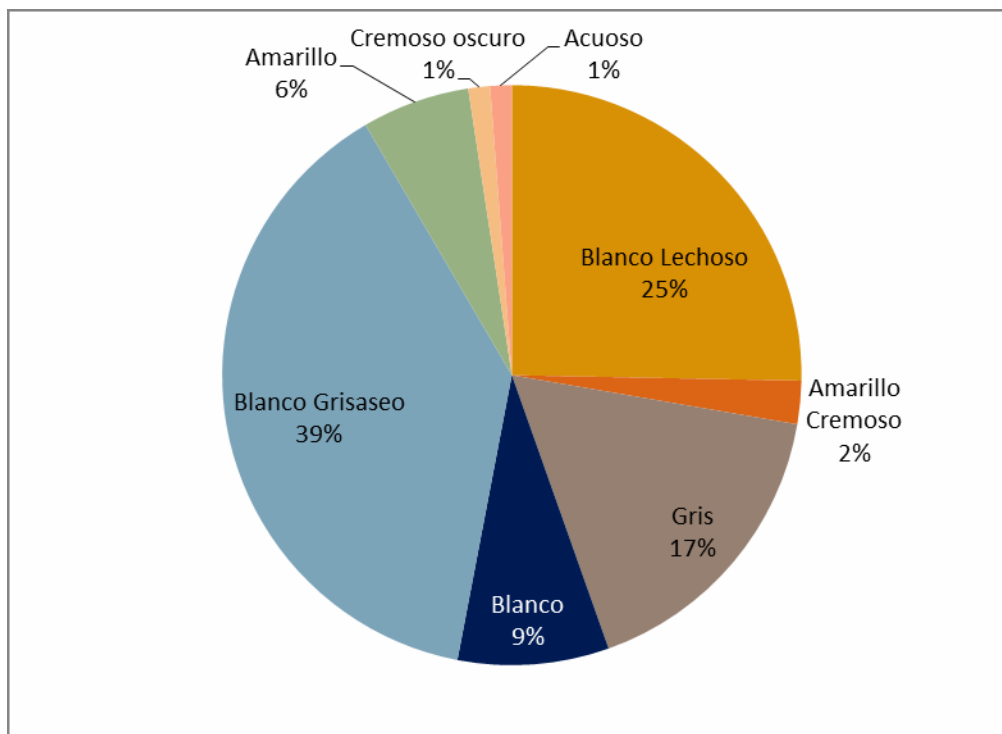
En lo relacionado al calor y la temperatura, Kastelic J. (2002) evaluó lo expresado por autores como Salisbury G. (1974) Y Hafez E.S.E (1989), y logró establecer que para que se produzcan espermatozoides fértiles, los toros deben contar con una temperatura testicular de 2 a 6 grados centígrados menor que la temperatura corporal central y presentar en promedio temperatura de 35.5, 34.6, 33.1 grados centígrados respectivamente en la cabeza, cuerpo y cola del epidídimo.

Barth A. (2000), reporta que el estrés prolongado provoca cuadros de degeneración testicular, que pueden variar de ligera hasta aplasia completa del epitelio seminífero, según la intensidad y el tiempo de acción del estímulo. Además, según cita de Spitzar L. (2000), se provoca un aumento de espermatozoides con anomalías de cabeza, periforme, alargados y estrecha. En casos severos podría provocar una azoospermia.

En la alimentación, Barth A. (2000) cita que los factores nutricionales más comunes que afectan la calidad seminal incluyen la obesidad y sobrealimentación, las diferencias calóricas (raciones bajas en energía disminuyen la libido y la producción de testosterona), proteínicas (especialmente en machos jóvenes), vitaminas y de minerales (deficiencias de yodo, cobre, cobalto, zinc y magnesio afectan la producción de semen y la fertilidad, igualmente es causa de baja de libido) y agentes tóxicos (los estrógenos vegetales, además las tierras raras y radiaciones ionizantes).

Las dietas ricas en energía según Coe P. (1999) permiten a animales jóvenes de 12 meses una circunferencia escrotal mayor, pero por el contrario en animales mayores se ve transformado en grasa lo que conlleva a una mala termorregulación de los testículos. Además de anomalías de aplomos y conformación. De igual forma según Larson R. (1997) las dietas ricas en energía, constituyen una de las causales de ruminitis y abscesos de hígado que conducen a vesiculitis y epididimitis.

**Gráfico 4.3. Color y aspecto del Semen eyaculado**



Fuente: Elaboración Propia

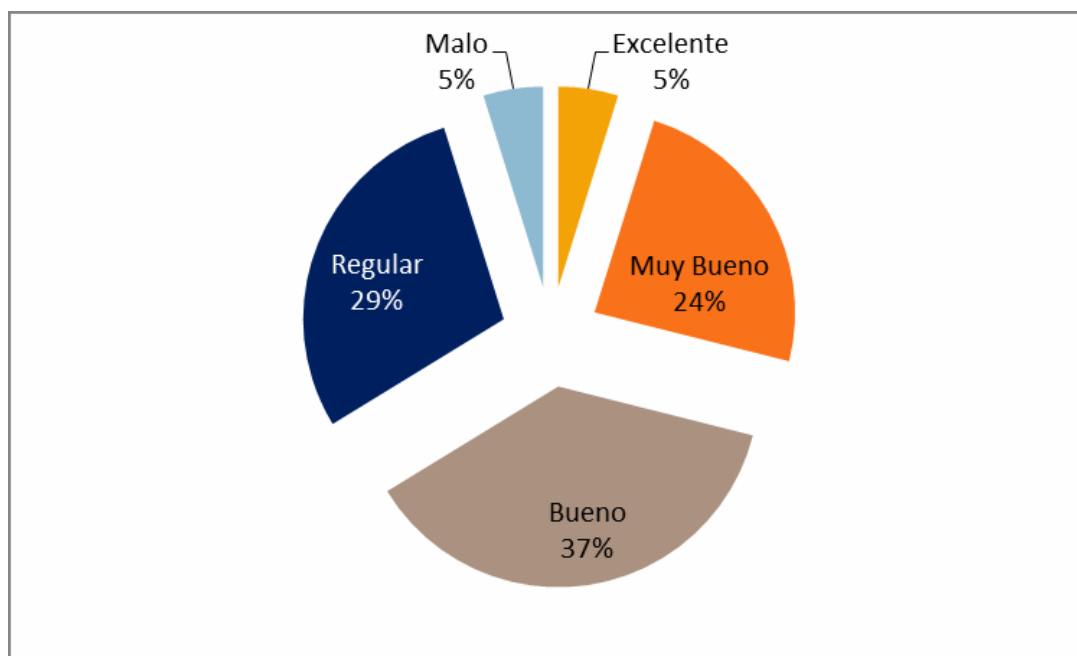
Se observa en el gráfico número 4.3. Que la mayor parte de los toros en estudio (39%), 32 en total, eyaculan semen de color blanco grisáceo, seguidos de aquellos que presentan un 25% (21 especímenes) de semen de color blanco lechoso y aquellos que presentan un semen de color gris, con el 17% de la muestra (14 especímenes). Se aprecia también que los colores menos frecuentes son el cremoso oscuro y el acuoso, con apenas un 1% de especímenes en ambos casos.

Se puede comparar la bibliografía, la cual describe a la coloración del semen dependiendo de la cantidad de espermatozoides; cuando el semen es de buena calidad, presenta una coloración blanco lechosa o cremosa y cuando es de baja calidad su color es similar a leche aguada (Hafez 1998).

Según Barth A (2000), el color del semen posee una coloración blanquecina o ligeramente amarillenta y su opacidad se halla en función de la concentración espermática. Los eyaculados muy buenos tienen apariencia granulosa con una concentración de 750 a 1.000 millones o más de espermatozoides por mililitro. Los eyaculados Buenos, semen opaco, lechoso con 400 a 750 millones de espermatozoides por ml. Los de tipo Regular, semen con leche aguada con 250 a 400 millones de espermatozoides por ml. Aquellos que presentan eyaculado Malo, semen translúcido y acuoso con menos de 250 millones de espermatozoides por ml.

Pero también dice que la coloración puede variar de acuerdo a factores de alimentación, genética, o idiosincrasia del animal.

**Gráfico 4.4. Movimiento Individual de Espermatozoides**



Fuente: Elaboración Propia



Se observa en el gráfico número N°4.4. Que la mayor parte de los toros en estudio 37% (31 de 83 animales) que entraron a la prueba, tienen un movimiento individual de espermatozoides bueno, seguidos del 29% (24 de 83), que tienen un movimiento regular, el 24% (20 de 83) que tienen un movimiento muy bueno. Asimismo, los menores porcentajes, 5% en ambos casos, pertenecen a los casos con movimiento malo y excelente, respectivamente, brindando un número de (4 de 83 animales) para ambos casos.

Según Salisbury (1978), Hafez (1989) y Barth (2000), la clasificación se muestra bajo parámetros que se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 4.1. Motilidad**

<b>Valor descriptivo</b>	<b>% células móviles</b>
Muy buena	80-100% de células móviles
Buena	60-79% de células móviles
Regular	40-59% de células móviles
Mala	Menos de 40% de células móviles

Fuente: Salisbury (1978)

La motilidad según Echeverry (2005) permite predecir la fertilidad o habilidad para congelar, ya que la motilidad post - descongelación es frecuentemente usada para ajustar la concentración de espermatozoides por pajilla, cuando el semen se designa para I. A. y puede ser medida de la siguiente manera.

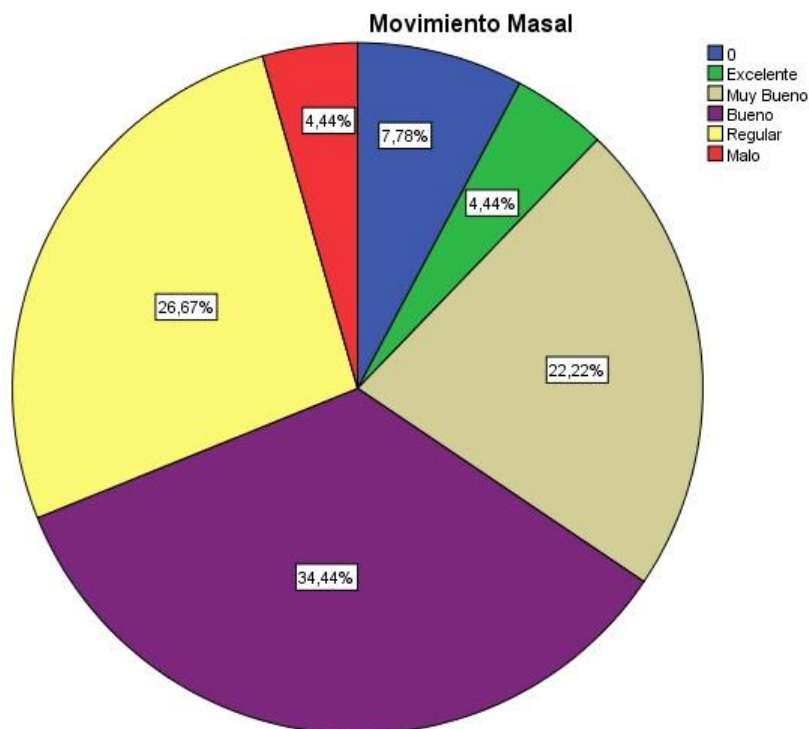
**Cuadro 4.2. Escala basada en la velocidad de movimiento de las células móviles**

<b>Valor descriptivo</b>	<b>Velocidad del movimiento</b>
0	* Sin movimiento
1	* Leve movimiento de cola sin desplazamiento progresivo
2	* lento movimiento de cola con algo de movimiento progresivo
3	* Movimiento progresivo a velocidad lenta
4	* Movimiento progresivo rápido
5	* Movimiento progresivo rápido donde es difícil de seguir la célula determinada.

Fuente: Barth (2000)

El movimiento progresivo de los espermatozoides mínimo aceptable de motilidad es del 25% de células motiles con una velocidad tipo 3 inmediatamente después de eyaculado y un 15% de células motiles con una velocidad tipo 2 luego de 2 horas de incubación a 37° C, para ser considerada viable (30).

**Gráfico 4.5. Movimiento Masal de Espermatozoides**



Fuente: Elaboración Propia

Se observa en el gráfico número 4.5. Que la mayor parte de los toros en estudio 34,44% (31 de 90 animales) que fueron sometidos a la prueba presentan un movimiento masal de espermatozoides calificado como bueno, seguidos del 26,67% (24 de 90) que tienen un movimiento regular y el 22,22% (20 de 90) que presentan un movimiento muy bueno. Asimismo, los menores porcentajes, 4,44% (4 de 90) en ambos casos, pertenecen a los casos con movimiento malo y excelente, respectivamente. Es muy importante también aclarar que el 7,77% (7 de 90) no presentaron eyaculación.

Según Barth A. (2000), reseña que la motilidad masal es el resultado de la concentración espermática, el porcentaje de células con movimiento progresivo y velocidad de movimiento de

los espermatozoides. Lo cual provoca movimientos de flujo y la existencia de verdaderas “olas” de zoospermios, que al estar disminuidos o en baja concentración provocan disminución.

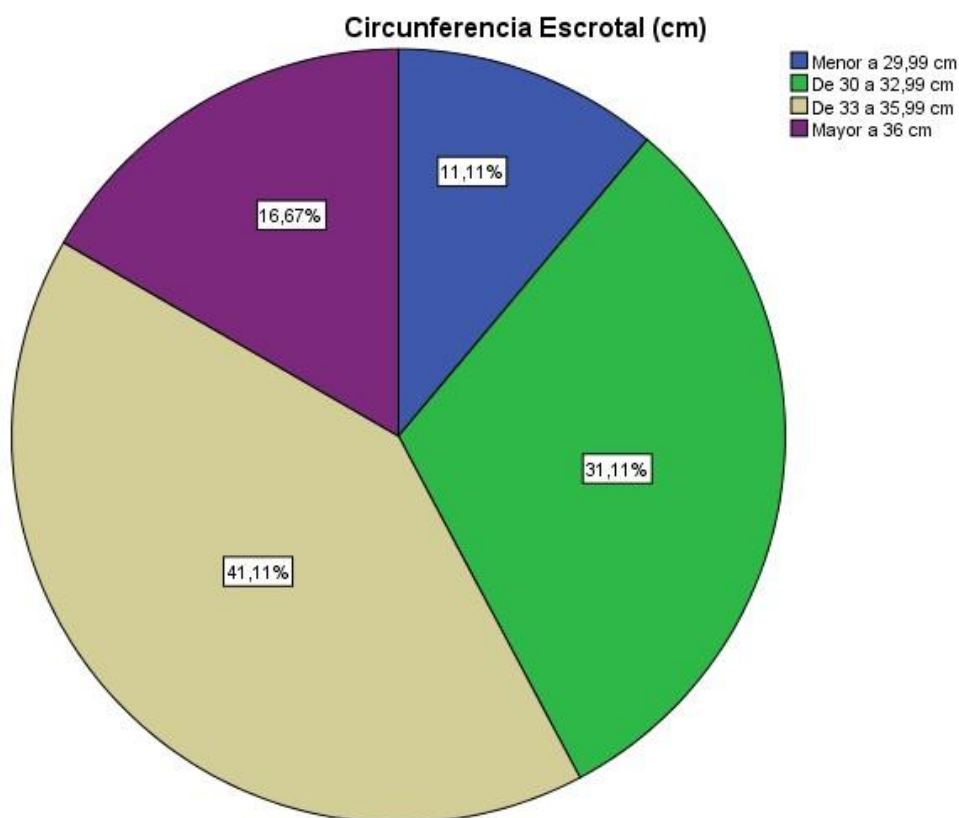
Palacios C. J. (2005) indica, que la observación se hace sobre una gota de semen de 5 a 10 mm de diámetro, colocada sobre un porta objetos tibio y sin cubre objetos. La observación se realiza, con semen sin diluir y bajo un campo luminoso y con un aumento de 40-125 x observando varios campos microscópicos.

Según Derivaux (1976), Morrow (1986), Hafez (1989), la calificación se realiza bajo los parámetros que se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 4.3. Escala basada en el porcentaje de células móviles y criterio evaluativo**

VALOR DESCRIPTIVO	ASPECTO DEL MODELO	% CÉLULAS MÓVILES	CRITERIO EVALUATIVO
Muy buena	Movimiento en ondas vigorosas y en remolinos rápidos	80-90%	++++
Buena	Remolinos y ondas más lentas	60-80%	+++
Regular	Sin remolinos, pero con oscilaciones generalizadas	40-60%	++
Mala	Escasa o ninguna motilidad	0-40%	+ o -

Fuente: Derivaux (1976), Morrow (1986), Hafez (1989)

**Gráfico 4.6. Circunferencia Escrotal**

Fuente: Elaboración Propia

Se observa en el gráfico número 4.6. Que la mayor parte de los toros en estudio 41,11% (37 de 90 animales) presentan una circunferencia escrotal mayor a los 36 centímetros. En segundo lugar se sitúa el 31.11% (28 de 90) presentando una circunferencia escrotal desde 33 a 35.99 centímetros, entre las circunferencias escrotales que tienen menor porcentaje, se puede numerar circunferencias de 30 a 32,99 centímetros, con el 16,67% (15 de 90) y por último el 11.11% que representa 10 de 90 animales sometidos a tratamiento con una circunferencia escrotal menor a los 29.99 centímetros

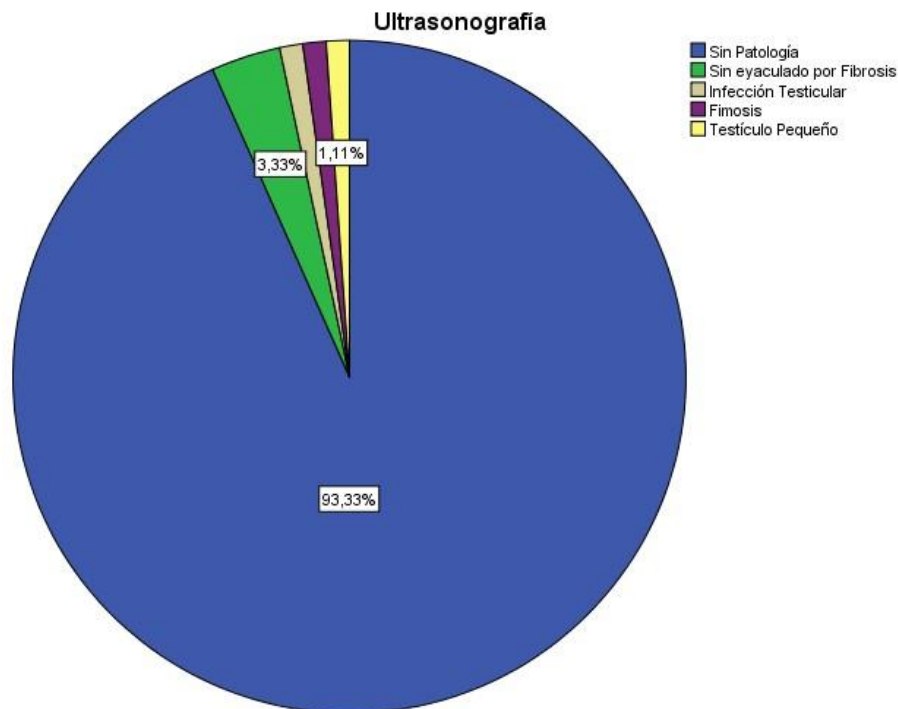
El cuadro siguiente muestra lo siguiente en relación a la circunferencia escrotal en animales Nelore y Brahman (Fuente: Brahman: Morris Texas AM University - U.S.A. Nerole: Witt y Col. Ceres - S. Fe II Jornadas CAD. A Río Cuarto.)

**Cuadro 4.4. Circunferencia Escrotal Bos Indicus**

<b>EDAD MES</b>	<b>R. BRAHMAN</b>	<b>R. NEROLE</b>
	<b>C. C. en cm</b>	<b>C.E. en cm</b>
17 - 20	29	25
20 - 23	31	27
23 - 26	32	31
27 - 30	33	32
36	36	33

Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico 4.7. Ultrasonografía**



Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico número 4.7. Se puede observar que la mayor parte de los toros en estudio 93,33% (83 animales) no presentaron ninguna patología, por lo tanto la teoría con la práctica están correlacionadas, testículo sin lesión aparente no presenta complicaciones en el eyaculado. El 3,33% (3 animales) sometidos a tratamiento no presentaron eyaculación, los cuales fueron observados al momento de la ultrasonografía debido a problemas de fibrosis testicular (exceso de mineralización en los testículos) Finalmente, el 1,11% (1) por cada caso detallado de los toros, presentaron pus a nivel testicular (por parasitosis externa), fimosis a nivel peniana lo cual dificultaría el eyaculado (animal descartado) y testículo pequeño el cual tampoco tuvo eyaculado, respectivamente.

Según Coulter, (1991); Töszér *et al.*, (1994), los testículos pueden sufrir alteraciones físicas, entre otras, permanentes o pasajeras, adquiridas o congénitas, heredables o no. Las anomalías del desarrollo afectan físicamente a los testículos y son permanentes; las más importantes son la criptorquidia, la hipoplasia, el descenso incompleto y el tamaño reducido de los testículos. Pero también el constante uso y abuso de la mineralización en animales de monta genera fibrosis testicular.

Un estudio científico en México llamado “Anomalías del desarrollo testicular y escrotal en toros de tres razas en el sureste de México” demuestra las frecuencias de las anomalías diagnosticadas en cada raza.

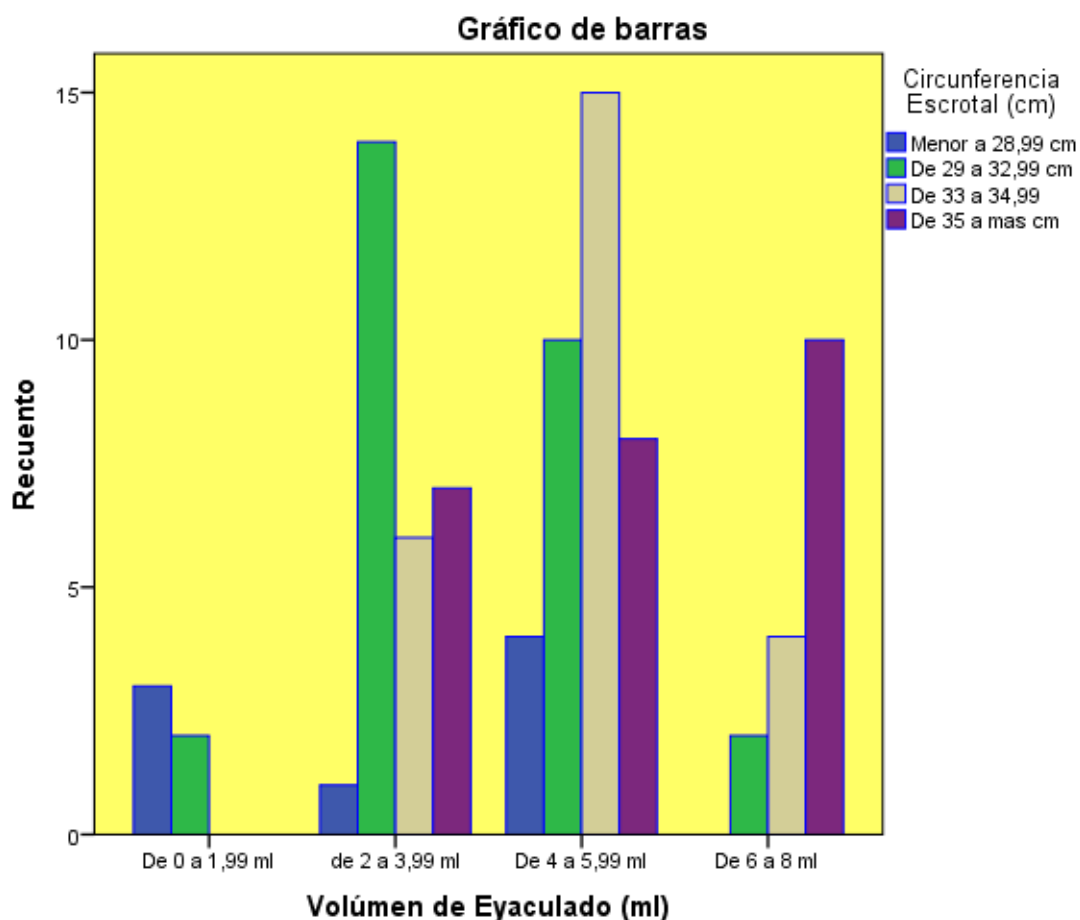
En los toros Brahman se diagnosticó un total de 17 casos de anomalías (8.37%), con porcentajes de 0.5 a 3% de cada tipo (hipoplasia, criptorquidia, descenso incompleto y escroto corto).

En las razas Nelore y Pardo Suiza se diagnosticaron únicamente tres tipos de anomalías, en un porcentaje similar: 6.87% en la Nelore (11 casos en 160 toros) y 6.88% en la Pardo Suiza (15 casos en 218 animales). Las diferencias entre las razas no fueron significativas ( $P > 0.05$ ).

Por lo tanto se puede decir que los datos obtenidos en el trabajo están muy relacionados con casos similares. Diagnosticar la patología testicular mediante ecografía es muy útil y beneficioso para la medicina veterinaria.



**Gráfico 4.8. Volumen vs Circunferencia Escrotal**

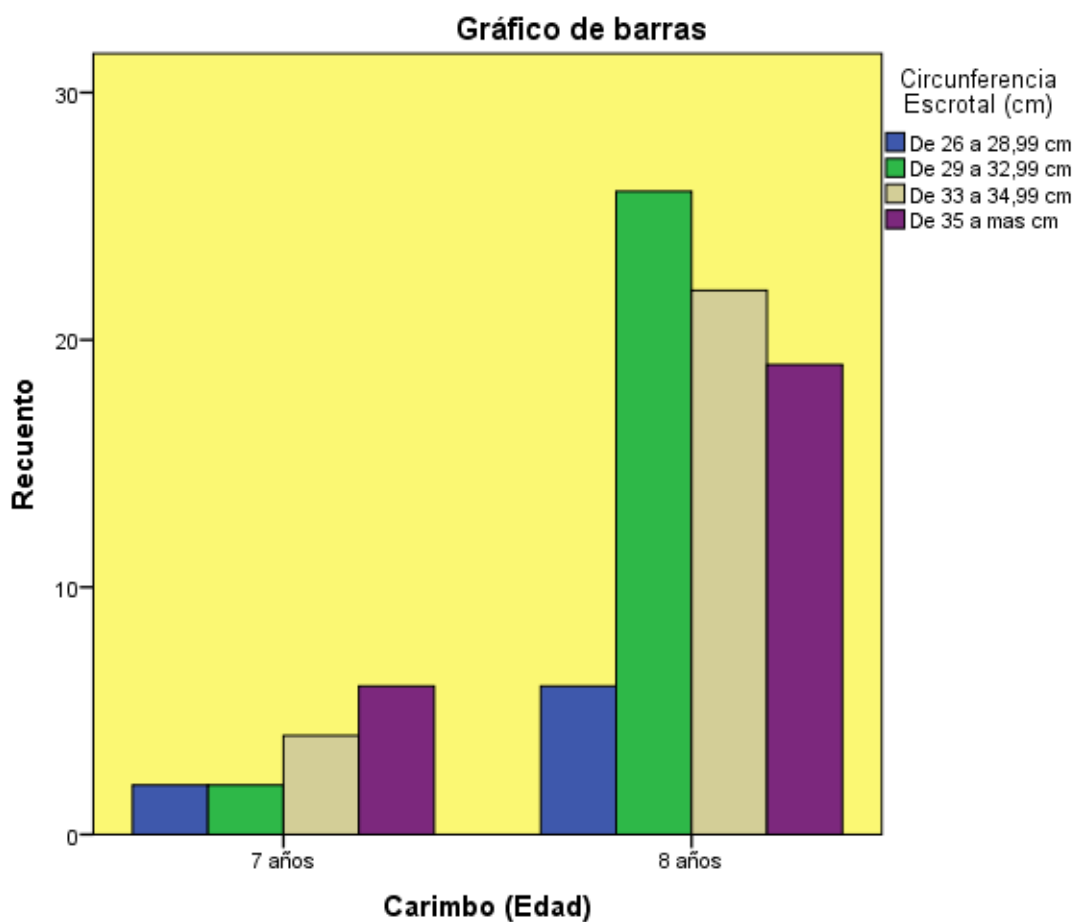


Fuente: Elaboración Propia

Se observa en el gráfico 4.8 que en general, los toros que presentan mayor volumen de eyaculado, tienen circunferencias escrotales superiores. Esto es evidente si se considera que el menor rango de volumen de eyaculado (de 0 a 1,99 ml) no posee especímenes con una circunferencia escrotal mayor o igual a 35 cm, mientras que en el otro extremo del gráfico, los especímenes que tienen un volumen de eyaculado de 6 a 8 ml, presentan circunferencias escrotales incluso mayores a 36 cm.

Hafez (1989) dice la calidad y el volumen de eyaculado del semen varía según las especies, el estado fisiológico, individuo, raza, edad, tamaño, número de saltos, métodos de recolección, factores alimentarios, sanitarios y medio ambientales. Estableció en bovinos que la eyaculación media es de 4 a 6 cc y varía entre 1-12 cc; los toros jóvenes pueden suministrar de 1 a 3 cc de semen, mientras que los adultos pueden eyacular de 10 a 15 cc.

**Gráfico 4.9. Carimbo vs Circunferencia Escrotal**



Fuente: Elaboración Propia

Se observa en el gráfico número 4.9. Que a mayor carimbo (edad), se tiene una mayor circunferencia escrotal. Esto es cierto para todos los rangos de circunferencia escrotal establecidos, desde los 26 cm de circunferencia hasta los 35 cm o más. En varios de estos casos se observa que el incremento de la proporción se duplica o incluso triplica.

En el grupo de toros de 7 años de carimbo, la cantidad de animales que tienen las circunferencias escrotales más grandes (de 33 cm o más), son de 8 especímenes en total, comparados con los 5 toros con tamaños menores de circunferencia escrotal (32,99 cm o menos).

En el grupo de animales de 8 años de carimbo, existen 32 toros con una circunferencia escrotal de 33 a 35,99 cm, seguidos de 26 toros con circunferencias entre 30 a 32,99 cm. Finalmente, solo 9 animales presentan circunferencias mayores a 36 cm y 6 especímenes circunferencias escrotales menores a 29,99 cm.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación, se crea el criterio para sacar las siguientes conclusiones:

Se determinó la calidad seminal y circunferencia escrotal de toros a campo de acuerdo a la procedencia (Cabaña). Se observó que el volumen de eyaculación era mayor en los toros provenientes de la cabaña Hermanos Díaz (4,46 ml), ubicada en el departamento de Santa Cruz, en comparación con la cabaña Jorge Tobías (4,26), ubicada en San Borja, departamento del Beni.

El volumen de eyaculado y circunferencia escrotal de toros a campo varía de acuerdo a la edad (Carimbo). El volumen de eyaculación en los animales de 7 años (4,36 ml) resultó menor al volumen de eyaculación en los especímenes de 8 años (4,44 ml). En cuanto a la circunferencia escrotal relacionada con el carimbo de los toros, se nota una clara diferencia en los especímenes de 8 años, que tienen circunferencias escrotales mucho mayores a aquellos de edad 7 años, registrándose diferencias del doble de tamaño en algunos casos. Por ejemplo, aquellos animales que tienen 7 años de edad y circunferencias escrotales mayores a 35 cm son 6, en comparación con los 18 que tienen similar circunferencia escrotal pero que tienen 8 años de edad.

Se estableció la relación del tamaño testicular con la calidad espermática, estableciéndose que a mayor tamaño testicular se obtiene en general, mayor volumen de eyaculación de los especímenes en estudio. En el estudio, el menor rango de volumen de eyaculado (de 0 a 1,99 ml) no posee especímenes con una circunferencia escrotal mayor o igual a 35 cm, mientras que en el otro extremo, los especímenes que tienen un volumen de eyaculado de 6 a 8 ml, presentan circunferencias escrotales incluso mayores a 36 cm

En cuanto a la ultrasonografía, se observaron que un 93,3% de la población de estudio no presentó ninguna patología, mientras que un 4,48% no presentaba eyaculado debido a la fibrosis. Igualmente, el 1,11% presentó Fimosis, y un porcentaje similar, testículo pequeño. Cumpliendo la teoría, testículo pequeño o con alguna patología animal que no eyacula.

Por lo tanto, se cumplieron con todos los objetivos establecidos en esta investigación, logrando evaluar la calidad seminal y circunferencia escrotal en toros de servicio a campo y su correlación con las características testiculares observadas mediante ultrasonografía.

- **Conclusión general**

Mediante la ultrasonografía testicular y las pruebas de evaluación seminal a campo en toros pre servicio, se pudo observar que la frecuencia de patologías y alteraciones del desarrollo testicular y escrotal en animales de la raza Nelore de 7 y 8 años de la estancia Nápoles, es moderadamente baja, aunque hay variaciones en las anomalías específicas; estas se pueden diagnosticar desde los seis meses de edad al menos.

Se puede mejorar la actividad reproductiva en campo ya que se sabe con certeza que a mayor tamaño testicular mayor porcentaje de preñez, pudiendo realizar la prueba de forma sencilla y determinar cuáles son los mejores animales para monta natural, y cuáles pueden ser utilizados para congelamiento de pajuelas.

- **Recomendaciones**

A los señores ganaderos se recomienda realizar este tipo de pruebas reproductivas una vez al año antes de la época de monta, mejorando así sus índices reproductivos, y aumentando el

porcentaje de preñez y descartando a los animales con patologías, con células reproductivas no eficaces, o falta de eyaculado.

Se recomienda realizar investigaciones similares a futuro, en las cuales se tomen muestras de otras cabañas de procedencia, así como otras edades (carimbos) de los especímenes, para comparar resultados y establecer de esta manera las correlaciones respectivas entre los diferentes aspectos.

Se recomienda realizar investigaciones similares a futuro, en las cuales se tomen animales mucho más jóvenes para poder hacer una comparación efectiva de los resultados obtenidos y de esta manera las correlaciones respectivas entre los diferentes aspectos.

Se recomienda realizar investigaciones similares, en ambientes controlados, con menor factor de luz solar, temperatura más estable (Laboratorio) de esta manera corroborar o discutir con los datos obtenidos en el presente trabajo investigativo.

## BIBLIOGRAFIA

- Amann R.P., Schanbacher B.D. *Physiology of male reproduction*. J. Anim. Sci., Vol 57, Suppl. 2: 380-403. 1983.
- Barth, A.D., Oko, R.J. *Abnormal Morphology of Bovine Spermatozoa*. Iowa State University Press, 1995.
- Boixo J.C. *Valoración Laboratorial de la calidad seminal. Correlación con la fertilidad*. Inform. Vet., pp: 33-37, 1996.
- Brahman: Morris Texas AM University - U.S.A. *Nerole: Witt y Col. Ceres - S. Fe II Jornadas CAD. A Río Cuarto.*)
- Brejov, G. et al. *Semiología del aparato reproductor macho*. <http://www.fvet.uba.ar/areas/semiologia/2913/Reproductor-macho.pdf> ,12 de enero de 2014.
- Brunereau, L. et al.) *Sonographic evaluation of human male infertility*. J Radiol. 81:1693–701, 2000.
- Cabrera, V.P., Gutiérrez, G. ED. *Inseminación Artificial Como Herramienta de Mejora del Rendimiento Productivo Lechero*. Impreso el editorial de Extensión y Proyección Social. Lima – Perú, 2010.
- Chenoweth, P.J.; Spitzer, J.C.; Hopkins, F.M. *Evaluación de la validez en toros nuevos; procedimientos de la reunión anual para teriogenology*, San Antonio, Texas. Pp 63-71, 1992.
- Deutscher, H.G., *Aparato reproductor del toro*. Universidad de Nebraska (en línea). Consultado 12 de febrero de 2014. Disponible en: <http://66.147.240.184/~ganader1/articulos/?seccion=ver&categoria=reproduccion&nda=rep012>, 2010.
- Duran, Felipe. *Enfermedades de la reproducción en Bovinos*. Editorial Grupo Latino, Colombia, 2008.
- Duran, Felipe. *Manual del Ganadero Actual*. Editorial Grupo Latino. Colombia, 2009.
- Gallina, C.; Valencia J. *Colección del semen bovino. Reproducción de Animales Domésticos*, 2 ed. Limusa, Noeriga editores. México D.F., 2006.
- Gran, D.G., Dott, H.M. *The ultrastructure of knobbed bull spermatozoa*. J. Reprod. Fertil. 47 (2), 407-408. , 1976.

- Gnemmi, G.; Lefebvre, R.C. *Ultrasound Imaging of the Bull Reproductive Tract: An Important Field of Expertise for Veterinarians*. *Vet Clin Food Anim* 25:767–779, 2009.
- Gnemmi, G.; Lefebvre R. *Bull anatomy and ultrasonography of the reproductive tract*. In: Luc DesCo<sup>^</sup>teaux, Gnemmi G, Colloton J. *Practical atlas of ultrasonography for ruminant reproduction*. Black Well 9:153, 2010.
- Hafez, E.S.E.; Hafez, B. *Reproducción e Inseminación Artificial en Animales*. Mc Graw Hill Interamericana, 2000.
- Hafez, E.S.E.; Hafez, B. *Reproducción e Inseminación Artificial en Animales*. Mc Graw Hill Interamericana, 2000.
- Kennedy, JF y Chirchir, *GIK ~ Ciencia estudio* 20: 183-188. de la tasa de crecimiento de F2 y F3 Africander cruz. Cruz Brahman y británicos nacimiento cattlefrom cruz de 18 meses en un tropical 13, 1961.
- Konig H.E y Liebich H.G. *Órganos Genitales Masculinos. Anatomía de los Animales Domésticos* 2 ed. Editorial Medina Panamericana. Buenos aires Argentina, 2002.
- Martinat-Botte, Françoise. *Ultrasonografía y Reproducción en Bovinos*. Editorial Visor Graphics. Argentina, 2005.
- Matuszewska, M.: Sysa, P.S. *Epididymal cysts in European bison*. *J Wildl Dis*. 38:637–40, 2002.
- Merck, M. *Manual Merck de Veterinaria*. Editorial Océano. España, 2007.
- McDonal, LE. *Reproducción y endocrinología veterinaria*. Trad. Dra. Georgina Guerrero. 2 ed. México, Nueva Editorial Interamericana, S.A. 466p, 1978.
- Monina, M.I. et al. *Semiología ultrasonográfica del testículo, epidídimo y cordón espermático en el toro*. *Ciencia Veterinaria*. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Pampa. Vol 5 N° 1:18–28, 2003.
- Nothling, J.O., Irons, P. C. *A simple multidimensional system for the recording and interpretation of sperm morphology in bulls*. *Theriogenology* 69:(5) 603-611 , 2008.
- Salisbury, W.G.; VanDemark, L.N.; Lodge, R.J. *Fisiología de la Reproducción e Inseminación Artificial de los Bovinos*. Editorial ACRIBIA. Zaragoza – España, 1978.
- Sisson, S. y Grossman, J.D. *Anatomía de los Animales Domésticos*. Editorial Salvat. México, 1996.



- Sport, I., CARPENTER, b., &Thrift. *Evaluación de la capacidad reproductiva de sementales bos indicus y sus cruces en diferentes épocas del año en Tuzantla, Michoaclan. México, 2009.*
- Vera, M.O., s.f. *Evaluación Seminal Comparativa Pre y Post-congelación en Machos Bovinos* (en línea). Reproducción Bovina. Capitulo XV. Disponible en: [http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros\\_online/libro\\_reproduccionbovina/cap15.PDF](http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/libro_reproduccionbovina/cap15.PDF)
- Villena, E. *Manual Práctico de Ganadería*. Editorial Cultural SA. España, 2006.
- Watson, P. *Curso Superior de Reproducción Animal*. Abril-Junio, C.I.H.E.A.M., Zaragoza, España, 1992.
- Wrobel K., Dellman. *Sistema Reproductor Masculino*. En *Histología Veterinaria* de D. Dellman. 2da ED. Acribia. Zaragoza, 1993.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación se presenta un cronograma de las actividades que se realizó en la presente investigación.

### CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	MESES															
	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
<b>Desarrollo del Perfil Revisión de</b>																
<b>la Literatura Recoleccion de</b>																
<b>Datos de Campo Analisis de los</b>																
<b>datos</b>																
<b>Obtención e Interpretación de Resultados</b>																
<b>Conclusiones</b>																
<b>Presentacion del Informe Final</b>																
<b>Defensa de la Investigación</b>																

Fuente: Elaboración Propia

## ANEXO 2

### PRESUPUESTO

A continuación se presenta el presupuesto utilizado para el desarrollo de las actividades de la investigación.

<b>PRESUPUESTO (En Bolivianos)</b>	
<b>DESARROLLO DE LA INVESTIGACION</b>	
<b>Detalle</b>	<b>Monto Asignado</b>
Papelería, Impresiones y Fotocopias	700,00
Materiales de campo	2.500,00
Compra de fármacos	2.000,00
Viajes y Traslados	3.000,00
Uso de Internet y Llamadas	400,00
<b>TOTAL</b>	<b>8.600,00</b>

Fuente: Elaboración Propia

### ANEXO 3

#### FOTOGRAFIAS DE LA RECOLECCION DE DATOS EN CAMPO



Foto 1 hato total de animales  
Fuente: Palma, C. 2015



Foto 2 Grupo parcial de animales  
Fuente: Palma, C. 2015



Foto 3 Materiales de laboratorio  
Fuente: Palma, C. 2015



Foto 4 Material utilizado para la colecta y evaluación seminal  
Fuente: Palma, C. 2015





Foto 5 Evacuación de heces, y masaje prostático  
Fuente: Palma, C. 2015



Foto 6 Electro eyaculación  
Fuente: Palma, C. 2015



Foto 7 Electro eyaculación vía anal  
Fuente: Palma, C. 2015



Foto 8 Electro Eyaculador funcionando  
Fuente: Palma, C. 2015





Foto 9 Colecta de muestra seminal  
Fuente: Palma, C. 2015



Foto 10 Colecta de muestra seminal  
Fuente: Palma, C. 2015



Foto 11 Evaluación de color y aspecto  
Fuente: Palma, C. 2015



Foto 12 Diferentes muestras seminales (Color y volumen)  
Fuente: Palma, C. 2015





Foto 13 Evaluación de motilidad masal e individual  
Fuente: Palma, C. 2015



Foto 14 Medición de la C.E. mediante escrotímetro  
Fuente: Palma, C. 2015



Foto 15 Ecógrafo utilizado para el experimento  
Fuente: Palma, C. 2015



Foto 16 Ecógrafo con software veterinario  
Fuente: Palma, C. 2015





Foto 17 Testículo en prueba ecográfica  
Fuente: Palma, C. 2015

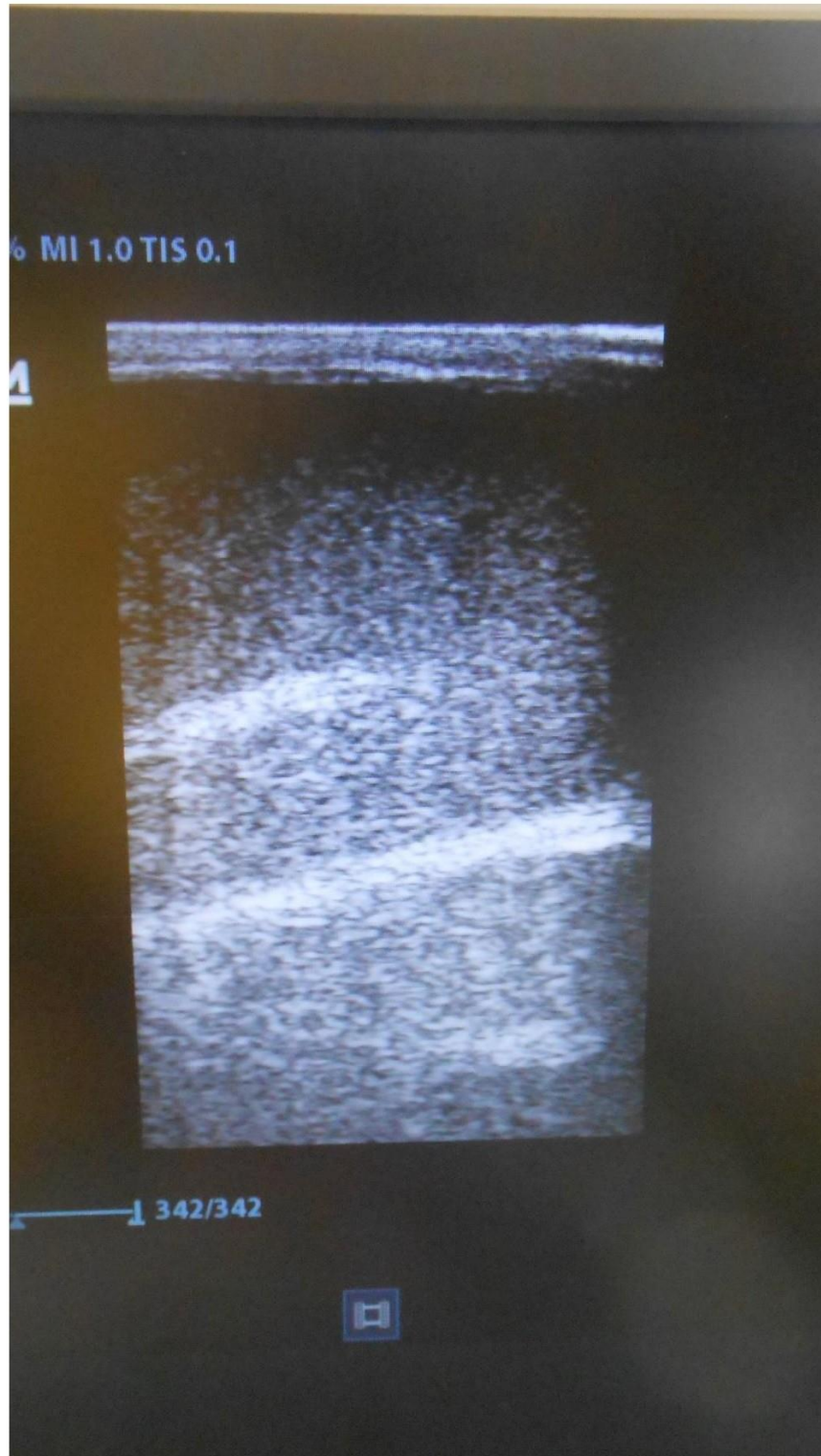


Foto 18 Imagen de la ecografía testicular  
Fuente: Palma, C. 2015



## ANEXO 4. CALCULOS ESTADÍSTICOS REALIZADOS

### Procedimiento ANOVA

Información de nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
Cab	2	Hermanos Díaz-Santa Cruz Jorge Tobías-San Borja-Beni
Carimbo	2	7 8

Número de observaciones leídas	90
Número de observaciones usadas	75

### Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: VML Volumen (ml)

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Cab	1	0.75200342	0.75200342	0.30	0.5868
Carimbo	1	0.04663905	0.04663905	0.02	0.8922
Cab*Carimbo	1	3.41201237	3.41201237	1.35	0.2488

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Error</b>	71	179.1392118	2.5230875		
<b>Total corregido</b>	74	183.3498667			

<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raíz MSE</b>	<b>VML Media</b>
0.022965	36.38721	1.588423	4.365333

### **Procedimiento ANOVA**

#### **Prueba del rango múltiple de Duncan para VML**

<b>Alpha</b>	0.05
<b>Error Degrees of Freedom</b>	71
<b>Error de cuadrado medio</b>	2.523087
<b>Media armónica de tamaño de celdas</b>	37.44

<b>Número de medias</b>	<b>2</b>
<b>Rango crítico</b>	<b>.7320</b>

**Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.**

<b>Duncan Agrupamiento</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Cab</b>
A	4.4615	39	Hermanos Diaz-Santa Cruz
A	4.2611	36	Jorge Tobias-San Borja-Beni

**Prueba del rango múltiple de Duncan para VML**

<b>Alpha</b>	0.05
<b>Error Degrees of Freedom</b>	71
<b>Error de cuadrado medio</b>	2.523087
<b>Media armónica de tamaño de celdas</b>	14.29333

<b>Número de medias</b>	<b>2</b>
<b>Rango crítico</b>	<b>1.185</b>

**Medias con la misma letra  
no son significativamente  
diferentes.**

<b>Duncan Agrupamiento</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Carimbo</b>
A	4.4375	8	7
A	4.3567	67	8

**Información de nivel de clase**

<b>Clase</b>	<b>Niveles</b>	<b>Valores</b>
<b>Cab</b>	2	Hermanos Diaz-Santa Cruz Jorge Tobias-San Borja-Beni
<b>Carimbo</b>	2	7 8

<b>Número de observaciones leídas</b>	90
<b>Número de observaciones usadas</b>	81

## Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: CES Circunferencia escrotal (cm)

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Cab</b>	1	5.92001084	5.92001084	0.71	0.4030
<b>Carimbo</b>	1	5.53114241	5.53114241	0.66	0.4188
<b>Cab*Carimbo</b>	1	13.54492848	13.54492848	1.62	0.2072
<b>Error</b>	77	644.6928072	8.3726339		
<b>Total corregido</b>	80	669.6888889			

<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raíz MSE</b>	<b>CES Media</b>
0.037325	8.742822	2.893550	33.09630

## Procedimiento ANOVA

### Prueba del rango múltiple de Duncan para CES

<b>Alpha</b>	0.05
<b>Error Degrees of Freedom</b>	77
<hr/>	
<b>Error de cuadrado medio</b>	8.372634
<b>Media armónica de tamaño de celdas</b>	40.49383

<b>Número de medias</b>	2
<b>Rango crítico</b>	1.280

**Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.**

<b>Duncan Agrupamiento</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Cab</b>
A	33.3700	40	Hermanos Diaz-Santa Cruz
A	32.8293	41	Jorge Tobias-San Borja-Beni

## Procedimiento ANOVA

### Prueba del rango múltiple de Duncan para CES

<b>Alpha</b>	0.05
<b>Error Degrees of Freedom</b>	77
<hr/>	
<b>Error de cuadrado medio</b>	8.372634
<b>Media armónica de tamaño de celdas</b>	17.53086

<b>Número de medias</b>	2
<b>Rango crítico</b>	1.946

<b>Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.</b>			
<b>Duncan Agrupamiento</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Carimbo</b>
A	33.1944	71	8
<hr/>			
A	32.4000	10	7

**Procedimiento CORR**

<b>2 Variables:</b>	VML CES
---------------------	---------

<b>Estadísticos simples</b>							
<b>Variabl e</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Dev tip</b>	<b>Suma</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Etiqueta</b>
<b>VML</b>	83	4.36024	1.51552	361.90000	2.00000	9.00000	Volumen (ml)
<b>CES</b>	90	32.97556	3.02032	2968	23.00000	41.50000	Circunferencia escrotal (cm)

<b>Coefficientes de correlación Pearson</b>		
<b>Prob &gt;  r  suponiendo H0: Rho=0</b>		
<b>Número de observaciones</b>		
	<b>VML</b>	<b>CES</b>
<b>VML</b>	1.00000	0.24941
Volumen (ml)		0.0230
	83	83
<b>CES</b>	0.24941	1.00000
Circunferencia escrotal (cm)	0.0230	



**Coefficientes de correlación Pearson**

**Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0**

**Número de observaciones**

	<b>VML</b>	<b>CES</b>
	83	90

**ANALISIS DE REGRESION DE VOLUMEN Y CIRCUNFERENCIA**

Procedimiento REG

Modelo: MODEL1

Variable dependiente: VML Volumen (ml)

<b>Número de observaciones leídas</b>	90
<b>Número de observaciones usadas</b>	83
<b>Número de observaciones con valores ausentes</b>	7

<b>Análisis de la varianza</b>					
<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Model</b>	1	11.71605	11.71605	5.37	0.0230
<b>Error</b>	81	176.62274	2.18053		
<b>Total corregido</b>	82	188.33880			

<b>Raíz MSE</b>	1.47666	<b>R-cuadrado</b>	0.0622
<b>Media dependiente</b>	4.36024	<b>Adj R-Sq</b>	0.0506
<b>Var Coef</b>	33.86650		

<b>Estimadores de parámetros</b>						
<b>Variable</b>	<b>Etiqueta</b>	<b>DF</b>	<b>Estimador del parámetro</b>	<b>Error estándar</b>	<b>Valor t</b>	<b>Pr &gt;  t </b>
<b>Intercept</b>	Intercept	<b>1</b>	-0.83123	2.24551	-0.37	0.7122
<b>CES</b>	Circunferencia escrotal (cm)	<b>1</b>	0.15509	0.06691	2.32	0.0230

Procedimiento FREQ

<b>Color</b>				
<b>Color</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Frecuencia acumulada</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
<b>Blanco Lechoso</b>	21	25.30	21	25.30
<b>Amarillo Cremoso</b>	2	2.41	23	27.71
<b>Gris</b>	14	16.87	37	44.58
<b>Blanco</b>	7	8.43	44	53.01
<b>Blanco Grisaseo</b>	32	38.55	76	91.57
<b>Amarillo</b>	5	6.02	81	97.59
<b>Cremoso oscuro</b>	1	1.20	82	98.80
<b>Acuoso</b>	1	1.20	83	100.00

Frecuencia de valores ausentes = 7

<b>Motilidad individual</b>				
<b>MI</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Frecuencia acumulada</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
<b>Excelente</b>	4	4.82	4	4.82

<b>Motilidad individual</b>				
<b>MI</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Frecuencia acumulada</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
<b>Muy Bueno</b>	21	25.30	25	30.12
<b>Bueno</b>	30	36.14	55	66.27
<b>Regular</b>	24	28.92	79	95.18
<b>Malo</b>	4	4.82	83	100.00

Frecuencia de valores ausentes = 7

<b>Motilidad masal</b>				
<b>MM</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Frecuencia acumulada</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
<b>Excelente</b>	4	4.82	4	4.82
<b>Muy Bueno</b>	20	24.10	24	28.92
<b>Bueno</b>	31	37.35	55	66.27
<b>Regular</b>	24	28.92	79	95.18
<b>Malo</b>	4	4.82	83	100.00

Frecuencia de valores ausentes = 7

## Regresión logística

### Resumen de procesamiento de casos

Casos sin ponderar <sup>a</sup>		N	Porcentaje
Casos seleccionados	Incluido en el análisis	90	100,0
	Casos perdidos	0	,0
	Total	90	100,0
Casos no seleccionados		0	,0
	Total	90	100,0

a. Si la ponderación está en vigor, consulte la tabla de clasificación para el número total de casos.

### Codificación de variable dependiente

Valor original	Valor interno
Sin patología	0
Con patología	1

Tabla de clasificación <sup>a,b</sup>

Observado	Pronosticado		
	Ultrasonografía		Corrección de porcentaje
	Sin patología	Con patología	
Paso 0 Ultrasonografía Sin patología	83	0	100,0
Con patología	7	0	,0
Porcentaje global			92,2

a. La constante se incluye en el modelo.

b. El valor de corte es ,500

Variables en la ecuación

	B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso 0 Constante	-2,473	,394	39,478	1	,000	,084

Las variables no están en la ecuación

	Puntuación	gl	Sig.
Paso 0 Variables CES	29,331	1	,000
Estadísticos globales	29,331	1	,000

**Pruebas ómnibus de coeficientes de modelo**

	Chi-cuadrado	gl	Sig.
<b>Paso 1 Escalón</b>	<b>28,554</b>	<b>1</b>	<b>,000</b>
<b>Bloque</b>	<b>28,554</b>	<b>1</b>	<b>,000</b>
<b>Modelo</b>	<b>28,554</b>	<b>1</b>	<b>,000</b>

**Resumen del modelo**

	Logaritmo de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
<b>Escalón</b>	<b>-2</b>		
<b>1</b>	<b>20,641<sup>a</sup></b>	<b>,272</b>	<b>,646</b>

**a. La estimación ha terminado en el número de iteración 8 porque las estimaciones de parámetro han cambiado en menos de ,001.**

**Tabla de clasificación**

Observado		Pronosticado		
		Ultrasonografía		Corrección de porcentaje
		Sin patología	Con patología	
Paso 1 Ultrasonografía	Sin patología	83	0	100,0
	Con patología	3	4	57,1
	Porcentaje global			96,7

a. El valor de corte es ,500

**Variables en la ecuación**

	B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso 1 <sup>a</sup> CES	-,961	,316	9,274	1	,002	,382
Constante	26,908	9,376	8,237	1	,004	485511652293,414

a. Variables especificadas en el paso 1: CES.

**Matriz de correlaciones**

		Constante	CES
Paso 1	Constante	1,000	-,998
	CES	-,998	1,000