



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

DETERMINACIÓN DE LA FERTILIDAD POTENCIAL DE TOROS  
REPRODUCTORES *Bos taurus* EN LA HACIENDA “EL ROSARIO”  
MEDIANTE LA EVALUACIÓN DE PARÁMETROS REPRODUCTIVOS.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Médico Veterinario Zootecnista.

Profesor Guía

Dr. Martín Alonso Ortíz Vinuesa

Autora

Gabriela Nathalie Aguilar Hermida

Año

2016

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con la estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

---

Martín Alonso Ortíz Vinuesa  
Médico Veterinario Zootecnista  
0601272925

### **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

---

Gabriela Nathalie Aguilar Hermida

1716115181

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, que me ha guiado cada paso, al rodearme de personas buenas, darme una familia espectacular. A mis padres gracias a su apoyo incondicional, sacrificio y consejos he llegado a cumplir una de las metas más importantes de mi vida. A mis amigas y amigos por todo su apoyo, por ser parte de mi vida y permitirme ser parte de la suya. A mis Profesores de Universidad, en especial a mi profesor guía Martín Ortiz por brindarme sus conocimientos. Al Ing. Luis Cartuche por su guía, apoyo, comprensión y conocimientos aportados durante este proceso, a los técnicos de la hacienda “El Rosario”, por permitirme realizar este trabajo.

## RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar la fertilidad potencial de toros *Bos taurus* de seis razas de la hacienda “El Rosario” ubicada en el cantón Mejía, provincia de Pichincha; mediante la evaluación de parámetros reproductivos. Se eligieron 11 toros en base a criterios de selección. Se realizó un examen andrológico y la evaluación de la calidad seminal con el sistema CASA (Computer Assisted Sperm Analysis). En el examen andrológico se evaluó la condición corporal, sistema locomotor, peso y circunferencia escrotal. En la evaluación seminal se valoró volumen, color, pH, concentración, motilidad, espermatozoides vivos y anomalías; realizando 5 colectas para obtener un promedio de cada parámetro, utilizando el método de la vagina artificial. Los datos fueron analizados en tablas descriptivas y de manera porcentual. Para las variables de calidad seminal se analizó por medio de un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza del 95%. Como resultado, no existió diferencia significativa ( $p>0.05$ ) para las variables analizadas excepto para la circunferencia escrotal que sí presentó diferencia significativa debido a la variedad de razas ( $p<0.05$ ). En conclusión, 4 de los 11 animales fueron calificados como no aptos para ser reproductores porque obtuvieron valores inferiores en varios parámetros (circunferencia escrotal, volumen, concentración espermática y motilidad).

**Palabras Claves:** fertilidad, calidad seminal, sistema CASA, reproductores.

## ABSTRACT

The objective of this study was to determine the fertility potential for *Bos taurus* bulls of 6 different races, in "El Rosario" a farm located in the canton Mejia, Pichincha, by the evaluation of reproductive parameters. Eleven bulls were chosen based on selection criteria. An andrological examination and evaluation of semen quality with the CASA system (Computer Assisted Sperm Analysis) were performed. In the andrological examination, body condition, locomotor system, weight and scrotal circumference were evaluated. In the evaluation of seminal volume, color, pH, concentration, motility, live sperm and abnormalities was assessed; making five collections to obtain an average of each parameter, using the method of artificial vagina. Data were analysed in percentage terms and descriptive tables. Variables for sperm quality were estimate by analysis of variance (ANOVA) with a confidence level of 95%. As a result, there was no significant difference ( $p > 0.05$ ) for the variables analysed except for scrotal circumference which presented significant difference due to the variety of races ( $p < 0.05$ ). In conclusion, 4 of the 11 animals were classified as unfit for breeding because they obtained lower values on various parameters (scrotal circumference, volume, sperm concentration and motility).

**Key words:** Fertility, semen quality, CASA system, breeding

## ÍNDICE

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Hipótesis.....	2
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	3
2.1. Anatomía y fisiología del macho.....	3
2.1.1. Desarrollo de los órganos: etapa prenatal .....	4
2.1.2. Desarrollo de los órganos: etapa posnatal hasta la pubertad .....	4
2.1.3. Testículos .....	5
2.1.4. Epidídimo.....	5
2.1.5. Glándulas accesorias.....	6
2.1.6. Pene y prepucio.....	7
2.2.1. Morfología de los espermatozoides .....	7
2.2.2 Espermatogénesis .....	8
2.3. Examen andrológico.....	9
2.3.1 Condición corporal.....	10
2.3.2. Examen clínico.....	14
2.3.3. Circunferencia escrotal .....	14
2.3.4. Capacidad de servicio y la libido.....	16
2.3.5. Recolección del semen:.....	16
2.3.6. Evaluación de la calidad seminal.....	18
2.4. Sistema de Análisis de Semen Asistido por Computador (CASA Computer Assisted Sperm Analysis).....	24

3. CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	27
3.1. Materiales.....	27
3.1.1. Materiales de campo.....	27
3.1.2. Materiales de laboratorio .....	28
3.2. Metodología.....	28
3.2.1. Ubicación geográfica .....	28
3.2.2. Métodos de campo .....	29
3.2.3 Métodos de laboratorio: .....	34
3.3. Diseño experimental.....	36
3.3.1. Población y muestra .....	36
3.3.2. Variables.....	36
3.3.3. Análisis estadístico. ....	37
4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
4.1 Resultados .....	38
4.1.1. Raza .....	38
4.1.2. Sistema Locomotor y genitales.....	38
4.1.3. Peso.....	39
4.1.4 Condición corporal.....	40
4.1.5. Edad y circunferencia escrotal.....	41
4.1.6. Características macroscópicas de los eyaculados de los toros .....	42
4.1.7. Características microscópicas de los eyaculados de los toros .....	42
4.2. Contraste de hipótesis .....	43
4.3. Discusión.....	45
4.3.1. Sistema locomotor y genitales externos .....	45
4.3.2. Evaluación de la condición corporal.....	45
4.3.3. Relación de la edad con la circunferencia escrotal.....	46
4.3.4. Evaluación de la calidad del eyaculado por características macroscópicas.....	47
4.3.5. Evaluación de la calidad del eyaculado por características microscópicas .....	48



5. CAPÍTULO V. Conclusiones y recomendaciones.....	51
5.1 Conclusiones.....	51
5.2 Recomendaciones .....	52
REFERENCIAS .....	53
ANEXOS .....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Circunferencia escrotal promedio de toros de 12, 24 y 36 meses.....	15
Tabla 2. Clasificación de la motilidad total espermática. ....	22
Tabla 3. Parámetros para la evaluación de velocidad de los espermatozoides .....	25
Tabla 4. Parámetros para la evaluación angularidad de la cabeza .....	26
Tabla 5. Criterios de inclusión y exclusión para la selección de los animales ..	29
Tabla 6. Valoración de la condición corporal.....	30
Tabla 7. Edad y circunferencia escrotal .....	41
Tabla 8. Contraste de hipótesis.....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Aparato reproductor del bovino macho. ....	3
Figura 2. Partes del espermatozoide bovino. ....	8
Figura 3. Evaluación de condición corporal para animales de leche. ....	13
Figura 4. Colores normales y anormales que aparecen en el semen. ....	19
Figura 5. Papel indicador para medir pH.....	20
Figura 6. Anormalidades de un espermatozoide bovino .....	23
Figura 7. Valoración de aplomos.....	31
Figura 8. Valoración de corvejones .....	31
Figura 9. Valoración de pie.....	32
Figura 10. Gráfico circular del porcentaje de animales por raza. ....	38
Figura 11. Histograma de valoración de aplomos, corvejones y pie. ....	39
Figura 12. Histograma de pesos (Kg).....	39
Figura 13. Condición corporal toro de leche.....	40
Figura 14. Condición corporal de los toros de carne. ....	40

## 1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La eficiencia de la producción ganadera depende de algunos factores como la nutrición, manejo, genética y fertilidad (capacidad reproductiva) (Duchens y De los Reyes, 2012, pp. 3,4). La fertilidad es la capacidad de un ser vivo para reproducirse (RAE, 2014).

La evaluación de la fertilidad es una forma confiable de conocer el potencial reproductivo, en el caso de la hembra ha recibido una mayor importancia en la evaluación de la fertilidad en comparación al macho. Según Duchens y De los Reyes (2012, pp. 3,4) la importancia de realizar una correcta selección de reproductores radica en que tanto el macho como la hembra aportan con un 50% de los genes a su descendencia, por ejemplo, dentro de un hato en monta natural un mismo toro puede preñar de 25 a 50 vacas, pero al utilizar la inseminación artificial, se pueden obtener muchas más crías de un mismo toro debido a que éste puede producir hasta 10.000 dosis de semen (Boggio, 2007, p.3).

La predicción de la fertilidad de un toro se realiza por medio de un examen andrológico, que consiste en criterios de selección que incluyen un examen clínico para detectar anomalías físicas, examen de órganos sexuales, condición corporal, tamaño testicular, calidad seminal y capacidad de servicio (Duchens y De los Reyes, 2012, pp. 3,4).

La evaluación de la calidad seminal se puede realizar por diversos métodos los cuales deben ser prácticos, sencillos y de gran precisión. Uno de los más utilizados es el sistema CASA ("Computer Assisted Sperm Analysis", por sus siglas en inglés), que permite analizar los parámetros de calidad de un eyaculado que sirven para relacionarlos con la fertilidad de un animal (Muiño, 2008).

La hacienda "El Rosario", se encarga de la producción y distribución de pajuelas a todo el país, con la finalidad de atender a los productores con semen de alta calidad genética. Esto permite lograr un incremento en la productividad de sus animales, por este motivo es esencial determinar la fertilidad potencial de los toros reproductores.

### **1.1 Objetivo general**

Determinar la fertilidad potencial de toros reproductores *Bos taurus* en la hacienda “El Rosario”, mediante la evaluación de parámetros reproductivos, para garantizar pajuelas con semen de calidad.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Realizar un examen andrológico a los toros para evaluar su estado reproductivo.
- Evaluar la calidad de semen en toros reproductores mediante la utilización del sistema “CASA” para determinar su fertilidad potencial.

### **1.3 Hipótesis**

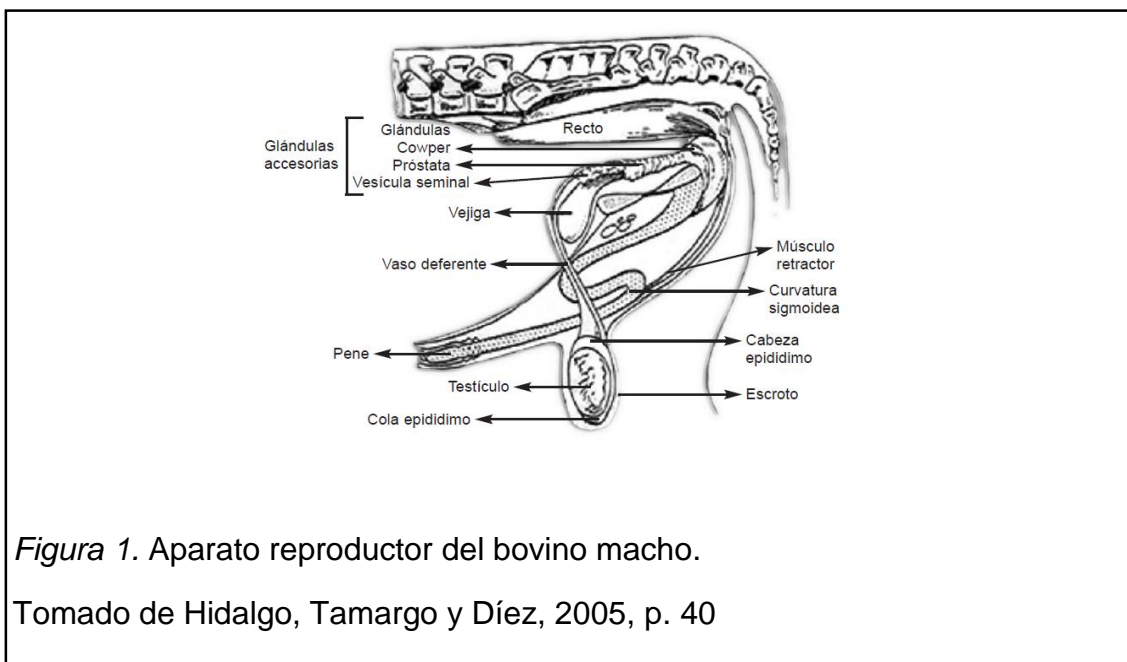
**H0** Los toros *Bos taurus* de la hacienda “El Rosario” no cumplen con los parámetros reproductivos para ser seleccionados como reproductores.

**H1** Los toros *Bos taurus* de la hacienda “El Rosario” cumplen con los parámetros reproductivos para ser seleccionados como reproductores.

## 2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Anatomía y fisiología del macho

En el caso del macho, en la *figura 1*, se muestra el aparato reproductor que consta de testículos, epidídimos, conductos deferentes, uretra, glándulas accesorias (próstata, vesículas seminales y glándulas bulbouretrales), prepucio y pene (Porras y Páramo, 2009, p. 20).



*Figura 1.* Aparato reproductor del bovino macho.

Tomado de Hidalgo, Tamargo y Díez, 2005, p. 40

Los procesos reproductivos son básicamente controlados por el SNC y por el sistema endocrino. En el hipotálamo, las neuronas endocrinas producen la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH), esta hormona se transporta a través del sistema porta hipotálamo-hipofisiario hacia el lóbulo anterior de la hipófisis que es el lugar en el cual se estimula la secreción de la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH).

En el macho, la hormona FSH actúa en las células germinales de los túbulos seminíferos de los testículos y células de Sertoli; se encarga del proceso de espermatogénesis hasta la etapa de espermatozoides secundarios, las demás etapas son finalizadas por los andrógenos. Los andrógenos son producidos por las células de Leydig que a su vez son estimuladas por la hormona LH. Las células

de Leydig, que se encuentran entre los túbulos seminíferos, sintetizan y producen testosterona y las células de Sertoli forman la pared de los túbulos seminíferos, tienen como función la nutrición y protección de los espermatozoides, también la producción de inhibina, secreción de estrógenos y enzimas (Hafez y Hafez, 2000, pp.33- 35).

### **2.1.1. Desarrollo de los órganos: etapa prenatal**

Los testículos se desarrollan en el interior del abdomen, dentro de ellos existe un plexo de conductos que se conectan al túbulo y conducto del riñón embrionario para formar el epidídimo, conducto deferente y glándula vesicular. La próstata y la glándula bulbouretral se formarán a partir del seno urogenital y por una tubulización de un tubérculo formado en este seno, se genera el pene (Hafez y Hafez, 2000, p.4).

En rumiantes el descenso de los testículos se da entre 2 a 4 meses de gestación, éstos migran caudalmente dentro del abdomen hasta llegar al fondo del escroto (Hafez y Hafez, 2000, p.5).

### **2.1.2. Desarrollo de los órganos: etapa posnatal hasta la pubertad**

En los terneros, los túbulos seminíferos se abren alrededor de las 25 semanas de edad. A las 32 semanas se ha incrementado el tamaño de los túbulos por lo tanto incrementa el tamaño testicular. El crecimiento del epidídimo al inicio es lento, pero aumenta rápidamente desde las 28 semanas de edad. El desarrollo de las glándulas vesiculares se da luego de los 2 meses (Evans y Rawlings, 2009).

En las primeras 25 semanas de edad, se da un crecimiento lento de los testículos, cuando el macho alcanza la pubertad, la velocidad de crecimiento se incrementa.

La pubertad se define como el momento que un toro tiene la capacidad de producir un eyaculado con 50 millones de espermatozoides con 10% de motilidad progresiva. Los toros de razas provenientes de Europa (*Bos taurus*) alcanzan la

pubertad dentro de un rango de 12 meses y razas provenientes de países tropicales (*Bos indicus*) de 18 a 24 meses (Evans y Rawlings, 2009).

### **2.1.3. Testículos**

Los testículos se encuentran situados fuera del abdomen en una bolsa de piel llamada escroto la cual protege y regula la temperatura. Tienen una función endocrina (producción de andrógenos) y una exocrina (producción de espermatozoides) (Porras y Páramo, 2009, p. 21).

Los testículos están rodeados por dos capas serosas, la túnica albugínea y la túnica visceral, que es una extensión del peritoneo que pasa por el canal inguinal y dentro de ésta pasan vasos y nervios (Angelino, 2009, p. 17).

De la túnica albugínea, emergen los túbulos seminíferos, que agrupándose conforman la red testis. Éstos representan el 80% del peso de los testículos y contienen espermatogonias que son las células germinales, las cuales se dividen y diferencian formando los espermatozoides. Las células de Sertoli con la estimulación de FSH, producen proteínas fijadoras de andrógenos. Los túbulos a su vez tienen a su alrededor a las células de Leydig estimuladas por la LH, las cuales son las encargadas de la producción de hormonas (Angelino, 2009, p. 17).

Para el correcto funcionamiento los testículos deben tener una temperatura de 1 a 4°C menor que el resto del cuerpo. La piel del escroto posee glándulas sudoríparas y el músculo dartos le permite alejar o acercar los testículos del cuerpo según la temperatura ambiental (Hafez y Hafez, 2000, p. 6).

### **2.1.4. Epidídimo**

Es un tubo contorneado de 36 metros en el bovino, envuelto en un saco de tejido conectivo, en donde ocurre la maduración y almacenamiento de los espermatozoides (Hafez y Hafez, 2000, p. 7).

El epidídimo se divide en tres partes: cabeza, cuerpo y cola.



En la cabeza, se encuentran los conductos eferentes que se unen al conducto epididimario, su función es absorber fluidos y solutos del lumen. Los espermatozoides en esta región son inmaduros e infértiles (Ortíz, 1999, p.9; Porras y Páramo, 2009, p. 22). El transporte de los espermatozoides por el epidídimo es de nueve a catorce días (Hafez y Hafez, 2000, p. 7).

El cuerpo del epidídimo tiene una función de secreción y es la región donde termina la maduración de los espermatozoides (Ortíz, 1999, p. 9).

La cola es el órgano principal donde se almacenan los espermatozoides los cuales conservan gran cantidad fecundante por algunas semanas. La cola continúa en el conducto deferente, el cual se une al cordón espermático para conducir el semen a la uretra (Hafez y Hafez, 2000, p. 7).

#### **2.1.5. Glándulas accesorias**

Las glándulas accesorias son: la próstata, las vesículas seminales y glándulas bulbouretrales. Su función es de producir el plasma seminal que sirve como transporte de los espermatozoides y brinda nutrientes, además que sirve para limpiar la uretra (Angelino, 2009, p. 18).

##### **2.1.5.1. Vesículas seminales**

Las vesículas seminales se encuentran en posición lateral respecto a la porción terminal de los conductos deferentes. Las vesículas comparten con los conductos deferentes un conducto eyaculatorio, que se abre en la uretra, y producen secreciones alcalinas que forman parte del eyaculado (Hafez y Hafez, 2000, p. 7).

##### **2.1.5.2. Próstata**

Posee una parte interna o diseminada que rodea a la uretra y una parte externa que es lobulada y se encuentra fuera del músculo uretral. Su función también es de producir secreciones ácidas que formarán parte del eyaculado, que desembocan en la uretra (Angelino, 2009, p. 19).

### **2.1.5.3. Glándulas bulbouretrales**

Su posición es dorsal a la uretra. En el bovino están tapadas por el músculo bulbouretral. Las secreciones de estas glándulas no son parte del eyaculado solo sirven para limpiar y lubricar la uretra (Angelino, 2009, p. 19).

Las secreciones de las glándulas bulbouretrales y la próstata en la eyaculación son mezclados con los espermatozoides y las secreciones del conducto deferente (Hafez y Hafez, 2000, p.7).

### **2.1.6. Pene y prepucio**

El pene está formado por tres partes, el glande, la base y el cuerpo. La base se origina en las raíces del arco isquiático, el cuerpo es la parte más grande y está rodeado por el cuerpo esponjoso que es una capa de tejido eréctil y por dos cuerpos cavernosos. En la parte ventral, tiene una flexura sigmoidea o en "S", que controla la longitud al momento de la erección o relajación y es regulado por el músculo retractor del pene (Porras y Páramo, 2009, p. 20).

El pene del toro es fibroelástico y su tamaño varía durante la erección. Durante la estimulación sexual, se produce la dilatación de arterias que se encuentran en los cuerpos cavernosos (Angelino, 2009, p. 19).

El glande es la parte distal del pene con varias terminaciones nerviosas. El prepucio es una parte de tejido epitelial que recubre al pene para protegerlo (Porras y Páramo, 2009, p. 20).

## **2.2. Semen**

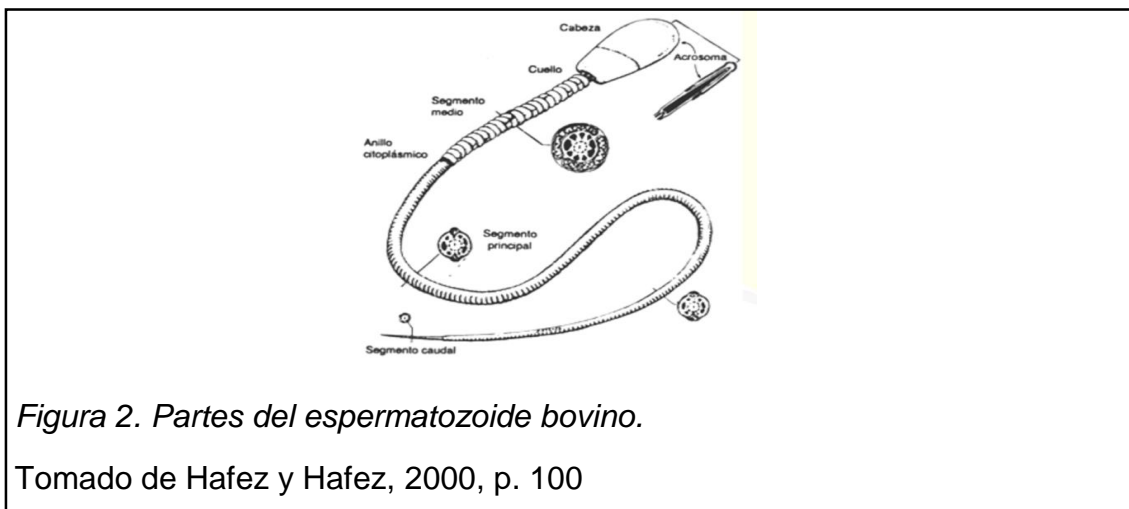
El semen es el fluido producto de la eyaculación, que contiene a los espermatozoides y las secreciones de las glándulas accesorios del aparato reproductor del macho (Hafez y Hafez, 2000, p.100).

### **2.2.1. Morfología de los espermatozoides**

Los gametos masculinos están cubiertos por una membrana plasmática y están conformados por cabeza y cola. Como lo muestra la *figura 2*.

- **Cabeza:** es de forma ovalada plana, donde se encuentra el núcleo, el cual contiene cromatina que es el ácido desoxirribonucleico (ADN) y proteínas llamadas protaminas. El contenido de ADN tiene un número haploide de cromosomas ( $n=30$ ).  
El núcleo se encuentra cubierto por el acrosoma, que es un saco membranoso delgado y posee enzimas necesarias para la fecundación.
- **Cola:** está compuesta por el cuello y por los segmentos medio, principal y caudal. Desde el segmento medio se encuentra el axonema que brinda motilidad al espermatozoide.

Los componentes químicos principales de los espermatozoides son las proteínas, lípidos y ácidos nucleicos y los componentes inorgánicos son nitrógeno, azufre y fósforo que está asociado al DNA (Hafez y Hafez, 2000, p.100).



### 2.2.2 Espermatogénesis

En el bovino éste proceso dura aproximadamente 60 días y se puede dividir en dos fases: espermatocitogénesis y espermiogénesis.

- **Espermatocitogénesis:** las células germinales en el desarrollo embrionario se encuentran en el saco vitelino y pasan a las gónadas donde se dividen varias veces formando los gonocitos. Antes de la pubertad, éstos gonocitos se diferencian y constituyen los espermatogonios A que se

dividen hasta crear los espermatogonios tipo B, a su vez también se dividen y pasan a formar espermatocitos primarios y en cada multiplicación se producen nuevas células de reserva que reemplazarán a las espermatogonias que serán espermatocitos, los cuales por una división meiótica pasarán a ser espermatocitos secundarios y con su división formarán células haploides llamadas espermátides.

En el toro, el proceso de cambio de espermatogonios a espermátides es de 45 días (Hafez y Hafez, 2000, p.102).

- **Espermiogénesis:** consiste en el cambio de espermátides a espermatozoides, aquí se empieza a diferenciar las partes del espermatozoide: cabeza y cola. Tiene una duración de 15 días, los eventos más importantes que se dan en ésta fase son: la reducción del tamaño del núcleo, crecimiento de flagelo, se reduce el citoplasma, se forma una vesícula acrosómica y condensación de material genético. La maduración de los espermatozoides se da en el epidídimo (Hafez y Hafez, 2000, p.102).

### **2.3. Examen andrológico**

En los programas reproductivos, el examen de la aptitud reproductiva de un bovino es una evaluación práctica y sencilla de gran importancia, que permite identificar a los animales infértiles que llegan a afectar una producción (Salamanca *et al*, 2014, p.336).

Como Boggio (2007) lo menciona, para el incremento de la productividad en la ganadería, la selección de animales con genética alta y con fertilidad potencial, han sido características fundamentales de interés económico. Dentro de los criterios de selección de un bovino macho se encuentra como predictor de la aptitud reproductiva, el examen andrológico, que tiene como objetivo la examinación de los órganos sexuales, del estado general de los animales y la evaluación de características macro y microscópicas.

Básicamente las ventajas que ofrece la evaluación de los animales son: selección de los mejores, eliminar los que no son aptos, estableciendo que

animal posee una buena salud y condición física, sin enfermedades o anomalías; por lo tanto, el examen andrológico lleva información cuantitativa y cualitativa determinante para la obtención y selección de reproductores aptos. En muchos casos, una vez realizada la evaluación se determina que 20% de los machos no son buenos para reproducción, por esta razón antes que un animal entre a servicio, se debe realizar esta prueba de forma rutinaria (Silva *et al*, 2012).

Este examen se lo debe hacer cuando los animales tengan de 12 a 18 meses de edad, para realizar el examen andrológico de una manera organizada, Henry y Neves (1998) establecieron la información que debe contener:

- Información del animal
- Examen clínico: general, aparato reproductor y comportamiento sexual.
- Análisis de semen: que incluye método de colecta, características físicas del eyaculado, características morfológicas, entre otros.
- Diagnóstico.

### **2.3.1 Condición corporal**

La condición corporal es un método que se incluye en el examen clínico y sirve para la evaluación del estado físico que se encuentra el animal, es decir mide la cantidad de grasa y músculo de un animal vivo. Se lo realiza mediante la observación y palpación del toro principalmente en región de la cadera, delimitada por la tuberosidad isquiática, tuberosidad coxal y la base de la cola; con esto se puede juzgar si las condiciones del animal son las correctas para entrar en servicio como se puede observar en la *figura 3*. La evaluación más utilizada es por medio de una escala del uno al cinco, basado en los siguientes criterios para animales de leche (Oliveira *et al*, 2011, p. 7-12):

- 1 Flaco: animales que poseen poca musculatura, los procesos espinosos y transversos son demasiado prominentes. La cola se encuentra muy hundida en su base, las costillas son palpables y se observan claramente.
- 2 Regular: los procesos espinosos de vértebras lumbares son palpables, no muy prominentes, el hueso de la cadera se lo aprecia en forma más

redonda pero aún es prominente. Las áreas de la base de la cola están un poco más rellenas, las costillas son menos prominentes, pero todavía palpables cada una; es un animal delgado, pero aparentemente más saludable.

- 3: Ideal: los procesos espinosos de vértebras lumbares ya no son visibles, pero son palpables, al igual que las costillas. El hueso de la cadera casi no perceptible, la base de la cola está redondeada, áreas con ligero tejido adiposo. Su estado general es saludable, animal encarnado, pero no gordo.
- 4: Gordo: en las vértebras lumbares los procesos espinosos y transversos no son palpables, están cubiertos, al igual que el hueso de la cadera, la base de la cola redondeada, las costillas no son palpables individualmente, animal ligeramente gordo.
- 5: Obeso: vértebras lumbares, hueso de la cadera y costillas, están recubiertos de tejido graso, la base de la cola completamente redonda, animal obeso, camina con dificultad.

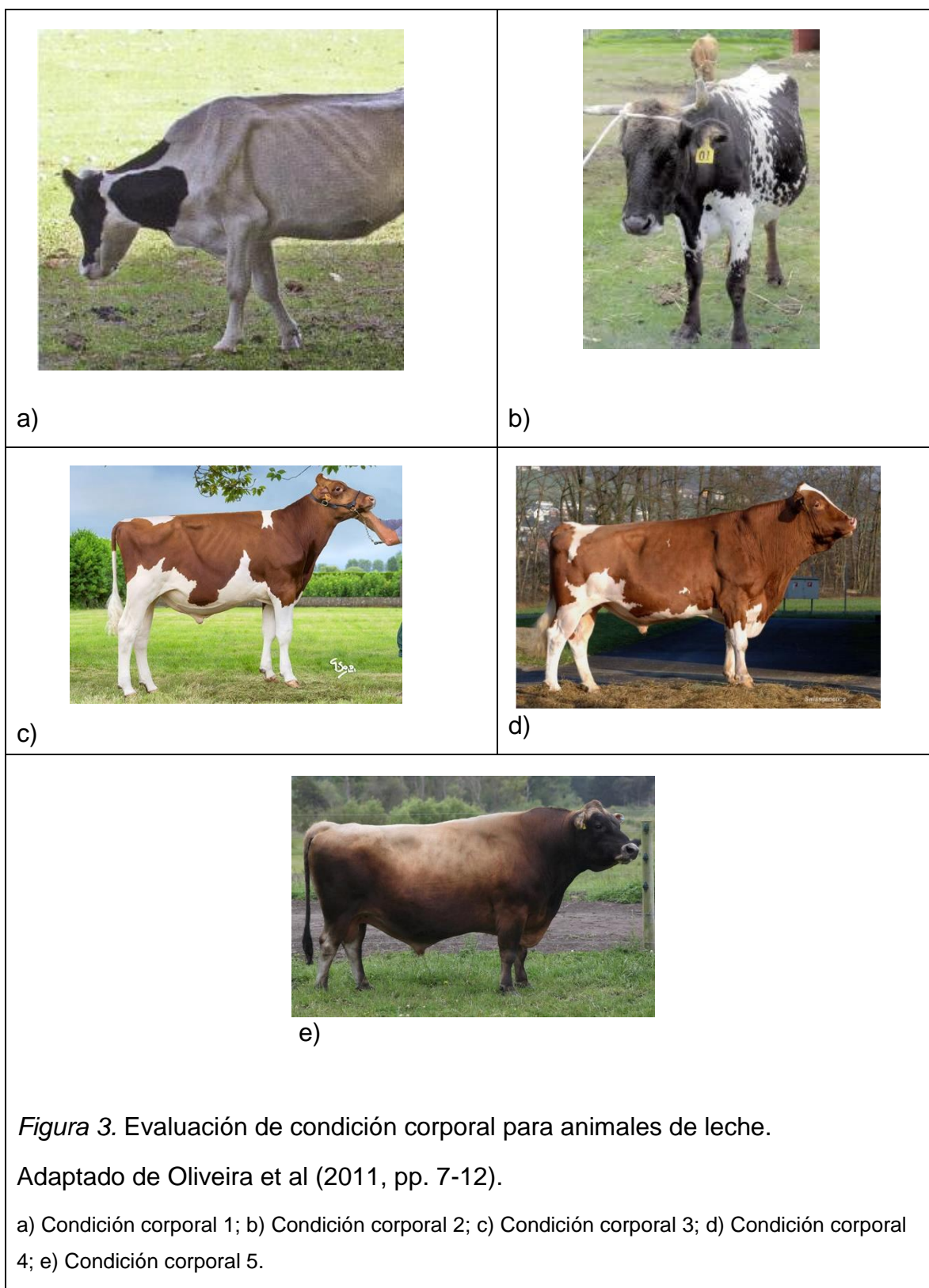
Para los bovinos de carne, Frasinelli, Casagrande y Veneciano (2004), mencionan, que la condición corporal se evalúa en una escala del 1 al 9, siendo:

- 1: Extremadamente delgado: animal esquelético, no se palpa grasa en sus costillas o cadera, la cola, costillas y columna son visibles claramente.
- 2: Muy delgado: condición pobre, poco tejido muscular, animal emaciado, parecido a la condición anterior.
- 3: Delgado: aumento leve de musculatura, sin grasa visible.
- 4: Regular: las costillas individualmente con cubierta notable de músculo, la cadera se aprecia levemente redondeada, aumento de musculatura en hombros y parte posterior.
- 5: Moderado: cobertura de grasa en costillas, base de la cola llena pero no redonda, evidencia de grasa en el pecho.
- 6: Bueno: costillas, base de la cola y cadera ligeramente redondeada, distribución de grasa en el pecho, costillas cubiertas.
- 7: Gordo: animal carnoso, tiene grasa en el pecho y base de la cola; las costillas no son visibles, la cadera se aprecia redondeada.

8: Muy gordo: apariencia cuadrada, grasa excesiva en pecho y costillas, el cuello es grueso y la movilidad se hace dificultosa.

9: Obeso: la grasa del animal sobresale del cuerpo, su movilidad es casi nula.

La condición corporal 3 y 4 en animales de leche y la condición 5 y 6 en animales de carne, son las recomendadas para que un toro sea apto para entrar en servicio (Oliveira *et al*, 2011, pp. 7-12). Una condición mayor, es decir animales obesos pueden adquirir daños permanentes en los testículos, porque la acumulación de grasa en el escroto no permite la termorregulación adecuada e interfiere en el proceso normal de espermatogénesis (Madrid y González, 2008, p. 608).





### **2.3.2. Examen clínico**

El examen clínico se lo realiza por medio de la observación y palpación, llevando registros ordenados. Cada individuo es examinado desde la cabeza a la cola y se observa si existe alguna afección ocular, bucal, de aparato respiratorio, nódulos linfáticos o pecho (Boggio, 2007, pp. 4-8).

Para el sistema locomotor, es importante observar lesiones en las articulaciones, patas y aplomos en su forma de desplazarse, esto se realiza para determinar si el animal puede efectuar la monta sin problemas o dolor y en el caso de existir alguna alteración como crecimiento anormal de la pezuña, laminitis, dermatitis interdigital, fracturas, entre otros; dependiendo del grado de estas lesiones representará una disminución en el rendimiento de toro. El aparato reproductor se inspecciona por medio de la palpación de órganos genitales internos como la próstata y vesículas seminales y de órganos externos como prepucio y testículos, se observa forma, tamaño, grosor y en el caso del pene cicatrices, color e integridad de la mucosa, abscesos, verrugas, desviaciones, erecciones nulas o incompletas (Boggio, 2007, pp. 4-8).

### **2.3.3. Circunferencia escrotal**

En el examen de los órganos sexuales, un indicador principal de la fertilidad es la medida de la circunferencia escrotal, que es una característica heredable, la cual demuestra el inicio de la pubertad y la capacidad de los testículos de producir espermatozoides. La circunferencia escrotal tiene una correlación alta con el peso testicular, es decir, se relaciona con el número de espermatozoides que se producen, cada gramo de parénquima testicular produce alrededor de 15 millones de espermatozoides al día. Un toro alcanza la máxima medida del tamaño testicular de 4 a 6 años (Cardozo *et al*, 1999, p. 3).

La circunferencia escrotal se mide en centímetros, con una cinta especial llamada escrotímetro que se coloca en la parte más ancha de los testículos, es importante que ambos testículos se encuentren totalmente descendidos y que la piel del escroto esté lisa y sin arrugas. Los bovinos machos deben tener una medida de circunferencia escrotal mínimo de 30 centímetros, en los *Bos taurus*

cuando alcanzan los 12 a 15 meses de edad y para los *Bos indicus* en edad entre 18 a 20 meses, como lo muestra la tabla 1 (Madrid, 2005, p. 495).

Tabla 1. Circunferencia escrotal promedio de toros de 12, 24 y 36 meses.

Raza	Medida 12 meses	24 meses	36 meses
Hereford	32,2	36,43	38
Angus	33,2	36,45	37,9
Charolais	32,3	36,19	37,8
Holstein	32,3	38,7	40
Brown Swiss	35,4	37,9	38,9
Jersey	31	36	38

Adaptado de Bart, 1999

Para la mayoría de razas, se puede realizar la medición de la circunferencia escrotal cuando tienen un año de edad; lo que resulta muy beneficioso para el productor ya que se puede seleccionar a los toros tempranamente, evitando gastos en la crianza. En animales de 12 a 24 meses este parámetro tiene particular importancia porque indica que el toro ha alcanzado la pubertad. El 52% de los machos de un hato llegan a la pubertad cuando tienen una circunferencia escrotal de 28 centímetros (Spitzer y Hopkins, 1997, p. 295).

Por ejemplo, en razas de carne como Hereford de 12 a 15 meses de edad ya alcanzarán la medida de circunferencia escrotal mínima de 31 centímetros; si la medida se encuentra más baja que el promedio determinado para una raza y edad, significa que un toro no será satisfactorio en un futuro, por lo que en general estos animales pueden tener lesiones en epitelio seminal y deberán ser descartados. Animales sobre el promedio serán seleccionados para reproductores y aquellos animales que estén en el límite o cercano a la medida promedio, deberán ser evaluados con otros criterios como la evaluación seminal y su conformación anatómica (Duchens y De los Reyes, 2012, p. 8,9).

Existen toros que poseen una medida de circunferencia menor que el promedio y con buena calidad seminal. Sin embargo, cuando estos se encuentran en un hato con numerosas hembras, llegan a tener bajos porcentajes de preñez.

La importancia de seleccionar bovinos con un diámetro testicular mayor, se debe a que esta medida es una característica altamente heredable (40-75%). Por lo tanto, su descendencia tiene posibilidades de tener una circunferencia escrotal adecuada, además en el caso de las hijas, alcanzan la pubertad más temprano (Duchens y De los Reyes, 2012, pp. 8,9).

Este parámetro indica una mejor fertilidad y es el inicio para la selección de un toro, pero no es garantía de una producción de espermatozoides fecundantes. Por lo tanto, es necesario continuar con el análisis de semen (Duchens y De los Reyes, 2012, p. 10).

#### **2.3.4. Capacidad de servicio y la libido**

La capacidad de servicio determina el número de montas o saltos que realiza un toro en un determinado período de tiempo. Un toro con buena capacidad de servicio va a heredar esta característica a su descendencia, en hembras se expresa con celos más largos y manifiestos, esto a su vez ayuda a que el toro pueda repetir el servicio en un mayor número, produciendo alto porcentaje de concepción por celo y el porcentaje de preñez también incrementa (Puignau, 2000).

En la evaluación de la capacidad de servicio, se trata de la observación de la libido del toro y se evalúa en el siguiente orden: excitación, flehmen, erección del pene, su rigidez y longitud, penetración, la eyaculación y desmonta. La libido en el macho está definida como el deseo por montar a la hembra (Cardozo *et al*, 1999).

#### **2.3.5. Recolección del semen**

El macho realiza la cubrición apoyándose sobre el tren posterior de la hembra y produce movimientos rítmicos de la pelvis para introducir el pene, un toro puede utilizarse para dar un servicio hasta dos veces por semana. El coito dura entre cinco a diez segundos y la eyaculación es inmediata, caracterizada por un

movimiento de la pelvis que se lo denomina golpe de riñón. Para la monta se puede utilizar una vaca, otro macho o un maniquí (Álvarez *et al*, 2009, p. 89).

La recolección del semen se realiza por el método de vagina artificial o por el método del electroeyaculador que consiste en pulsadas eléctricas leves que se dan en la próstata y vesículas seminales para que el animal presente erección y eyaculación (Duarte, 2008).

La ventaja es que no es demandante físicamente para los animales, pero su desventaja es que es considerada como dolorosa para los toros (Rangel, 2007).

McGowan (1995) menciona, que el método más recomendado es la vagina artificial ya que permite la evaluación de una eyaculación natural con la ventaja de recolectar el semen sin dificultad, además que la recolección de semen por vagina artificial permite la evaluación de la capacidad de servicio y la libido. La desventaja es que se necesita animales entrenados.

La vagina artificial consiste en un tubo de plástico, duro y resistente, que es cubierto por una camisa de goma, formando un vacío entre el tubo, que será llenado con agua caliente con 45-46 °C y aire logrando el estímulo para la eyaculación, en un extremo se encontrará el cono de goma con el tubo de plástico graduado, en el otro extremo será lubricado con gel no espermicida (Morillo, Salazar y Castillo, 2012).

El lugar donde se realizan las colectas deben contar con un piso antideslizante, un collarín de monta seguro y debe ubicarse cerca del laboratorio para proceder al análisis. Antes de realizar la colecta se requiere de una limpieza del toro que va a realizar la monta y del maniquí para evitar contaminación, además se recortan los pelos del prepucio si es necesario. Previa la colocación de la vagina artificial, se realiza una estimulación al toro, mediante falsas montas, en donde se toma el pene desde el prepucio y se lo desvía, en la siguiente monta ya se introduce la vagina y con el estímulo de presión y temperatura que posee, el toro eyaculará. La eyaculación del bovino es rápida y monofásica (Morillo, Salazar y Castillo, 2012).

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

La evaluación de la calidad seminal sirve para analizar características macroscópicas de volumen, aspecto, color, pH y características microscópicas de concentración, motilidad y morfología (Cardozo *et al*, 1999, p. 3).

#### **2.3.4.1. Características macroscópicas**

Las características macroscópicas son volumen, color, aspecto y pH.

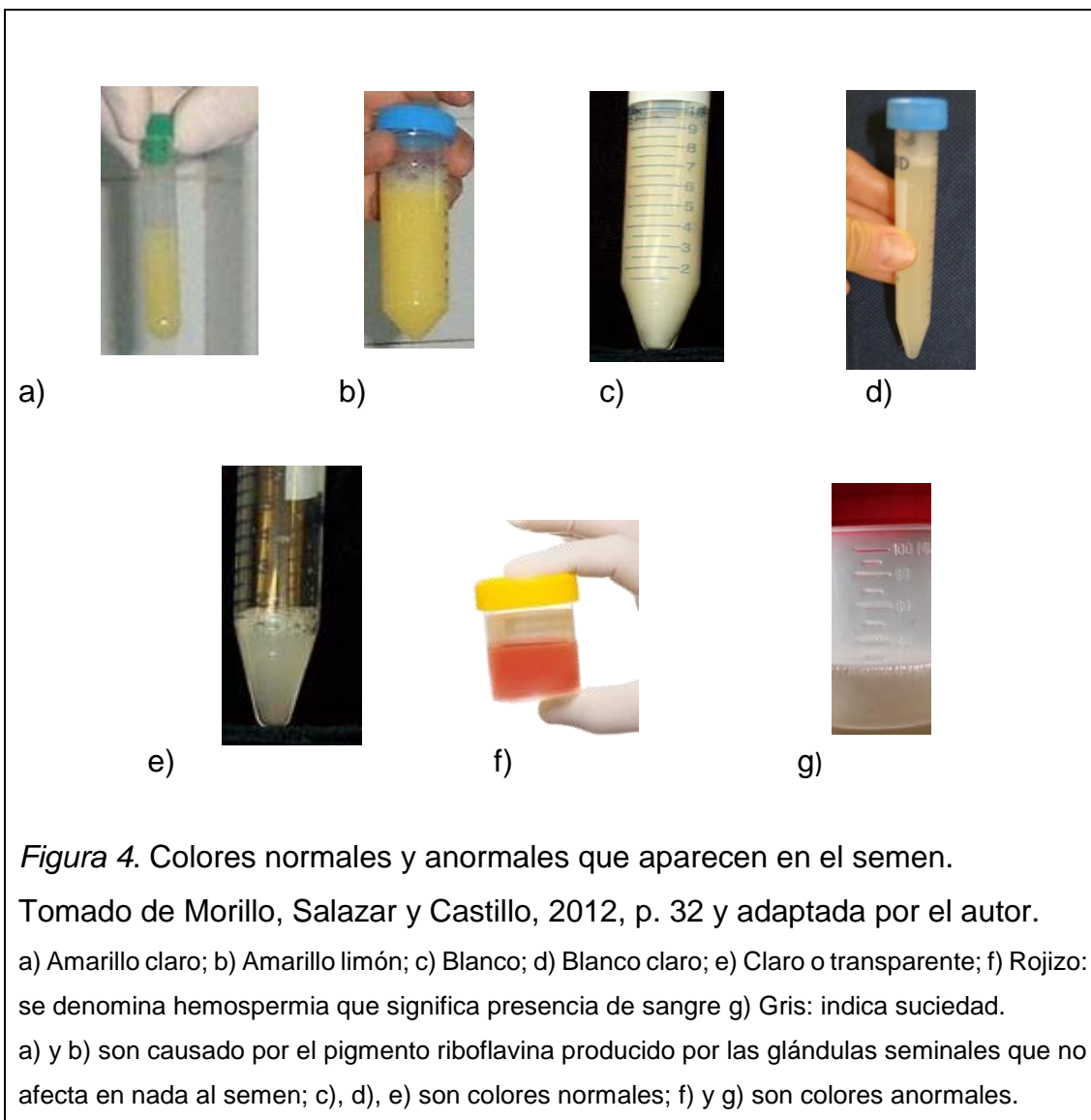
- **Volumen**

El volumen es la cantidad medida en ml o cc, de semen por eyaculado. El volumen depende de factores como la edad, tamaño corporal, estado de salud y frecuencia de servicios. Los animales que son jóvenes cuando entran a servicio producen dos mililitros por eyaculado y toros mayores con experiencia pueden producir diez a quince mililitros, un toro mayor de dos años debe eyacular no menos de cuatro mililitros, cuando se utiliza vagina artificial, mientras que con electroeyaculador los valores normales están entre cinco a siete mililitros (Morillo, Salazar y Castillo, 2012, p. 30).

El volumen es un parámetro que se mide con la observación directa de un tubo graduado (Muiño, 2008, p. 10).

- **Color**

Por lo general el semen es de color blanco y su densidad dependerá de la concentración (número de espermatozoides). Los eyaculados con mayor concentración serán de aspecto más cremoso y los que están más diluidos tendrán un aspecto lechoso. Los colores del eyaculado varían según lo descrito en la *figura 4*.



- **pH**

En el bovino macho el pH del semen varía de 6,6 a 7 como valores normales. Cuando el pH es menor, es decir, ácido puede tratarse de una oclusión de las vesículas seminales y cuando pasa de 7 existe la posibilidad que haya una infección.

Este parámetro se mide utilizando un papel indicador, como lo muestra la *figura 5*, inmediatamente luego de la recolecta de semen (Morillo, Salazar, y Castillo, 2012, p. 44).



Figura 5. Papel indicador para medir pH

Tomado de 3B Scientific, 2016

### 2.3.4.2. Características microscópicas

- **Concentración**

La concentración representa el número de espermatozoides que posee un eyaculado. La concentración varía entre cada eyaculado y cada toro (Muiño, 2008, p. 11).

La concentración normal de semen en un bovino es de  $1 \times 10^9$  espermatozoides/ml, lo que es igual a 1 billón (Cardozo *et al*, 1999). Comercialmente para el semen bovino se ha establecido un número mínimo de espermatozoides (15 millones) y con 50% de motilidad post descongelación por cada pajuela para garantizar una fecundación (Muiño, 2008). En la hacienda “El Rosario”, se producen pajuelas con un número de 20- 25 millones de espermatozoides con una motilidad del 60% post congelación. El número de dosis seminal dependerá de los valores obtenido en los parámetros de concentración y volumen.

La concentración se puede medir por medio de diferentes métodos uno de ellos es el conteo de espermatozoides a través del espectrofotómetro que de manera indirecta estima concentración espermática que se basa en la absorción o dispersión de la luz provocada por los espermatozoides en suspensión; otro método es por medio del uso de cámaras de conteo de glóbulos, llamados hemocitómetro, existen cámaras reusables, entre las más utilizadas están la cámara de Neubauer, Thoma, Bürker y las cámaras desechables (Guzmán, 2013).

El recuento de las células espermáticas debe ser precisa y se ha facilitado con la implementación de los sistemas de Análisis Seminal Asistido por Computadora (CASA) y para complementar a este sistema se han desarrollado cámaras desechables de conteo como las cámaras Leja®, que sirven para la evaluación de la concentración y para el análisis de motilidad del semen. Estas cámaras permiten un sencillo y rápido depósito de la muestra para proceder enseguida con el conteo. La muestra va a distribuirse por capilaridad de forma homogénea por toda la cámara interna. Al tratarse de un producto desechable, no se requiere lavado, con lo que se elimina cualquier contaminación debido a la reutilización (Soler *et al*, 2012).

- **Motilidad total**

Este parámetro es indicador de la capacidad de movimiento que poseen los espermatozoides que es muy importante para el transporte de los mismos en el tracto genital de la hembra y lleguen a fecundar el óvulo. Es un indicador de viabilidad e integridad celular. En el bovino el valor de motilidad determinado por un sistema computarizado debe ser mínimo de 70% (Muiño, 2008, p.12).

El movimiento total dependerá de tres factores que son la concentración espermática, porcentaje de espermatozoides móviles en progresión lineal y velocidad de progresión de los espermatozoides. Se realiza tomando una gota de semen y se lo coloca en un portaobjetos con una temperatura de 37 °C y se observa en el microscopio con un aumento de 100x y se evalúa el movimiento de las células en conjunto. Se evalúa por los movimientos en forma de remolino en la muestra y se lo determina con una escala del uno al cuatro, como se demuestra en la tabla 2, siendo uno cuando no existe movimiento y cuatro cuando tienen movimiento vigoroso (Muiño, 2008, p. 15).



Tabla 2. Clasificación de la motilidad total espermática.

Valor	Descripción
1	Malo: motilidad nula
2	Regular: movimiento irregular
3	Bueno: movimiento lento
4	Excelente: movimiento rápido

Adaptado de Guzmán, 2013, p. 33

- **Motilidad progresiva**

Indica el movimiento que realiza un espermatozoide de un lugar a otro en una línea casi recta, si realizan movimientos circulares o diferentes, se debe a anomalías de cola. Su evaluación se realiza con el mismo procedimiento que la motilidad total (Morillo, Salazar y Castillo, 2012, p. 36).

- **Anormalidades**

Un componente principal en la evaluación seminal es la valoración de la morfología del espermatozoide que se basa principalmente en las anomalías, éstas pueden encontrarse ubicadas en la cabeza, parte intermedia o cola como se muestra en la *figura 6*.

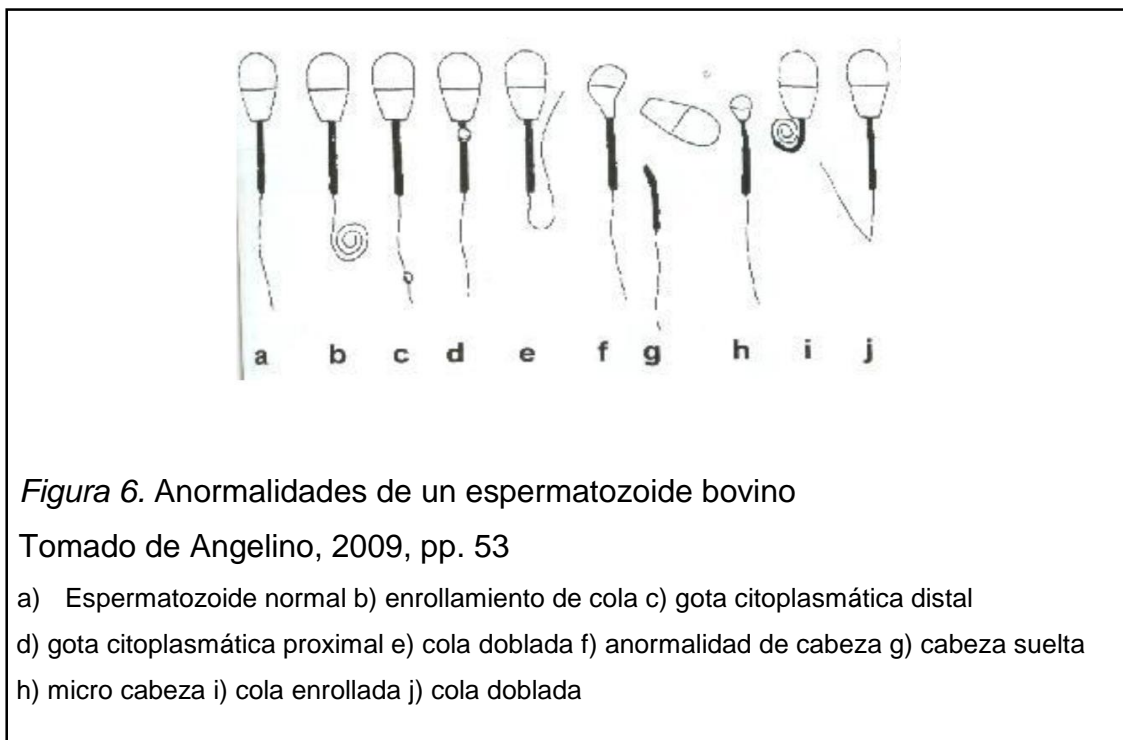
Este parámetro muestra la funcionalidad de testículos, epidídimos y glándulas accesorias y mediante su evaluación se puede descartar animales con baja calidad seminal. Principalmente las anomalías se pueden dar por un aumento de temperatura corporal (fiebre), infección de los órganos reproductores, hipoplasia testicular, etc. Se establece como valor máximo de anomalías el 30%, por lo tanto, espermatozoides normales el 70% (Hidalgo, Tamargo y Diez, 2005, p. 39).

Las anomalías se clasifican en: primarias, secundarias y terciarias.

Las primarias son de origen testicular causadas en la espermatogénesis y pueden ser anomalías de cabeza, cuerpo o cola.

Las secundarias son producidas en el epidídimo durante la maduración y se reconocen con gotas citoplasmáticas.

Las terciarias son causadas por el mal manejo del semen (Morillo, Salazar y Castillo, 2012, p. 40).



- **Vivos y muertos**

Es un parámetro que indica el número de espermatozoides vivos y muertos que posee un eyaculado. Para este parámetro se utiliza 10 µl de semen, se lo coloca en un portaobjetos, se añade una gota de colorante eosina y otra de nigrosina, se mezcla de forma suave y se realiza el frotis para proceder a observar al microscopio. El principio de este método es que el colorante eosina penetra la membrana de los espermatozoides por pérdida de la continuidad y los pinta de color rojo o rosado dejando a los vivos de color blanco. Se determina el porcentaje de vivos/muertos contando 200 células. El valor aceptable de espermatozoides muertos es de 30% por lo tanto, 70% de espermatozoides vivos (Gómez y Miglioris, 2007, p. 3).

## **2.4. Sistema de Análisis de Semen Asistido por Computador (CASA Computer Assisted Sperm Analysis)**

La motilidad y la concentración espermática son parámetros muy importantes dentro del análisis seminal para la selección de un animal y con el paso del tiempo surge la necesidad de crear una nueva metodología que sea objetiva, práctica y que pueda evaluar los espermatozoides de forma más efectiva, originando programas informáticos que además miden otros parámetros como vivos/muertos, anormalidades, inmóviles, entre otros; de ahí deriva la creación del sistema “CASA”, que es el análisis de semen asistido por computador (Amann y Katz, 2004).

El sistema CASA, se desarrolló en la Universidad de Pennsylvania por Warne y Liu en 1977 y se perfeccionó en el año de 1980 por Hammersatedt y Amman (Brogliatti, s.f).

Está conformado por un microscopio de contraste conectado a una platina térmica y a una cámara de video, que envía la imagen a un monitor y este a su vez las envía al computador que tiene un programa informático para el análisis (Amann y Katz, 2004).

El sistema CASA se basa en la captura de varias imágenes de los espermatozoides, por lo general lo realiza en menos de un segundo, las analiza y establece la trayectoria que han recorrido los espermatozoides y los cambios de dirección (Quintero y Rubio, 2008, pp. 708).

Los parámetros utilizados para este sistema son: velocidad de espermatozoides, angularidad de la cabeza y porcentaje de motilidad. Para la evaluación del porcentaje de motilidad total o de motilidad progresiva, se clasifican a los espermatozoides en móviles progresivos o no progresivos y a su vez los progresivos son clasificados en rápidos, medios y lentos. Esta evaluación se realiza en base a su velocidad curvilínea o media (Muiño, 2008).

Los parámetros que evalúa el sistema CASA para medir la velocidad de los espermatozoides son descritos en la tabla 3, para la evaluación de la angularidad de la cabeza se describen en la tabla 4.

Tabla 3. Parámetros para la evaluación de velocidad de los espermatozoides.

<b>Parámetro</b>	<b>Descripción</b>
Velocidad curvilínea (VCL)	Es la distancia recorrida por el espermatozoide a lo largo de su trayectoria real por unidad de tiempo.
Velocidad rectilínea (VSL)	Distancia recorrida entre el primer y el último punto de su trayectoria tiempo determinado.
Velocidad media (VAP)	Distancia recorrida por el espermatozoide a lo largo de la trayectoria media.
Índice de Linealidad (LIN)	Es la relación entre la Velocidad Rectilínea y la velocidad Curvilínea. Fórmula: LIN: $(VSL / VCL) \times 100$
Índice de Rectitud (STR)	Relación porcentual entre la velocidad rectilínea y la velocidad lineal. Fórmula: STR: $(VSL / VAP) \times 100$
Índice de Oscilación (WOB)	Relación porcentual entre la velocidad lineal y la velocidad rectilínea. Fórmula: WOB: $(VAP / VCL) \times 100$

Adaptado de Muiño, 2008, pp. 16,17

**Tabla 4. Parámetros para la evaluación angularidad de la cabeza**

<b>Parámetro</b>	<b>Descripción</b>
Amplitud media del desplazamiento lateral de la cabeza (ALH)	Desplazamiento que realiza la cabeza espermática en su trayectoria curvilínea de un lado a otro de la trayectoria media o lineal
Frecuencia de batido (BCF)	Frecuencia con la que la trayectoria curvilínea atraviesa la trayectoria lineal en relación al tiempo

Adaptado de Muiño, 2008, pp. 16,17

Las variables que mide el sistema CASA son:

- **Concentración:** por medio del programa es capaz de calcular el número de espermatozoides con semejanza a los métodos manuales, de manera más rápida y exacta con la información de volumen del eyaculado.
- **Motilidad:** describe el porcentaje de células móviles e inmóviles total o individual.
- **Velocidad:** identifica cómo se mueve la población espermática y detecta el promedio individual y total.
- **Linealidad:** describe el recorrido que ha realizado el espermatozoide (Palacios, 1993, pp. 94).

Para la evaluación de la calidad seminal es necesario que el semen sea diluido tanto para su análisis como para su congelación. Los diluyentes son sustancias empleadas para la conservación de los espermatozoides, deben tener un pH de 7 con una capacidad tampón para mantenerlo neutro. Además, debe tener agentes crioprotectores, también fuentes de energía y un antibiótico.

El diluyente más utilizado es el Andromed®, que es aplicado en semen de bovinos y otras especies. No contiene ingredientes de origen animal, previene la contaminación por bacterias y brinda un medio transparente para su observación en el microscopio (Minitube, 2003).

### 3. CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Materiales

Los materiales utilizados para la realización de este trabajo fueron clasificados en materiales de campo y laboratorio, y estos a su vez fueron clasificados en materiales, equipos y diluyentes.

##### 3.1.1. Materiales de campo

###### Materiales de campo

- 1 Jaula
- 1 Collarín de monta
- 1 Escrotímetro
- 2 Vaginas artificiales con válvula de 41 cm Minitube®
- 3 Vaginas artificiales con válvula de 35 cm Minitube®
- 2 Camisas de goma de 50 cm
- 3 Camisas de goma de 43 cm
- 5 Conos de colección
- 10 Anillos de goma
- 1 Termómetro analógico
- 1 Gel lubricante KY®
- 10 Tubos de plástico de 15 ml con tapa
- 1 Cepillo
- 5 Bolsas térmicas de 45 cm
- Agua caliente 50°C

###### Equipos de campo

- 1 Balanza XR5000 Tru Test®
- 1 Estufa de secado universal de 161 litros Memmert®
- 1 Esterilizador para vaginas artificiales de 230 V. Sterivar®

### **3.1.2. Materiales de laboratorio:**

#### Insumos de laboratorio

- 60 Portaobjetos de 76 x 26 mm
- 60 Tubos de microcentrífuga 1,5 ml Eppendorf®
- 4 Pipetas automáticas de 5,10, 200, 1000 µl con puntas.
- 1 Portapipetas
- 15 Cámaras desechables de 4 campos Leja®
- 3 Vasos de precipitación de 200 y 500 ml
- 3 Probetas de 100, 500 y 1000 ml
- 3 Matríz de 250, 500 y 1000 ml
- 1 lt de agua bidestilada

#### Equipos de laboratorio

- 1 Sistema CASA: Microscopio de contraste de fase CX 31, computadora con monitor, CPU, mouse, teclado y el programa Spermvision®
- 1 Estufa de secado universal de 161 litros Memmert®
- 2 Platinas térmicas Minitube®
- 1 Baño María con gradillas Memmert®

#### Diluyente y colorantes

- 50 ml de eosina G Minitube®
- 50 ml de nigrosina Minitube®
- 3 Frascos de diluyente de 200 ml Andromed®

## **3.2. Metodología**

### **3.2.1. Ubicación geográfica**

La investigación se llevó a cabo en la hacienda “El Rosario”, ubicada en la provincia de Pichincha, en la parroquia Tambillo que se encuentra situada al norte del cantón Mejía. Limita al norte con la parroquia Cutuglagua; al sur con la parroquia Alóag; al este con las Riveras del Pasochoa y al oeste con los páramos de la Viudita. Cuenta con un clima frío. Hay precipitaciones durante todo el año. Su altitud es de 3163 msnm (Carrión, 2002).

### 3.2.2. Métodos de campo:

**3.2.2.1. Selección de los animales:** La hacienda “El Rosario” cuenta con 247 bovinos, de los cuales 40 son machos adultos. En la tabla 5 se muestran los criterios de inclusión y exclusión.

Tabla 5. Criterios de inclusión y exclusión para la selección de los animales

<b>Criterios de inclusión</b>	<b>Criterios de exclusión</b>
Animales de 12 – 48 meses de edad	Animales menores de 12 meses de edad o mayores a 48 meses
Animales sanos que no presenten anormalidades o algún signo de enfermedad	Animales enfermos
Bovinos machos enteros que tengan entrenamiento para ser colectados	Bovinos castrados o sin entrenamiento para ser colectados
Animales <i>Bos Taurus</i> .	Animales <i>Bos indicus</i> o <i>Bos taurus</i> x <i>Bos indicus</i>
Animales de leche con condición corporal de 3 a 4	Animales de leche con condición corporal menor a 3 o superior a 4
Animales de carne con condición corporal de 5 a 6	Animales de carne con condición corporal de menor a 5 o mayor a 6

Aplicados estos criterios, fueron seleccionados 11 animales (Ver anexo 9).



### 3.2.2.2. Examen general de los animales:

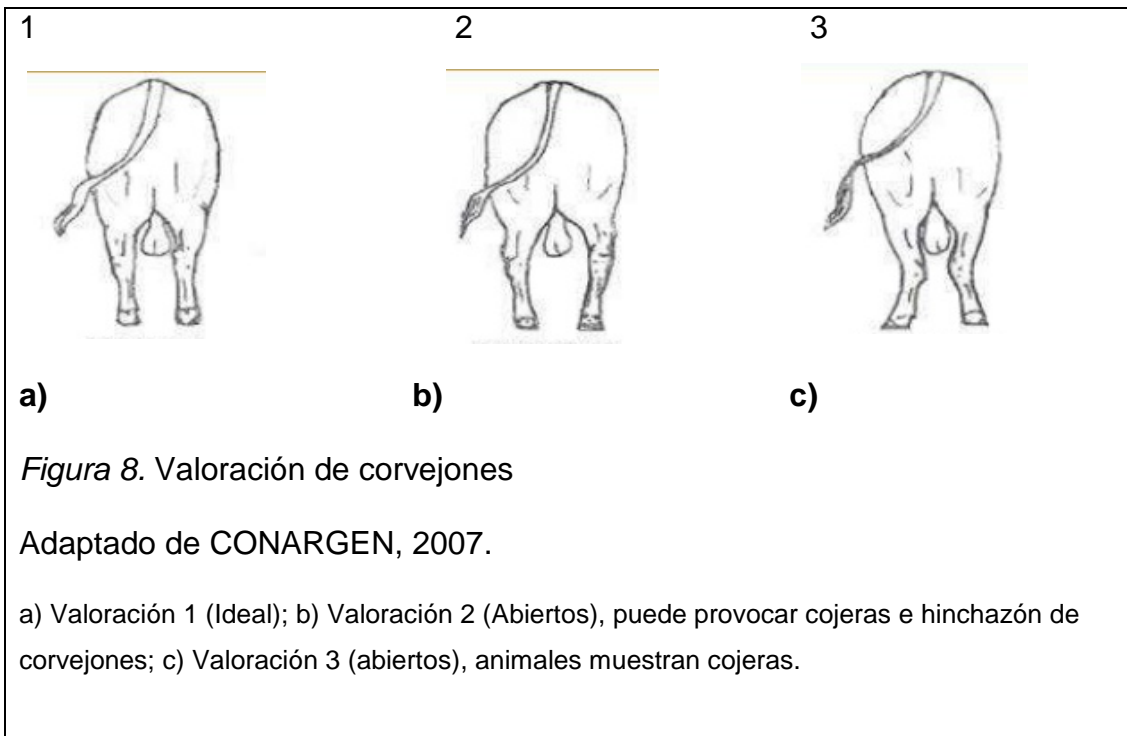
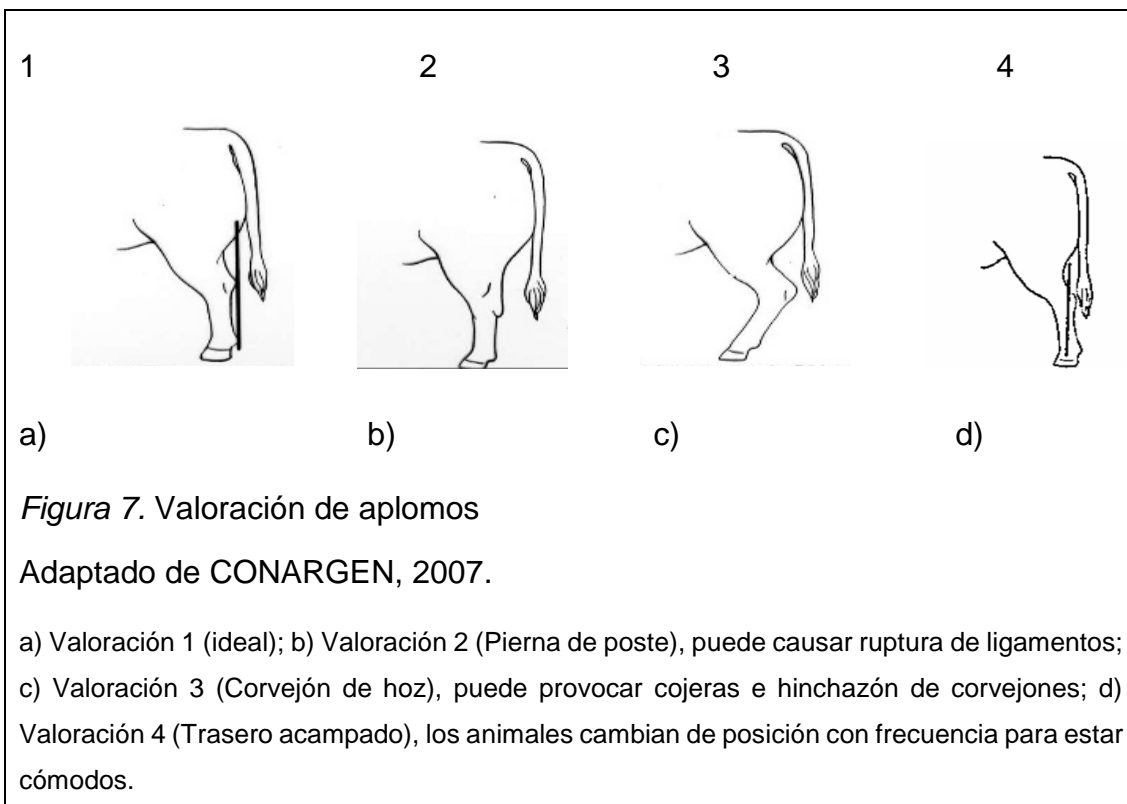
- Peso: Se realizó el pesaje de los animales con la balanza (XR5000 Tru test®) en la jaula.
- Condición corporal: se determinó visualmente por varios técnicos observadores para establecer una valoración, principalmente se tomó en cuenta la región de la cadera, que se encuentra delimitada por la tuberosidad isquiática, tuberosidad coxal y la base de la cola, mediante una escala de valores que se presentan en la tabla 6:

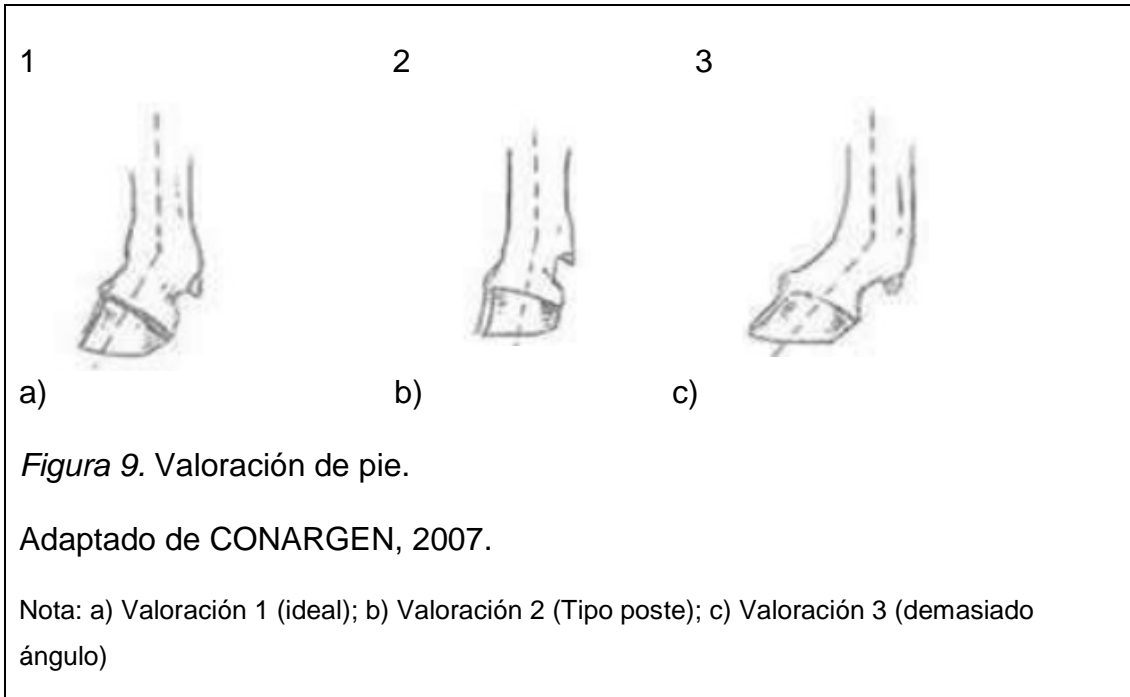
Tabla 6. Valoración de la condición corporal.

Descripción	Valoración	Valoración
	animales de leche	animales de carne
Flaco	1	1
Muy delgado	1,5	2
Delgado	2	3
Regular	2,5	4
Moderado	3	5
Muy bueno	3,5	6
Gordo	4	7
Muy gordo	4,5	8
Obeso	5	9

Adaptado de Oliveira *et al*, 2011

- Sistema locomotor: para evaluar el sistema locomotor se observó si el animal se desplaza con normalidad, sus patas, corvejones y sus aplomos, no debe presentar cojeras; los aplomos se valoró con la escala que se muestra en la *figura 7*, los corvejones se valoró como se muestra la *figura 8*, En cuanto a patas se revisó el crecimiento de las pezuñas, presencia de enfermedades como laminitis, dermatitis, callo interdigital, fracturas interdigitales, úlceras y la valoración de su forma se muestra en la *figura 9* (Boggio, 2007, pp. 7-10).





- Aparato reproductor: se evaluó órganos externos, observando la presencia de alguna anomalía. Se inspeccionó y palpó prepucio, pene, escroto, testículos.
  - Prepucio: Se inspeccionó forma, tamaño. Las lesiones más frecuentes son producidas por ectoparásitos, hongos, traumatismos y alopecias.
  - Pene: Se examinó integridad de la mucosa, presencia de cicatrices, abscesos, hematomas, heridas, papilomatosis, integridad del orificio uretral.
  - Escroto: Se inspeccionó la forma, tamaño, integridad de la piel y grosor.
  - Testículos: Se inspeccionó tamaño, forma y eje de rotación. Se observó el tamaño, forma, simetría, posición, consistencia, sensibilidad, temperatura, reacción y el desplazamiento de ambos testículos. La forma normal del testículo es ovalada, un tanto aplanada del lado medial, aunque no es raro encontrarse con testículos que presentan una forma más bien esférica o cilíndrica, no siendo patológicos (Boggio, 2007, pp. 7-10).

- Diámetro escrotal: Primero se confirmó que ambos testículos se encuentren totalmente en el escroto de lo contrario se procederá a ubicarlos correctamente. Ubicar el pulgar y los dedos de una mano en posición cráneo lateral en el cuello del escroto y mantener firmemente la posición dentro del escroto. La cinta de medición (escrotímetro) debe estar en posición, se desliza hacia arriba alrededor del escroto, en su mayor diámetro y se aprieta ligeramente. Para tomar la medida la cinta debe hacer que los testículos se junten. Se repitió el procedimiento para confirmar el resultado (McGowan, 1995, pp. 24,25).

### 3.2.2.3. Recolecta de semen:

- Vagina artificial: Los materiales fueron previamente esterilizados, y consiste en un tubo cilíndrico de plástico rígido y resistente, el cual es recubierto por una camisa de goma, doblándola en cada extremo, formando un espacio en donde se lo llenara con agua caliente con una temperatura entre 45 y 46 °C y aire, esto es regulado por una válvula que contiene el tubo, con la finalidad de proporcionar el estímulo apropiado de presión y temperatura para lograr la eyaculación del animal. En uno de los extremos se ubica el cono de goma con el tubo de plástico previamente marcado con el nombre del animal, en otro extremo de coloca lubricante no espermicida KY® (Morillo, Salazar y Castillo, 2012, pp. 23-28) (Ver anexo 2).
- Recolecta: Para iniciar el procedimiento se ubicó un toro como maniquí, todos los animales fueron bañados, cepillados y recortados los pelos del prepucio para evitar contaminación. Antes de la colecta se estimuló al macho con la desviación del pene tomando con la palma de la mano la piel del prepucio, para aumentar la libido, mejorar el volumen, concentración espermática y motilidad (Morillo, Salazar y Castillo, 2012, pp. 23-28). (Ver anexo 4 y 5)

Se realizaron 5 colectas por cada animal, después de cuatro días de descanso.

### 3.2.3 Métodos de laboratorio:

#### 3.2.3.1. Evaluación macroscópica

- Volumen: se determinó por la medida marcada en el tubo de ensayo de 15 ml.
- 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. Se clasificó: amarillo claro; amarillo limón; blanco; blanco claro; claro o transparente (Gómez y Miglioris, 2007) (Ver anexo 6).
- pH: se determinó mediante el empleo de una cinta tornasol de pH.

#### 3.2.3.2 Evaluación microscópica

- Previo al análisis de semen en el sistema CASA, se preparó la dilución de 1 litro, con 200 ml de diluyente Andromed® y 800 ml de agua bidestilada. Luego de realizar la dilución se la colocó en el baño María a 36° C para que se encuentre en la misma temperatura que el semen que ingresó al laboratorio.
- Los materiales como microscopio, platina térmica, cámaras leja, portaobjetos y tubos Eppendorf® estuvieron calentados a una temperatura de 37 °C.
- El semen colectado en el tubo de plástico de 15 ml permaneció en el baño María, para su análisis se utilizó una dilución de 1:30 (una parte de semen por treinta de diluyente) con una pipeta de 1000 µl se tomó 900 µl de la dilución y se lo colocó en un tubo Eppendorf® previamente marcado con la inicial del toro y se adicionó con pipeta de 200 µl la cantidad de 30µl de semen. Con movimientos suaves de la muñeca, se homogenizó la muestra.
- Se procedió a preparar la cámara leja, previamente temperada a 37°, con una pipeta automática de 10 µl, se tomó 3 µl de muestra y colocando el extremo de la punta de la pipeta en dirección vertical en un ángulo de 90° se depositó y la cámara se llena sola por capilaridad. Se depositó la

muestra de forma rápida y sin interrupción. La medición se inició 15-30 segundos después de preparar la cámara, completando el análisis 60 segundos después de la preparación

- Mientras la cámara Leja que contiene la muestra seminal permaneció en la platina térmica estabilizándose a 37 °C, se inició el software en la computadora de SpermVision Production®.
- Al abrir el programa, un cuadro de diálogo llamado “Select Donor” apareció en la pantalla. En este cuadro se desplegó todo el banco de datos de los reproductores que se posee la hacienda. Se seleccionó el reproductor del cual se extrajo el semen y se seleccionó la opción “ANALYSIS” (Ver anexo 7).
- Se colocó la cámara leja sobre la platina del microscopio. La imagen en tiempo real apareció en el programa computacional, con ayuda del macrométrico y micrométrico se fijó la imagen para que sean visibles los espermatozoides.
- Antes de iniciar con el análisis fue necesario ajustar el medidor de luz proveniente del microscopio y ubicado como una barra de color rojo o verde a la izquierda del programa, para que se encuentre en niveles adecuados para la diferenciación de estructuras celulares del semen. El medidor de luz estuvo en color verde, esto indicó que la luminosidad fue adecuada. Se llenó la información que necesitó el programa como volumen, nombre del técnico y la dilución utilizada.
- Desplazando la platina del microscopio se enfocaron con el lente de 20x las estructuras desde la parte superior de la cámara leja y se analizó, el programa recomienda realizar el análisis de 7 enfoques para obtener una muestra representativa de la concentración, motilidad total, motilidad progresiva, motilidad local, número de inmóviles.
- Espermatozoides vivos, muertos y anormales: En un portaobjetos limpio a una temperatura de 36 a 37°C, se colocó 10 µl de semen diluido utilizando la pipeta automática de 10 µl y se adicionó 5 µl de eosina y 5 µl de nigrosina a la misma temperatura, suavemente con la punta de la

pipeta se mezcló durante 20 segundos. Con otro portaobjetos se realizó el extendido firmemente, luego se dejó secar completamente sobre la platina térmica y se procedió a observar en el microscopio con el lente de 40x. Los espermatozoides sin teñir fueron los vivos mientras que los que están con el colorante, los muertos; se contaron 200 células para determinar el porcentaje, como valor aceptable debe haber el 70% de espermatozoides vivos (Ver anexo 8). Para el número de espermatozoides anormales se contaron 200 células y la cantidad de anormales y se saca el porcentaje (Gómez y Miglioris, 2007, p. 3).

### **3.3. Diseño experimental**

#### **3.3.1. Población y muestra**

La población de bovinos en la hacienda “El Rosario” es de 247, de los cuales 40 son machos adultos; aplicados los criterios de selección (tabla 5), dio como resultado una muestra de 11 toros.

#### **3.3.2. Variables**

Este estudio se realizó evaluando las siguientes variables que se diferencian en dependientes e independientes:

Las variables independientes son:

- Cualitativas: raza, sistema locomotor (aplomos, corvejones y pie), genitales y pene.
- Cuantitativas: peso, condición corporal, edad y circunferencia escrotal.

Las variables dependientes son:

- Cualitativas: color.
- Cuantitativas: volumen, pH, concentración, motilidad total, motilidad progresiva, espermatozoides vivos/muertos y anormalidades.

Para la evaluación de las variables dependientes cuantitativas, se realizaron 5 repeticiones 2 veces por semana con el mismo tiempo de descanso entre cada colecta para todos los animales para obtener un promedio.

### **3.3.3. Análisis estadístico.**

Para analizar los resultados obtenidos de los diferentes eyaculados de cada animal se realizó un análisis descriptivo y porcentual. Además, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el programa IBM® SPSS® Statistics versión 23 y el programa Epi Info™ versión 6.04; con un nivel de confianza del 95%. El ANOVA de una vía permitió ver si existe una diferencia significativa en las medias de los datos de las características macroscópicas y microscópicas de los eyaculados. Para realizar el contraste de hipótesis se realizó tablas descriptivas y comparativas.

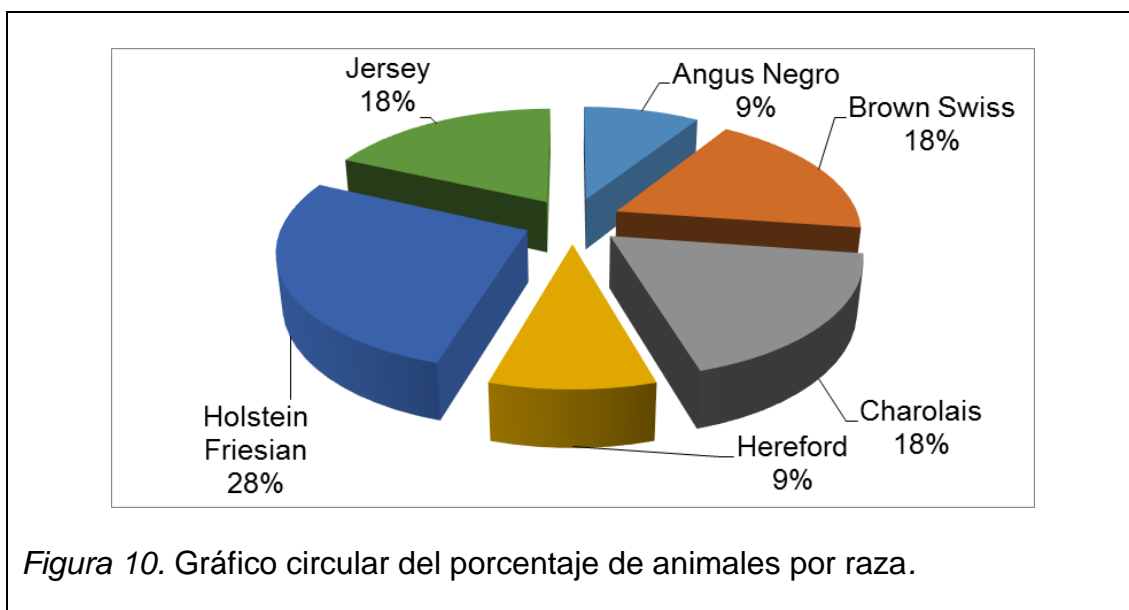


## 4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Resultados

#### 4.1.1. Raza

La figura 10 indica que el 28% de los animales pertenecen a la raza Holstein Friesian (3 animales), el 18% corresponden a la raza Jersey (2 animales), el 18% son pertenecientes a la raza Charolais (2 animales), el 9% corresponde a la raza Angus negro (1 animal) y el restante 9% pertenece a la raza Hereford (1 animal).



#### 4.1.2. Sistema Locomotor y genitales

La figura número 11 indica la valoración de aplomos, corvejón y pie de cada animal. Se observa que los 2 animales de raza Brown Swiss “Miraflores Vigor Tu Andy” y “Campocerrado Wonderment Tammy Gringo” y el animal de raza Hereford “Rupert Plato” obtuvieron la valoración 4 en aplomos, denominada “trasero acampado”. Además, obtuvieron valoración 2 en pie, denominada “tipo poste”. Uno de los animales de raza Jersey “San Luis Governor Che Pibe” obtuvo una valoración de 2 en aplomos, denominada “Pierna de poste”. Los demás animales tuvieron una valoración de 1 (Ideal) en aplomos, corvejones y pie.

Ninguno de los toros presentó anomalías o signo de enfermedad en los genitales externos y pene.

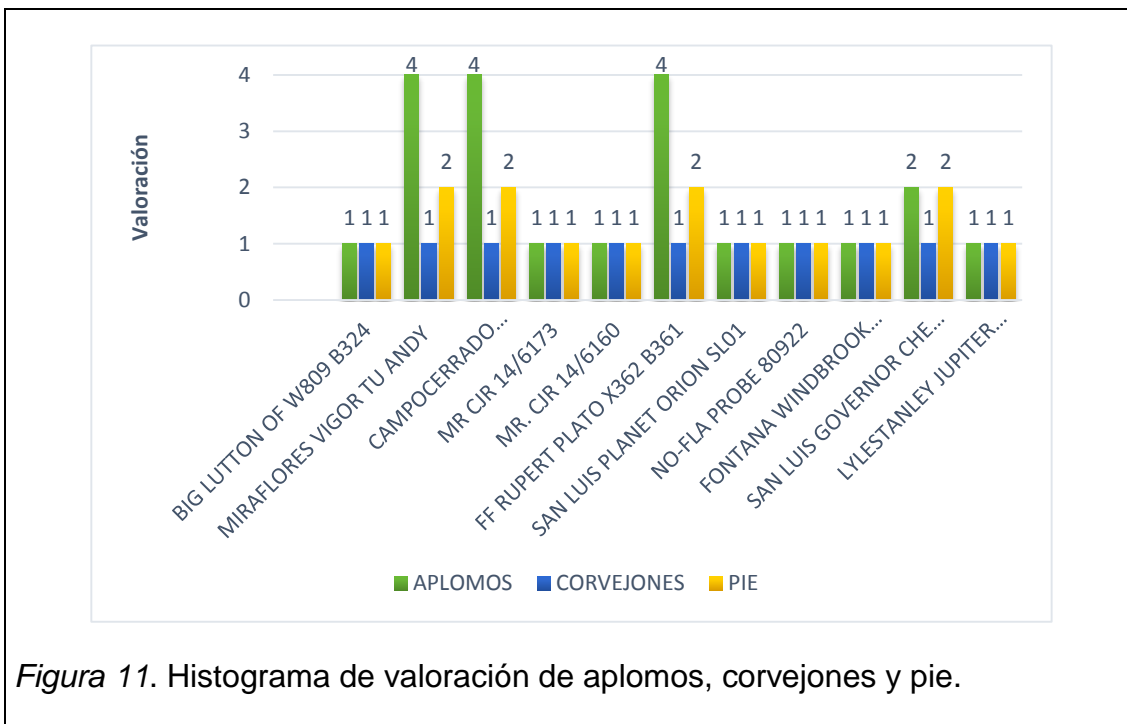


Figura 11. Histograma de valoración de aplomos, corvejones y pie.

### 4.1.3. Peso

En la figura 12 se aprecian los pesos de cada animal que varían desde los 400 Kg hasta los 850 Kg con un promedio de promedio de 700 Kg.

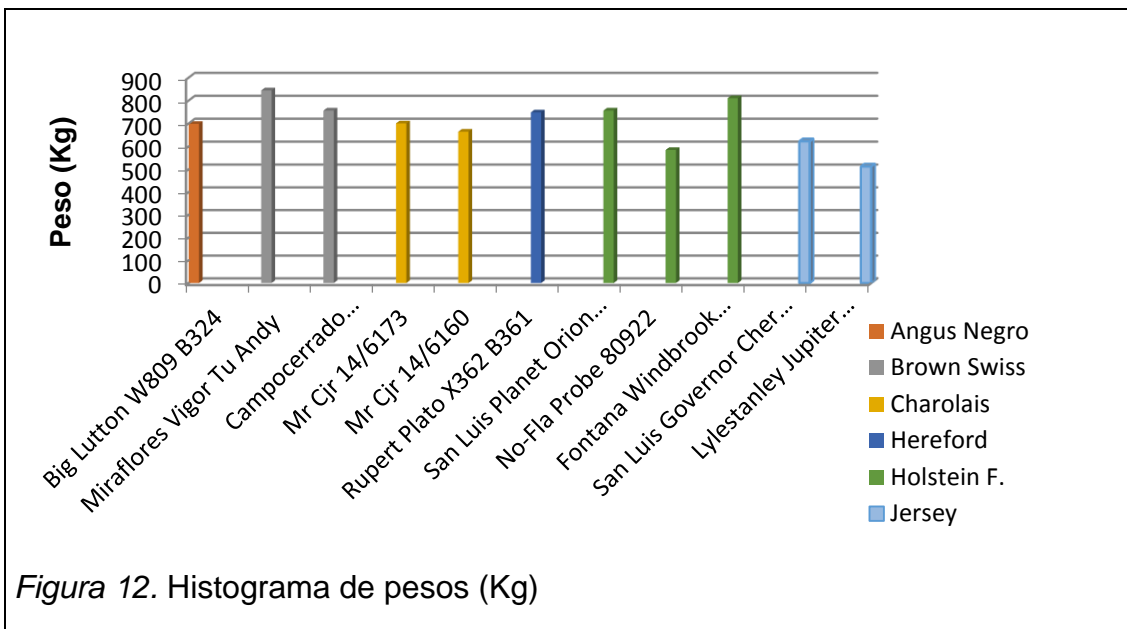
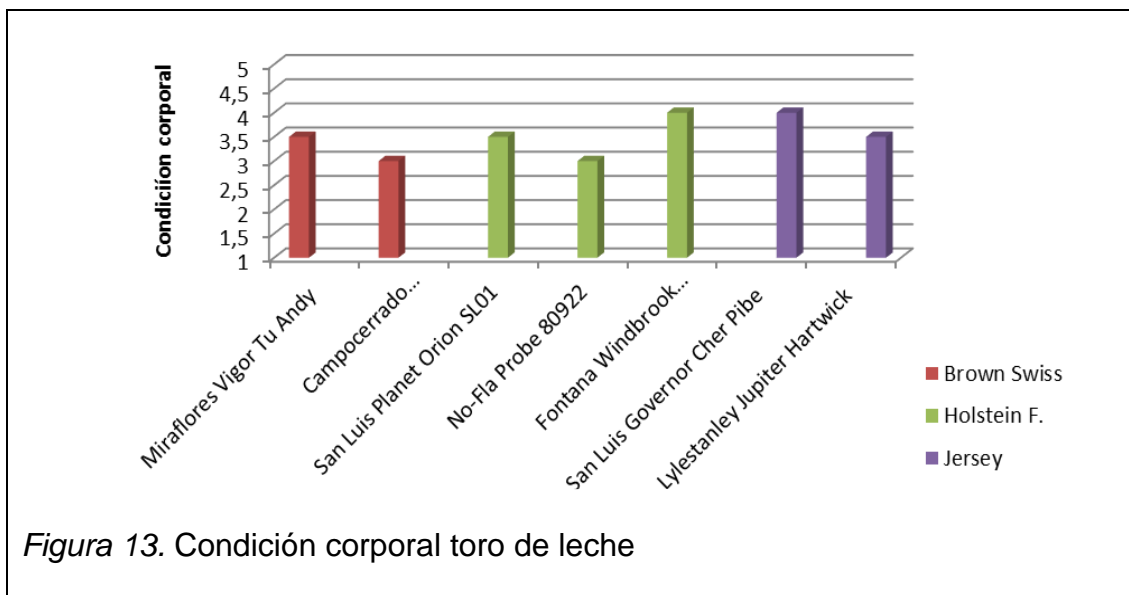


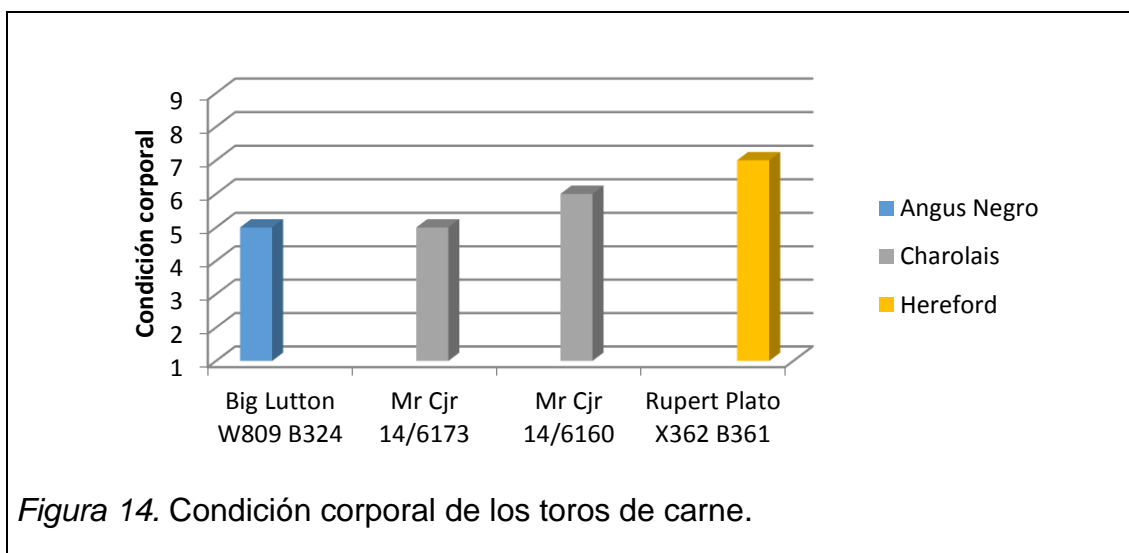
Figura 12. Histograma de pesos (Kg)

#### 4.1.4 Condición corporal

En la figura 13 se aprecia la condición corporal de los 7 toros de leche evaluados en el estudio, se puede observar que todos los animales se encuentran entre la valoración 3 (Ideal) y 4 (Gordo).



La figura 14 indica la condición corporal de los 4 toros de carne evaluados en el estudio, se puede observar que todos los animales se encuentran entre la valoración 5 (Moderado) y 6 (Bueno).



#### 4.1.5. Edad y circunferencia escrotal

En la tabla 7 se muestra la edad en meses de los animales, que varía desde los 25 meses hasta los 41 meses, con un promedio de 30 meses de edad. La medida de la circunferencia escrotal va desde los 33,7 cm hasta los 40,3 cm con un promedio de 37 cm.

El ANOVA de una vía mostró que no existió diferencia significativa ( $p>0.05$ ) para la variable edad y para la circunferencia escrotal si se obtuvo diferencia significativa ( $p<0.05$ ) (Ver anexo 12).

Tabla 7. Edad y circunferencia escrotal

<b>Nº</b>	<b>Nombre</b>	<b>Raza</b>	<b>Edad (meses)</b>	<b>Circunferencia escrotal (cm)</b>
1	Big Lutton Of W809 B324	Angus negro	31	36,2
2	Miraflores Vigor Tu Andy	Brown Swiss	25	35,7
3	Campocerrado Tammy Gringo	Brown Swiss	29	36,9
4	Mr Cjr 14/6173	Charolais	34	33,7
5	Mr Cjr 14/6160	Charolais	26	37,3
6	Rupert Plato X362 B361	Hereford	27	34,5
7	San Luis Planet Orion SI01	Holstein F.	27	38,6
8	No-Fla Probe 80922	Holstein F.	27	39,1
9	Fontana Windbrook Arkeas Sham	Holstein F.	36	39,3
10	San Luis Governor Che Pibe	Jersey	37	36,3
11	Lylestanley Jupiter Hartwick	Jersey	41	40,3
<b>PROMEDIO TOTAL</b>			30	37

#### **4.1.6. Características macroscópicas de los eyaculados de los toros**

Los eyaculados de los toros “Miraflores Vigor Tu Andy” y” Campocerrado Wonderment Tammy Gringo” presentaron un color blanco claro y amarillo limón respectivamente. Los demás animales presentaron un color de eyaculados blanco. El pH de los eyaculados varió entre 6,6 y 7 con un promedio de pH de 6,8. El volumen de eyaculados de los toros se presentó entre 4 ml y 6 ml, con un promedio de volumen de 4,5 ml (Ver anexo 10).

El ANOVA mostró que no hubo diferencia significativa ( $p>0.05$ ) con respecto al volumen de los eyaculados obtenidos de los 11 toros (Ver anexo 13).

#### **4.1.7. Características microscópicas de los eyaculados de los toros**

Los eyaculados de los 11 toros presentaron una concentración espermática que varía entre  $739,89 \times 10^6/\text{ml}$  y  $1238,32 \times 10^6/\text{ml}$ ; con un promedio de  $995,67 \times 10^6/\text{ml}$ .

La motilidad total varía entre 68,87% y 83,06 %, con un promedio de 73,5%. La Motilidad progresiva se presentó entre 53,18% y 75,01%, con un promedio de 61,76%. En cuanto al porcentaje de espermatozoides vivos fue entre el 64% - 81%, con un promedio de 70,54%. Por otra parte, se obtuvo un porcentaje de anomalías con una variación entre 7% - 12%, con un promedio de 9,8% (Ver anexo 11).

El ANOVA de una vía mostró que no hubo diferencia significativa ( $p>0,05$ ) en concentración, motilidad total y motilidad progresiva, espermatozoides vivos y anomalías de los eyaculados de los 11 toros (Ver anexo13).

## 4.2. Contraste de hipótesis

El contraste de hipótesis se realizó mediante tablas comparativas, para lo cual, se estableció la concordancia de los datos obtenidos en este estudio con los resultados mencionados en estudios realizados por algunos autores y en base a lo descrito en la literatura. Los parámetros utilizados fueron: medida de circunferencia escrotal y calidad seminal (volumen, pH, concentración, motilidad total, espermatozoides vivos y anormalidades).

Los animales de raza Holstein “Fontana Windbrook Arkeas Sham y San Luis Planet Orion” obtuvieron los 7 parámetros evaluados similares a lo mencionado y descrito en la literatura; los animales de raza Angus negro “Big Lutton Of W809 B324” y de raza Charolais “Mr Cjr 14/ 6160” obtuvieron 6 de los 7 parámetros, teniendo un valor inferior en el parámetro volumen. Sin embargo, Cardozo *et al* (1999) menciona, que los parámetros más importantes para predecir la fertilidad son la motilidad, concentración espermática y el porcentaje de anormalidades. Por lo tanto, estos animales son considerados como reproductores aptos.

Así mismo, los animales de raza Holstein “No Fla Probe” y de raza Jersey “Lylestanley Jupiter Hartwick” obtuvieron concordancia en 6 de los 7 parámetros, con un valor inferior en la concentración espermática. A pesar de esto, los animales fueron aceptados como reproductores aptos, ya que la concentración espermática según Muiño (2008), representa el número de espermatozoides que posee un eyaculado, mientras que la motilidad es un parámetro que demuestra la capacidad de un espermatozoide para llegar a fecundar el óvulo. Por esta razón, se ha dado una menor importancia al parámetro de concentración espermática en comparación con la motilidad, lo cual en el caso de los dos toros mencionados si cumple con lo descrito en la literatura.

En cuanto al animal de raza Hereford “Rupert Plato X362 B361” obtuvo también una concordancia en 6 de los 7 parámetros evaluados. El parámetro que no tuvo similitud fue la circunferencia escrotal. Sin embargo, el animal cumple con volumen y concentración que están influenciados por la circunferencia escrotal. Por esta razón este animal fue aceptado como reproductor apto.

Los demás animales, dos de raza Brown Swiss “Miraflores Vigor Tu Andy” y “Campocerrado Tammy Gringo”, un animal de raza Jersey “San Luis Governor Che Pibe” tuvieron concordancia en 4 de los 7 parámetros evaluados y el animal de raza Charolais “Mr Cjr 14/6173” en 3 de los 7 parámetros, presentando valores inferiores en circunferencia escrotal, volumen, concentración y motilidad. Como resultado, estos 4 toros son rechazados como reproductores aptos (Ver anexo 14- 17).

La Hipótesis nula que se planteó para este trabajo fue:

**H0** Los toros *Bos taurus* de la hacienda “El Rosario” no cumplen con los parámetros reproductivos para ser seleccionados como reproductores.

Como se observa en la tabla 8, los resultados obtenidos son:

- La H0 es aceptada para los animales número 2, 3, 4, 10.
- La H0 se rechaza para los animales 1, 5, 6, 7, 8, 9 y 11.

Tabla 8. Contraste de hipótesis

<b>Nº</b>	<b>Nombre</b>	<b>Raza</b>	<b>Resultado</b>
1	Big Lutton Of W809 B324	Angus negro	Rechaza H0
2	Miraflores Vigor Tu Andy	Brown Swiss	Acepta H0
3	Campocerrado Tammy Gringo	Brown Swiss	Acepta H0
4	Mr Cjr 14/6173	Charolais	Acepta H0
5	Mr Cjr 14/6160	Charolais	Rechaza H0
6	Rupert Plato X362 B361	Hereford	Rechaza H0
7	San Luis Planet Orion	Holstein F.	Rechaza H0
8	No-Fla Probe 80922	Holstein F.	Rechaza H0
9	Fontana Windbrook Arkeas Sham	Holstein F.	Rechaza H0
10	San Luis Governor Che Pibe	Jersey	Acepta H0
11	Lylestanley Jupiter Hartwick	Jersey	Rechaza H0

### **4.3. Discusión**

#### **4.3.1. Sistema locomotor y genitales externos**

Los datos obtenidos en este estudio muestran que, en la evaluación del sistema locomotor, los dos animales de raza Brown Swiss y el de raza Hereford presentaron para la categoría de aplomos la valoración de 4, como menciona CONARGEN (2007), los animales que poseen esta característica (trasero acampado) cambian de posición con frecuencia para estar cómodos cuando permanecen de pie. Además, para la categoría pie obtuvieron la valoración 2 (tipo poste), es decir que poseen patas demasiado rectas. Mientras que animal de raza Jersey “San Luis Governor Che Pibe” obtuvo la valoración de 2 en aplomos (pierna de poste) y en pie (*Figura 10*). Animales con éstas características pueden presentar ruptura de ligamentos y cojeras en un futuro. Sin embargo, estos defectos pueden influir en la calidad seminal, por esta razón, en base a los resultados de calidad de semen, pueden ser o no considerados para su descarte.

En cuanto a genitales externos, no presentaron alguna alteración o anomalía porque en base a los criterios de inclusión se seleccionaron animales sanos.

Es fundamental que antes de seleccionar a los reproductores se realice un examen andrológico donde se incluya la evaluación de aplomos, patas y genitales para animales reproductores porque como lo mencionan Vejarano, Sanabria y Trujillo (2005), en una investigación encontraron que 20% de los animales (n=6) presentaron problemas de aplomos y como consecuencia los reproductores afectados produjeron eyaculados de baja calidad. De la misma manera, Menegassi *et al* (2011) mencionan, que más del 65% de descarte de toros se produce por causa físicas entre las cuales están los problemas de corvejones, patas y genitales.

#### **4.3.2. Evaluación de la condición corporal**

En este estudio los toros de leche evaluados, presentaron una condición corporal entre 3 y 4, mientras que los animales de carne presentaron la condición corporal entre 5 y 6 (*Figura 13 y 14*); estos valores concuerdan con lo mencionado por



Oliveira et al (2011) que señala, que la condición corporal ideal para que un animal entre en servicio debe estar entre 3 y 4 (leche), 5 y 6 (carne). Por otro lado, Madrid y González (2008) mencionan, que animales con condición corporal mayor a los valores descritos anteriormente pueden presentar daños irreversibles en los órganos reproductores ya que la grasa acumulada va a interferir con la termorregulación normal de los testículos.

Así mismo, Bavera y Peñafort (2005), recomiendan una condición corporal no menor de 2,5 o superior de 4,0 (animales de leche) debido a que esto es causa de infertilidad o subfertilidad individual.

#### **4.3.3. Relación de la edad con la circunferencia escrotal**

La medida de la circunferencia escrotal obtenida para la raza Angus negro fue de 36,1 cm y para la raza Hereford 34,5 cm. Menegassi *et al* (2011) mencionaron, que la medida para Angus negro debe estar en los 36,2 cm lo cual es similar con lo obtenido en este estudio. Para la raza Hereford señalaron que la medida debe estar entre 36,4 cm, esto no corrobora con lo obtenido. En cuanto a la raza Charolais, Menegassi *et al* (2011) mencionan, que la medida debe oscilar entre 36,1 cm, en comparación con lo obtenido en este estudio, únicamente el toro “Mr Cjr 14/ 6160” es similar.

Chacur *et al* (2007) mencionan, que la medida promedio para la raza Brown Swiss de 26 meses de edad debe estar entre 37,9 cm, lo cual no corrobora con lo obtenido para ninguno de los dos animales.

Por otra parte, el estudio de Hahn *et al* (1969) determinó que toros de 29 meses de edad para la raza Holstein deben tener una medida de circunferencia escrotal de 38,7 cm; esto concuerda con la medida de los toros de este estudio.

Según Menegassi *et al* (2011), animales de raza Jersey deben tener una circunferencia escrotal mayor a 38 cm cuando alcanzan los 36 meses la edad y en comparación con este estudio, únicamente el animal “Lylestanley Júpiter Hartwick” cumple con lo expuesto (Ver anexo 14).

Las diferencias encontradas en este estudio para la circunferencia escrotal pueden deberse a que cada animal es proveniente de diferentes haciendas, ciudades o países, además llegaron a la hacienda siendo adultos. Uno de los factores que influyen en la medida de circunferencia escrotal es la alimentación y el crecimiento de los testículos mayormente se da entre los 6 meses a los 31 meses de edad (Chacur *et al*, 2007). Por lo tanto, una mala alimentación durante su crecimiento pudo influir en la medida testicular que poseen los animales.

En el ANOVA de una vía no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en edad, ya que el grupo de animales es casi homogéneo en este parámetro. Mientras que para el parámetro edad, si se encontró diferencia significativa, esto se debe a que existen diferencias en la medida de circunferencia escrotal que está influenciada por raza y edad.

#### **4.3.4. Evaluación de la calidad del eyaculado por características macroscópicas**

El color obtenido de los eyaculados de los toros varía entre amarillo limón, blanco claro y blanco. Gómez y Miglioris (2007), describen estos colores como normales. Por otra parte, ninguno de los eyaculados presento color anormal con presencia de sangre (Ver anexo 10).

El promedio del pH obtenido de los 11 animales fue de 6,8; Morillo, Salazar y Castillo (2012), señalan que el pH de semen bovino varía de 6,6 a 7 como valores normales. Los eyaculados de todos los toros estuvieron dentro de estos valores.

En cuanto a volumen; Valle, Fuentes y Puertas (2005), obtuvieron un volumen de 4,27 ml para la raza Holstein, lo cual concuerda con los valores obtenidos en los tres animales Holstein utilizados en este estudio. De la misma manera, para la raza Brown Swiss, los autores obtuvieron un volumen de  $4,21 \pm 1,80$  ml, valor similar a lo encontrado para los dos animales de este estudio. Esto puede deberse a que los grupos de estudio, de la presente investigación y la de Valle, Fuentes y Puertas (2005) son similares en cuanto a raza y edades.

Por otro lado, el valor de volumen que se determinó por Lemma y Shemsu (2015) y por Nilani, Eswaramohan y Balasubramaniam (2002) para animales de raza Jersey, está entre  $4,5 \pm 2,19$  ml y 5 ml respectivamente. Estos valores concuerdan con los obtenidos en los dos animales estudiados. Kealey *et al* (2006) y Wood *et al* (1986) presentaron valores similares con este estudio para la raza Hereford. Esto puede deberse al tiempo de descanso que emplearon los autores en los animales entre cada colecta que fueron los mismos.

Mientras que el promedio del volumen para la raza Angus Negro, no corrobora con Vejarano, Sanabria y Trujillo (2005), quienes mencionan un promedio de  $8 \pm 3,2$  ml. Al igual que Brito *et al* (2008), señalan un volumen de  $7 \pm 0,4$  ml en la raza Charolais, resultado que no es similar con lo hallado para los animales. Esta diferencia puede deberse a que los animales no estaban en servicio al momento del muestreo. (Ver anexo 10).

#### **4.3.5. Evaluación de la calidad del eyaculado por características microscópicas**

##### Concentración

En cuanto a concentración; Lemma y Shemsu (2015) obtuvieron un valor de  $1030 \times 10^6$ / ml para la raza Holstein, lo cual corrobora con lo obtenido en este estudio, excepto para el toro No Fla Probe que obtuvo  $945,6 \times 10^6$ / ml.

Así mismo para la raza Jersey mencionan un valor de  $1000 \times 10^6$ / ml, lo cual no concuerda con lo obtenido para "San Luis Governor Che Pibe"  $835 \times 10^6$ / ml. Chacur *et al* (2007), obtuvieron un valor de concentración espermática de  $980,5 \times 10^6$ / ml para la raza Brown Swiss, los cual no es similar a lo encontrado para los dos animales de este estudio. Esta diferencia puede deberse a los defectos de aplomos y patas que presentaron los animales de este estudio.

Mientras que valor de concentración para la raza Angus Negro obtenida en el estudio fue  $1201,2 \times 10^6$ / ml, lo cual no corrobora con Vejarano Sanabria y Trujillo (2005), quienes mencionan un valor de  $661 \times 10^6$ / ml, esto puede estar influido por los problemas físicos que presentaron los animales del estudio de estos autores.

Brito *et al* (2008), señalan una concentración espermática de  $1200 \times 10^6$ / ml de en la raza Charolais, resultado que es similar con lo hallado únicamente para el animal “Mr Cjr 14/6061”. La diferencia con el otro Charolais puede ser influenciada por la medida inferior de circunferencia escrotal.

### Motilidad total

Los datos obtenidos de motilidad total indican que 8 de los toros tienen una valor igual o mayor al 70% que es porcentaje aceptable según lo mencionado por Muiño (2008). Los dos animales de Raza Brown Swiss y uno de la raza Jersey “San Luis Governor Che Pibe” obtuvieron valores menores a lo aceptable (70%), resultados que, además, no concuerdan al estudio realizado por Kumar *et al* (2015), quienes mencionan que la motilidad para la raza Jersey debe ser de 78,85%. Esto puede estar ocasionado por factores nutricionales, factores climáticos, falta de adaptación de los animales.

### Vivos

En este estudio, 7 animales tienen un porcentaje aceptable de espermatozoides vivos (70%), según lo mencionado por Gómez y Miglioris (2007). Los dos animales de raza Brown Swiss, un toro de raza Charolais “Mr Cjr 14/ 6173” y un toro de raza Jersey “San Luis Governor Che Pibe” presentan un porcentaje inferior al valor aceptable, esto puede deberse al igual que la motilidad, éste parámetros está influenciado por factores nutricionales, factores climáticos o falta adaptación de los animales.

### Anormalidades

Los 11 animales presentaron un porcentaje inferior (promedio 12%) de anomalidades con respecto al valor aceptable de máximo 30% (Morillo, Salazar y Castillo, 2012), (Hidalgo, Tamargo y Díez, 2005). Así mismo, Olivares y Urdaneta (1985) mencionan que las anomalidades no deben ser mayores al 14%, lo cual concuerda con lo obtenido en este trabajo.

Los valores inferiores obtenidos, pueden deberse a la baja temperatura ambiental del lugar donde habitan los animales. Valle, Fuentes y Puertas (2005),

mencionan que las temperaturas ambientales elevadas aumentan el número de anomalías en los espermatozoides.

En el ANOVA de una vía no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) para las características macroscópicas y microscópicas de los eyaculados de los 11 toros, esto puede ser resultado de que los animales en la hacienda “El Rosario”, tienen una misma alimentación, un mismo manejo, igualdad en los tiempos de colecta y descanso, además los toros están bajo la misma influencia de la temperatura ambiental. Estos resultados corroboran con lo mencionado por Berdugo (1994) y Vejarano, Sanabria y Trujillo (2005), que no encontraron diferencias en éstas características al evaluar toros de diferentes razas.

## 5. CAPÍTULO V. Conclusiones y recomendaciones

### 5.1 Conclusiones

Los 11 animales obtuvieron una valoración de condición corporal de 3 a 4 (leche) y 5 a 6 (carne), lo que significa que estuvieron en la condición adecuada para ser recolectados y ser aptos como reproductores.

7 de los 11 toros utilizados en el estudio presentaron una valoración de aplomos, corvejones y pie, ideales, los dos animales de raza Brown Swiss y el de raza Hereford presentaron para la categoría de aplomos la valoración de 4 (trasero acampado) y para la categoría pie obtuvieron la valoración 2 (tipo poste), es decir que poseen patas demasiado rectas. Mientras que animal de raza Jersey “San Luis Governor Che Pibe” obtuvo la valoración de 2 en aplomos (pierna de poste) y en pie (tipo poste), estas características influyen en la calidad seminal, por esta razón los dos Brown Swiss y el de raza Jersey presentaron valores inferiores en la mayoría de parámetros.

Los tres toros de raza Holstein, el toro de raza Angus Negro, uno de los dos toros de raza Charolais (Mr Cjr 14/ 6160) y uno de raza Jersey (Lylestanley Júpiter Hartwick) presentan una medida de circunferencia escrotal adecuada con relación a la edad. Los demás animales se encuentran por debajo del promedio establecido por algunos autores, esto se relaciona con una alimentación deficiente en su crecimiento durante los primeros años de vida.

Se estableció que los animales aptos para ser reproductores deben haber cumplido con mínimo 5 de 7 de los parámetros reproductivos evaluados, los animales que no cumplieron con esto y fueron calificados como animales no aptos para ser reproductores son: los dos animales de la raza Brown Swiss y uno de los dos animales de raza Jersey “San Luis Governor Che Pibe por sus defectos en aplomos y pie, ocasionó como consecuencia, una mala calidad seminal. Así También uno de los dos animales de raza Charolais “Mr Cjr 14/ 6173” no fue aceptado como reproductor apto y se concluye que esto se debe a

una deficiente nutrición, fallas en el manejo, exceso de servicio sexual, falta de adaptación a las condiciones ambientales, ya que estos 4 animales proceden de ambientes con clima cálido.

## **5.2. Recomendaciones**

Es recomendable mantener a los animales dentro de la condición corporal 3 a 4, para evitar problemas reproductivos a causa de un bajo peso o que los animales estén demasiado engrasados.

Se recomienda que en la hacienda se realicen anualmente los exámenes andrológicos a todos los toros reproductores para que de esta manera se garantice a los productores semen de alta calidad. Además, estas pruebas deberán realizarse antes de adquirir un nuevo animal para comprobar su estado reproductivo y aceptarlo o descartarlo como futuro reproductor.

Se recomienda establecer un calendario para realizar las colectas y llevar registros de cada procedimiento para realizar una evaluación del estado reproductivo de los animales.

Es recomendable continuar con más estudios en el campo de la evaluación de la calidad de semen, ya que es necesario determinar si los toros son aptos para ser reproductores y que esto pueda ser utilizado en muchas otras producciones dedicadas a bovinotecnia.

## REFERENCIAS

- 3B Scientific (2016). *Cinta indicadora de pH*. Recuperado el 22 de abril de 2015 de: [https://www.a3bs.com/varillas-indicadoras-de-ph-ph-0-14\\_w11723\\_p\\_1134\\_3574.html](https://www.a3bs.com/varillas-indicadoras-de-ph-ph-0-14_w11723_p_1134_3574.html)
- Álvarez, A., Pérez, H., Martín, T., Quincosa, J. y Sánchez, A. (2009). *Fisiología animal aplicada*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Amann, R. y Katz, D. (2004). Reflections of CASA after 25 years. USA: Journal of Andrology.
- Angelino, J. (2009). *Manual de evaluación de semen en bovinos*. Veracruz, México: Universidad Veracruzana.
- Bart, A. (1999). *Factores que afectan la pubertad de los toros*. Recuperado el 10 de abril de 2016 de: [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/cria\\_toros/37factores\\_que\\_afectan\\_pubertad\\_toros.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/cria_toros/37factores_que_afectan_pubertad_toros.pdf)
- Bavera, G. (2005). *Examen reproductivo en toros. Cursos de producción bovina de carne*. Argentina: Producción animal
- Berdugo, J. (1994). *Producción espermática de toros en el trópico*. Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- Boggio, Juan. (2007). *Evaluación de la Aptitud Reproductiva Potencial y Funcional del Toro. Capacidad de Servicio*. Chile: Universidad Austral de Chile.
- Brito, L., Silva, A., Rodrigues, L., Vieira, F., Deragon, L. y Kastelic, J. (2001). *Effect of age and genetic group on characteristics of the scrotum, testes and testicular vascular cones, and on a sperm production and semen quality in AI bull in Brazil*. Brasilia, Brazil: Elsevier.
- Brogliatti, G. (s.f). *El impacto de calidad seminal en los programas de IATF*. Buenos Aires: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
- Busch, W. y Waberski, D. (2005) *Manual de inseminación artificial de los animales domésticos y explotación zootécnica*. España: Acribia.



- Cardozo, J., Velásquez, J., Rodríguez, G., Prieto, E., Tarazona, G. y Espitia, A. (1999). *Evaluación reproductiva del macho bovino en condiciones tropicales*. Colombia: Corpoica.
- Chacur, G., Sirchia, F., Zerbinatti, E., Kronka, S. y Oba, E. (2007). *Relação entre circunferência escrotal, libido, hormônios e características do sêmen em touros Brangus e Pardo-Suíço*. Brasil: Acta Scientiae Veterinariae.
- Coulter, G., Mapletoft, R., Kozub, G. y Cates, W. (1987). *Scrotal circumference of two-year-old bulls of several beef breeds*. USA: Theriogenology.
- CONARGEN, (2007). Guía Práctica para Seleccionar un Semental Bovino de Carne. Recuperado el 15 de mayo de 2016 de: <http://www.simmentalsimbrah.com.mx/pdf/Seleccion%20de%20un%20Semental.pdf>.
- Duarte, E. (2008). *Efecto de la aplicación de oxitocina sobre la calidad seminal en bovinos en el trópico húmedo*. México, Veracruz: Universidad Veracruzana.
- Duchens, M. y De los Reyes, M. (2012). *Examen de fertilidad potencial a toros*. Chile: Universidad de Chile.
- Evans, A. y Rawlings, N. (2009). *Fisiología de la pubertad de terneros y terneras*. Córdoba, Argentina: Instituto Reproducción Animal de Córdoba.
- Fiaz, M., Usmani, R., Abdullah, M. y Ahmad, T. (2009). *Evaluation of Semen Quality of Holstein Friesian and Jersey Bulls Maintained under Subtropical Environment*. Pakistan: Pakistan Veterinary Journal.
- Frasinelli, C., Casagrande, H. y Veneciano, J. (2004). *La condición corporal como herramienta de manejo en rodeos de cría bovina*. Argentina: INTA.
- Gómez, M. y Miglioris, A. (2007). *Protocolo para la evaluación de semen en rumiantes*. Buenos Aires, Argentina: Cátedra reproducción animal facultad de Cs. Veterinarias- UNLP.
- Guzmán, C. (2013). *Evaluación seminal en toros por métodos manuales o computarizados*. Montevideo, Uruguay: Universidad de la República.
- Hafez, B. y Hafez, E. (2000). *Reproducción e inseminación artificial en animales*. (7ma Edición). México: McGraw- Hill Interamericana.
- Hahn, J., Foote, H. y Seidel, Jr. (1969). *Testicular growth and related sperm output in dairy bulls*. New York: Universidad Cornell.

- Henry, M. y Neves, J. (1998). *Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal*. Brasil: Belo Horizonte, Colégio Brasileiro de Reprodução Animal.
- Hidalgo, C., Tamargo, C. y Díez, C. (2005). *Análisis de semen bovino*. España: SERIDA.
- Hossain, M., Khatun, M., Islam, M. y Miazi, O. (2012). *Semen characteristics of breeding bulls at the Central Cattle Breeding and Dairy Farm of Bangladesh*. Bangladesh: Chittagong Veterinary and Animal Sciences University.
- Jiménez, J., Martínez, G. y Murcia, G. (1996). *Características seminales y circunferencia escrotal de toros puros y cruzados en el Piedemonte Llanero*. Argentina: ACOVEZ
- Kealey, C. MacNeil, M., Tess, M., Geary, T. y Bellows, R. (2006). *Genetic parameter estimates for scrotal circumference and semen characteristics of Line 1 Hereford bulls*. Estados Unidos: American Society of Animal Science.
- Kumar, U., Gawande, A., Sahatpure, K., Patil, M., Lakde, C., Bonde, S., Borkar, P., Poharkar, A. y Ramteke, B. (2015). *Assessment of semen quality in pure and crossbred Jersey bulls*. India: Veterinary World.
- Lemma, A. y Shemsu T. (2015). *Effect of Age and Breed on Semen Quality and Breeding Soundness Evaluation of Pre-Service Young Bulls*. Addis Ababa University: Ethiopia
- Madrid, N. (2005). *Medida de la circunferencia escrotal*. Maracaibo, Venezuela: Manual de ganadería de doble propósito.
- Madrid, N. y González, C. (2008). *Interpretación de la circunferencia escrotal en la evaluación de la fertilidad de toros doble propósito en monta natural*. Venezuela: Desarrollo Sostenible de la Ganadería de Doble Propósito
- McGowan, M. (1995). *The veterinary examination of bulls*. Australia: The Australian Association of cattle veterinarians
- Menegassi, S., Barcellos, J., Peripolli, V., Pereira, R., Borges, J. y Lampert, V. (2011). *Determinação da circunferência escrotal em touros de corte no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Brasil: Universidad Federal do Rio Grande do Sul.

- Minitube, (2003). Andromed ®. Recuperado el 4 de abril de 2016 de: [http://www.biotay.com/upfiles/documento\\_archivo\\_39\\_1315541544.pdf](http://www.biotay.com/upfiles/documento_archivo_39_1315541544.pdf)
- Morillo, M., Salazar, S. y Castillo, E. (2012). *Evaluación del potencial reproductivo del macho bovino*. Maracay, Venezuela: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Muiño, R. (2003). *Evaluación de la motilidad y viabilidad del semen bovino mediante el uso de sistemas CASA y citometría de flujo: identificación de subpoblaciones espermáticas*. España: USC
- Nilani, K., Eswaramohan, T. y Balasubramaniam, K. (2012). *Influence of Temperature on Motility and Viability of Bovine Spermatozoa during Cold Storage*. Sri Lanka: International Journal of Scientific and Research Publications.
- Olivares, R. y Urdaneta, R. (1985). *Colección, evolución y procesamiento del semen de toros*. Venezuela: Fonaiap Divulga
- Oliveira, S., Andrighetto, M., Jardim, J., Canellas, L., Oliveira, T. y Reis, J. (2011). *Manual de buenas prácticas para el manejo de los toros*. Porto Alegre, Brasil: UFRGS
- Ortíz, N. (1999). *Estudio de las características espermáticas y de la criopreservación en espermatozoides epididimarios de ciervo ibérico obtenidos postmortem*. España: Universidad de Castilla- La Mancha
- Palacios, A. (1993). *Uso de la computadora en la evaluación del semen*. México, México DF: UNAM
- Porras, A. y Páramo, R. (2009). *Manual de prácticas de reproducción animal*. México: UNAM.
- Puignau, J (2000). *Evaluación y elección de biotipos de acuerdo a los sistemas de producción*. Uruguay: IICA
- RAE. (2014). *Diccionario de la lengua española: Fértil*. Recuperado el 23 de abril de 2016 de: <http://dle.rae.es/?id=HoQzHps>
- Rangel, P. (2007). *Evaluación de la salud de sementales bovinos*. México: UNAM.
- Ruiz, B., Ruiz, H., Mendoza, P., Oliva, A., Gutiérrez, A., Rojas, R., Herrera, J., Ruiz, D., Aguilar, G., León, H., Bautista, G., Ruiz, A., Ibarra, C. y

- Villalobos, A. (2010). *Caracterización reproductiva de toros Bos taurus y Bos indicus y sus cruzas en un sistema de monta natural y sin reposo sexual en el trópico mexicano*. México: Universidad Autónoma de Chiapas.
- Salah, M., El-Nouty, F., Al-Hajri, M. y Mogawer, H. (1992). *Effect of season on seminal characteristics of Holstein bull under semi- arid environment biophysical characteristics*. Arabia Saudita: College of Agriculture King Saud University.
- Salamanca, C., Aguirre, O., Colmenares, G. y Sarmiento, A. (2014). *Factores genéticos y ambientales que afectan los parámetros andrológicos en toros cebú y f1 en un hato de cría*. Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia.
- Silva, M., Pedrosa, V., Silva, J., Herrera, L., Eler, J. y Albuquerque, L. (2012). *Parámetros genéticos de las características andrológicas en la especie bovina*. Recuperado el 3 de marzo de 2016 de: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301732X2012000100002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301732X2012000100002&script=sci_arttext)
- Soler, C., Fuentes, M., Sancho, M., García, A., Núñez, M. y Núñez, J. (2012). *Efecto de la cámara de recuento utilizada sobre los parámetros espermáticos, analizados con el ISASv1*. Valencia, España: Revista Internacional de Andrología.
- Quintero, A. y Rubio, G. (2008). *Evaluación de la calidad espermática en toro mediante tecnología informática*. Venezuela: Desarrollo Sostenible de la Ganadería de Doble Propósito.
- Valle, A., Fuentes, A. y Puerta, M. (2005). *Influencia de factores climáticos sobre las características seminales de toros Holstein y Pardo Suizo nacidos en el trópico*. Venezuela: Universidad Central de Venezuela.
- Vejarano, O., Sanabria, L., Trujillo, L. (2005). *Diagnóstico de la capacidad reproductiva de toros en ganaderías de tres municipios del Alto Magdalena*. Colombia: Universidad del Tolima.

- Vera, M. y Muñoz, G. (2005). Cómo mejorar la colección, manejo y calidad microbiológica del semen. En: Manual de Ganadería Doble Propósito. Maracaibo-Venezuela: Ediciones Astro Data.
- Wood, P., Foulkes, J., Shaw, R. y Melrose, D. (1986). *Semen assessment, fertility and the selection of Hereford bulls for use in AI*. U.K.: Journals of Reproduction y Fertility.

**ANEXOS**

### Anexo 1. Preparación del toro previa recolecta



### Anexo 2. Proceso de armar la vagina artificial



### Anexo 3. Estimulación sexual del toro



Anexo 4. Desviación del pene para estimular al animal



Anexo 5. Recolección de semen por el método de vagina artificial

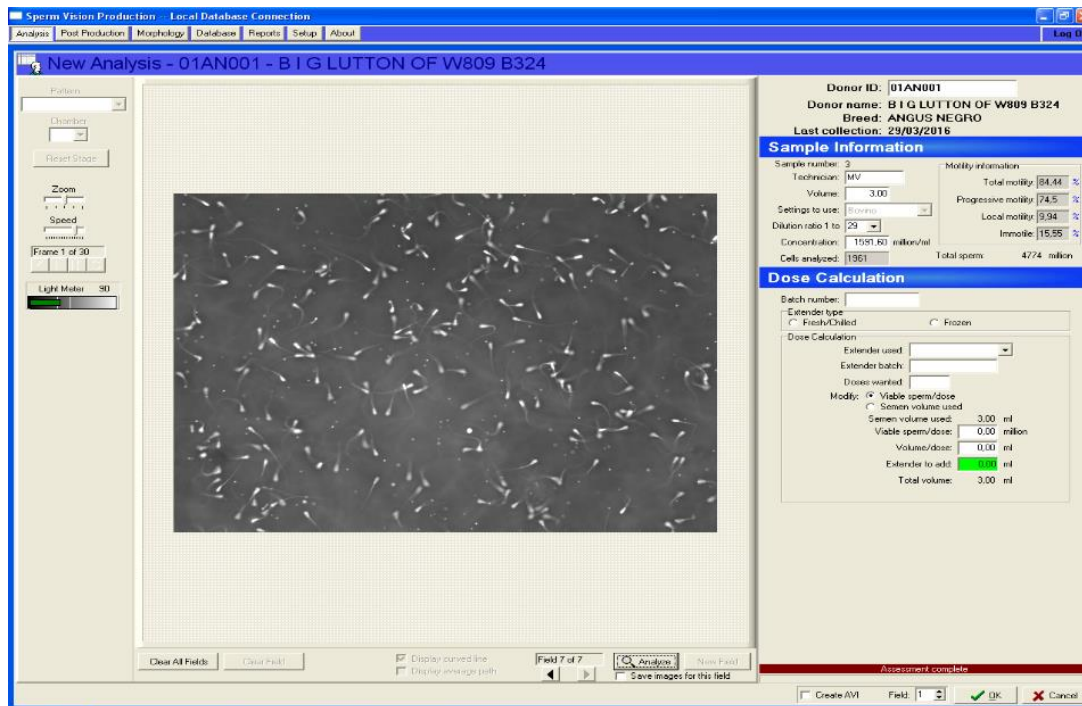


Anexo 6. Evaluación de características macroscópicas de semen





## Anexo 7. Evaluación de las características microscópicas por medio del sistema "CASA"



## Anexo 8. Método de tinción con Eosina- Nigrosina, observación de espermatozoides vivos, muertos y anormales



## Anexo 9. Descripción de los animales seleccionados

Nº	Nombre	Raza	Edad (Mes)	Peso (Kg)	Condición Corporal	Aplomos	Corvejones	Pie	Genitales*	Pene*	C. Escrotal (cm)
1	Big Lutton W809 B324	Angus Negro	31	698	5	1	1	1	N	N	36,2
2	Miraflores Vigor Tu Andy	Brown Swiss	25	844	3,5	4	1	2	N	N	35,7
3	Campocerrado Wonderment Tammy Gringo	Brown Swiss	29	756	3	4	1	2	N	N	36,9
4	Mr Cjr 14/6173	Charolais	34	700	5	1	1	1	N	N	33,7
5	Mr Cjr 14/6160	Charolais	26	664	6	1	1	1	N	N	37,3
6	Rupert Plato X362	Hereford	27	748	7	2	1	2	N	N	34,5
7	San Luis Planet Orion SL01	Holstein	27	756	3,5	1	1	1	N	N	38,6
8	No-Fla Probe 80922	Holstein	27	584	3	2	1	2	N	N	39,1
9	Fontana Windbrook Arkeas Sham	Holstein	36	810	4	1	1	1	N	N	39,3
10	San Luis Che Pibe	Jersey	37	622	4	1	1	1	N	N	36,3
11	Lylestanley Jupiter Hartwick	Jersey	41	512	3,5	1	1	1	N	N	40,3

37

Nota: En esta tabla se aprecia la descripción de los animales que fueron seleccionados, la valoración para genitales externos se realizó con las letras N (normal) y A (Anormal).

## Anexo 10. Promedio de las características macroscópicas de los eyaculados de los toros

<b>Nº</b>	<b>Nombre del toro</b>	<b>Raza</b>	<b>Edad (meses)</b>	<b>Color</b>	<b>pH</b>	<b>Volumen (ml)</b>
1	Big Lutton Of W809 B324	Angus Negro	31	Blanco	6,7	4
2	Miraflores Vigor Tu Andy	Brown Swiss	25	Blanco claro	6,9	4,7
3	Campocerrado Wonderment Tammy Gringo	Brown Swiss	29	Amarillo limón	6,9	4,3
4	Mr Cjr 14/6173	Charolais	34	Blanco	6,7	4,5
5	Mr Cjr 14/6160	Charolais	26	Blanco	6,6	4,1
6	Rupert Plato X362 B361	Hereford	27	Blanco	7	4,2
7	San Luis Planet Orion SI01	Holstein F.	27	Blanco	6,9	4,8
8	No Fla Probe 80922	Holstein F.	27	Blanco	6,8	4,7
9	Fontana Windbrook Arkeas Sham	Holstein F.	36	Blanco	6,8	4,4
10	San Luis Governor Che Pibe	Jersey	37	Blanco	6,8	6
11	Lylestanley Jupiter Hartwick -Et	Jersey	41	Blanco	6,8	4,5
<b>PROMEDIO TOTAL</b>					6,8	4,5

## Anexo 11. Promedio de las características microscópicas de los eyaculados de los toros

Nº	Nombre del toro	Raza	Concentración 10 <sup>6</sup> /ml	Motilidad total %	Motilidad progresiva %	Espermatozoides vivos %	Anormalida des %
1	Big Lutton Of W809 B324	Angus Negro	1221,2	71,80	59,24	70	11
2	Miraflores Vigor Tu Andy	Brown Swiss	739,89	66,73	53,18	66	9
3	Campocerrado Wonderment Tammy Gringo	Brown Swiss	816,3	67,96	54,86	66	12
4	Mr Cjr 14/6173	Charolais	1065,2	75,77	67,48	64	7
5	Mr Cjr 14/6160	Charolais	1231,2	76,61	63,28	71	10
6	Rupert Plato X362 B361	Hereford	763	72,72	60,71	72	7
7	San Luis Planet Orion SI01	Holstein F.	1238,32	83,06	75,01	81	9
8	No-Fla Probe 80922	Holstein F.	945,6	73,46	58,30	71	11
9	Fontana Windbrook Arkeas Sham	Holstein F.	1031,74	78,85	69,88	79	9
10	San Luis Governor Che Pibe	Jersey	835	68,87	56,59	68	12
11	Lylestanley Jupiter Hartwick	Jersey	1065	72,67	60,83	70	11
<b>PROMEDIO TOTAL</b>			947,49	73,5	61,76	70,8	9,8

## Anexo 12. ANOVA de una vía de los parámetros circunferencia escrotal y edad de los toros

<b>Variables</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Error estándar</b>	<b>Límite Inferior</b>	<b>Límite Superior</b>	<b>MÍN</b>	<b>MÁX</b>
<b>Circunferencia escrotal</b>	11	37,0452	2,0612	0,6215	35,661	38,430	313,7	40,3
<b>Edad</b>	11	30,91	5,318	1,60	27,33	34,48	25	41

<b>Características de los eyaculados de los toros</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
<b>Circunferencia escrotal</b>	15,175	0,005
<b>Edad</b>	1,774	0,272

Anexo 13. ANOVA de una vía de las características cuantitativas de los eyaculados de los toros.

<b>Variables</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Error estándar</b>	<b>Límite Inferior</b>	<b>Límite Superior</b>	<b>MÍN</b>	<b>MÁX</b>
<b>Volumen</b>	11	4,5636	0,54087	0,16308	4,2003	4,9270	4	6
<b>Concentración</b>	11	995,6772	188,736188	56,90610	868,88257	1122,4720	739,89	1238,32
<b>Motilidad total</b>	11	73,5000	4,86818	1,46781	46,6282	94,9118	68,87	83,06
<b>Motilidad progresiva</b>	11	61,7600	6,66911	2,01081	57,2796	66,24	53,18	75,01

<b>Características de los eyaculados de los toros</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
<b>Volumen</b>	1,133	0,447
<b>Concentración</b>	3,029	0,125
<b>Motilidad total</b>	3,337	0,106
<b>Motilidad Progresiva</b>	1,683	0,291
<b>Espermatozoides Vivos (%)*</b>	-	0,929
<b>Anormalidades (%)*</b>	-	1,00

Nota: Los parámetros espermatozoides vivos y anormalidades fueron analizados con el programa Epi Info™ y no da el valor de F, por tratarse de porcentajes.

Anexo 14. Contraste de hipótesis de las variables edad y circunferencia escrotal.

Nº	Nombre del toro	Raza	Edad (meses)	Estudio	Autores	Concordancia
1	Big Lutton Of W809 B324	Angus Negro	31	36,2	36,3	✓
2	Miraflores Vigor Tu Andy	Brown Swiss	25	35,7	38,9	X
3	Campocerrado Wonderment Tammy Gringo	Brown Swiss	29	36,9	38,9	X
4	Mr Cjr 14/6173	Charolais	34	33,7	36,1	X
5	Mr Cjr 14/6160	Charolais	26	37,3	36,1	✓
6	Rupert Plato X362 B361	Hereford	27	34,5	36,43	X
7	San Luis Planet Orion SI01	Holstein F.	27	38,6	38,7	✓
8	No-Fla Probe 80922	Holstein F.	27	39,1	38,7	✓
9	Fontana Windbrook Arkeas Sham	Holstein F.	36	39,3	38,7	✓
10	San Luis Governor Che Pibe	Jersey	37	36,3	38	X
11	Lylestanley Jupiter Hartwick	Jersey	41	40,3	38	✓

Nota:

Los autores son: Menegassi *et al* (2011) para las razas Angus Negro, Hereford, Charolais y Jersey; Chacur *et al* (2007) para la raza Brown Swiss y Hahn *et al* (1969) para la raza Holstein.

Anexo 15. Contraste de hipótesis de las características macroscópicas de volumen y pH de los eyaculados.

Nº	Nombre del toro	Raza	Volumen		Concordancia	pH		Concordancia
			Estudio	Autores		Estudio	Autores	
1	Big Lutton of W809 B324	Angus negro	4	8	X	6,7	6,6-7	✓
2	Miraflores Vigor Tu Andy	Brown Swiss	4,7	4,2	✓	6,9	6,6-7	✓
3	Campocerrado Wonderment Tammy Gringo	Brown Swiss	4,3	4,2	✓	6,9	6,6-7	✓
4	Mr Cjr 14/6173	Charolais	4,5	7	X	6,7	6,6-7	✓
5	Mr Cjr 14/6160	Charolais	4,1	7	X	6,6	6,6-7	✓
6	Rupert Plato X362 B361	Hereford	4,2	3,3	✓	7	6,6-7	✓
7	San Luis Planet Orion SI01	Holstein F.	4,8	4,2	✓	6,9	6,6-7	✓
8	No Fla Probe 80922	Holstein F.	4,7	4,2	✓	6,8	6,6-7	✓
9	Fontana Windbrook Arkeas Sham	Holstein F.	4,4	4,2	✓	6,8	6,6-7	✓
10	San Luis Governor Che Pibe	Jersey	6	4,5	✓	6,8	6,6-7	✓
11	Lylestanley Jupiter Hartwick	Jersey	4,5	4,5	✓	6,8	6,6-7	✓

Nota: Los autores para volumen son: Valle *et al* (2005) para las razas Holstein y Brown Swiss; Lemma y Shemsu (2015) para Jersey; Kealey *et al* (2006) para Hereford y Vejarano *et al* (2005) para Angus Negro.



Anexo 16. Contraste de hipótesis de las características microscópicas de los eyaculados de las variables concentración y motilidad.

N°	Nombre del toro	Raza	Concentración 10 <sup>6</sup> /ml		Concordancia	Motilidad total%		Concordancia
			Estudio	Autores		Estudio	Autores	
1	Big Lutton Of W809 B324	Angus Negro	1221,2	661	✓	71,80	72,5	✓
2	Miraflores Vigor Tu Andy	Brown Swiss	739,89	980,5	X	66,73	70	X
3	Camposerrado Wonderment Tammy Gringo	Brown Swiss	816,3	980,5	X	67,96	70	X
4	Mr Cjr 14/6173	Charolais	1065,2	1200	X	75,77	58,9	✓
5	Mr Cjr 14/6160	Charolais	1231,2	1200	✓	76,61	58,9	✓
6	Rupert Plato X362 B361	Hereford	763	500	✓	72,72	70	✓
7	San Luis Planet Orion SI01	Holstein F.	1238,3 2	1030	✓	83,06	78	✓
8	No-Fla Probe 80922	Holstein F.	945,6	1030	X	73,46	78	✓
9	Fontana Windbrook Arkeas Sham	Holstein F.	1031,7 4	1030	✓	78,85	78	✓
10	San Luis Governor Che Pibe	Jersey	835	1000	X	68,87	78,85	X
11	Lylestanley Jupiter Hartwick	Jersey	1065	1000	✓	72,67	78,85	✓

Nota: Los autores son: Chacur *et al* (2007) para la raza Brown Swiss; Lemma y Shemsu (2015) para Jersey y Holstein; Brito *et al* (2008) para Charolais y Vejarano *et al* (2005) para Angus Negro.

Anexo 17. Contraste de hipótesis de las características microscópicas de los eyaculados de las variables espermatozoides vivos y anomalías.

Nº	Nombre del toro	Raza	Espermatozoides vivos %		Concordancia	Anormalidades %		Concordancia
			Estudio	Autores		Estudio	Autores	
1	Big Lutton Of W809 B324	Angus Negro	70	70	✓	11	<30	✓
2	Miraflores Vigor Tu Andy	Brown Swiss	66	70	X	9	<30	✓
3	Campocerrado Wonderment Tammy Gringo	Brown Swiss	66	70	X	12	<30	✓
4	Mr Cjr 14/6173	Charolais	64	70	X	7	<30	✓
5	Mr Cjr 14/6160	Charolais	71	70	✓	10	<30	✓
6	Rupert Plato X362 B361	Hereford	72	70	✓	7	<30	✓
7	San Luis Planet Orion SI01	Holstein F.	81	70	✓	9	<30	✓
8	No-Fla Probe 80922	Holstein F.	71	70	✓	11	<30	✓
9	Fontana Windbrook Arkeas Sham	Holstein F.	79	70	✓	9	<30	✓
10	San Luis Governor Che Pibe	Jersey	65	70	X	12	<30	✓
11	Lylestanley Jupiter Hartwick	Jersey	70	70	✓	11	<30	✓

Nota: Los autores para Espermatozoides vivos son: Gómez y Miglioris (2007) y para Anormalidades Morillo, Salazar y Castillo (2012).