



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**“INFLUENCIA DE LAS MEDICIONES LINEALES EN LAS VARIABLES  
BIOMÉTRICAS EN TORETES DE LA RAZA ANGUS DEL ESTADO DE  
CHIHUAHUA – MÉXICO”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
TIPO: TRABAJOS EXPERIMENTALES**

**Previo a la obtención del título de:  
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR  
JOFFRE MAURICIO SÁNCHEZ SÁNCHEZ**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

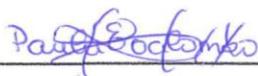
**2017**

Este trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente Tribunal



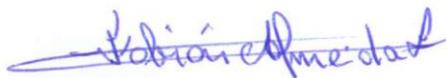
---

Ing. M.C. Edwin Rafael Oleas Carrillo  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



---

Ing. M.C. Paula Alexandra Toalombo Vargas.  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**



---

Ing. Fabián Augusto Almeida López  
**ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

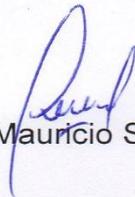
Riobamba, 19 de octubre de 2017.

## AUTENTICIDAD

Yo, Joffre Mauricio Sánchez Sánchez con C.I. 020197297-3 declaro que el presente trabajo de titulación, es de mi autoría, y que los resultados del mismo son auténticos y originales, los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

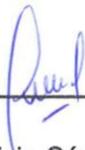
Riobamba, 19 de octubre del 2017.



Joffre Mauricio Sánchez Sánchez

## DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presento es original, y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecida en la Facultad De Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. En tal virtud los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.



---

Joffre Mauricio Sánchez Sánchez

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, quien guía y cuida mi camino en cada instante, por el maravilloso regalo de una familia y amigos que están a mi lado en el transcurso de la vida.

A mi madre por protegerme, darme su amor incondicional, por ser quien está presente en todo momento. Mami te agradezco por darme la vida, por ser mi madre, por cada uno de los consejos y por los momentos compartidos.

A mi padre por estar siempre pendiente de cada paso que doy, por motivarme a luchar y seguir adelante, aunque a veces el camino sea difícil.

A mis hermanos quienes han sido un apoyo fundamental, a mis amigos con quienes he compartido momentos inolvidables.

De manera respetuosa a mis docentes quienes han sido el motor fundamental para desarrollarme como profesional, especialmente al Ing. Paula Alexandra Toalombo Vargas e Ing. Fabián Augusto Almeida López quienes me han guiado en esta etapa académica. También al Ing. Hipólito Hernández Cano asesor externo del trabajo de titulación al Ing. Manuel Pérez duran quien brindo su apoyo incondicional en todo momento para el desarrollo del trabajo de titulación.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de titulación a mis padres: Libia Carmita Sánchez Barragán y Fredy Napoleón Sánchez Sánchez, por ser el pilar fundamental de mi vida, por su amor, por sus consejos, por su apoyo y por motivarme a ser una mejor persona.

A mi novia María Fernanda Urbano Piñaloza por brindarme su apoyo incondicional.

## CONTENIDO

|   | Pág.     |
|---|----------|
| Resumen   | v        |
| Abstract  | vi       |
| Lista de cuadros  | vii      |
| Lista de gráficos                                       | viii     |
| Lista de anexos   | ix       |
| <br>  |          |
| <b>I. <u>INTRODUCCIÓN</u></b>                           | <b>1</b> |
| <b>II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u></b>                | <b>3</b> |
| <b>A. RAZA ABERDEEN ANGUS</b>                           | <b>3</b> |
| 1. <u>Sinonimia</u>                                     | 3        |
| 2. <u>Zona De Origen</u>                                | 3        |
| 3. <u>Origen</u>  | 3        |
| 4. <u>Genética del pelaje</u>                           | 4        |
| 5. <u>Características morfológicas de la raza Angus</u> | 6        |
| a. Aspecto General                                      | 6        |
| b. Tamaño   | 6        |
| c. Masas Musculares                                     | 6        |
| d. Aplomos  | 7        |
| e. Profundidad Corporal                                 | 7        |
| f. Expresión  | 7        |
| g. Cabeza   | 7        |
| h. Cogote   | 8        |
| i. Cuerpo   | 8        |
| j. Cadera   | 8        |
| k. Pecho  | 8        |
| l. Cuartos y nalgas                                     | 8        |
| m. Garrones   | 8        |
| n. Patas  | 8        |
| o. Paletas  | 9        |
| p. Manos  | 9        |
| q. Piel   | 9        |
| r. Testículos   | 9        |

|   |    |
|---|----|
| <b>B. MEDICIÓN LINEAL DE LOS MACHOS</b>                                       | 9  |
| 1. <u>Largo Total</u>   | 10 |
| 2. <u>Perímetro torácico</u>  | 10 |
| 3. <u>Largo De Cuello</u>   | 11 |
| 4. <u>Largo Del Cuerpo</u>  | 11 |
| 5. <u>Largo de Cadera</u>   | 11 |
| 6. <u>Ancho De Cadera</u>   | 12 |
| 7. <u>Ancho De Hombros</u>  | 12 |
| 8. <u>Altura a la Cadera</u>  | 13 |
| 9. <u>Altura a la cruz</u>  | 14 |
| 10. <u>Perímetro abdominal</u>  | 14 |
| 11. <u>Testículos</u>   | 14 |
| <b>C. BIOMETRIA TESTICULAR</b>  | 19 |
| 1. <u>Saco escrotal y cordón espermático</u>                                  | 19 |
| 2. <u>Testículos y epidídimos</u>   | 19 |
| 3. <u>Circunferencia escrotal</u>   | 20 |
| <b>D. INTERÉS DE SELECCIÓN</b>  | 21 |
| 1. <u>Elegir los mejores reproductores</u>                                    | 21 |
| 2. <u>Ventajas de la selección por circunferencia escrotal</u>                | 24 |
| 3. <u>Desarrollo testicular y pubertad</u>                                    | 25 |
| 4. <u>Circunferencia escrotal y desprendimiento del prepucio</u>              | 27 |
| <b>E. SELECCIÓN AL AÑO DE EDAD</b>  | 27 |
| 1. <u>Conformación normal y anormal de bolsas escrotales y sus contenidos</u> | 28 |
| 2. <u>Volumen testicular</u>  | 29 |
| <b>F. HEREDABILIDAD Y REPETIBILIDAD</b>                                       | 32 |
| 1. <u>Heredabilidad</u>   | 32 |
| 2. <u>Repetibilidad</u>   | 34 |
| 3. <u>Parámetros genéticos de las características testiculares</u>            | 35 |
| <b>G. CORRELACIONES GENOTÍPICAS, FENOTÍPICAS Y AMBIENTALES</b>                | 35 |
| <b>III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u></b>                                       | 38 |
| <b>A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO</b>                             | 38 |
| <b>B. UNIDADES EXPERIMENTALES</b>   | 38 |

|  |    |
|--|----|
| <b>C. MATERIALES EQUIPOS E INSTALACIONES</b>                                   | 39 |
| 1. <u>Materiales de oficina</u>  | 39 |
| 2. <u>Materiales de campo</u>  | 39 |
| 3. <u>Equipos de Oficina</u>   | 39 |
| 4. <u>Instalaciones</u>  | 39 |
| <b>D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL</b>                                   | 40 |
| <b>E. MEDICIONES EXPERIMENTALES</b>  | 40 |
| 1. <u>Medidas lineales</u>   | 40 |
| 2. <u>Medidas biométricas</u>  | 40 |
| <b>F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA</b>                     | 40 |
| <b>G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL</b>   | 41 |
| <b>H. METODOLOGIA DE EVALUACIÓN</b>  | 41 |
| 1. <u>Medidas lineales</u>   | 42 |
| a. <u>Perímetro torácico</u>   | 42 |
| b. <u>Perímetro abdominal</u>  | 43 |
| c. <u>Largo de la cadera</u>   | 43 |
| d. <u>Largo del cuello</u>   | 43 |
| e. <u>Largo del cuerpo</u>   | 43 |
| f. <u>Largo total</u>  | 43 |
| g. <u>Ancho de cadera</u>  | 43 |
| h. <u>Ancho de hombros</u>   | 44 |
| i. <u>Altura a la cruz</u>   | 44 |
| j. <u>Altura a la cadera</u>   | 44 |
| 2. <u>Medidas biométricas</u>  | 44 |
| a. <u>Circunferencia Escrotal</u>  | 44 |
| b. <u>Volumen Testicular</u>   | 44 |
| <b>IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u></b>                                       | 46 |
| <b>A. CIRCUNFERENCIA ESCROTAL DE LOS TORETES DE LA RAZA ANGUS</b>              | 46 |
| <b>B. MEDIDAS LINEALES DE LOS TORETES DE LA RAZA ANGUS</b>                     | 50 |
| <b>C. MEDIDAS LINEALES QUE EJERCEN INFLUENCIA EN LAS VARIABLES BIOMÉTRICAS</b> | 52 |
| 1. <u>Correlaciones entre características lineales y biométricas</u>           | 52 |
| 2. <u>Circunferencia escrotal y largo del cuello</u>                           | 54 |

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| 3.          | <u>Circunferencia escrotal y largo del cuerpo</u>      | 56 |
| 4.          | <u>Circunferencia escrotal y largo de cadera</u>       | 58 |
| 5.          | <u>Circunferencia escrotal y largo total</u>           | 60 |
| 6.          | <u>Circunferencia escrotal y ancho de cadera</u>       | 62 |
| 7.          | <u>Circunferencia escrotal y el ancho de hombros</u>   | 64 |
| 8.          | <u>Circunferencia escrotal y altura de la cadera</u>   | 66 |
| 9.          | <u>Volumen testicular y la circunferencia escrotal</u> | 68 |
| 10.         | <u>Volumen testicular y largo del cuello</u>           | 70 |
| 11.         | <u>Volumen testicular y largo del cuerpo</u>           | 72 |
| 12.         | <u>Volumen testicular y largo de cadera</u>            | 74 |
| 13.         | <u>Volumen testicular y largo total</u>                | 76 |
| 14.         | <u>Volumen testicular y ancho de cadera</u>            | 78 |
| 15.         | <u>Volumen testicular y ancho de hombros</u>           | 80 |
| 16.         | <u>Volumen testicular y altura de cadera</u>           | 82 |
| <b>V.</b>   | <b><u>CONCLUSIONES</u></b>                             | 84 |
| <b>VI.</b>  | <b><u>RECOMENDACIONES</u></b>                          | 85 |
| <b>VII.</b> | <b><u>LITERATURA CITADA</u></b>                        | 86 |
|             | <b>ANEXOS</b>  |    |

## RESUMEN

En el estado de Chihuahua en la Unión Ganadera Regional de Chihuahua - México, se tomaron diferentes medidas lineales y biométricas a 32 toretes Angus de 12 meses de edad, con un peso aproximado de 350 kg. Utilizando el paquete estadístico IBM SPSS v21, se analizó los promedios, desviación estándar, análisis de regresión y correlación de las diferentes variables estudiadas. Los resultados mostraron una media del perímetro torácico de 179,95 cm; 186,56 cm de perímetro abdominal; 60,47 cm de largo de cuello; 127,47 cm de largo de cuerpo; 43,56 cm de largo de cadera; 187,94 cm de largo total; 47,63 cm de ancho de cadera; 47,03 de ancho de hombros; 122,04 cm de altura a la cadera; 116,46 cm de altura a la cruz. En cuanto a las variables biométricas se reportó una media de 34,97 cm de circunferencia escrotal y 852,82 cm<sup>3</sup> de volumen testicular, resaltando que, al comparar la circunferencia escrotal respecto al ideal de la raza, el 15,63 % se encuentran dentro del rango óptimo, el 28,13 % en un nivel tolerable, objetable 9,38 %; indeseable 21,88 % e inaceptable 25,00 %. En cuanto a las correlaciones se encontró una correlación alta ( $r > 0,8$ ) entre la circunferencia escrotal y el ancho de cadera ( $r = 0,91$ ) y ancho de hombros ( $r = 0,88$ ). Por lo que se recomienda realizar en el país estudios similares, de medidas zoométricas, para conocer el desarrollo animal a través del tiempo.



## ABSTRACT

In the state of Chihuahua, in the Regional Livestock Union of Chihuahua-Mexico, different linear and biometric measurements were taken in 32 Angus young bulls of 12 months of age, with an approximate weight of 350 kg. The data was analyzed using the IBM SPSS v21 statistical package, and we got the averages, the standard deviation, , the correlation regression of the different variables studied. The results showed an average of the thoracic perimeter of 179.95 cm, 186.56 cm of abdominal perimeter, 60.47 cm of neck length, 127.47 cm of body length, 43.56 cm of hip length; 187.94 cm total length, 47.63 cm hip width, 47.03 shoulder width, 122.04 height at the hip, 116.46 cm height at the withers. Regarding the biometric variables, an average scrotal circumference of 34, 97cm and 852.82cm  $[\text{cm}]^3$  of testicular volume was reported, highlighting that, when comparing the scrotal circumference with the ideal of the race 15.3% is within the optimum range, 28.13% at a tolerable level, objectionable 9.38; undesirable 21.88% and unacceptable 25.00%. Regarding the correlations, a high correlation ( $r > 0.8$ ) was found between the scrotal circumference and the width of the hip ( $r = 0.91$ ) and shoulder width ( $r = 0.88$ ). For this reason, it is recommended to conduct similar studies in the country, with zoomometric measurements, to know the animal development through time.



## LISTA DE CUADROS

| N°  |   | Pág. |
|-----|---|------|
| 1.  | MEDIDAS DIMENSIONALES IDEALES DE CIRCUNFERENCIA ESCROTAL PARA LA RAZA ANGUS (7,5 – 9 MESES).    | 15   |
| 2.  | MEDIDAS DIMENSIONALES IDEALES DE CIRCUNFERENCIA ESCROTAL PARA LA RAZA ANGUS (12 – 16 MESES).    | 16   |
| 3.  | MEDIDAS DIMENSIONALES IDEALES DE CIRCUNFERENCIA ESCROTAL PARA LA RAZA ANGUS (16 – 24 MESES).    | 16   |
| 4.  | MEDIDAS DIMENSIONALES IDEALES DE CIRCUNFERENCIA ESCROTAL PARA LA RAZA ANGUS (24 – 36 MESES).    | 16   |
| 5.  | MEDIDAS DIMENSIONALES IDEALES DE CIRCUNFERENCIA ESCROTAL PARA LA RAZA ANGUS (36 – 48 MESES).    | 17   |
| 6.  | MEDIDAS DIMENSIONALES IDEALES DE CIRCUNFERENCIA ESCROTAL PARA LA RAZA ANGUS (4 – 5 AÑOS).       | 17   |
| 7.  | MEDIDAS DIMENSIONALES IDEALES DE CIRCUNFERENCIA ESCROTAL PARA LA RAZA ANGUS (5 – 6 AÑOS).       | 18   |
| 8.  | MEDIDAS DIMENSIONALES IDEALES DE CIRCUNFERENCIA ESCROTAL PARA LA RAZA ANGUS (6 – 7 AÑOS).       | 18   |
| 9.  | MEDIDAS DIMENSIONALES IDEALES DE CIRCUNFERENCIA ESCROTAL PARA LA RAZA ANGUS (7 – 14 AÑOS).      | 18   |
| 10. | RECOMENDACIONES MINIMAS DE CIRCUNFERENCIA ESCROTAL.   | 23   |
| 11. | RELACIÓN DE CIRCUNFERENCIA ESCROTAL (CE), CON EL COMIENZO DE LA PUBERTAD EN TOROS.              | 26   |
| 12. | CONDICIONES METEREOLÓGICAS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA.   | 38   |
| 13. | PRUEBA T DE STUDENT DE LA CIRCUNFERENCIA ESCROTAL.  | 46   |
| 14. | ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LA EVALUACION DE LA CIRCUNFERENCIA ESCROTAL.                       | 47   |
| 15. | TABLA DE FRECUENCIAS DE LA CIRCUNFERENCIA ESCROTAL DE TORETES DE LA RAZA ANGUS.                 | 48   |
| 16. | CLASIFICACIÓN DE LA CIRCUNFERENCIA ESCROTAL DE ACUERDO A PARÁMETROS IDEALES DE LA RAZA ANGUS.   | 48   |
| 17. | MEDIDAS LINEALES DE TORETES DE LA RAZA ANGUS.   | 51   |
| 18. | COEFICIENTES DE CORRELACIÓN LINEAL DE PEARSON, PARA LAS CARACTERÍSTICAS LINEALES Y BIOMÉTRICAS. | 53   |

**LISTA DE GRAFICOS**

| N°  | Pág. |
|---|------|
| 1. Clasificación de formas escrotales.                                  | 29   |
| 2. Simetría de los testículos.  | 31   |
| 3. Histograma de la circunferencia escrotal.                            | 45   |
| 4. Regresión de la circunferencia escrotal y el largo de cuello.        | 55   |
| 5. Regresión entre la circunferencia escrotal y el largo del cuerpo.    | 57   |
| 6. Regresión entre la circunferencia escrotal y el largo de cadera.     | 59   |
| 7. Regresión entre la circunferencia escrotal y el largo total.         | 61   |
| 8. Regresión entre la circunferencia escrotal y el ancho de cadera.     | 63   |
| 9. Regresión entre la circunferencia escrotal y el ancho de hombros.    | 65   |
| 10. Regresión entre la circunferencia escrotal y la altura de cadera.   | 67   |
| 11. Regresión entre el volumen testicular y la circunferencia escrotal. | 69   |
| 12. Regresión entre el volumen testicular y el largo de cuello.         | 71   |
| 13. Regresión entre el volumen testicular y el largo del cuerpo.        | 73   |
| 14. Regresión entre el volumen testicular y el largo de cadera.         | 75   |
| 15. Regresión entre el volumen testicular y el largo total.             | 77   |
| 16. Regresión entre el volumen testicular y el ancho de cadera.         | 79   |
| 17. Regresión entre el volumen testicular y el ancho de hombros.        | 81   |
| 18. Regresión entre el volumen testicular y la altura de cadera.        | 83   |

**LISTA DE ANEXOS****N°**

1. Tabla de frecuencias de la variable circunferencia escrotal.
2. Estadística descriptiva de las diferentes variables evaluadas.
3. Perímetro torácico.
4. Perímetro abdominal.
5. Largo de cadera.
6. Largo del cuello.
7. Largo del cuerpo.
8. Ancho de cadera.
9. Ancho de hombros.
10. Altura a la cruz.
11. Altura a la cadera.
12. Circunferencia escrotal.
13. Largo testicular.
14. Ancho testicular.
15. Grosor testicular.

## **I. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad un ganadero puede diseñar el sistema de producción que más satisfaga sus metas, en una explotación pecuaria dedicada a la producción de carne la llave del éxito, es el uso de toros que posean información objetiva no sólo sobre su propio comportamiento, sino también sobre sus crías, en características de interés económico como facilidad de parto, crecimiento, aptitud materna, en cuanto a la biometría testicular: circunferencia escrotal y volumen testicular son características de fácil medición que están relacionadas con la fertilidad de los toros. Circunferencia escrotal mayor significa gran cantidad de volumen seminal y viceversa donde la calidad seminal no se ve involucrada; volumen testicular esta correlacionado directamente con la circunferencia escrotal. Estas variables biométricas son adoptadas como criterio de selección para aumento de la fertilidad en los programas de mejoramiento genético de bovinos.

La principal importancia dada a la circunferencia escrotal se refiere a la alta magnitud de la heredabilidad y su correlación genética favorable con la precocidad sexual y longevidad reproductiva de las hembras emparentadas, la circunferencia escrotal (CE), volumen testicular (VT) y producción seminal están altamente correlacionados especialmente en toros menores de tres años de edad, por lo tanto la medida de la circunferencia escrotal puede dar una estimación relativamente confiable de la habilidad de los toros jóvenes, es por ello que la presente investigación pretende realizar mediciones lineales a toretes de 12 meses de edad de la raza Angus, para verificar la influencia de dichas mediciones lineales sobre mediciones biométricas, es así que cuellos cortos está relacionado con una circunferencia escrotal mayor por consiguiente se tiene un alto nivel de hormonas masculinas; ancho de la cadera está relacionado con una circunferencia escrotal más aceptable, hombros anchos en los machos normalmente significan testículos con mayor circunferencia escrotal, en la mayoría de los casos puede ser menor de 38 cm a los 12 meses de edad.

Pese a que existen muchas investigaciones que relacionan la circunferencia escrotal con la fertilidad de los toros, pocas han tratado de relacionar mediciones

lineales con variables biométricas, de ser confirmada la influencia de ciertas medidas lineales sobre la circunferencia escrotal y volumen testicular de los toros, se podría realizar una selección de animales para futuros reproductores, de esta forma aportar con la información generada a partir de esta investigación para registrar bases de datos para futuras investigaciones y desarrollo de planes de mejoramiento.

Por lo anteriormente mencionado se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar la circunferencia escrotal de los toretes de la raza Angus vs el ideal de la raza.
- Establecer las medidas lineales de los toretes de la raza Angus.
- Determinar las medidas lineales que ejercen influencia en las variables biométricas, circunferencia escrotal y volumen testicular en toretes de 12 meses de edad de la raza Angus.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### A. RAZA ABERDEEN ANGUS

#### 1. Sinonimia

Aberdeen Angus, Polled Angus, negro mocho.

#### 2. Zona De Origen

Los condados de Aberdeen, Kincardine y Forfashire, parte del cual era conocido como Angus, en el noroeste de Escocia, se encuentran bordeando el mar del norte, al oeste de la zona montañosa de Grampian el suelo es rocoso, pero en los valles se producen buenos pastos cultivados, el clima es frío y húmedo, con lluvias y nieblas frecuentes gran parte del año (Bavera, G. 2011).

#### 3. Origen

Hay referencias escritas del año 1523 que en esa zona existía un ganado vacuno mocho, de distintos colores, entre ellos el negro y el colorado. Hugh Watson, en 1810, comenzó el mejoramiento de la raza siguiendo las prácticas de Bakewell. Seleccionó por conformación y precocidad, aplicando intensamente la consanguinidad y sin descuidar la alimentación, en 1862 se publicó por primera vez el Polled Cattle Herd Book, el registro genealógico para la hacienda mocha. Los primeros cuatro tomos incluían, conjuntamente y sin distinción de negro o colorado, a los animales Aberdeen Angus, reconocida oficialmente como raza en 1867, y Galloway, pero más tarde, los criadores de esta última raza adquirieron la sección correspondiente a sus animales, separándose ambos registros (Bavera, G. 2011).

The Aberdeen Angus Cattle Society, entidad que reúne a los criadores de la raza en Gran Bretaña y conocida originalmente como Polled Cattle Society, fue fundada en 1879, de acuerdo con James Barclay y Alexander Keith, en su libro "The Aberdeen - Angus Breed: A History", el éxito de la raza se debe al "pionero" Hugh Watson, de Keillor (Angus), al "constructor" William Mc Combie, de Tillyfour

(Aberdeen), y al "perfeccionador" Sir George Mac Pherson Grant, de Ballindalloch (Bavera, G. 2011).

Los ejemplares de esta raza son negros y sin cuernos "polled". Las vacas maduras, de rebaños comerciales, pesan alrededor de 450 – 500 kg, y tienen una mayor producción de leche que la raza Hereford, la otra raza británica más distribuida en el mundo (Briggs, H. y Briggs, D. 1980).

Los terneros Angus tienen un peso de nacimiento de 35 – 38 kg, engordan rápidamente, y poseen más grasa intramuscular que otras razas de carne, lo que significa que su calidad de carne es a menudo mayor que la de otras razas. Por esta razón, en E.E.U.U. muchos industriales pagan un precio mejor por novillos Angus o cruza de Angus con otras razas (Minish, G. y Fox, D. 1979).

Esta raza porta un gen recesivo para color rojo en una baja frecuencia (menos del 10 %). Cuando dos Angus portadores del gen rojo se aparean, hay un 25 % de probabilidad de que la cría que nazca sea de color rojo. En E.E.U.U., los criadores de Angus Rojo trabajan en forma separada del Angus negro y tienen su propia asociación (Briggs, H. y Briggs, D. 1980).

#### **4. Genética del pelaje**

En la raza Angus puede haber animales negros o colorados, el gen negro es dominante sobre el colorado, individuos con dos genes negros son homocigotos negros (BB) y fenotípicamente son de ese color, de la misma manera que hay animales homocigotos colorados (rr) y responden a este color, cuando un animal tiene un gen para negro y otro para colorado, es heterocigoto (Br) y fenotípicamente será negro (Bavera, G. 2011).

- BB: Animal homocigoto negro, es de color negro.
- Br: Animal heterocigoto negro, es de color negro pero portador del gen colorado.
- rr: Animal homocigoto colorado, es de color colorado.

Apareando dos animales homocigotos colorados (rr), el 100 % de la progenie resulta homocigoto colorado (rr), aunque algún padre tenga un antepasado negro.

Apareando un padre homocigoto colorado (rr) con un heterocigoto negro (Br), el resultado será, en promedio, 50 % descendencia homocigota colorado (rr) y la otra mitad negra portadora del gen colorado (Br).

Apareando dos animales heterocigotos negros portadores del gen colorado (Br), el resultado será 25 % de descendencia homocigoto colorado (rr) y 75 % de progenie negra; dentro de esta última será 50 % heterocigoto negro portadora del gen colorado (Br) y 25 % homocigoto negro (BB).

Apareando un animal homocigoto colorado (rr) con un homocigoto negro (BB), el resultado será 100 % heterocigoto negro portador del gen colorado (Br).

Por lo tanto:

- Colorado cruzado con colorado, siempre produce colorado.
- Negro cruzado con negro, a veces produce colorado.
- Animal colorado proveniente de uno o ambos padres negros, es homocigoto colorado.
- Cualquier padre negro que tenga crías coloradas, posee un gen colorado.
- Colorado cruzado con homocigoto negro, producirá todas las crías negras portadoras del gen colorado.
- Colorado cruzado con heterocigoto negro, producirá la mitad de crías coloradas y la otra mitad de crías negras portadoras del gen colorado.

Se pueden seleccionar rodeos en pureza de color colorado, mientras que de un rodeo negro siempre puede nacer algún ternero colorado (Bavera, G. 2011).

## **5. Características morfológicas de la raza Angus**

### **a. Aspecto General**

El Angus es una raza productora de carne, reconocida por su precocidad reproductiva, facilidad de parto, aptitud materna y longevidad, los ejemplares de la raza deben poseer buenas masas musculares deben ser voluminosos, de buena profundidad y con un buen balance. Sus formas deben ser suaves, de contornos redondeados, con facilidad de terminación y sin acumulaciones excesivas de grasa, de temperamento activo, pero no agresivo ágil en sus desplazamientos, demostrando aplomos correctos y articulaciones fuertes, la piel debe ser medianamente fina, elástica, cubierta de un pelaje suave, corto y tupido de color negro o colorado (Bavera, G. 2011).

### **b. Tamaño**

Alejado de los extremos el tamaño intermedio le da equilibrio, funcionalidad y facilidad de terminación a pasto, así como también le permite ser muy eficiente en engorde a corral (Bavera, G. 2011).

### **c. Masas Musculares**

La Musculatura debe ser suficientemente desarrollada y adecuada; su volumen muscular no debe ser excesivo para no afectar la fertilidad en las hembras, una de las principales características de la raza, al decir masas musculares, significa que cuando se observa un animal terminado, se observe un conjunto de músculos indiferenciados formando su cuarto, su lomo, sin notarse excesiva diferenciación intermuscular. El lomo debe ser bien ancho y los cuartos largos, con músculos bien descendidos hacia los garrones (Bavera, G. 2011).

En las hembras, las masas musculares de la paleta no deben ser prominentes y los cuartos musculosos, pero en su expresión justa, es decir no excesiva para no desmerecer su función reproductiva (Bavera, G. 2011).

#### **d. Aplomos**

La corrección de sus aplomos es esencial para su funcionalidad, nuestro sistema pastoril exige grandes desplazamientos, teniendo en cuenta que la cría está ubicada en zonas de restringida oferta forrajera, de baja receptibilidad ganadera o en campos extensos, el buen desplazamiento es indispensable (Bavera, G. 2011).

#### **e. Profundidad Corporal**

La raza debe tener como biotipo una buena profundidad corporal, dada por el largo y buen arco costal, permitiéndole una mayor capacidad ruminal. La buena capacidad ruminal le permite incorporar importante cantidad de pasto que luego lo utilizará en su engorde o, en el caso de las madres, para optimizar su eficiencia reproductiva y producción lechera (Bavera, G. 2011).

#### **f. Expresión**

En el macho, la expresión de masculinidad está ligada al buen tamaño de sus testículos, fuerte masa muscular a nivel del cogote y peleche bien temprano. En la hembra, la expresión debe ser de gran femineidad, de cabeza pequeña y cogote suave bien insertado al cuerpo (Bavera, G. 2011).

#### **g. Cabeza**

En las hembras debe ser chica y afinada y con orejas medianas levemente inclinadas hacia arriba y con buena pilosidad. La del macho debe ser con morro fuerte y buena expresión en las mandíbulas. El ancho debe ser orientativamente dos tercios respecto del largo, más redondeada y ancha que la de la hembra y con orejas más chicas (Bavera, G. 2011).

#### **h. Cogote**

En la hembra, de buen largo y fino y con suave inserción en la cabeza y cuerpo, mientras que, en el macho más ancho y con mayor prominencia superior (Bavera, G. 2011).

#### **i. Cuerpo**

Bien profundo, con gran arco costal, largo y con lomo ancho.

#### **j. Cadera**

En las hembras, ancha y con buena apertura de isquiones (canal de parto), en el macho, sólida y plana a nivel del cuadril para ambos, sin polizones en la inserción de la cola (Bavera, G. 2011).

#### **k. Pecho**

Tanto en machos como en hembras se acepta cierta adiposidad no excesiva, este leve engrasamiento está ligado a una mejor funcionalidad (Bavera, G. 2011).

#### **l. Cuartos y nalgas**

Anchos, profundos, de musculatura sólida no exagerada (sobre todo en las hembras), largos y lo más descendidos posibles a nivel de la babilla (tercio distal).

#### **m. Garrones**

Sólidos, netos y bien angulados en el macho.

#### **n. Patas**

Medianas, con hueso fuerte, bien aplomadas y separadas indican buena aptitud carnífera.

**o. Paletas**

Con tendencia a paralelas y no angulosas vistas de arriba, indicando buen ancho de lomo, la musculatura exterior debe ser sólida, no exagerada, de lo contrario comprometería su facilidad de parto.

**p. Manos**

Medianas, bien aplomadas.

**q. Piel**

De espesor fino, pelo suave y corto.

**r. Testículos**

Bien descendidos y sin exceso de grasa escrotal.

**B. MEDICIÓN LINEAL DE LOS MACHOS**

Los procedimientos para la medición lineal fueron desarrollados e investigados en Montana y Nebraska hace 20 años. El propósito de la investigación fue desarrollar un estándar para el rendimiento reproductivo y la eficiencia de mantenimiento y traer a la superficie defectos estructurales, empaquetados con una canal de calidad que es aceptable y rentable (Charles, W. y Gearld, F. 2003).

El hombre escoge lo mejor de sus animales para reemplazarlo o venderlo con el ojo, los que elige son los más fenotípicos en cuanto a lo que el ojo ha sido entrenado para ver. Sin embargo, puesto que elegir por el ojo es muy subjetivo, a veces los animales incorrectos se mantienen en la manada. La medida lineal es una herramienta, que permite al productor tomar una decisión más objetiva que el ojo solo no puede hacer, hoy podemos medir el ganado joven a los 10 a los 14 meses de edad y saber con exactitud cómo se comportarán en el corral de engorde (Charles, W. y Gearld, F. 2003).

La medición lineal es una nueva herramienta en la selección de los ganados puros basada en la apreciación visual denominada clasificación lineal. A partir de técnicos entrenados basándose en medidas bovinométricas se clasificarán hembras y machos, lo que permitirá conocer el biotipo de los animales clasificados y con esta información generar valores genéticos (DEP'S) de conformación. Esto servirá como base para ayudar en la identificación y selección de vacas y toros de buena conformación y salud estructural, logrando mayor vida funcional y productiva en el hato (Gómez, G. 2009).

### **1. Largo Total**

El largo total del animal es desde la testuz hasta la parte trasera de la cadera; se compone de tres medidas: la del cuello, del lomo y la cadera. En los machos se calcula el verdadero largo total aplicando un factor de 1,5 por el largo del cuerpo (o 2/3 del largo total).

Por ejemplo: si un toro tiene 70 pulgadas de largo total y su largo de cuerpo (o 2/3 de su largo total) son 48 pulgadas, el largo del cuello debe de ser 22 pulgadas, ( $70 - 48 = 22$ ).

Por lo tanto, para obtener el verdadero largo total se multiplica el largo del cuerpo (o sus 2/3 del largo total) por el factor de 1,5 ( $48 \times 1,5 = 72$ ) dando el verdadero largo total (Charles, W. y Gearld, F. 2003).

### **2. Perímetro torácico**

La distancia alrededor del perímetro torácico del animal debe ser igual o mayor que su largo total a los 12 meses de edad. Un perímetro torácico grande es necesario para guardar órganos vitales de tamaño adecuado (corazón, pulmones, glándulas).

Entre más cerca esté el cincho delantero del largo total, más eficiente, adaptable y vigoroso será el animal. Un cincho delantero insuficiente es un alto indicador de defectos estructurales, ocasiona que las manos apunten hacia fuera o se encorven,

son más susceptibles al estrés, es un animal de alto mantenimiento y afecta su reproducción (Charles, W. y Gearld, F. 2003)

### **3. Largo De Cuello**

Entre más alto los niveles de testosterona más crecimiento del morrillo, por consiguiente, más corto el cuello.

Las vértebras cervicales tienden a curvarse, haciendo el cuello más corto. Cuellos cortos en los machos son un buen indicador de libido. Cuellos cortos está relacionado con una circunferencia escrotal mayor por consiguiente un alto nivel de hormonas masculinas, así como hombros anchos (característica de los machos).

Toros con un cuello muy largo a los 12 meses de edad indican que sus niveles de hormonas masculinas son bajos, y producirán hijas que ocuparan más tiempo para llegar a la pubertad y tienden a ser reproductoras tardías. Cuellos largos son defectos estructurales, con estos toros no se puede progresar genéticamente, y son toros de alto mantenimiento. Toros con cuellos cortos engendran hijas con caderas anchas que alcanzan su pubertad en menos tiempo (Charles, W. y Gearld, F. 2003)

### **4. Largo Del Cuerpo**

La suma del largo de la cadera más el largo del lomo componen el largo del cuerpo o lo que es  $\frac{2}{3}$  del largo total. La medida se toma de la hendidura vertebral en medio de las paletas hasta la parte trasera de la cadera. Si el lomo es muy largo afecta a lo largo del cuello y el animal estará fuera de balance. La mayoría de los animales con lomos largos tienen el músculo del lomo muy pequeño. Lomos largos tienden a ser débiles y se pandean detrás de las paletas. Este quiebre o hendidura es un defecto estructural (Charles, W. y Gearld, F. 2003).

### **5. Largo de Cadera**

En los machos el largo de cadera influye en el largo del cuello de sus hijas y hace que su cincho delantero se reduzca, por lo tanto, estas hijas son de alto

mantenimiento, toros con un largo adecuado de cadera engendran hijas con buena producción de leche.

El largo de cadera establece las bases para el grado de masculinidad en los toros. Si este porcentaje es inferior a un 38 % el grado de masculinidad es menor. Bajos parámetros no crean toros robustos y en la mayoría de los casos la circunferencia escrotal es menor de 38 cm. a los 12 meses de edad (Charles, W. y Gearld, F. 2003).

## **6. Ancho De Cadera**

Dividiendo el ancho de la cadera entre el alto de la cadera se obtiene el porcentaje del ancho de cadera. Este porcentaje debe ser de un 44 o más (Ej. 24 pulgadas de ancho de cadera entre una altura de 50 pulgadas es igual a 48 %). Un porcentaje alto en los machos es indicativo de madurez temprana y fácil mantenimiento. Toros con un alto porcentaje de ancho de cadera normalmente tienen hombros anchos, pechos profundos y una circunferencia escrotal más aceptable (Charles, W. y Gearld, F. 2003).

## **7. Ancho De Hombros**

Los hombros en los machos a los 12 meses de edad deben tener 2 pulgadas más que el largo de la cadera. Mayor es mejor. Hombros anchos dan cabida a los órganos vitales y denotan masculinidad. La masculinidad en los machos es responsable del periodo de gestación, es un alto indicador de eficiencia reproductiva, así como de la habilidad para soportar el estrés (Charles, W. y Gearld, F. 2003).

Estos toros, cuando son apareados con vacas adecuadas (femeninas), producen hijos que pueden utilizarse como sementales, hijas que llegan temprano a la pubertad, se vuelven a cubrir y destetan un becerro pesado cada año. Buen ancho de hombros en becerros de año está relacionado con la uniformidad del periodo de gestación, uniformidad en pesos al nacer, facilidad al parto y más uniformes pesos

al destete. Hombros anchos en los machos normalmente significan testículos con mayor circunferencia escrotal.

La masculinidad de los toros se refleja en lo ancho y profundo de los hombros, cuellos cortos y una cadera adecuada al ancho de hombros. Hombros anchos en los toros denotan masculinidad, hombros anchos en los machos son necesarios para una buena conversión de kilos de carne en pasto. Los hombros del toro, deben de estar balanceados con el largo de la cadera (Charles, W. y Gearld, F. 2003).

## **8. Altura a la Cadera**

Esta medida tiene una alta relación con el aumento de peso diario. Animales demasiado altos tienden a estar fuera de balance debido a su lento desarrollo sexual y por consecuencia baja su eficiencia reproductiva. Animales altos tienen canales con menos carne que los animales cortos y anchos. Animales altos tienen hombros y pechos angostos, son más nerviosos y de alto mantenimiento. Animales altos no funcionan tan bien en pastos y tardan en rendir. Estos requieren de más energía para su desarrollo (Charles, W. y Gearld, F. 2003).

Es otra alzada de gran importancia asociada a la alzada a la cruz. Cuando ambas tienen el mismo valor y el individuo presenta una línea dorso-lumbar recta se puede añadir que también es horizontal. Una columna vertebral recta y horizontal constituye un factor muy positivo en la valoración morfoestructural, ya que tanto en los animales de producción lechera como cárnica, desciende la tuberosidad ilíaca externa o punta del anca y se favorece la corrección del ángulo de la línea de la grupa (línea imaginaria que une la tuberosidad iliaca externa y la tuberosidad isquiática o punta de la nalga), lo que favorece la inserción de los ligamentos de la mama y permite un mayor desarrollo muscular de la región en el caso de la producción de carne (Charles, W. y Gearld, F. 2003).

Por el contrario, si la alzada a la grupa es mayor que la alzada a la cruz, nos encontramos ante líneas dorso-lumbares ascendentes hacia la grupa, propias de animales ambientales, con escasa selección. En este caso, las tuberosidades ilíacas externas (punta del anca) se elevan y contribuyen a una mayor inclinación de la grupa lo que no es una buena cualidad para animales de producción, pues la

inserción posterior de la mama baja y es más frecuente que se presenten descendidas en el caso de ganado lechero, siendo más acortada la musculatura de la nalga (Músculos semimembranoso y semitendinoso) en el caso de los animales de carne (Charles, W. y Gearld, F. 2003).

## **9. Altura a la cruz**

Es una región impar limitada por el cuello en su parte anterior, por el dorso en la posterior y lateralmente por ambas espaldas. La altura a la cruz depende de la elevación y grado de inclinación que alcancen las apófisis espinosas de las vértebras, proporcional a la base de apoyo con la acción de potencia en los movimientos del cuello y cabeza (Charles, W. y Gearld, F. 2003).

Esta alzada adquiere una gran relevancia porque determina el tamaño, la altura del animal. Ha sido muy utilizada en la identificación individual, pero a nivel de raza adquiere otro significado, la inclusión o exclusión de un Libro Genealógico si no está comprendida en el rango que determina su estándar racial, o bien, determina la variedad dentro de cada raza, sirva como ejemplo el Schnauzer. En los análisis discriminantes de muchas razas de diferentes especies ha aparecido como un factor principal con alto nivel de significación, por lo que adquiere una gran importancia en la discriminación y diferenciación entre poblaciones. Constituye una variable de gran importancia en la valoración de los animales de aptitud lechera, siendo uno de los parámetros utilizados en la calificación lineal en razas, ya que presenta un alto grado de heredabilidad, un 0,52 (Charles, W. y Gearld, F. 2003).

## **10. Perímetro abdominal**

El perímetro abdominal debe ser igual o mayor que el perímetro torácico. Un perímetro abdominal inferior al perímetro torácico es indicativo de falta de carne en el cuarto trasero. Esto será transmitido a su progenie (Charles, W. y Gearld, F. 2003)

## **11. Testículos**

La circunferencia escrotal de los machos a los 12 meses de edad debe ser 38 - 40 centímetros. Más grandes o más pequeños se considera en los extremos y no debe ser tolerado. La forma testicular debe semejarse a un balón de fútbol americano con sus epidídimos en la punta de los testículos. Si estos se encuentran en cualquier otro lugar, el resultado se reflejará en la calidad de las ubres de sus hijas. Los hijos tendrán el mismo problema que los padres o peor (es un gen recesivo).

Si las tetillas de los toros padres se encuentran en el cuello del saco escrotal, las ubres de las hijas estarán inclinadas hacia delante y tendrán baja producción de leche. Los hijos tendrán un área umbilical grande, el orificio del prepucio apuntando hacia abajo y serán menos fértiles, además tiene correlación positiva (0,44 a 0,50) con la concentración de testosterona en toros (Charles, W. y Gearld, F. 2003).

Las medidas dimensionales ideales de circunferencia escrotal, para la raza Angus desde los 7,5 hasta los 9 meses se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. MEDIDAS DIMENSIONALES IDEALES DE CIRCUNFERENCIA ESCROTAL PARA LA RAZA ANGUS (7,5 – 9 MESES).

| Clasificación | Longitud (plg) | Circunferencia Escrotal (cm) | Número de espermatozoides cc x 10 | Aproximado de vivos (%) | Concepción aproximada |
|---------------|----------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Optimo        | 5,0 – 5,5      | 28,0 – 29,0                  | -                                 | -                       | -                     |
| Tolerable     | 4,5            | 26,0 – 27,5                  | -                                 | -                       | -                     |
| Objetable     | 4              | 24,5 - 25,5                  | -                                 | -                       | -                     |
| Indeseable    | 3,5            | 23,0 – 24,0                  | -                                 | -                       | -                     |
| Inaceptable   | 3              | 20,0 – 22,0                  | -                                 | -                       | -                     |

Fuente: Drayson, J. (2003).

Las medidas dimensionales ideales de circunferencia escrotal, para la raza Angus desde los 12 hasta los 16 meses se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2. MEDIDAS DIMENSIONALES IDEALES DE CIRCUNFERENCIA ESCROTAL PARA LA RAZA ANGUS (12 – 16 MESES).

| Clasificación | Longitud (plg) | Circunferencia Escrotal (cm) | Número de espermatozoides cc x 10 | Aproximado de vivos (%) | Concepción aproximada |
|---------------|----------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Optimo        | 6,0 – 7,0      | 38,0 – 40,0                  | 980,0 – 1379,0                    | 75 – 90                 | 80 – 90               |
| Tolerable     | 5,50           | 36,0 – 37,0                  | 662 – 1076                        | 65 – 70                 | 70 – 75               |
| Objetable     | 5,00           | 35,00                        | 527 – 707                         | 55 – 60                 | 60 – 65               |
| Indeseable    | 4,50           | 34,00                        | 362 – 538                         | 50 – 55                 | 45 – 55               |
| Inaceptable   | 4,00           | 30,0 – 33,0                  | 40 – 372                          | 10 – 45                 | 5,0 - 40              |

Fuente: Drayson, J. (2003).

Las medidas dimensionales ideales de circunferencia escrotal, para la raza Angus desde los 16 hasta los 24 meses se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. MEDIDAS DIMENSIONALES IDEALES DE CIRCUNFERENCIA ESCROTAL PARA LA RAZA ANGUS (16 – 24 MESES).

| Clasificación | Longitud (plg) | Circunferencia Escrotal (cm) | Número de espermatozoides cc x 10 | Aproximado de vivos (%) | Concepción aproximada |
|---------------|----------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Optimo        | 7,0 – 8,5      | 40 – 44                      | 1093 – 1379                       | 75 – 90                 | 80 – 90               |
| Tolerable     | 6,5            | 37 – 39                      | 1043 – 1592                       | 65 – 70                 | 70 – 75               |
| Objetable     | 6              | 36                           | 796 – 1541                        | 55 – 60                 | 60 – 65               |
| Indeseable    | 5,5            | 35                           | 382 – 1093                        | 50 – 55                 | 45 - 55               |
| Inaceptable   | 4,5 - 5,0      | 30 – 34                      | 309 – 783                         | 10 – 45                 | 5 – 40                |

Fuente: Drayson, J. (2003).

Las medidas dimensionales ideales de circunferencia escrotal, para la raza Angus desde los 24 hasta los 36 meses se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. MEDIDAS DIMENSIONALES IDEALES DE CIRCUNFERENCIA ESCROTAL PARA LA RAZA ANGUS (24 – 36 MESES).

| Clasificación | Longitud (plg) | Circunferencia Escrotal (cm) | Número de espermatozoides cc x 10 | Aproximado de vivos (%) | Concepción aproximada |
|---------------|----------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Optimo        | 7,0 – 8,5      | 43 – 45,5                    | 1379 – 1853                       | 75 – 90                 | 80 – 90               |
| Tolerable     | 6,5            | 39 – 42                      | 920 – 1469                        | 65 – 70                 | 70 – 75               |
| Objetable     | 6              | 37 – 38                      | 732 – 1181                        | 55 – 60                 | 60 – 65               |
| Indeseable    | 5,5            | 35 – 36                      | 517 – 1011                        | 50 – 55                 | 45 – 55               |
| Inaceptable   | 4,5 - 5,0      | 30 – 34                      | 68 – 584                          | 10 – 45                 | 5 – 40                |

Fuente: Drayson, J. (2003).

Las medidas dimensionales ideales de circunferencia escrotal, para la raza Angus desde los 36 hasta los 48 meses se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5. MEDIDAS DIMENSIONALES IDEALES DE CIRCUNFERENCIA ESCROTAL PARA LA RAZA ANGUS (36 – 48 MESES).

| Clasificación | Longitud (plg) | Circunferencia Escrotal (cm) | Número de               | Aproximado   | Concepción aproximada |
|---------------|----------------|------------------------------|-------------------------|--------------|-----------------------|
|               |                |                              | espermatozoides cc x 10 | de vivos (%) |                       |
| Optimo        | 7,0 – 8,5      | 43 – 46                      | 1218 – 1990             | 75 – 90      | 80 – 90               |
| Tolerable     | 6,5            | 40 – 42                      | 965 – 1790              | 65 – 70      | 70 – 75               |
| Objetable     | 6              | 38 – 39                      | 809 – 1423              | 55 – 60      | 60 – 65               |
| Indeseable    | 5,5            | 36 – 37                      | 559 – 1043              | 50 – 55      | 45 – 55               |
| Inaceptable   | 4,5 - 5,0      | 30 – 35                      | 104 – 592               | 10 – 45      | 5 – 40                |

Fuente: Drayson, J. (2003).

Las medidas dimensionales ideales de circunferencia escrotal, para la raza Angus desde los 4 hasta los 5 años se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. MEDIDAS DIMENSIONALES IDEALES DE CIRCUNFERENCIA ESCROTAL PARA LA RAZA ANGUS (4 – 5 AÑOS).

| Clasificación | Longitud (plg) | Circunferencia Escrotal (cm) | Número de               | Aproximado   | Concepción aproximada |
|---------------|----------------|------------------------------|-------------------------|--------------|-----------------------|
|               |                |                              | espermatozoides cc x 10 | de vivos (%) |                       |
| Optimo        | 7,0 – 8,5      | 44,0 – 46,5                  | 1060 – 2066             | 75 – 90      | 80 – 90               |
| Tolerable     | 7              | 42 – 43                      | 836 – 1567              | 65 – 70      | 70 – 75               |
| Objetable     | 6,5            | 38 – 41                      | 486 – 1296              | 55 – 60      | 60 – 65               |
| Indeseable    | 6              | 36 – 37                      | 409 – 732               | 50 – 55      | 45 – 55               |
| Inaceptable   | 5,5            | 30 – 35                      | 54 – 570                | 10 – 45      | 5 – 40                |

Fuente: Drayson, J. (2003).

Las medidas dimensionales ideales de circunferencia escrotal, para la raza Angus desde los 5 hasta los 6 años se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 7. MEDIDAS DIMENSIONALES IDEALES DE CIRCUNFERENCIA ESCROTAL PARA LA RAZA ANGUS (5 – 6 AÑOS).

| Clasificación | Longitud (plg) | Circunferencia Escrotal (cm) | Número de espermatozoides cc x 10 | Aproximado de vivos (%) | Concepción aproximada |
|---------------|----------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Optimo        | 8,0 – 9,0      | 46 – 48                      | 1163 – 1730                       | 75 – 90                 | 80 – 90               |
| Tolerable     | 7,0 – 7,5      | 32 – 45                      | 783 – 1618                        | 65 – 70                 | 70 – 75               |
| Objetable     | 6,5            | 39 – 41                      | 507 – 1060                        | 55 – 60                 | 60 – 65               |
| Indeseable    | 6              | 36 – 38                      | 309 – 863                         | 50 – 55                 | 45 – 55               |
| Inaceptable   | 5,5            | 30 – 35                      | 47 – 836                          | 10 – 45                 | 5 – 40                |

Fuente: Drayson, J. (2003).

Las medidas dimensionales ideales de circunferencia escrotal, para la raza Angus desde los 6 hasta los 7 años se muestran en el cuadro 8.

Cuadro 8. MEDIDAS DIMENSIONALES IDEALES DE CIRCUNFERENCIA ESCROTAL PARA LA RAZA ANGUS (6 – 7 AÑOS).

| Clasificación | Longitud (plg) | Circunferencia Escrotal (cm) | Número de espermatozoides cc x 10 | Aproximado de vivos (%) | Concepción aproximada |
|---------------|----------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Optimo        | 8,0 – 9,5      | 46 – 50                      | 1218 – 1790                       | 75 – 90                 | 80 – 90               |
| Tolerable     | 7,5            | 42 – 45                      | 877 – 1423                        | 65 – 70                 | 70 – 75               |
| Objetable     | 7              | 39 – 41                      | 592 – 1337                        | 55 – 60                 | 60 – 65               |
| Indeseable    | 6,5            | 36 – 38                      | 362 – 836                         | 50 – 55                 | 45 – 55               |
| Inaceptable   | 6              | 30 – 35                      | 40 – 695                          | 10 – 45                 | 5 – 40                |

Fuente: Drayson, J. (2003).

Las medidas dimensionales ideales de circunferencia escrotal, para la raza Angus desde los 7 hasta los 14 años se muestran en el cuadro 9.

Cuadro 9. MEDIDAS DIMENSIONALES IDEALES DE CIRCUNFERENCIA ESCROTAL PARA LA RAZA ANGUS (7 – 14 AÑOS).

| Clasificación | Longitud (plg) | Circunferencia Escrotal (cm) | Número de espermatozoides cc x 10 | Aproximado de vivos (%) | Concepción aproximada |
|---------------|----------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Optimo        | 8,0 – 9,5      | 46 – 50                      | 920 – 1469                        | 75 – 90                 | 80 – 90               |
| Tolerable     | 7,5            | 42 – 45                      | 707 – 1423                        | 65 – 70                 | 70 – 75               |
| Objetable     | 7              | 40 – 41                      | 584 – 892                         | 55 – 60                 | 60 – 65               |
| Indeseable    | 6,5            | 38 – 39                      | 194 – 683                         | 50 – 55                 | 45 – 55               |
| Inaceptable   | 6              | 33 – 37                      | 40 – 507                          | 10 – 45                 | 5 – 40                |

Fuente: Drayson, J. (2003).

## **C. BIOMETRIA TESTICULAR**

### **1. Saco escrotal y cordón espermático**

El escroto del toro debe ser observado y evaluado en su integridad; se debe realizar una palpación para determinar su suavidad al tacto y descartar la presencia de laceraciones que evidencien traumatismos. El cordón espermático se debe palpar en toda su longitud; se debe verificar su extensión, no debe ser tan corto que pueda llevar a afectar la termorregulación, ni muy largo y colgante, que lo predisponga a constantes traumatismos, lo recomendable es que el fondo del escroto no sobrepase la línea de los corvejones (Vilanova, L. y Ballalares, P. 2005).

La función del escroto es cubrir, apoyar y proteger los testículos y mantener una temperatura más baja que la abdominal. La temperatura corporal normal de los bovinos es de aproximadamente 101,5 Fahrenheit. La temperatura del área escrotal, es 98,6 Fahrenheit. Esta varianza de 2,9 es propicia para la producción de esperma, el desarrollo de la maduración y el eventual almacenamiento en el epidídimo (Drayson, J. 2003).

### **2. Testículos y epidídimos**

Los testículos, junto con el epidídimo, deben ser revisados mediante palpación detallada es importante descartar anomalías que pueden llegar a afectar físicamente el desarrollo de los testículos, como criptorquidia, hipoplasia, descenso incompleto y tamaño reducido de los testículos. La hipoplasia testicular representa el 2,7 % de incidencia y es una de las principales causas de eliminación de los toros como reproductores. Es importante mencionar que, si bien los machos con hipogonadismo pueden tener libido, raramente son fértiles por presentar oligospermia, con alto porcentaje de defectos morfológicos, pudiendo tener un volumen seminal normal (Vilanova, L. y Ballalares, P. 2005).

Es necesario palpar y determinar el tono, la temperatura y la simetría de los testículos para identificar posibles lesiones inflamatorias que puedan afectar la producción y la calidad seminal. Los testículos deben ser lisos y firmes al tacto y

desplazarse libremente dentro del saco escrotal hacia arriba y abajo, lo cual descarta presencia de adherencias y facilita el proceso de regulación de la temperatura testicular (Vilanova, L. y Ballalares, P. 2005).

Respecto a los epidídimos, se deben evaluar sus tres porciones (cabeza, cuerpo y cola), las cuales, en condiciones normales, presentan una consistencia firme y homogénea (Vilanova, L. y Ballalares, P. 2005).

### **3. Circunferencia escrotal**

La medición de la circunferencia escrotal (CE), tiene gran importancia en los procesos de selección de un toro, ya que el tamaño de los testículos ha sido asociado positivamente con la producción de espermatozoides, toros con CE 32 cm o  $\leq 13$  % de rasgos seminales satisfactorios, toros con CE 38 cm o  $> 88$  % de rasgos seminales satisfactorios, existe una alta correlación (0,81) entre CE y rasgos seminales en concentración, % de vivos y motilidad, esto nos indica que la selección de CE tiene una intensidad de 1,5 a 3 veces mayor que la selección por rasgos seminales. La palpación y la medida escrotal pueden proveer información importante para investigar la capacidad reproductiva, pero no pueden detectar enfermedades potenciales; por ello se debe complementar el examen con una evaluación mediante ultrasonografía, con el fin de determinar enfermedades focales y multifocales, como abscesos y quistes. Uno de los principales aspectos por evaluar en el proceso de revisión del escroto es la medición de la CE, ya que, como se ha observado en diversos estudios, las medidas de la CE están asociadas al desarrollo testicular (Pérez, O. et al. 2014).

En este mismo sentido, se afirma que la CE y la calidad del semen están altamente correlacionadas con la fertilidad, la CE es una característica importante que ha sido utilizada durante la evaluación del potencial reproductivo en los toros adultos, ya que presenta correlaciones con determinadas características seminales. Medidas de circunferencia escrotal (CE) menores a 34 cm han sido asociadas con disminución en el porcentaje de espermatozoides normales (Pérez, O. et al. 2014).

La circunferencia escrotal está directamente correlacionada con volumen y peso testicular, al medir el mismo en forma objetiva por CE se mide indirectamente el volumen y peso de los testículos, la asociación entre CE y producción espermática es muy alta ( $r = 0,91$ ) (Boggio, J. 2007).

Sabemos que cada gramo de tejido testicular produce 10 - 20 millones de espermatozoides por día y que el factor de correlación entre el peso testicular y la circunferencia escrotal (CE) es de 0,98. Por lo tanto la medida de la circunferencia escrotal (CE) es altamente predictora de la cantidad de espermatozoides que producirán esos testículos por día (Acuña, M. 2008).

## **D. INTERÉS DE SELECCIÓN**

### **1. Elegir los mejores reproductores**

Para optimizar los resultados de su ganado, el ganadero selecciona los mejores reproductores, planifica una estrategia personal orientado por su "ojo" (valoración personal de la morfología y el desplazamiento) y las herramientas de las que dispone con el fin de mejorar su renta (López, S.2007).

Habida cuenta de la presión de selección ejercida en la línea masculina (un toro para 25 hembras aproximadamente en monta natural), la elección del reproductor es primordial y las consecuencias tienen repercusiones perennes en el ganado de existencias. Por ello, eficacia rima con toro inscrito (López, S.2007).

El toro inscrito es una prenda de calidad ya que cada animal de pura raza desde al menos tres generaciones aporta todas las características de una raza que desde más de un siglo es la elegida por el consumidor. El toro inscrito es un animal certificado visto individualmente por un inspector. Se ajusta a la norma, de padres conocidos y posee referencias ya que todo ganadero inscrito se adhiere al control es un indicador importante, está directamente relacionado con el potencial de producción de espermatozoides, es decir cuanto más grandes son, la capacidad para producir espermatozoides y preñar es mayor (López, S. 2007).

Existen evidencias que toros con alta circunferencia escrotal (CE) obtienen altos índices de preñez en empadres de periodo corto (60 a 90 Días de duración), poseen mayor cantidad de semen por lo que tendrían más posibilidades de preñar el mismo número de vacas en menos saltos (López, S. 2007).

La circunferencia escrotal (CE) como criterio de selección de bovinos está indicado en programas de selección teniendo en cuenta que ha obtenido en la mayoría de estudios estimaciones de heredabilidad que fueron de moderada a alta magnitud, así como el hecho de estar genéticamente asociado de modo favorable con la fertilidad de hembras con características de crecimiento y características indicadoras de la calidad seminal, las correlaciones genéticas entre CE y precocidad sexual y longevidad reproductiva en hembras bovinas, con magnitudes de media a alta, asumen gran importancia, pues indican que la selección de machos con mayores valores de DEP (diferencia esperada en la progenie) para CE revertirá en mayor proporción de hembras precoces sexualmente y longevas en el rebaño actualmente, la efectividad de esta selección indirecta se vuelve todavía más consistente por la posibilidad de la evaluación conjunta del CE con la precocidad sexual y longevidad en análisis multicaracterísticos, mejorándose la precisión de predicción del mérito genético de toros jóvenes para estas características. Por lo tanto, la adopción del CE como criterio de selección permite la búsqueda del mejoramiento de la fertilidad en ambos sexos, con rápido progreso genético en la selección de toros jóvenes buscando aumentar la fertilidad de los rebaños comerciales (Van Melis, H. et al. 2010).

No existe una forma de pesar los testículos en el animal vivo, por lo que, la medida de la circunferencia escrotal se ha venido utilizando como un método indirecto y sencillo para medir el peso testicular. Se han señalado altas correlaciones entre el peso de los testículos y la circunferencia escrotal. Mientras más grande sea la circunferencia escrotal, mayor será la producción de espermatozoides de un macho reproductor. El tamaño testicular es un carácter altamente heredable, de manera que, cuando se seleccionan toros por la circunferencia escrotal, se está haciendo selección por animales con mayor producción de espermatozoides. La medida también sirve para diagnosticar la pubertad, patologías testiculares y el desprendimiento del prepucio. Se ha señalado que los hijos e hijas de toros con

circunferencia escrotal grande, alcanzan la pubertad a edades más tempranas (Madrid, N. 2005).

El uso de la CE como una herramienta selectiva para los toros de menos de un año ha sido bastante aceptado por técnicos y criadores relacionados con la inseminación artificial en muchas zonas de Canadá Occidental. Muchas estaciones de testaje están ahora requiriendo un mínimo de CE de 32,0 cm antes de que los toros de menos de un año sean seleccionados para las ventas que allí se realizan. Todos los toros deben tener por lo menos 32,0 cm ajustados a los 365 días de vida. Las medidas estándar para la CE dependen del método que se emplee para tomar esas medidas y de la cantidad de condiciones que el toro posea, tales como alimentación, tratamiento, edad, raza (Madrid, N. 2005).

Las recomendaciones mínimas de medidas de CE para toros jóvenes en buenas condiciones se detallan en el cuadro 10.

Cuadro 10. RECOMENDACIONES MINIMAS DE CIRCUNFERENCIA ESCROTAL.

| Meses | Cm    |
|-------|-------|
| 6,00  | 20,00 |
| 12,00 | 32,00 |
| 18,00 | 33,50 |
| 24,00 | 35,00 |

Fuente: Coulter, G. (1991).

El establecimiento de estos mínimos provee al personal y criadores que utilizan la I.A. de una guía que les permitirá seleccionar toros con las más altas posibilidades de producir adecuados espermatozoides y de buena calidad seminal; sin embargo, de ninguna manera garantiza que un toro que exceda estas recomendaciones límites vaya a resultar satisfactorio (Coulter, G. 1991).

Toros con una circunferencia escrotal muy pequeña dos o más cm, menor que el promedio presentan una baja producción de espermatozoides y anomalías en el epitelio seminífero y por lo tanto alteraciones en la morfología espermática por los que deben ser descartados inmediatamente de la reproducción. Hay toros que

tiene baja circunferencia escrotal y que producen semen de buena calidad, especialmente cuando cubren pocas hembras. Sin embargo, la mayoría de estos toros con baja circunferencia escrotal sufren una baja en la tasa de preñez cuando se someten a altas presiones de cruzamiento (León, F. 2005).

El desarrollo testicular está vinculado al crecimiento del animal y este a las condiciones de crianza. Así los toros criados bajo mejores condiciones llegan a su peso adulto antes, presentando por lo tanto una mayor circunferencia a menor edad (León, F. 2005).

La circunferencia escrotal puede estar influenciada por el nivel de engrasamiento del reproductor, a mayor engrasamiento el toro podría depositar tejido adiposo en dicha zona, por lo que reflejaría una mayor circunferencia escrotal. Sin embargo, esta característica no debe descuidarse en ningún rodeo de cría. Este valor puede estar ajustado a los 15 meses en razas británicas y 18 meses en sintéticas y cebuínas (Tamayo, M. 2009).

En los toros jóvenes, el incremento de la CE presume un mayor nivel de la hormona testosterona, la cual en su relación funcional con el eje hipotálamo-hipófisis-gónada, influye en la presentación de la pubertad y está asociado con la producción y calidad del semen (Tamayo, M. 2009).

## **2. Ventajas de la selección por circunferencia escrotal**

Dentro de las principales ventajas tenemos la cantidad de espermatozoides producidos por el toro durante su vida útil es mayor. La pubertad temprana de su descendencia tanto en machos como en hembras (López, S.2007).

En razas sintéticas no debe ser menor a 32 cm a los 24 meses de edad, es un indicador de fertilidad y adelantamiento de la pubertad de sus hijos, las terneras hijas de toros con mayor circunferencia escrotal entran antes a la pubertad que aquellas hijas de toros con menor circunferencia escrotal. Los toros con mayor circunferencia escrotal poseen mayor cantidad de semen por lo que tendrían más

posibilidades de preñar el mismo número de vacas en menos saltos (López, S. 2007).

varios estudios entre otros han mostrado que por cada 4,0 centímetros adicionales de CE arriba de promedio de la raza bovina de carne en cuestión, puede uno esperar un aumento de 1,0 cm en la CE de sus hijos y 15,44 días antes en la presentación de la pubertad en sus hijas (Maduración sexual a más temprana edad). La capacidad para transmitirla a su progenie es alta (Heredabilidad) (León, F. 2005).

### **3. Desarrollo testicular y pubertad**

Es importante tener conocimientos acerca del desarrollo testicular para poder interpretar los resultados de la medida de los testículos. Los cambios en el tamaño de los testículos están asociados con el crecimiento y la edad de los animales. El tamaño de los testículos incrementa en forma rápida en los toros jóvenes, es lento en los animales maduros y puede disminuir en los toros viejos (Madrid, N. 2005).

La circunferencia escrotal (CE), aumenta de 2 a 3 centímetros, entre los 12 y 24 meses de edad y es de heredabilidad moderada a alta (León, F. 2005).

Los animales Bos taurus a los 12 meses ya son púberes y con circunferencia escrotal mayor o igual a 32cm y pesos superiores a los 300 kg. El evaluador debe recordar, que es importante seleccionar animales que alcancen la pubertad a edades más tempranas, con mayor peso y tamaño testicular, para asegurar que estos animales entren al servicio más jóvenes y así alargar su vida reproductiva (Madrid, N. 2005).

Entre grupos de razas, se observaron correlaciones negativas tan altas como 0,9 entre CE, la edad del toro a la pubertad y edad a la pubertad de las vaquillonas medio-hermana. Se halló una correlación extremadamente alta (-0,98) entre la media de CE de toros de 1 año y la edad promedio a la pubertad de vaquillonas; una mayor CE se asoció con edad temprana a la pubertad en vaquillonas. Estas fuertes relaciones genéticas indican que la edad de pubertad y la circunferencia

escrotal (CE) son esencialmente el mismo aspecto. Se ha comprobado que la heterosis en el ganado para rasgos relacionados con el tamaño, la edad a la pubertad en hembras y la (CE) en machos se debe a efectos de dominancia de genes. Inclusive, se observaron correlaciones de 0,66 y 0,97 entre razas respecto de las medias de (CE) y la fertilidad de la descendencia de la hembra, además está correlacionada (0,71) con el comienzo de la pubertad de las hermanas paternas, es decir serán púberes más temprano tendrán ciclos estrales regulares y más productoras de terneros (Pérez, O. et al. 2014).

La (CE) ofrece más certeza para predecir la edad al comienzo de la pubertad que medidas como el peso o la edad, sin importar la raza. La edad media de pubertad en un grupo de 31 toros conformado por distintas razas incluyendo Hereford, Angus, Red Poll, Pardo Suizo, Hereford x Angus y Angus x Hereford fue 326, 295, 283, 264, 300 y 296 días respectivamente. La edad al comienzo de la pubertad tuvo una variación de 62 días entre las razas y 88 días entre los toros. El promedio de C.E. al comienzo de la pubertad fue  $27,9 \pm 0,2$  y varió entre 25,9 - 30,1 cm (Campo, A. 1991).

La relación de la circunferencia escrotal, con el comienzo de la pubertad de los toros se detallan en el cuadro 11.

Cuadro 11. RELACIÓN DE CIRCUNFERENCIA ESCROTAL (CE), CON EL COMIENZO DE LA PUBERTAD EN TOROS.

| Comienzo de la pubertad | Circunferencia Escrotal |
|-------------------------|-------------------------|
| 32 %                    | 27 cm                   |
| 52 %                    | 28 cm                   |
| 74 %                    | 29 cm                   |
| 97 %                    | 30 cm                   |

Fuente: Campo, A. (1991).

Es muy importante la (CE) pero no debemos caer en una carrera desmedida por el tamaño dejando de lado estructuras muy importantes como son las colas de los

epidídimos que es el lugar de almacenamiento del semen. La forma de esfera en testículos la posición de las colas, por eso es importante que los toros pasen temprano la barrera de los 30 cm., si lo hacen entre los 8 y 10 meses serán de pubertad temprana, entre los 10 y 14 meses serán de pubertad mediana y si recién pasan por los 30 cm. luego de los 14/15 meses serán de pubertad lejana, toros Angus deben tener 23 cm de CE entre los 6 y 9 meses de edad para alcanzar los 30 cm a los 12 meses de edad con una probabilidad del 100 % (Acuña, M. 2008).

Es importante resaltar el efecto ambiental afectando el desarrollo testicular, especialmente el nutricional interfiriendo en el peso corporal (Unanian, M. et al. 2000).

#### **4. Circunferencia escrotal y desprendimiento del prepucio**

El desprendimiento del prepucio es un evento relacionado con el inicio de la pubertad y es andrógeno dependiente. Los animales con el prepucio desprendido, tienen el pene libre y están aptos para realizar la monta con penetración. La retención del prepucio impide el servicio y se ha señalado como una condición hereditaria. Existen altas correlaciones entre la circunferencia escrotal, la concentración de testosterona y el desprendimiento del prepucio. En los animales *Bos taurus* el desprendimiento se completa a los 9 meses de edad y con circunferencia escrotal mayor a 27 cm (Madrid, N. 2005).

#### **E. SELECCIÓN AL AÑO DE EDAD**

La selección final por aptitud reproductiva puede realizarse cuando los toros tienen de 12 a 16 meses de edad, período en el cual se completa la pubertad y el rápido desarrollo testicular de meses anteriores va disminuyendo. A los 12 meses de edad, es posible identificar a aquellos toros que tendrán testículos pequeños al llegar a la adultez. Una gran (CE) al año de edad indicaría un potencial para madurez temprana en el toro y su descendencia. A esta altura, se pueden observar anomalías en la conformación; no obstante, algunas de ellas, puede no ser evidente en muchos toros a los 18 meses de edad (Campo, A. 1991).

Muchos reglamentos de venta exigen una medida de (CE) mínima para toros de un año y una prueba de calidad seminal satisfactoria. Sin embargo, sólo aproximadamente 33 % de los toros, aún aquellos con una (CE) adecuada, tendrán una calidad seminal satisfactoria a los 12 de edad ya que no han completado la pubertad. A los 14 y 15 meses de edad, 60 a 80 % de los toros habrán alcanzado la madurez (capaces de producir buen semen). Muchos estudios indicaron que la fertilidad en toros de 1 año puede ser menor, pero no significativamente, que aquella de toros mayores. Los productores que desean utilizar toros de 1 año deberán seleccionar los que tengan fechas tempranas de nacimiento, que demuestren una buena libido y habilidad de cópula. Las medidas de (CE) deberán superar el promedio y la evaluación del semen debe realizarse para asegurar que el período de desarrollo puberal ha terminado y que se están produciendo espermatozoides normales (Campo, A. 1991).

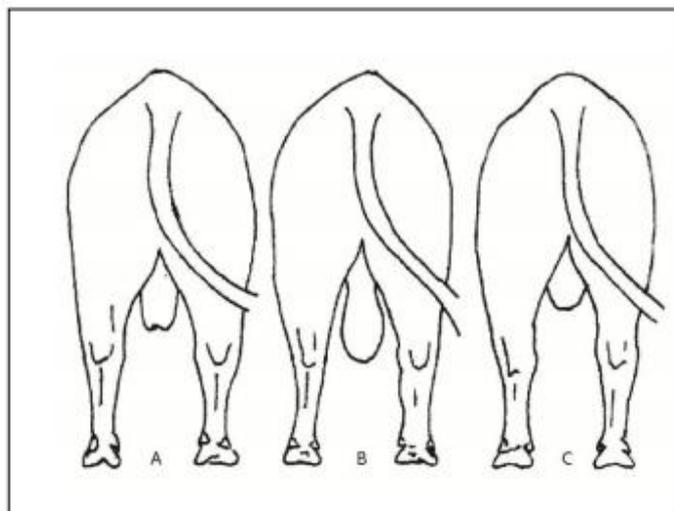
También se ha comprobado que el tamaño testicular entre el primer y segundo año de edad es altamente heredable. En consecuencia, se puede progresar rápidamente en la selección basada en la (CE) no cabe duda de que los testículos pequeños son indeseables. Toros de 1 año con testículos pequeños no se desarrollan con el tiempo y tendrán testículos igualmente pequeños a los 2 años de edad. Por esto, toros de 1 año con (CE) menor al mínimo recomendado deben ser descartados (Campo, A. 1991).

### **1. Conformación normal y anormal de bolsas escrotales y sus contenidos**

La conformación normal y anormal de las bolsas escrotales se pueden observar en el gráfico 1.

- A: Escroto de bordes rectos (indeseables): Esta forma es usual debido a depósitos de grasa en el cuello del escroto que pueden interferir con la termorregulación testicular. Los testículos con un escroto de bordes rectos son frecuentemente de tamaño moderado.
- B: Escroto normal: en este caso se encuentra un cuello escrotal bien marcado y con frecuencia testículos de tamaño grande.

- C: Escroto pegado: se afinan formando una punta en la base, tendiendo a mantener a los testículos cercanos a la pared corporal. Además, los toros, con este tipo de escroto, tienen testículos pequeños, produciendo rara vez, semen de buena calidad.



Fuente: Rutter, B. (2006).

Gráfico 1. Clasificación de formas escrotales.

La circunferencia escrotal también sirve para detectar daños patológicos en los testículos. Cuando los testículos sufren procesos degenerativos, la disminución del tamaño testicular es evidente y va acompañada con alteraciones en el espermiograma y con problemas de fertilidad en el animal. Por otro lado, los testículos muy pequeños, que no han descendido o que hayan descendido en forma parcial, son hipoplásicos; los toros con esta patología, son subfértiles o infértiles y sus eyaculados serán acuosos sin espermatozoides. En los casos de hipoplasia parcial, la concentración espermática será baja y los espermatozoides tendrán una gran cantidad de anomalías. Esta condición es fácil de determinar en los animales jóvenes en el periodo puberal. Aquellos animales puros que tengan circunferencia escrotal muy pequeña, fuera del rango establecido para la raza, serán sospechosos de hipoplasia (Madrid, N. 2005).

## 2. Volumen testicular

El volumen testicular (VT) es una de las características asociadas al desempeño reproductivo de los machos. Para algunos autores, el VT sería la medida más

adecuada para representar la producción espermática, especialmente en *Bos indicus*, cuyo formato testicular más alargado repercute en menor diámetro testicular, a partir del largo, ancho, grosor son calculados tanto el volumen como el peso testicular. Desde el punto de vista práctico, la obtención de estas medidas para el cálculo del VT es más trabajosa que la medición de la (CE), sin embargo, son medidas más precisas y podrían ser realizadas en la rutina del examen andrológico (Silva, M. et al. 2012).

La medida del largo de cada testículo se toma desde el polo dorsal y hasta el ventral, excluyendo la cola del epidídimo, el ancho y grosor de los testículos se mide con un calibre expresado en cm (Delgado, J. 2015).

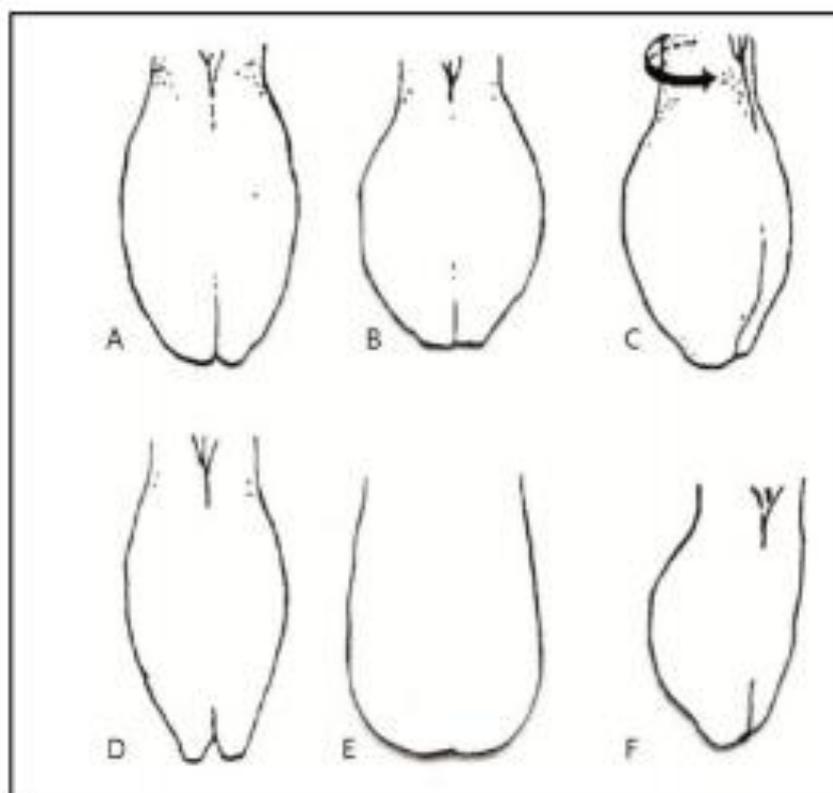
El volumen testicular varía según las razas, la edad y presencia de patologías, se puede medir el largo, ancho y grosor expresándolo en centímetros; esto no es una práctica rutinaria, y además no es una medición exacta debido a la presencia de la cabeza y la cola del epidídimo que dificultan la medición del largo. El volumen testicular se lo determina multiplicando la longitud X ancho X la profundidad (grosor). El tamaño de los dos testículos debe ser aproximadamente igual y se debe tener en cuenta que las simetrías ligeras no son siempre síntomas de enfermedad. Hay que considerar la asimetría de tamaño mayor o los testículos pequeños en toros jóvenes como hipoplasia unilateral, que puede tener carácter hereditario. El tamaño de los testículos se relaciona directamente con el tamaño corporal, la fertilidad, la actividad sexual y el fenotipo sexual. En general es posible decir que toros con uno o dos testículos pequeños no son aptos para producir semen de alta calidad (Delgado, J. 2015).

El desarrollo testicular es íntimamente dependiente del crecimiento o ganancia de peso corporal en el período pre púber y, en un segundo momento, se vuelve más dependiente de una compleja interacción de mecanismos hormonales. En este contexto, el VT se ha mostrado como un buen indicador del desarrollo testicular y de la producción espermática en toros jóvenes que alcanzaron la pubertad, condición no evidenciada en machos adultos en relación de la baja correlación entre el peso corporal, correlación genética, examen andrológico, heredabilidad testicular y la producción de espermatozoides (Toelle, V. 1985).

Las medidas de biometría testicular deberían ocurrir después de la pubertad, identificando de forma indirecta los individuos de mayor potencial de producción cuantitativa y cualitativa del semen. Dentro de las medidas biométricas testiculares complementarias a la circunferencia escrotal (CE), el largo y ancho y profundidad de los testículos medidos con auxilio de un pie de rey fueron contemplados en estudios genéticos y reproductivos (Fernández, J. y Franceschini, A. 2007).

La simetría de los testículos de los futuros reproductores se puede observar en el gráfico 2.

- A: Normal elongado.
- B: Normal redondeado.
- C: Testículos rotados.
- D: Escroto hendido.
- E: Hernia escrotal.
- F: descenso incompleto de un testículo.



Fuente: Rutter, B. (2006).

Gráfico 2. Simetría de los testículos.

## F. HEREDABILIDAD Y REPETIBILIDAD

### 1. Heredabilidad

Es la proporción de la variación de caracteres biológicos en una población atribuible a la variación genotípica entre individuos. La variación entre individuos se puede deber a factores genéticos y/o ambientales. Los análisis de heredabilidad estiman las contribuciones relativas de las diferencias en factores genéticos y no genéticos a la varianza fenotípica total en una población. El valor de la heredabilidad indica en qué grado un rasgo o enfermedad se debe a causas genéticas o ambientales (Wray, N. y Visscher, P. 2008).

Se ha explicado que las diferencias entre animales, respecto a un cierto rasgo o carácter, son determinados por factores genéticos y ambientales. Aun cuando esto es cierto para todos los caracteres de producción, la importancia relativa de cada uno de estos grupos de factores es diferente en cada caso. La magnitud relativa con que influyen los factores genéticos y ambientales en la variación de un carácter se mide por el índice de herencia ( $h^2$ ). La heredabilidad en sentido amplio es la proporción de la varianza fenotípica que es debida a las diferencias entre genotipos de los individuos (Correal, G. 2004).

En sentido estricto, es la proporción de la varianza fenotípica que es debida a la variación aditiva, es decir, a las diferencias entre valores reproductivos de los individuos de la población (Correal, G. 2004).

En selección se utiliza  $h^2$  en sentido estricto, puesto que sólo los efectos aditivos son transmisibles de padres a hijos ya que los no aditivos dependen de combinaciones génicas específicas. La heredabilidad de un carácter varía entre 0 y 1 y depende de la magnitud de todos los componentes de varianza; por tanto, un cambio en cualquiera de ellos la afectaría, En consecuencia, es un parámetro específico y propio de cada carácter y población. Caracteres con alto índice de heredabilidad se heredan en mayor grado que caracteres con baja  $h^2$  y, en el primer caso, el ambiente influye menos que en el segundo (Correal, G. 2004).

En general, las heredabilidades más bajas corresponden a caracteres relacionados con la habilidad reproductiva y adaptativa, mientras que valores más altos corresponden a caracteres menos importantes en tales aspectos. Si la ganancia post-destete tiene una  $h^2$  alta, esto quiere decir lo siguiente: si el ganadero uso dos toros, "A" cuya ganancia ha sido muy por debajo del promedio del rebaño y "B" cuya ganancia fue muy por encima, los hijos del toro "A" ganarán en promedio mucho menos que los hijos del toro "B". Si la  $h^2$  de una característica es mediana a alta, esta responderá bien a un programa de selección (Correal, G. 2004).

La circunferencia escrotal (CE) como criterio de selección de bovinos está indicado en programas de selección teniendo en cuenta que ha obtenido en la mayoría de estudios estimaciones de heredabilidad que fueron de moderada a alta magnitud, así como el hecho de estar genéticamente asociado de modo favorable con la fertilidad de hembras con características de crecimiento y características indicadoras de la calidad seminal, las correlaciones genéticas entre CE y precocidad sexual y longevidad reproductiva en hembras bovinas, con magnitudes de media a alta, asumen gran importancia, pues indican que la selección de machos con mayores valores de DEP (diferencia esperada en la progenie) para CE revertirá en mayor proporción de hembras precoces sexualmente y longevas en el rebaño investigaciones realizadas en toros indican que la circunferencia escrotal (CE) es un parámetro altamente heredable y con correlaciones alta ( $r = 0,62$ ), para porcentaje de preñez, edad al primer parto e intervalo entre parto (Batista, J. 2011).

La efectividad de esta selección indirecta se vuelve todavía más consistente por la posibilidad de la evaluación conjunta del CE con la precocidad sexual y longevidad en análisis multi característicos, mejorándose la precisión de predicción del mérito genético de toros jóvenes para estas características. Por lo tanto, la adopción de CE como criterio de selección permite la búsqueda del mejoramiento de la fertilidad en ambos sexos, con rápido progreso genético en la selección de toros jóvenes buscando aumentar la fertilidad de los rebaños comerciales (Van Melis, H. et al. 2010).

Estimaciones de heredabilidad observadas para las medidas biométricas testiculares son de magnitud moderada a alta, en la raza Hereford, estimaron

heredabilidades de 0,34 a los 205 días, de 0,21 a los 365 días y de 0,34 para el período de crecimiento 205 a los 365 días (Toelle, V. 1985).

## **2. Repetibilidad**

Las condiciones de repetibilidad incluyen: el mismo procedimiento de medición, el mismo observador, el mismo instrumento de medición, utilizado bajo las mismas condiciones, el mismo lugar, repetición en un periodo corto de tiempo, la medida de circunferencia escrotal CE es objetiva, de alta repetibilidad (0,95 – 0,98) (Boggio, J. 2007).

Esta medición es un parámetro genético que determina la correlación entre los valores de los aspectos productivos de un mismo animal, tales como la duración de la lactancia, la producción de leche en lactancias consecutivas, y pesos al destete en partos consecutivos de una vaca. La repetibilidad depende de factores genéticos y ambientales. Si el ambiente pudiera ser controlado los cambios en la expresión del carácter por el mismo animal en diferentes etapas de su vida dependería exclusivamente de factores genéticos. Se define como la fracción de la varianza fenotípica que es debida a efectos genéticos y ambientales permanentes. También, se puede definir como la correlación entre las diferentes medidas de un individuo al ser realizadas en momentos diferentes (Correal, G. 2004).

En un mismo individuo que repite un proceso biológico en diferentes etapas de su vida, la constitución genética no cambia y las diferencias entre registros son ambientales, por lo tanto, el factor genético hace que los registros en el mismo individuo se mantengan constantes (Correal, G. 2004).

El factor ambiental puede ser temporal o permanente; es temporal cuando afecta en forma diferente y con diversa intensidad (clima, nutrición, manejo) y permanente se refiere a aquellos factores que afectan la producción de un animal en todas sus actuaciones, por ejemplo, una mastitis severa puede afectar la producción de leche de una vaca durante toda su vida. El conocimiento de la repetibilidad está asociado con la posibilidad de estimar la actuación futura de un animal. Una alta repetibilidad permite basar la selección de individuos para una característica determinada en

relativamente pocos registros disponibles, sin correr el riesgo de escoger en forma equivocada. Si la repetibilidad de la característica es baja la selección debe efectuarse sobre la base de numerosos registros por animal para obtener un promedio más preciso (Correal, G. 2004).

### **3. Parámetros genéticos de las características testiculares**

La circunferencia escrotal es la característica reproductiva más utilizada en programas de mejoramiento genético de bovinos y, al contrario de las demás características andrológicas, es ampliamente abordada en estudios genético-cuantitativos. La importancia genética de la selección de toros con base en la circunferencia escrotal, siendo que mayor circunferencia escrotal repercute en una mayor producción espermática, mejor calidad seminal, reflejando mejor eficiencia reproductiva cuando los reproductores son expuestos a la monta natural. Sin embargo, otras características testiculares medidas en el examen andrológico, como la consistencia, volumen y peso de los testículos han sido consideradas en estudios genéticos (Olugbenga, M. y Babalola, T. 2006).

Aspectos favorables están asociados a la adopción de la CE, siendo fácilmente medido a bajo costo en diferentes edades estandarizadas y, además, genéticamente correlacionado con la libido, producción espermática, calidad seminal, volumen testicular, formato testicular además del peso corporal y composición de la carcasa (Yokoo, M. et al. 2010).

## **G. CORRELACIONES GENOTÍPICAS, FENOTÍPICAS Y AMBIENTALES**

El concepto de caracteres correlacionados fue mencionado por Darwin en su libro “El origen de las especies” (1859), “si el hombre selecciona y aumenta alguna característica, modificará casi seguramente y de una manera inconsciente otras partes de la estructura, debido a las misteriosas leyes de la correlación del crecimiento.” El coeficiente de correlación es una medida estadística del grado de asociación entre dos variables o características, y su rango varía desde +1 para asociación positiva perfecta, hasta -1 para asociación negativa perfecta (Correal, G. 2004).

Correlación fenotípica: Grado de asociación entre los valores de dos características en los individuos de una población (Correal, G.2004).

Correlación genética: Grado de asociación entre dos caracteres en los individuos de una población debido a influencias genéticas aditivas. También puede definirse como el grado de asociación de los genes entre dos características determinadas (Correal, G.2004).

Es frecuente el caso que entre dos caracteres exista una relación, porque ellos están determinados por el mismo grupo de genes. Por ejemplo, existe una relación entre el crecimiento pre-destete y post-destete, debido a que estas dos fases de crecimiento son determinadas, en gran parte, por los mismos genes. Esto significa que un toro que mejora el crecimiento pre destete en el rebaño, con alta seguridad mejorará también las ganancias post-destete, debido a que él transmite genes que influyen a estos dos caracteres favorablemente. Estas relaciones determinadas por genes se llaman correlaciones genéticas. Existen casos, en los cuales estas correlaciones son desfavorables, es decir, mejorando un carácter, se desmejora el otro (Correal, G.2004).

Correlación ambiental: Grado de asociación entre dos caracteres en los individuos de una población debido a influencias ambientales. (Cardellino y Rovira, 1987; Warwick y Legates, 1980). La causa de una correlación fenotípica observada entre dos caracteres no es necesariamente genética. Esto se traduce en que aunque la correlación fenotípica entre A y B sea positiva, la selección por A no resultará necesariamente en una respuesta o ganancia por B también. Igualmente, si se tiene una correlación fenotípica de cero, no implica total independencia genética entre A y B (Correal, G.2004).

De acuerdo a Valencia, M. (2016), la circunferencia escrotal (CE) es una medida muy fácil de tomar, repetitiva y altamente heredable. Ya que es un indicador directo de gran importancia para la parte reproductiva de cualquier hato, teniendo en cuenta la selección de animales con una buena CE.

La CE es un buen indicador de producción espermática y se debe realizar en animales jóvenes, ya que no es una medida confiable en animales seniles debido a los cambios anatómicos que se presentan por la edad como lo es la disminución del epitelio seminífero sin tener cambios morfológicos en el tamaño testicular.

Para medir la CE se debe tomar el cuello del escroto firmemente con una mano, haciendo descender los testículos, y con la otra se procederá a realizar la medida con una cinta métrica en el punto de mayor diámetro testicular. La cinta debe ser ajustada sin presión excesiva ni muy leve; Solo un operador debe tomar la medida y sujetar el escroto, no se aconseja que la medida sea tomada entre dos operadores.

En investigaciones pasadas reportan la gran importancia de la CE ya que permite determinar la fertilidad de los toros, siendo esta una medida altamente correlacionada con calidad y cantidad de semen, de igual forma es el parámetro más utilizado para predecir la pubertad en toros, además del peso corporal.

Por tanto, la CE tiene una relación directa con la producción de espermatozoides, calidad del eyaculado y fertilidad, siendo esta el indicador más práctico y confiable del tamaño y desarrollo testicular en toros, pero estando relacionada negativamente con la edad a la pubertad.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en el país de México, en el estado de Chihuahua en la Unión Ganadera Regional de Chihuahua, ubicada en el km 35 de la carretera Chihuahua – Cuauhtémoc, en el municipio Santa Isabel.

El trabajo experimental de campo tuvo una duración de 90 días aproximadamente, las condiciones meteorológicas se detallan en el cuadro 12.

Cuadro 12. CONDICIONES METEREOLÓGICAS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA.

| Parámetro           | Promedio |
|---------------------|----------|
| Altitud, m.s.n.m.   | 1560     |
| Temperatura, °C     | 25       |
| Humedad relativa, % | 40       |
| Viento, km/h        | 8        |
| Precipitación, mm   | 0.2      |

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2017).

#### B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron un total de 32 toretes Angus de 12 meses de edad en promedio, los cuales fueron Angus negros y rojos, con un peso aproximado de 350 - 400 kg, se procederá a tomar las medidas lineales y biométricas de cada uno de los animales.

## **C. MATERIALES EQUIPOS E INSTALACIONES**

### **1. Materiales de oficina**

- Hojas de papel.
- Esferográficos.
- Borrador.
- Carpeta.

### **2. Materiales de campo**

- Botas.
- Overol.
- Esferos.
- Cámara fotográfica.
- Cinta métrica.
- Bastón metálico métrico pequeño.
- Bastón metálico métrico grande.
- Escrotímetro.
- Pie de rey.
- Hoja de campo.

### **3. Equipos de Oficina**

- Computadora.
- Calculadora.

### **4. Instalaciones**

Corrales complejo palomas de la Unión Ganadera Regional de Chihuahua (UGRCH).

## **D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se aplicó una estadística descriptiva, T-student, promedio, desviación estándar, análisis de correlación y regresión.

## **E. MEDICIONES EXPERIMENTALES**

Las mediciones experimentales que se consideraron para el presente trabajo, son las siguientes:

### **1. Medidas lineales**

- Perímetro torácico (cm).
- Perímetro abdominal (cm).
- Largo de la cadera (cm).
- Largo del cuello (cm).
- Largo del cuerpo (cm).
- Largo total (cm).
- Ancho cadera (cm).
- Ancho de hombros (cm).
- Altura a la cadera (cm).
- Altura a la cruz (cm).

### **2. Medidas biométricas**

- Circunferencia Escrotal (cm).
- Volumen testicular (largo, ancho, grosor) (cm<sup>3</sup>)

## **F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA**

Las variables fueron sometidas a los siguientes análisis:

Estadística descriptiva, t-student, promedio, desviación estándar, análisis de correlación y regresión.

## **G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

En la realización de la presente investigación se utilizó el método de análisis descriptivo, cuya población de estudio estuvo conformada por 32 toretes de la raza Angus.

La recolección de datos se realizó con instrumentos tales como: cinta métrica, bastón metálico métrico pequeño, bastón metálico métrico grande, escrotimetro, pie de rey.

Los resultados obtenidos de las variables a estudiar, fueron sometidos a técnicas estadísticas como estadística descriptiva, t-student, promedio, desviación estándar, análisis de correlación y regresión.

## **H. METODOLOGIA DE EVALUACIÓN**

Las medidas lineales fueron tomadas sobre planos horizontales y con el animal cuadrado (sus cuatro patas sobre el suelo formando un rectángulo equilibrado). La tradición marca que sea por el lado izquierdo del animal, que efectivamente resulta más cómodo para un medidor diestro, pero creemos que ello no reviste ninguna importancia. En la práctica, por otro lado, suele haber una marcada dificultad en la contención de los animales a medir, por lo que no podemos exigir una excesiva precisión que será únicamente teórica.

Las medidas de altura determinan la alzada del animal, en sus diversas regiones especialmente las más elevadas.

La alzada es la distancia perpendicular desde cada una de estas regiones al plano horizontal del suelo estando el animal descansando simétricamente sobre sus cuatro extremidades y en posición normal, no desviando su centro de gravedad.

Las medidas de longitud tratan de determinar la distancia entre los puntos corporales en el sentido longitudinal.

Las medidas de anchura determinan la distancia entre los puntos corporales en el sentido transversal al eje longitudinal del cuerpo.

Las medidas de perímetro determinan el contorno de ciertas regiones corporales. Las medidas lineales de altura del anca y perímetro torácico se usan como estimadores de peso en el ganado bovino.

Tanto la altura a la cruz como al anca tienen un valor limitado como indicador de peso y muy bajo valor como indicador del tipo y función, el ancho de la cadera es la medida preferida para evaluar la conformación del animal, la altura a la cruz contribuye mejor en las ecuaciones de predicción de carne producida.

Para obtener las dimensiones corporales se utilizará un equipo de medición que contiene un instrumento diferente por cada tipo de medida, entre los que se encuentra un bastón métrico grande para medir alturas, un bastón métrico pequeño modificado para determinar anchuras, una cinta métrica flexible con la que se medirá largos y perímetros y un escrotimetro para medir circunferencia escrotal (Gómez, G. 2009).

## 1. Medidas lineales

### a. **Perímetro torácico**

Se mide con una cinta métrica que rodee el tronco por detrás del codillo, las primeras costillas y las primeras vertebrae torácicas, alrededor de la línea del corazón (cincha), haciendo una ligera presión para dar ajuste (Gómez, G. 2009).

**b. Perímetro abdominal**

Parte de la articulación lumbo - sacra pasando por el ijar rodeando el abdomen y retorna al punto inicial (Gómez, G. 2009).

**c. Largo de la cadera**

Distancia existente entre la punta del anca (tuberosidad ilíaca externa) y la punta del isquion; distancia entre el punto más saliente (lateral) de la tuberosidad coxal y el punto más caudal de la nalga (ilio – isquiático) (Sánchez, A. 2002).

**d. Largo del cuello**

Desde la protuberancia occipital o testuz a la primera vértebra torácica, con el cuello convenientemente extendido (Gómez, G. 2009).

**e. Largo del cuerpo**

Es la medida tomada con una cinta desde la apófisis isquiática hasta el encuentro del animal, o la distancia lateral entre el borde anterior de la espalda o punta del hombro y la punta de la nalga (apófisis del isquion) (Sánchez, A. 2002).

**f. Largo total**

Es la distancia que existe, en línea recta, desde el punto posterior de inserción de la base de los cuernos o cresta de la nuca y el punto superior de la línea media del nacimiento de la cola (Sánchez, A. 2002).

**g. Ancho de cadera**

Anchura máxima medida con el bastón, entre las tuberosidades laterales del coxal (ambas puntas de las ancas) (Gómez, G. 2009).

#### **h. Ancho de hombros**

Es la distancia que existe, en línea recta entre los ángulos antero- inferiores de las dos espaldas (Gómez, G. 2009).

#### **i. Altura a la cruz**

Corresponde a la estatura y es la distancia que hay entre la parte más alta de la cruz y del suelo, aunque para algunos autores debe tomarse desde la parte superior del casco. Nos valemos para tomarla del zoómetro de bastón cuidando de que la rama transversal este bien nivelada, deben tomarse las precauciones de rigor, ya que los animales se encuentran siempre inquietos a la vista de un instrumento extraño para ellos (Sánchez, A. 2002).

#### **j. Altura a la cadera**

Se tomó esta medida con el bastón zoométrico, así mismo e imprescindiblemente apoyando este en el suelo, en línea completamente vertical se mide desde el punto dorsal-anterior de la pelvis (apófisis espinosa de la 5ª vértebra lumbar) hasta el suelo. Semejantes en su realización y concepto son la “alzada a la entrada de la grupa” (hasta donde termina el lomo y empieza la grupa) (Sánchez, A. 2002).

### **2. Medidas biométricas**

#### **a. Circunferencia Escrotal**

Es la medida del contorno de los testículos tomada con una cinta a nivel medio de los testículos sobre la curvatura mayor.

### **3. Volumen Testicular**

Se tomaron medidas de largo, ancho, grosor tanto del testículo derecho e izquierdo, el volumen testicular se expresa en  $\text{cm}^3$ .

La medida del largo de cada testículo, se toma desde el polo dorsal y hasta el ventral, excluyendo la cola del epidídimo, se mide con un calibre o pie de rey expresado en cm, se tomará medidas del testículo izquierdo y derecho (Gómez, G. 2009).

La medida del ancho de cada testículo, se toma desde, se mide con un calibre o pie de rey expresado en cm, se tomará medidas del testículo izquierdo y derecho (Gómez, G. 2009).

El grosor de los testículos, es la profundidad de los testículos.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### A. CIRCUNFERENCIA ESCROTAL DE LOS TORETES DE LA RAZA ANGUS

De acuerdo a la prueba T de Student, la media (34,97 cm) de circunferencia escrotal de los toretes Angus evaluados, es diferente a 38,00 cm (cuadro 13), existen diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), que es la circunferencia escrotal ideal de acuerdo a Drayson, J. (2003). la distribución de frecuencias de la circunferencia escrotal se puede observar en el gráfico 3.

Cuadro 13. PRUEBA T DE STUDENT DE LA CIRCUNFERENCIA ESCROTAL.

| Variable                | t | gl    | P.   | Media | Desviación típ. | Error típ. de la media |
|-------------------------|---|-------|------|-------|-----------------|------------------------|
| Circunferencia escrotal | - | 31,00 | 0,00 | 34,97 | 2,61            | 0,46                   |

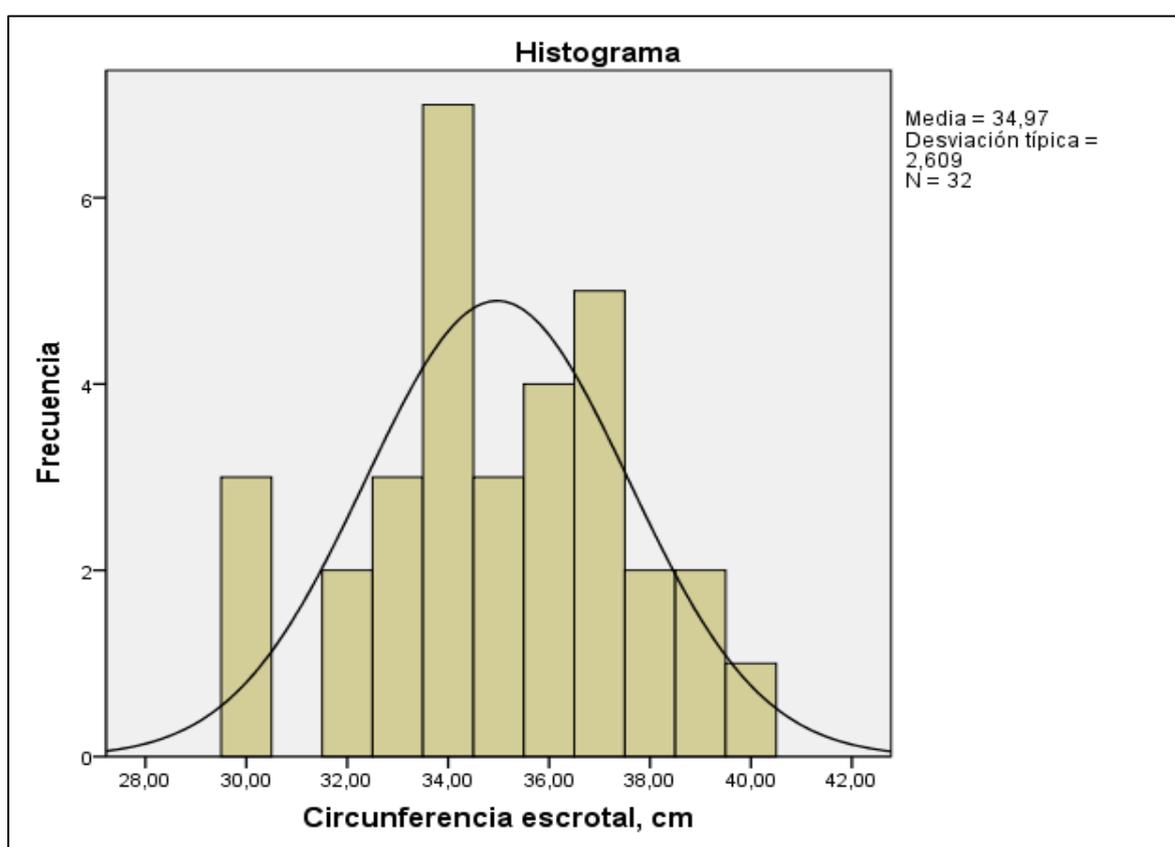


Gráfico 3. Histograma de la circunferencia escrotal.

Una vez evaluado la circunferencia escrotal de los 32 toretes Angus, y compararlos con los valores ideales de la raza se obtuvieron los siguientes resultados (cuadro 14).

Cuadro 14. ESTADISTICOS DESCRIPTIVOS DE LA EVALUACION DE LA CIRCUNFERENCIA ESCROTAL.

| Estadístico descriptivo | Valores |
|-------------------------|---------|
| Media                   | 34,97   |
| Desviación típica       | 2,61    |
| Varianza                | 6,81    |
| Rango                   | 10,00   |
| Mínimo                  | 30,00   |
| Máximo                  | 40,00   |

De acuerdo al análisis descriptivo de la evaluación de la circunferencia escrotal de toretes de la raza Angus, la media es 34,97 cm; desviación típica 2,61 cm; estos valores posteriormente se compararon con los ideales de la raza Angus, debido principalmente a que la circunferencia escrotal es una variable escogida para aplicar programas de mejora animal, ya que este valor tiene un coste mínimo y es fácil de obtener (Delgado, J. 2015).

La circunferencia escrotal (cuadro 15), se organizó de acuerdo a una tabla de frecuencias para observar cómo se va distribuyendo la población observada, se mide en porcentajes y cada medición tuvo su respectivo porcentaje, el cual posteriormente se clasificó de acuerdo a una tabla referencial.

López, C. et al. (2016), estudió varias medidas lineales en 190 toretes Brangus de 12 meses de edad, con un peso promedio de 434 kg, obteniendo medias de circunferencia escrotal ( $34,36 \pm 0,2$  cm). Las mismas medidas lineales se tomaron en 73 toretes de la raza Charoláis de 14 meses de edad y un peso promedio de 428 kg, obteniendo una circunferencia escrotal ( $32,90 \pm 0,5$  cm), al comparar estos datos con los obtenidos en la presente investigación, la circunferencia escrotal es ligeramente superior (34,97 cm), en comparación con los toretes de la raza Brangus y superiores en comparación a la raza Charoláis.

Cuadro 15. TABLA DE FRECUENCIAS DE LA CIRCUNFERENCIA ESCROTAL DE TORETES DE LA RAZA ANGUS.

| Circunferencia Escrotal | Frecuencia | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|-------------------------|------------|-------------------|----------------------|
| 30,00                   | 3,00       | 9,38              | 9,38                 |
| 32,00                   | 2,00       | 6,25              | 15,63                |
| 33,00                   | 3,00       | 9,38              | 25,00                |
| 34,00                   | 7,00       | 21,88             | 46,88                |
| 35,00                   | 3,00       | 9,38              | 56,25                |
| 36,00                   | 4,00       | 12,50             | 68,75                |
| 37,00                   | 5,00       | 15,63             | 84,38                |
| 38,00                   | 2,00       | 6,25              | 90,63                |
| 39,00                   | 2,00       | 6,25              | 96,88                |
| 40,00                   | 1,00       | 3,13              | 100,00               |
| Total                   | 32,00      | 100,00            |                      |

La clasificación de la circunferencia escrotal de acuerdo a los parámetros ideales de la raza, se puede observar en el cuadro 16.

Cuadro 16. CLASIFICACIÓN DE LA CIRCUNFERENCIA ESCROTAL DE ACUERDO A PARÁMETROS IDEALES DE LA RAZA ANGUS.

| Clasificación | Circunferencia Escrotal, cm |                   |
|---------------|-----------------------------|-------------------|
|               | Referencial                 | Total de animales |
| Óptimo        | 38,0 – 40,0                 | 15,63 %           |
| Tolerable     | 36,0 – 37,0                 | 28,13 %           |
| Objetable     | 35,00                       | 9,38 %            |
| Indeseable    | 34,00                       | 21,88 %           |
| Inaceptable   | 30,0 – 33,0                 | 25,00 %           |

La circunferencia escrotal del total de 32 toretes de la raza Angus, se clasificó de acuerdo a lo propuesto por (Drayson, J. 2003), obteniendo que dentro del rango óptimo se encuentra el 15, 63 % de los animales evaluados; en el nivel tolerable 28,13 %; objetable 9,38 %; indeseable 21,88 % e inaceptable 25,00 %.

Stahringer, R. (2003), en estudios realizados en diferentes provincias de Argentina reporta que, el promedio de toros revisados y calificados como no aptos para el servicio fue de 24 y 36 %, en comparación al 25 % de toros reportados en la

presente investigación como indeseables, concluimos que este dato se encuentra dentro de los rangos normales.

Martín, C. (2012), determina que la circunferencia escrotal establece el número de hembras con las cuales los toros se pueden aparear, es decir, si tenemos toros con alta genética y buena circunferencia escrotal, los podemos dividir en grupos para una mayor eficiencia, por ejemplo, para una circunferencia escrotal de 30 cm 40 vacas, para una circunferencia escrotal de 34 cm 80 vacas. La circunferencia escrotal de los toros es una herramienta que permitirá al ganadero tomar decisiones, y de ninguna manera la circunferencia escrotal es una herramienta concluyente.

En los bovinos de carne se estima que los caracteres productivos como el peso o velocidad de crecimiento de los animales, tienen una importancia aproximada de 10 veces menor que los parámetros reproductivos en términos de rendimiento económico relativo. Dentro de estos caracteres reproductivos, destaca en el caso de los machos, la circunferencia escrotal, que en muchos trabajos ha sido propuesta como predictor de las características seminales del bovino (Knights, S. et al. 1984), así como de la edad a la pubertad de su descendencia (Brinks, J. et al. 1978).

La circunferencia escrotal presenta un comportamiento curvilíneo en función de la edad. Como sucede con el resto del cuerpo del animal, los testículos crecen demostrando un comportamiento sigmoide en función de la edad, con una fase inicial lenta seguida de un pico que coincide con la pubertad y posteriormente, un crecimiento más lento hasta estacionarse en la edad adulta (Sesena, R. 2007). Silva, M. (2002), indica que la circunferencia escrotal presenta un crecimiento lineal con la edad del animal hasta los 18 meses, desacelerando su crecimiento a partir de allí hasta la edad adulta. En la fase de crecimiento acelerado hay inicialmente un aumento de la longitud de los túbulos seminíferos y, en segundo lugar, un aumento del diámetro y formación de lumen en los mismos.

## **B. MEDIDAS LINEALES DE LOS TORETES DE LA RAZA ANGUS**

Las diferentes medidas lineales evaluadas a 32 toretes de la raza Angus, se pueden observar en el cuadro 17.

De acuerdo a los datos obtenidos se concluye que los animales evaluados presentan 179,95 cm de perímetro torácico; 186,56 cm de perímetro abdominal; 60,47 de largo de cuello; 127,47 cm de largo del cuerpo; 43,56 cm de largo de cadera; 187,94 cm de largo total; 47,63 cm de ancho de caderas; 47;03 cm de ancho de hombros; 122,04 cm de altura a la cadera; 116,46 cm de altura a la cruz; 34,97 cm de circunferencia escrotal; y 852,82 cm<sup>3</sup> de volumen testicular.

López, C. et al. (2016), estudió varias medidas lineales en 190 toretes Brangus de 12 meses de edad, con un peso promedio de 434 kg, obteniendo una altura a la cadera de (129,80 ± 0,3 cm). Las mismas medidas lineales se tomaron en 73 toretes de la raza Charoláis de 14 meses de edad y un peso promedio de 428 kg, obteniendo una altura a la cadera de (128,10 ± 0,6 cm), al comparar estos datos con los obtenidos en la presente investigación, la altura a la cadera es inferior (122,04 cm), en comparación con los toretes de la raza Brangus y la raza Charoláis.

Cuadro 17. MEDIDAS LINEALES DE TORETES DE LA RAZA ANGUS.

| Medidas                             | Media  | Desv. típ. | Varianza | Rango  | Mínimo | Máximo  |
|-------------------------------------|--------|------------|----------|--------|--------|---------|
| Perímetro torácico, cm              | 179,95 | 6,57       | 43,22    | 23,00  | 166,00 | 189,00  |
| Perímetro abdominal, cm             | 186,56 | 6,65       | 44,27    | 25,00  | 172,00 | 197,00  |
| Largo cuello, cm                    | 60,47  | 4,66       | 21,68    | 17,00  | 51,00  | 68,00   |
| Largo del Cuerpo, cm                | 127,47 | 6,88       | 47,35    | 25,00  | 112,00 | 137,00  |
| Largo de Cadera, cm                 | 43,56  | 2,02       | 4,06     | 8,00   | 40,00  | 48,00   |
| Largo Total, cm                     | 187,94 | 10,65      | 113,35   | 37,00  | 163,00 | 200,00  |
| Ancho Caderas, cm                   | 47,63  | 3,42       | 11,68    | 14,51  | 39,37  | 53,88   |
| Ancho Hombros, cm                   | 47,03  | 3,36       | 11,31    | 14,00  | 38,86  | 52,86   |
| Altura Cadera, cm                   | 122,04 | 4,36       | 19,03    | 14,00  | 115,00 | 129,00  |
| Altura Cruz, cm                     | 116,46 | 2,99       | 8,95     | 11,00  | 111,00 | 122,00  |
| Circunferencia Escrotal, cm         | 34,97  | 2,61       | 6,81     | 10,00  | 30,00  | 40,00   |
| Volumen Testicular, cm <sup>3</sup> | 852,82 | 191,75     | 36769,21 | 765,40 | 455,98 | 1221,38 |

Desv. Típ: desviación típica.

## **C. MEDIDAS LINEALES QUE EJERCEN INFLUENCIA EN LAS VARIABLES BIOMÉTRICAS**

### **1. Correlaciones entre características lineales y biométricas**

Las diferentes correlaciones de Pearson, realizadas entre todas las variables evaluadas se pueden observar en el cuadro 18.

De acuerdo a los análisis realizados entre la circunferencia escrotal y todas las variables lineales, presentó correlaciones altas ( $r > 0,8$ ) con el ancho de cadera y el ancho de hombros, correlaciones medias ( $r = 0,6 - 0,8$ ) con el largo de cadera; ninguna correlación baja ( $r < 0,6$ ); y correlaciones negativas con el largo de cuello, largo del cuerpo, largo total y la altura de cadera. Para las variables perímetro torácico, perímetro abdominal y al tura a la cruz no se encontraron correlaciones significativas ( $P > 0,05$ ).

De acuerdo a los análisis realizados entre el volumen testicular y todas las variables lineales, presentó correlaciones altas ( $r > 0,8$ ) con la circunferencia escrotal; correlaciones medias ( $r = 0,6 - 0,8$ ) con el ancho de cadera y con el ancho de hombros; correlación baja ( $r < 0,6$ ) con el largo de cadera y correlaciones negativas con el largo de cuello, largo del cuerpo, largo total, altura de la cadera. Para las variables perímetro torácico, perímetro abdominal y altura a la cruz no se encontraron correlaciones significativas ( $P > 0,05$ ).

Cuadro 18. COEFICIENTES DE CORRELACIÓN LINEAL DE PEARSON, PARA LAS CARACTERÍSTICAS LINEALES Y BIOMÉTRICAS.

|      | PTO   | PAB   | LC    | LCU   | LCA   | LT    | ANCA  | ANH   | ACA   | ACR   | CE   |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| PAB  | 0,91  | 1,00  |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| LC   | 0,52  | 0,38  | 1,00  |       |       |       |       |       |       |       |      |
| LCU  | 0,79  | 0,68  | 0,69  | 1,00  |       |       |       |       |       |       |      |
| LCA  | 0,12  | 0,20  | -0,58 | -0,07 | 1,00  |       |       |       |       |       |      |
| LT   | 0,73  | 0,60  | 0,92  | 0,97  | -0,20 | 1,00  |       |       |       |       |      |
| ANCA | -0,10 | 0,04  | -0,89 | -0,48 | 0,61  | -0,70 | 1,00  |       |       |       |      |
| ANH  | -0,01 | 0,07  | -0,80 | -0,33 | 0,90  | -0,56 | 0,81  | 1,00  |       |       |      |
| ACA  | 0,46  | 0,39  | 0,57  | 0,27  | -0,45 | 0,42  | -0,31 | -0,42 | 1,00  |       |      |
| ACZ  | 0,41  | 0,48  | 0,22  | 0,19  | 0,06  | 0,22  | -0,04 | -0,03 | 0,63  | 1,00  |      |
| CE   | -0,25 | -0,14 | -0,74 | -0,50 | 0,72  | -0,62 | 0,91  | 0,88  | -0,58 | -0,22 | 1,00 |
| VT   | -0,27 | -0,16 | -0,73 | -0,52 | 0,54  | -0,63 | 0,78  | 0,75  | -0,40 | -0,21 | 0,85 |
|      | 0,14  | 0,39  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,03  | 0,26  | 0,00 |

PTO = Perímetro torácico; PAB = Perímetro abdominal; LC = Largo de cuello; LCU = Largo de cuerpo; LCA = Largo de cadera; LT = Largo total; ANCA = Ancho cadera; ANH = Ancho hombros; ACA = Altura cadera; ACR = Altura cruz; CE = Circunferencia escrotal; VT = Volumen testicular.

## **2. Circunferencia escrotal y largo del cuello**

El análisis de regresión de la circunferencia escrotal respecto al largo del cuello, presentó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ); a medida que aumenta la circunferencia escrotal, el perímetro torácico disminuye, de acuerdo al coeficiente de correlación ( $r = -0,74$ ). El coeficiente de determinación ( $R^2$ ), indica que el 55,00 % de la varianza de la circunferencia escrotal está explicada por el largo del cuello, mientras que el 45,00 % restante, está en dependencia de factores externos.

La ecuación de regresión ( $\text{largo del cuello, cm} = -1,1179 \text{ circunferencia escrotal, cm} + 102,25$ ), indica que, cada vez que la circunferencia escrotal aumenta 1,0 cm; el largo de cuello disminuye -1,12 cm; como se puede observar en el gráfico 4.

La correlación reportada entre la circunferencia escrotal y largo del cuello, se aplica únicamente a los toretes evaluados, y no se pueden generalizar, debido a diferentes causas de variación como: edad, raza, peso corporal, nivel nutricional, y su relación con la producción espermática, características seminales y la pubertad. Principalmente la edad del toro es el factor que tiene mayor efecto sobre el desarrollo testicular, varios estudios señalan desde los 6 hasta los 24 meses de edad, como el periodo de mayor crecimiento (Coulter, G. 1986).

Las mediadas lineales y el desarrollo testicular en determinada edad es correlacionado con el tamaño potencial a edades mayores, por ejemplo, los toros con testículos pequeños o grandes a los 12 meses de edad, por lo general alcanzarán un tamaño proporcional un año después. De la misma forma, la circunferencia escrotal al año de edad puede ser utilizada como criterio de selección, por su alta correlación que demuestra con lo observado un año después (Coulter, G. et al. 1986).

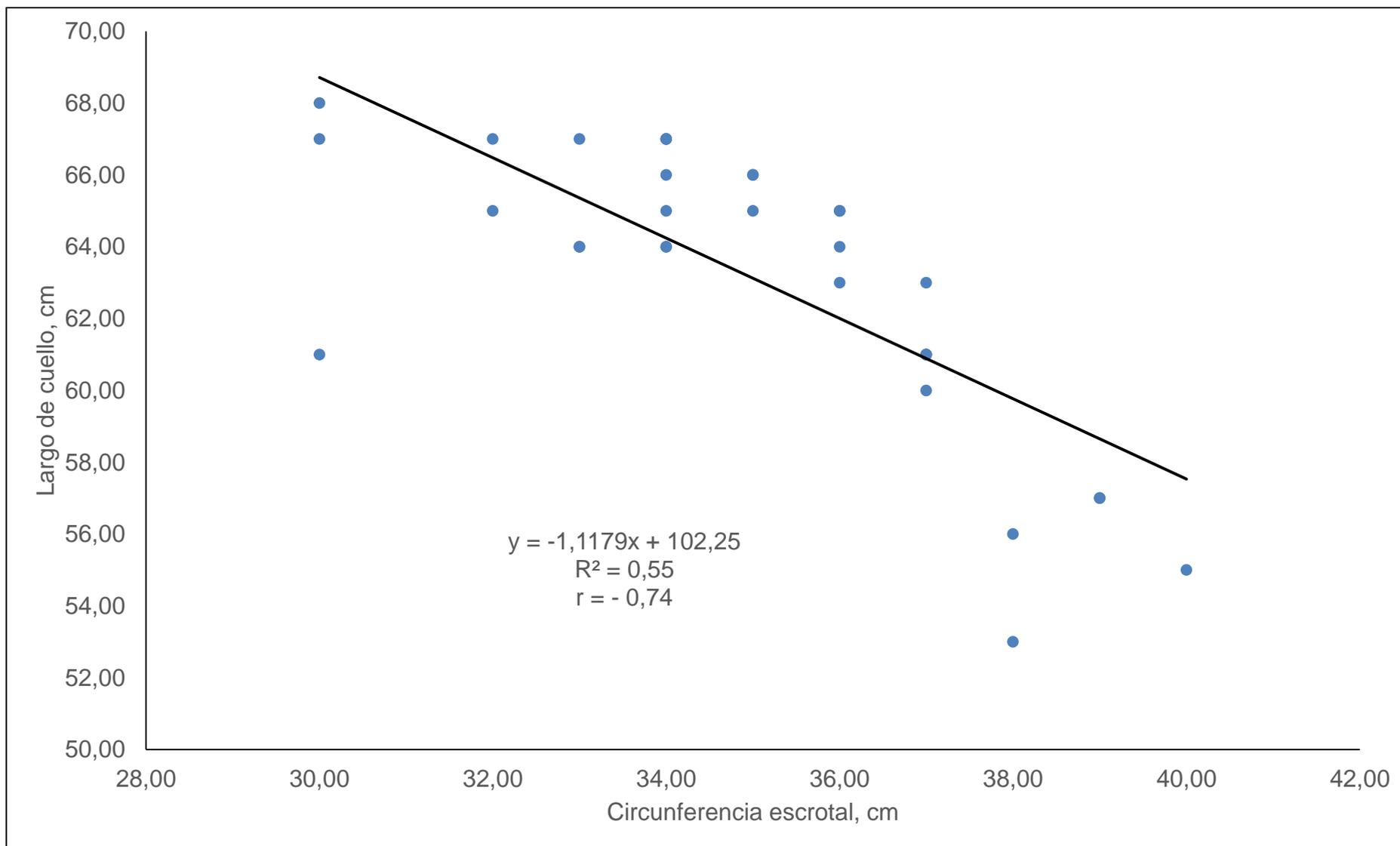


Gráfico 4. Regresión de la circunferencia escrotal y el largo de cuello.

### **3. Circunferencia escrotal y largo del cuerpo**

El análisis de regresión de la circunferencia escrotal respecto al largo del cuerpo, presentó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ); a medida que aumenta la circunferencia escrotal, el largo del cuerpo disminuye, de acuerdo al coeficiente de correlación ( $r = - 0,50$ ). El coeficiente de determinación ( $R^2$ ), indica que el 25,00 % de la varianza de la circunferencia escrotal está explicada por el largo del cuerpo, mientras que el 75,00 % restante, está en dependencia de factores externos.

La ecuación de regresión (Largo del cuerpo, cm =  $-1,320$  circunferencia escrotal, cm + 173,64), indica que, cada vez que la circunferencia escrotal aumenta 1,0 cm; el largo de cuerpo disminuye  $-1,32$  cm; como se puede observar en el gráfico 5.

Tamayo, M. (2009), estudió el crecimiento y desarrollo corporal en futuros sementales bovinos Holstein, obteniendo una correlación alta (0,84) entre la circunferencia escrotal y el largo del cuerpo.

La correlación reportada entre la circunferencia escrotal y el largo del cuerpo, se aplica únicamente a los toretes evaluados, y no se pueden generalizar, debido a diferentes causas de variación como: edad, raza, peso corporal, nivel nutricional, y su relación con la producción espermática, características seminales y la pubertad (Coulter, G. 1986).

La circunferencia escrotal es un indicador muy importante de la fertilidad de los rodeos, partiendo de la base que el mayor progreso genético se logra a través de los machos (90 %). La alta heredabilidad de este carácter permite obtener además una muy buena respuesta selectiva. La misma se expresa en centímetros (AACH, 1996). En animales jóvenes la circunferencia escrotal es un indicador útil de la capacidad de producción de semen. Este carácter es extremadamente importante en la selección de bovinos para carne, por la correlación favorable que presenta con la precocidad sexual, ya que existen evidencias de que el desarrollo precoz de los testículos está asociado a pubertad más temprana (Arias, M. 2003).

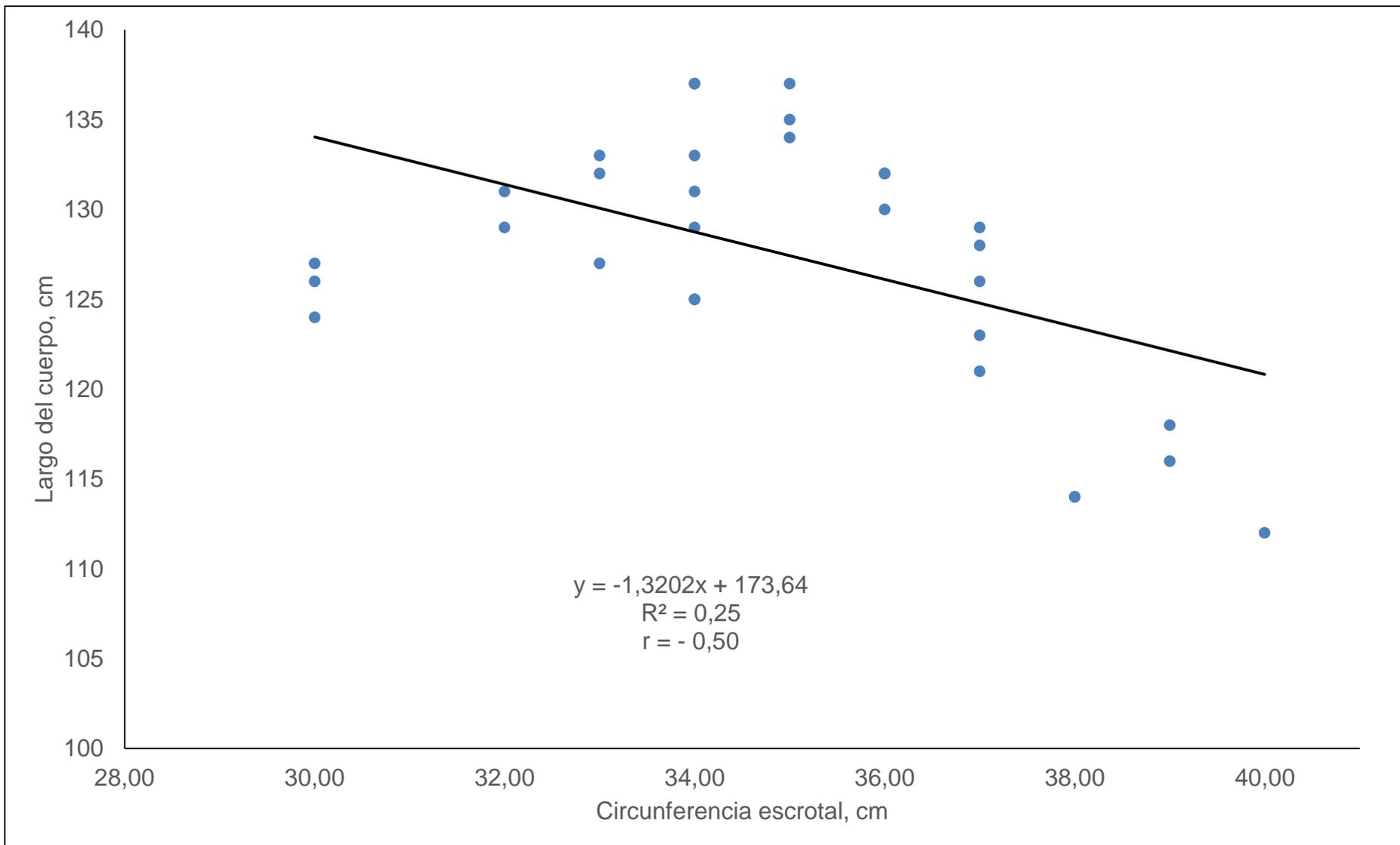


Gráfico 5. Regresión entre la circunferencia escrotal y el largo del cuerpo.

#### **4. Circunferencia escrotal y largo de cadera**

El análisis de regresión de la circunferencia escrotal respecto al largo de cadera, presentó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ); a medida que aumenta la circunferencia escrotal, el largo de cadera también aumenta, de acuerdo al coeficiente de correlación ( $r=0,72$ ). El coeficiente de determinación ( $R^2$ ), indica que el 52,00 % de la varianza de la circunferencia escrotal está explicada por el largo de cadera, mientras que el 48,00 % restante, está en dependencia de factores externos.

La ecuación de regresión (largo de cadera, cm = 0,5573 circunferencia escrotal, cm + 24,076), indica que, cada vez que la circunferencia escrotal aumenta 1,0 cm; el largo de cadera aumenta 0,56 cm; como se puede observar en el gráfico 6.

La correlación reportada entre circunferencia escrotal y el largo de cadera, se aplica únicamente a los torretes evaluados, y no se pueden generalizar, debido a diferentes causas de variación como: edad, raza, peso corporal, nivel nutricional, y su relación con la producción espermática, características seminales y la pubertad (Coulter, G. 1986).

La circunferencia escrotal es un buen indicador de producción espermática y se debe realizar en animales jóvenes, ya que no es una medida confiable en animales seniles debido a los cambios anatómicos que se presentan por la edad como lo es la disminución del epitelio seminífero sin tener cambios morfológicos en el tamaño testicular. La circunferencia escrotal es una medida muy fácil de tomar, repetitiva y altamente heredable (16,17). Ya que es un indicador directo de gran importancia para la parte reproductiva de cualquier hato, teniendo en cuenta la selección de animales con una buena CE (mayor a 30 cm) (Valencia, M. 2016).

La importancia de conocer la circunferencia escrotal radica principalmente en que sirve como una herramienta genética para una buena selección de toros que al final se verá reflejado en un mayor número de vacas servidas y un alto número de nacimientos en el hato (Vásquez, L. 2013).

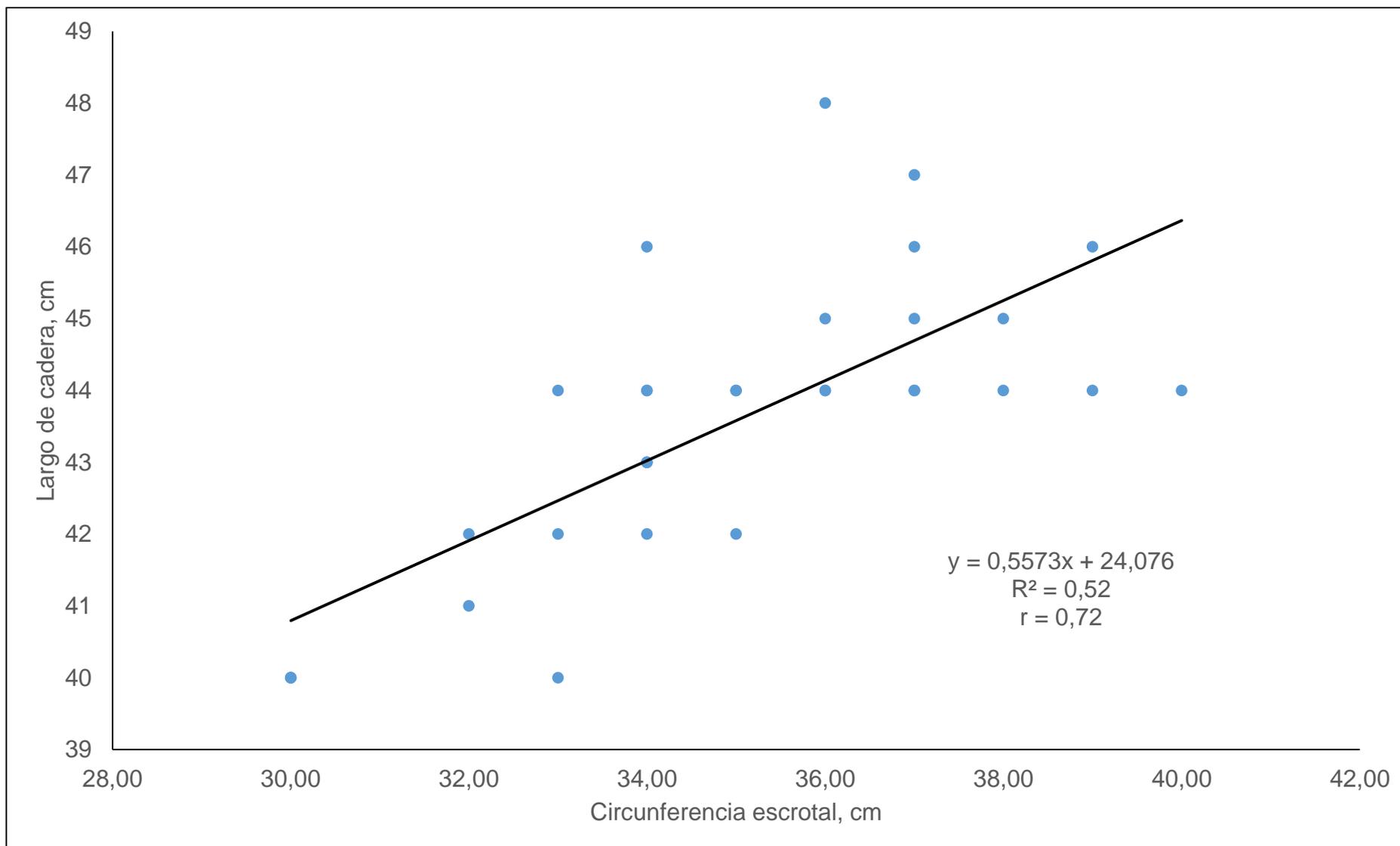


Gráfico 6. Regresión entre la circunferencia escrotal y el largo de cadera.

## 5. Circunferencia escrotal y largo total

El análisis de regresión de la circunferencia escrotal respecto al largo total, presentó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ); a medida que aumenta la circunferencia escrotal, el largo total disminuye, de acuerdo al coeficiente de correlación ( $r = -0,62$ ). El coeficiente de determinación ( $R^2$ ), indica que el 38,10 % de la varianza de la circunferencia escrotal está explicada por el largo total, mientras que el 61,90 % restante, está en dependencia de factores externos.

La ecuación de regresión (Largo total, cm =  $-2,44$  circunferencia escrotal, cm +  $275,88$ ), indica que, cada vez que la circunferencia escrotal aumenta 1,0 cm; el largo total disminuye  $-2,44$  cm (gráfico 7).

Bravo, M. (1984), evaluó la cantidad y calidad del semen en función del crecimiento corporal y testicular de toretes Romosinuano, reportando una correlación media ( $r=0,64$ ) entre la circunferencia escrotal el largo total del animal.

La correlación reportada entre la circunferencia escrotal y el largo total del animal, se aplica únicamente a los toretes evaluados, y no se pueden generalizar, debido a diferentes causas de variación como: edad, raza, peso corporal, nivel nutricional, y su relación con la producción espermática, características seminales y la pubertad (Coulter, G. 1986).

La circunferencia escrotal es un indicador muy importante de la fertilidad de los rodeos, partiendo de la base que el mayor progreso genético se logra a través de los machos (90 %). La alta heredabilidad de este carácter permite obtener además una muy buena respuesta selectiva. La misma se expresa en centímetros (AACH, 1996). En animales jóvenes la circunferencia escrotal es un indicador útil de la capacidad de producción de semen. Este carácter es extremadamente importante en la selección de bovinos para carne, por la correlación favorable que presenta con la precocidad sexual, ya que existen evidencias de que el desarrollo precoz de los testículos está asociado a pubertad más temprana (Arias, M. 2003).

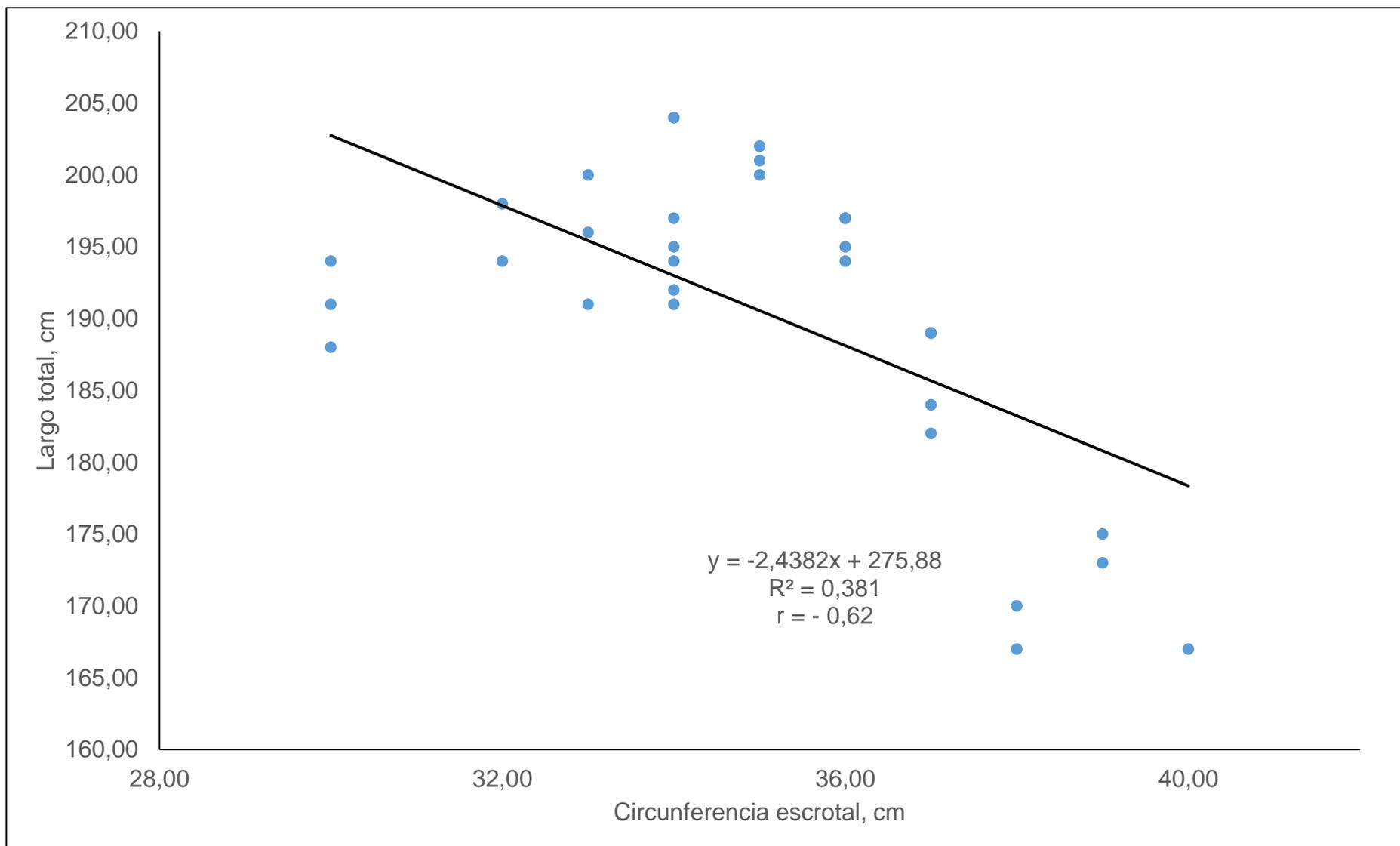


Gráfico 7. Regresión entre la circunferencia escrotal y el largo total.

## **6. Circunferencia escrotal y ancho de cadera**

El análisis de regresión de la circunferencia escrotal respecto al ancho de cadera, presentó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ); a medida que aumenta la circunferencia escrotal, el ancho de cadera también aumenta, de acuerdo al coeficiente de correlación ( $r = 0,91$ ). El coeficiente de determinación ( $R^2$ ), indica que el 82,00 % de la varianza de la circunferencia escrotal está explicada por el ancho de cadera, mientras que el 18,00 % restante, está en dependencia de factores externos.

La ecuación de regresión (ancho de cadera, cm = 1,186, cm circunferencia escrotal + 6,14), indica que, cada vez que la circunferencia escrotal aumenta 1,0 cm; el ancho de cadera aumenta 1,19 cm (gráfico 8).

La circunferencia escrotal es un buen indicador de producción espermática y se debe realizar en animales jóvenes, ya que no es una medida confiable en animales seniles debido a los cambios anatómicos que se presentan por la edad como lo es la disminución del epitelio seminífero sin tener cambios morfológicos en el tamaño testicular. La circunferencia escrotal es una medida muy fácil de tomar, repetitiva y altamente heredable (16,17). Ya que es un indicador directo de gran importancia para la parte reproductiva de cualquier hato, teniendo en cuenta la selección de animales con una buena CE (mayor a 30 cm) (Valencia, M. 2016).

La importancia de conocer la circunferencia escrotal radica principalmente en que sirve como una herramienta genética para una buena selección de toros que al final se verá reflejado en un mayor número de vacas servidas y un alto número de nacimientos en el hato (Vásquez, L. 2013).

Las mediadas lineales y el desarrollo testicular en determinada edad es correlacionado con el tamaño potencial a edades mayores, por ejemplo, los toros con testículos pequeños o grandes a los 12 meses de edad, por lo general alcanzarán un tamaño proporcional un año después. De la misma forma, la circunferencia escrotal al año de edad, puede ser utilizada como criterio de

selección, por su alta correlación que demuestra con lo observado un año después (Coulter, G. et al. 1975).

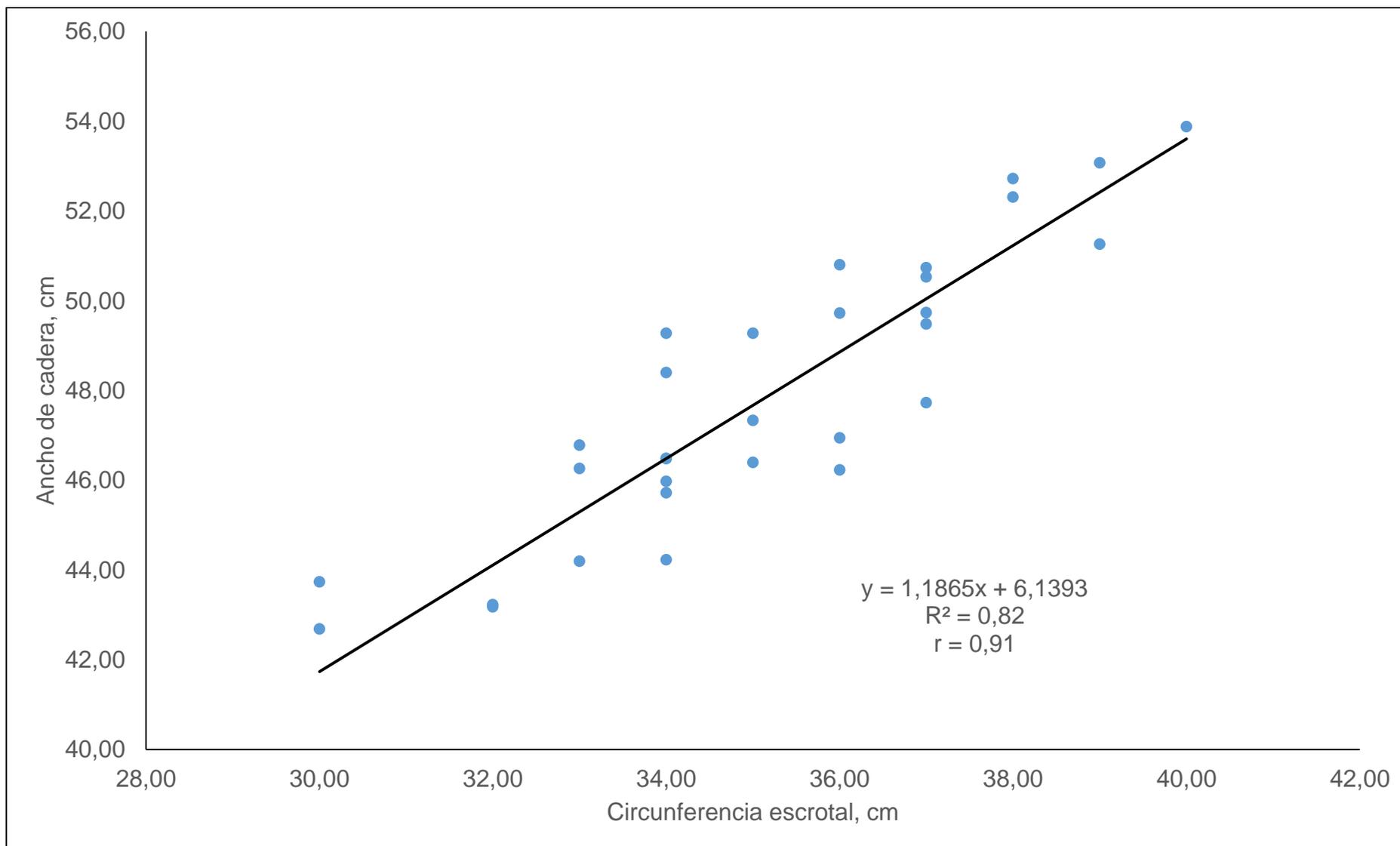


Gráfico 8. Regresión entre la circunferencia escrotal y el ancho de cadera.

## **7. Circunferencia escrotal y el ancho de hombros**

El análisis de regresión de la circunferencia escrotal respecto al ancho de hombros, presentó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ); a medida que aumenta la circunferencia escrotal, el ancho de hombros también aumenta, de acuerdo al coeficiente de correlación ( $r=0,88$ ). El coeficiente de determinación ( $R^2$ ), indica que el 77,45 % de la varianza de la circunferencia escrotal está explicada por el ancho de hombros, mientras que el 22,55 % restante, está en dependencia de factores externos.

La ecuación de regresión (Ancho de hombros (cm) = 1,14 Circunferencia escrotal (cm) + 7,35), indica que, cada vez que la circunferencia escrotal aumenta 1,0 cm; el ancho de hombros aumenta 1,14 cm (gráfico 9).

La correlación reportada entre la circunferencia escrotal y el ancho de hombros, se aplica únicamente a los toretes evaluados, y no se pueden generalizar, debido a diferentes causas de variación como: edad, raza, peso corporal, nivel nutricional, y su relación con la producción espermática, características seminales y la pubertad. Principalmente la edad del toro es el factor que tiene mayor efecto sobre el desarrollo testicular, varios estudios señalan desde los 6 hasta los 24 meses de edad, como el periodo de mayor crecimiento (Coulter, G. 1986).

La circunferencia escrotal es un indicador muy importante de la fertilidad de los rodeos, partiendo de la base que el mayor progreso genético se logra a través de los machos (90 %). La alta heredabilidad de este carácter permite obtener además una muy buena respuesta selectiva. La misma se expresa en centímetros (AACH, 1996). En animales jóvenes la circunferencia escrotal es un indicador útil de la capacidad de producción de semen. Este carácter es extremadamente importante en la selección de bovinos para carne, por la correlación favorable que presenta con la precocidad sexual, ya que existen evidencias de que el desarrollo precoz de los testículos está asociado a pubertad más temprana (Arias, M. 2003).

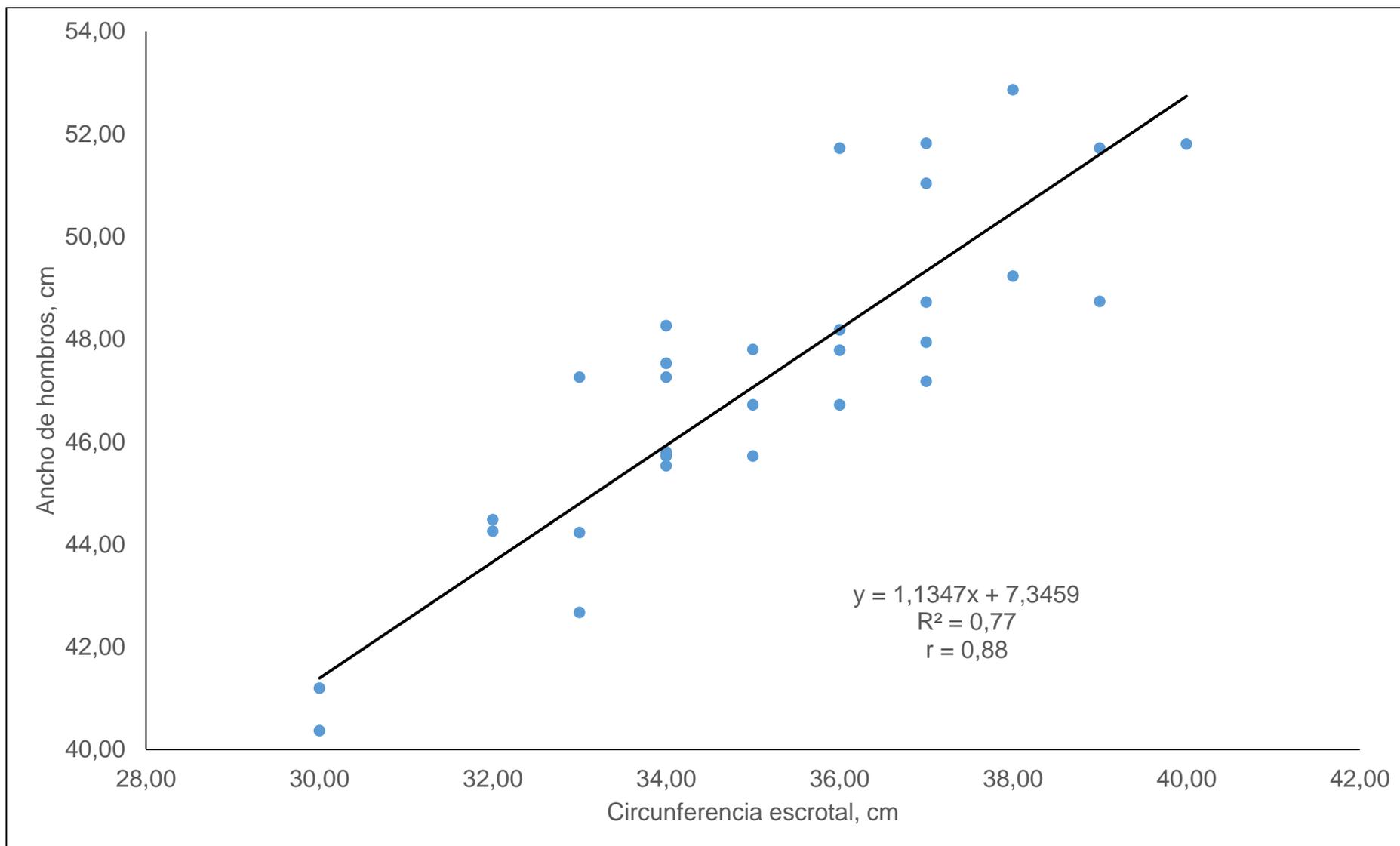


Gráfico 9. Regresión entre la circunferencia escrotal y el ancho de hombros.

## **8. Circunferencia escrotal y altura de la cadera**

El análisis de regresión de la circunferencia escrotal respecto a la altura de la cadera, presentó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ); a medida que aumenta la circunferencia escrotal, la altura de la cadera disminuye, de acuerdo al coeficiente de correlación ( $r = -0,58$ ). El coeficiente de determinación ( $R^2$ ), indica que el 33,00 % de la varianza de la circunferencia escrotal está explicada por la altura de la cadera, mientras que el 67,00 % restante, está en dependencia de factores externos.

La ecuación de regresión (circunferencia escrotal (cm) =  $-0,97$  altura de la cadera (cm) + 155,78), indica que, cada vez que la circunferencia escrotal aumenta 1,0 cm; la altura de cadera disminuye  $-0,97$  cm (gráfico 10).

Espitia, A. et al. (2006) evaluó la pubertad y circunferencia escrotal en toros Holstein x Cebú, Cebú y Romosinuano, obteniendo correlaciones significativas entre la altura del anca y la circunferencia escrotal. En los toros Romosinuano  $r = 0,72$ ; esta correlación es media y distinta a la reportada en la presente investigación entre la circunferencia escrotal y la altura de la cadera ( $r = -0,58$ ).

Tamayo, M. (2009), estudió el crecimiento y desarrollo corporal en futuros sementales bovinos Holstein, obteniendo una correlación media (0,75) entre la circunferencia escrotal y la altura de la cadera.

La correlación reportada entre la circunferencia escrotal y la altura a la cadera, se aplica únicamente a los toretes evaluados, y no se pueden generalizar, debido a diferentes causas de variación como: edad, raza, peso corporal, nivel nutricional, y su relación con la producción espermática, características seminales y la pubertad. Principalmente la edad del toro es el factor que tiene mayor efecto sobre el desarrollo testicular, varios estudios señalan desde los 6 hasta los 24 meses de edad, como el periodo de mayor crecimiento (Coulter, G. 1986).

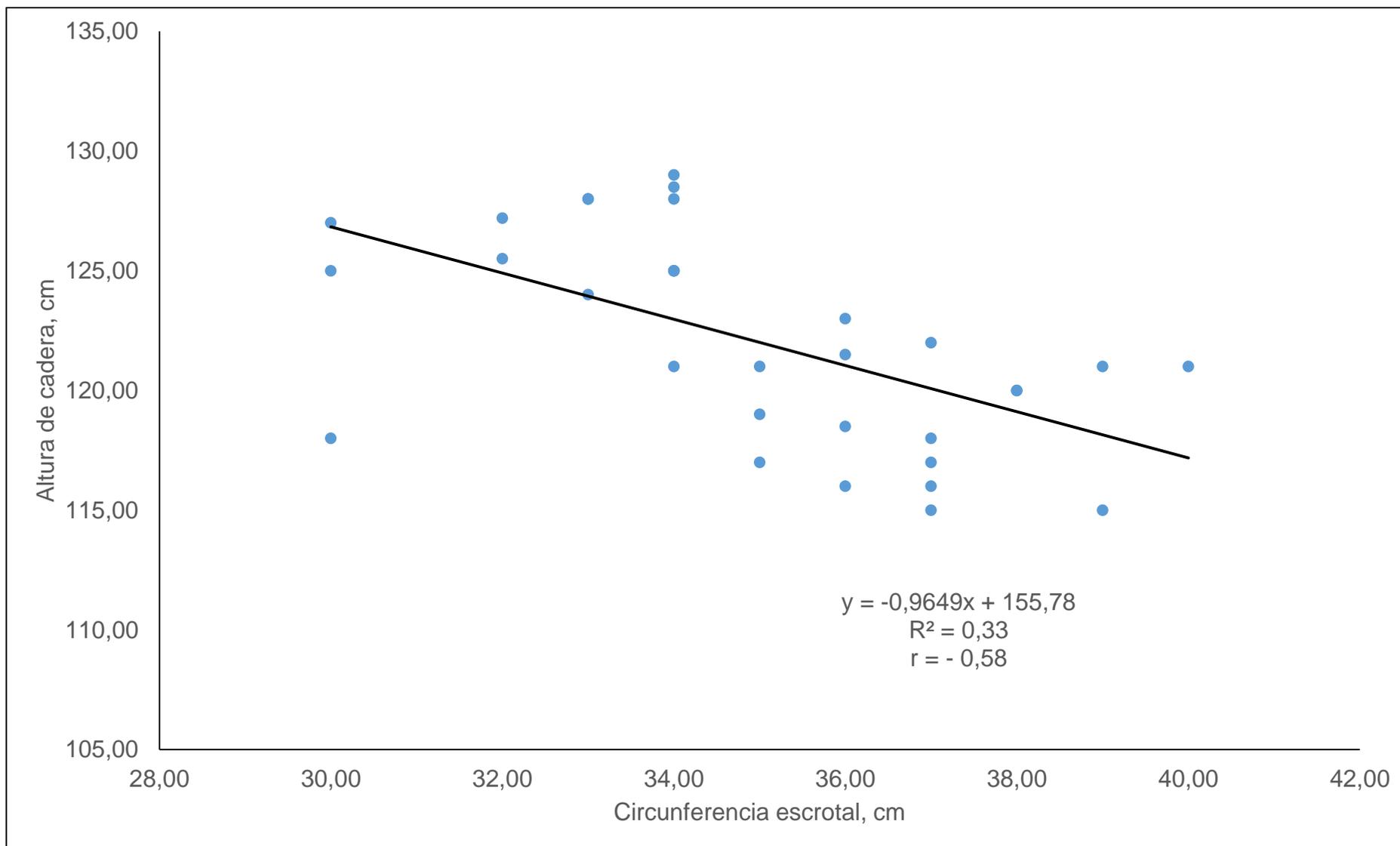


Gráfico 10. Regresión entre la circunferencia escrotal y la altura de cadera.

## **9. Volumen testicular y la circunferencia escrotal**

El análisis de regresión del volumen testicular respecto a la circunferencia escrotal, presentó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ); a medida que aumenta el volumen testicular, la circunferencia escrotal también aumenta, de acuerdo al coeficiente de correlación ( $r = 0,85$ ). El coeficiente de determinación ( $R^2$ ), indica que el 71,39 % de la varianza del volumen testicular está explicada por la circunferencia escrotal, mientras que el 28,61 % restante, está en dependencia de factores externos.

La ecuación de regresión (Circunferencia escrotal (cm) =  $0,012$  volumen testicular (cm<sup>3</sup>) + 25,16), indica que, cada vez que el volumen testicular aumenta 1,0 cm<sup>3</sup>; la circunferencia escrotal aumenta 0,012 cm (gráfico 11).

Espitia, A. et al. (2006) evaluó la pubertad y circunferencia escrotal en toros Holstein x Cebú, Cebú y Romosinuano, obteniendo correlaciones significativas entre el volumen testicular y la circunferencia escrotal. En los toros Holstein x Cebú  $r = 0,83$ ; en los toros Cebú  $r = 0,82$ ; y en los Romosinuano  $r = 0,84$ ; estas correlaciones son altas y se asemejan a la reportada en la presente investigación entre el volumen testicular y la circunferencia escrotal ( $r = 0,85$ ).

Dias, J. (2008), estudió las correlaciones genéticas y fenotípicas entre características productivas y reproductivas de toros de la raza Nelore, obteniendo una correlación alta ( $r = 0,99$ ), entre la circunferencia escrotal y el volumen testicular.

La importancia de conocer la circunferencia escrotal radica principalmente en que sirve como una herramienta genética para una buena selección de toros que al final se verá reflejado en un mayor número de vacas servidas y un alto número de nacimientos en el hato (Vásquez, L. 2013).

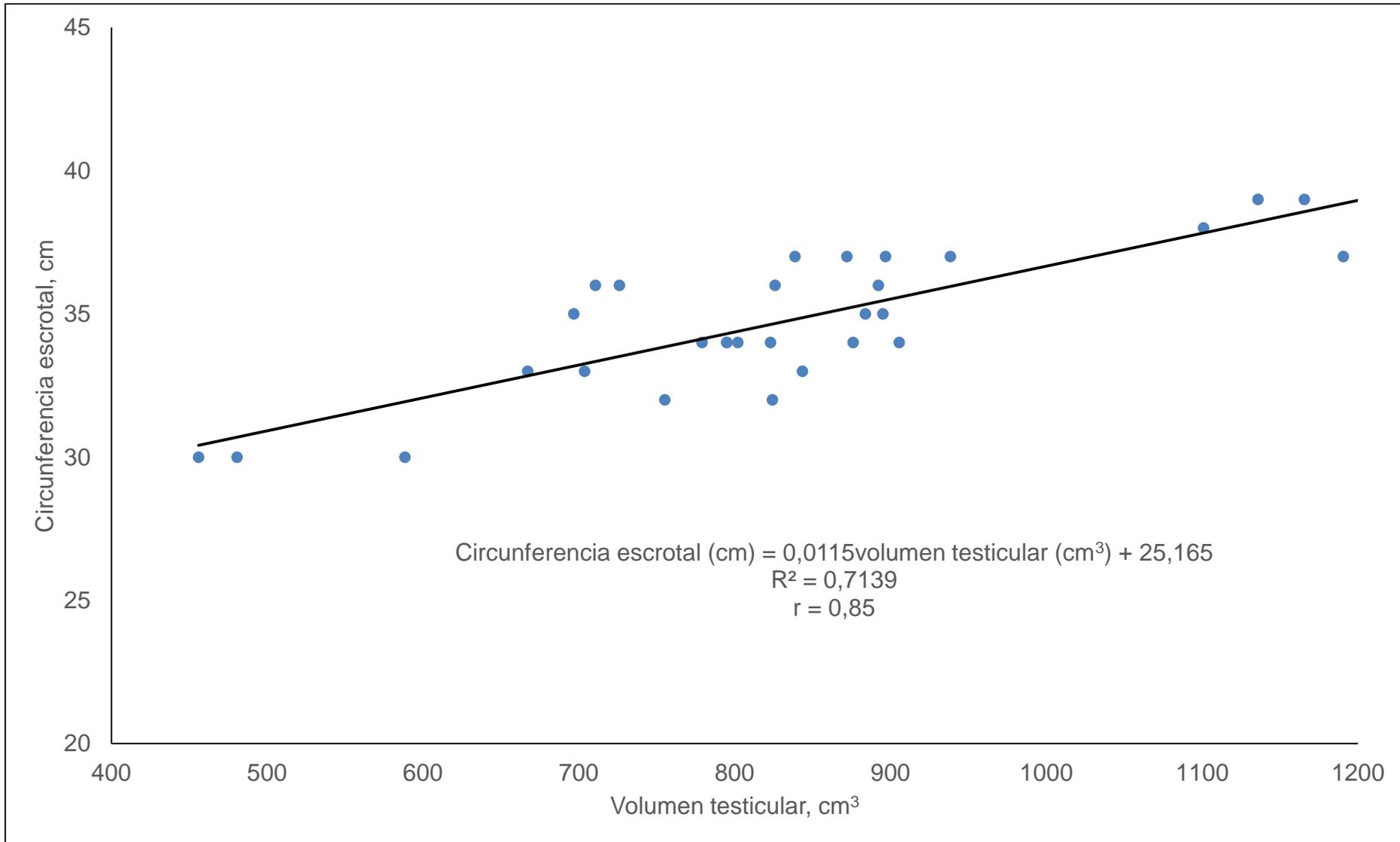


Gráfico 11. Regresión entre el volumen testicular y la circunferencia escrotal.

## **10. Volumen testicular y largo del cuello**

El análisis de regresión del volumen testicular respecto al largo del cuello, presentó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ); a medida que aumenta el volumen testicular, el largo del cuello disminuye, de acuerdo al coeficiente de correlación ( $r = -0,73$ ). El coeficiente de determinación ( $R^2$ ), indica que el 53,00 % de la varianza del volumen testicular está explicada por el largo del cuello, mientras que el 47,00 % restante, está en dependencia de factores externos.

La ecuación de regresión ( $\text{largo de cuello (cm)} = -0,015 \text{ volumen testicular (cm}^3) + 75,92$ ), indica que, cada vez que el volumen testicular aumenta  $1,0 \text{ cm}^3$ ; el largo del cuello disminuye  $-0,015 \text{ cm}$  (gráfico 12).

La circunferencia escrotal es un buen indicador de producción espermática y se debe realizar en animales jóvenes, ya que no es una medida confiable en animales seniles debido a los cambios anatómicos que se presentan por la edad como lo es la disminución del epitelio seminífero sin tener cambios morfológicos en el tamaño testicular. La circunferencia escrotal es una medida muy fácil de tomar, repetitiva y altamente heredable (16,17). Ya que es un indicador directo de gran importancia para la parte reproductiva de cualquier hato, teniendo en cuenta la selección de animales con una buena CE (mayor a 30 cm) (Valencia, M. 2016).

Las mediadas lineales y el desarrollo testicular en determinada edad es correlacionado con el tamaño potencial a edades mayores, por ejemplo, los toros con testículos pequeños o grandes a los 12 meses de edad, por lo general alcanzarán un tamaño proporcional un año después. De la misma forma, la circunferencia escrotal al año de edad, puede ser utilizada como criterio de selección, por su alta correlación que demuestra con lo observado un año después (Coulter, G. et al. 1975).

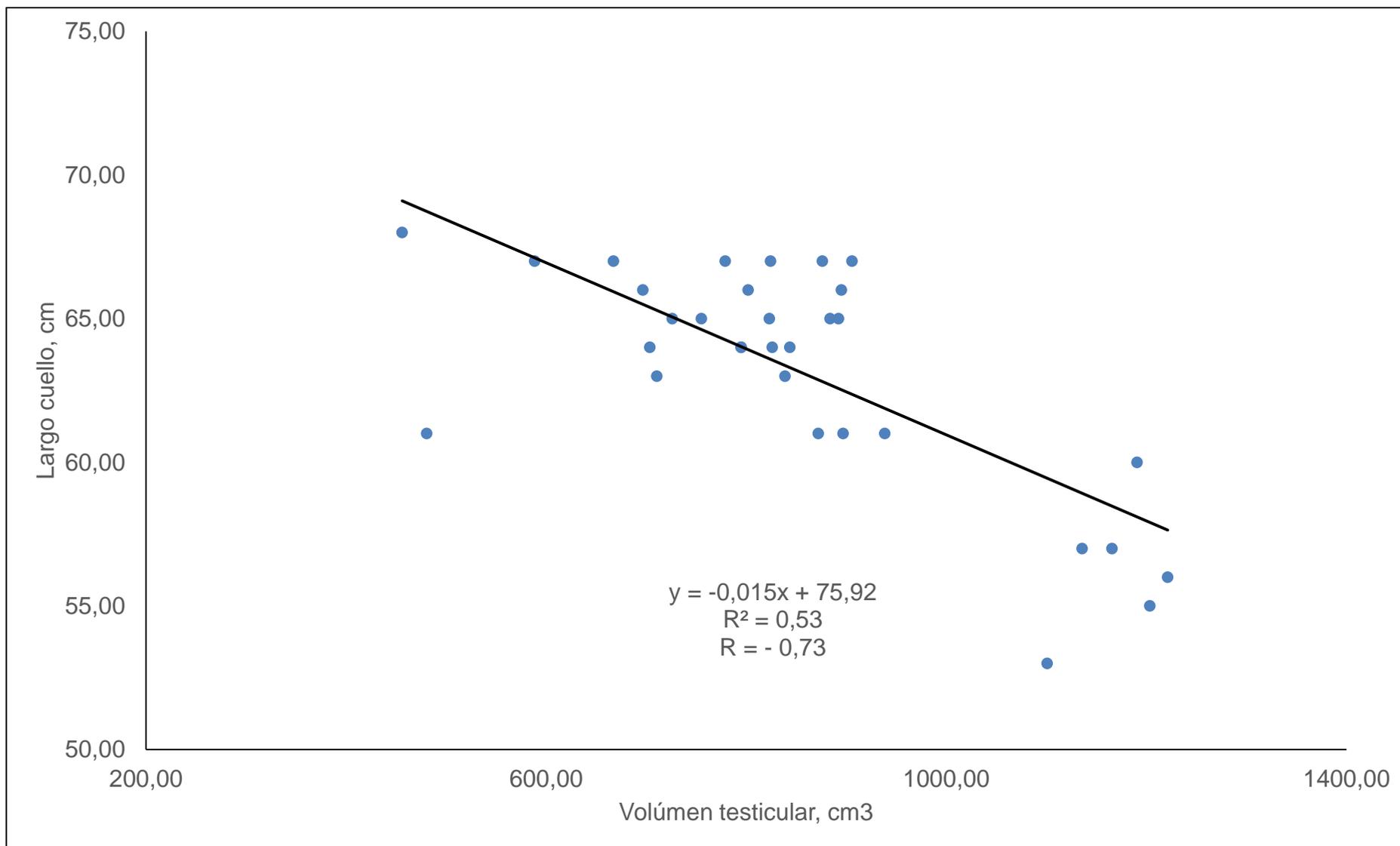


Gráfico 12. Regresión entre el volumen testicular y el largo de cuello.

## **11. Volumen testicular y largo del cuerpo**

El análisis de regresión del volumen testicular respecto al largo del cuerpo, presentó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ); a medida que aumenta el volumen testicular, la circunferencia escrotal disminuye, de acuerdo al coeficiente de correlación ( $r=0,52$ ). El coeficiente de determinación ( $R^2$ ), indica que el 27,00 % de la varianza del volumen testicular está explicada por el largo del cuerpo, mientras que el 73,00 % restante, está en dependencia de factores externos.

La ecuación de regresión ( $\text{largo del cuerpo (cm)} = -0,019 \text{ volumen testicular (cm}^3) + 143,38$ ), indica que, cada vez que el volumen testicular aumenta  $1,0 \text{ cm}^3$ ; el largo del cuerpo disminuye  $-0,019 \text{ cm}$  (gráfico 13).

Tamayo, M. (2009), estudió el crecimiento y desarrollo corporal en futuros sementales bovinos Holstein, obteniendo una correlación alta ( $r = 0,83$ ) entre el volumen testicular y el largo del cuerpo.

La correlación reportada entre el volumen testicular y el largo del cuerpo del animal, se aplica únicamente a los toretes evaluados, y no se pueden generalizar, debido a diferentes causas de variación como: edad, raza, peso corporal, nivel nutricional, y su relación con la producción espermática, características seminales y la pubertad. Principalmente la edad del toro es el factor que tiene mayor efecto sobre el desarrollo testicular, varios estudios señalan desde los 6 hasta los 24 meses de edad, como el periodo de mayor crecimiento (Coulter, G. 1986).

La circunferencia escrotal es un indicador muy importante de la fertilidad de los rodeos, partiendo de la base que el mayor progreso genético se logra a través de los machos (90 %). La alta heredabilidad de este carácter permite obtener además una muy buena respuesta selectiva. En animales jóvenes la circunferencia escrotal es un indicador útil de la capacidad de producción de semen. Este carácter es extremadamente importante en la selección de bovinos para carne, por la correlación favorable que presenta con la precocidad sexual, ya que existen evidencias de que el desarrollo precoz de los testículos está asociado a pubertad más temprana (Arias, M. 2003).

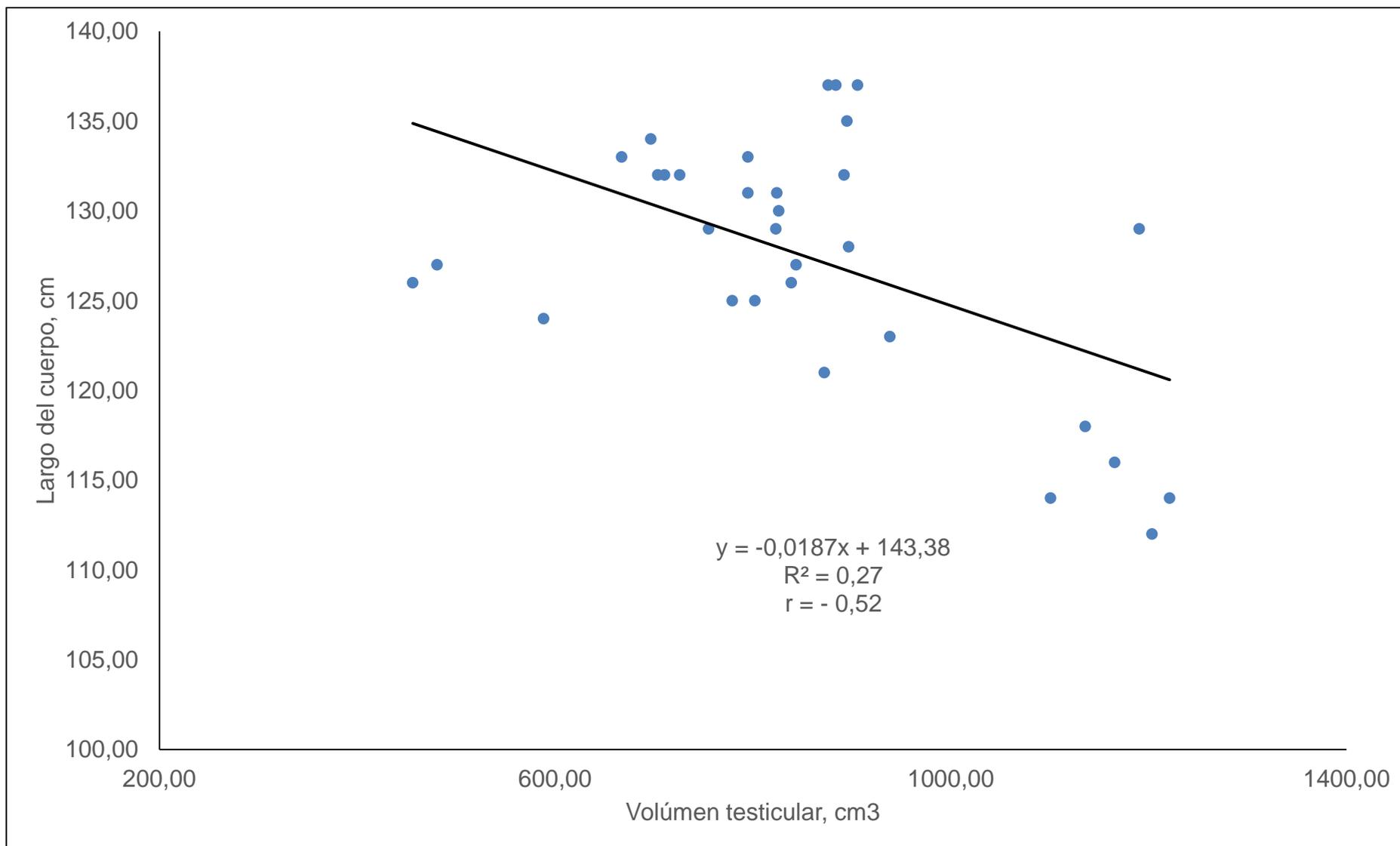


Gráfico 13. Regresión entre el volumen testicular y el largo del cuerpo.

## **12. Volumen testicular y largo de cadera**

El análisis de regresión del volumen testicular respecto al largo de cadera, presentó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ); a medida que aumenta el volumen testicular, el largo de cadera también aumenta, de acuerdo al coeficiente de correlación ( $r = 0,54$ ). El coeficiente de determinación ( $R^2$ ), indica que el 29,00 % de la varianza del volumen testicular está explicada por el largo de cadera, mientras que el 71,00 % restante, está en dependencia de factores externos.

La ecuación de regresión ( $\text{largo de cadera (cm)} = 0,006 \text{ volumen testicular (cm}^3) + 38,76$ ), indica que, cada vez que el volumen testicular aumenta  $1,0 \text{ cm}^3$ ; el largo de cadera aumenta  $0,006 \text{ cm}$  (gráfico 14).

La correlación reportada entre el volumen testicular y el largo de cadera, se aplica únicamente a los toretes evaluados, y no se pueden generalizar, debido a diferentes causas de variación como: edad, raza, peso corporal, nivel nutricional, y su relación con la producción espermática, características seminales y la pubertad. Principalmente la edad del toro es el factor que tiene mayor efecto sobre el desarrollo testicular, varios estudios señalan desde los 6 hasta los 24 meses de edad, como el periodo de mayor crecimiento (Coulter, G. 1986).

La circunferencia escrotal es un buen indicador de producción espermática y se debe realizar en animales jóvenes, ya que no es una medida confiable en animales seniles debido a los cambios anatómicos que se presentan por la edad como lo es la disminución del epitelio seminífero sin tener cambios morfológicos en el tamaño testicular. La circunferencia escrotal es una medida muy fácil de tomar, repetitiva y altamente heredable (16,17). Ya que es un indicador directo de gran importancia para la parte reproductiva de cualquier hato, teniendo en cuenta la selección de animales con una buena CE (mayor a  $30 \text{ cm}$ ) (Valencia, M. 2016).

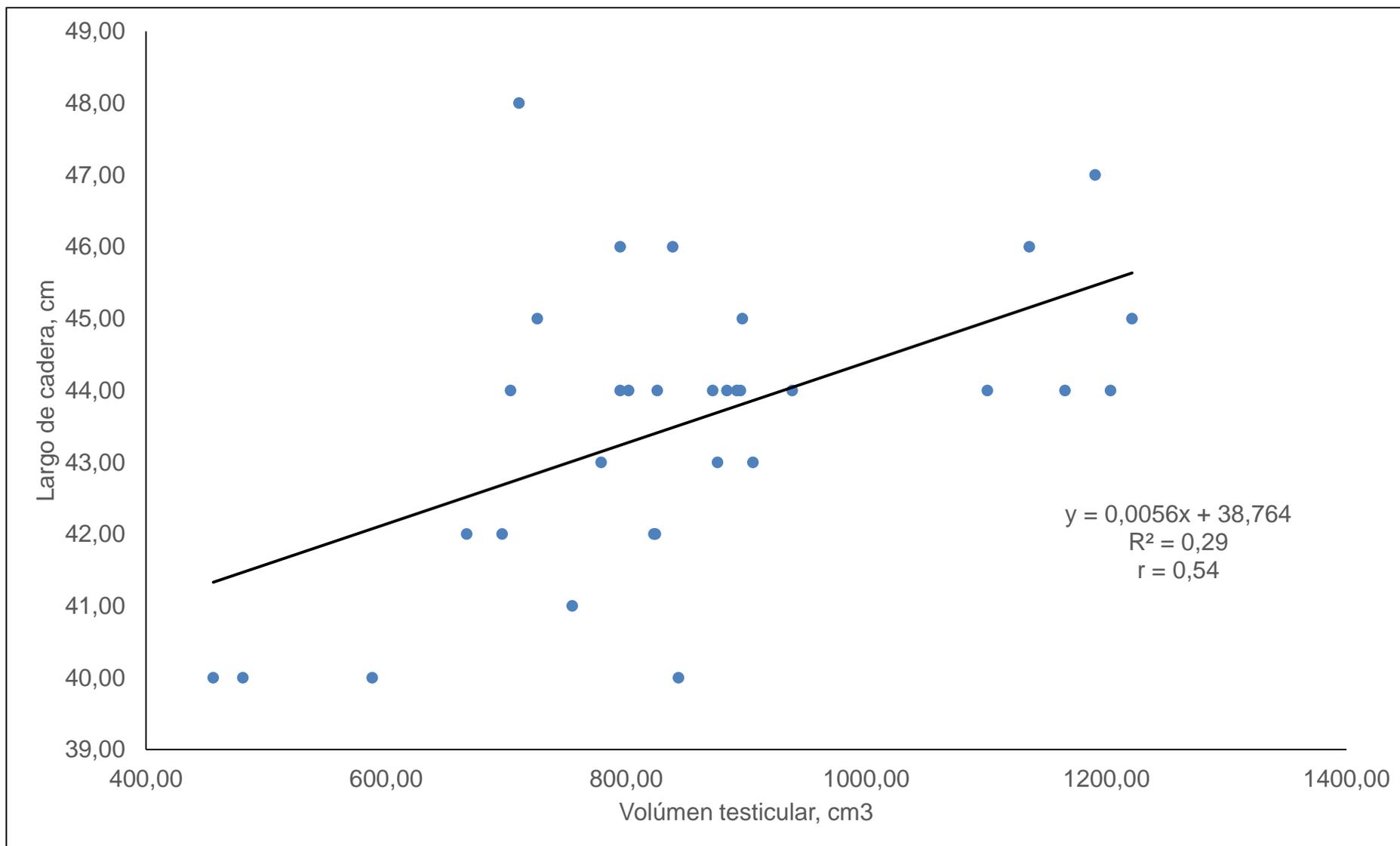


Gráfico 14. Regresión entre el volumen testicular y el largo de cadera.

### **13. Volumen testicular y largo total**

El análisis de regresión del volumen testicular respecto al largo total, presentó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ); a medida que aumenta el volumen testicular, el largo total disminuyó, de acuerdo al coeficiente de correlación ( $r = -0,63$ ). El coeficiente de determinación ( $R^2$ ), indica que el 39,00 % de la varianza del volumen testicular está explicada por el largo total, mientras que el 61,00 % restante, está en dependencia de factores externos.

La ecuación de regresión ( $\text{largo total (cm)} = 0,034 \text{ volumen testicular (cm}^3) + 219,3$ ), indica que, cada vez que el volumen testicular aumenta  $1,0 \text{ cm}^3$ ; el largo total aumenta  $0,034 \text{ cm}$  (gráfico 15).

La circunferencia escrotal es un indicador muy importante de la fertilidad de los rodeos, partiendo de la base que el mayor progreso genético se logra a través de los machos (90 %). La alta heredabilidad de este carácter permite obtener además una muy buena respuesta selectiva. En animales jóvenes la circunferencia escrotal es un indicador útil de la capacidad de producción de semen. Este carácter es extremadamente importante en la selección de bovinos para carne, por la correlación favorable que presenta con la precocidad sexual, ya que existen evidencias de que el desarrollo precoz de los testículos está asociado a pubertad más temprana (Arias, M. 2003).

La circunferencia escrotal es un buen indicador de producción espermática y se debe realizar en animales jóvenes, ya que no es una medida confiable en animales seniles debido a los cambios anatómicos que se presentan por la edad como lo es la disminución del epitelio seminífero sin tener cambios morfológicos en el tamaño testicular. La circunferencia escrotal es una medida muy fácil de tomar, repetitiva y altamente heredable (16,17). Ya que es un indicador directo de gran importancia para la parte reproductiva de cualquier hato, teniendo en cuenta la selección de animales con una buena CE (mayor a 30 cm) (Valencia, M. 2016).

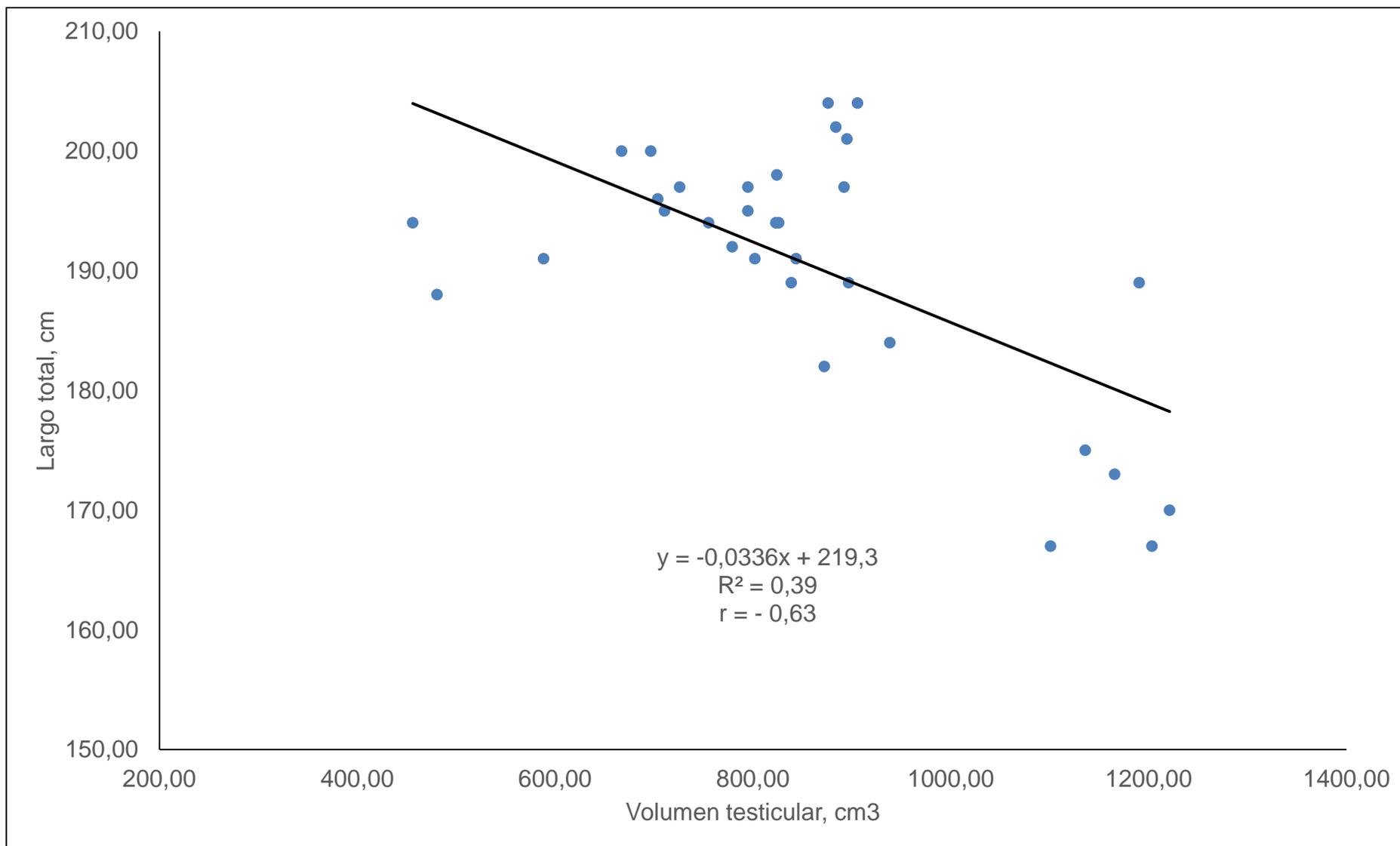


Gráfico 15. Regresión entre el volumen testicular y el largo total.

#### **14. Volumen testicular y ancho de cadera**

El análisis de regresión del volumen testicular respecto al ancho de cadera, presentó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ); a medida que aumenta el volumen testicular, el ancho de cadera también aumenta, de acuerdo al coeficiente de correlación ( $r=0,78$ ). El coeficiente de determinación ( $R^2$ ), indica que el 61,00 % de la varianza del volumen testicular está explicada por el ancho de cadera, mientras que el 39,00 % restante, está en dependencia de factores externos.

La ecuación de regresión (ancho de cadera (cm) =  $0,014$  volumen testicular ( $\text{cm}^3$ ) +  $35,73$ ), indica que, cada vez que el volumen testicular aumenta  $1,0 \text{ cm}^3$ ; el ancho de cadera aumenta  $0,014 \text{ cm}$  (gráfico 16).

La circunferencia escrotal es un indicador muy importante de la fertilidad de los rodeos, partiendo de la base que el mayor progreso genético se logra a través de los machos (90 %). La alta heredabilidad de este carácter permite obtener además una muy buena respuesta selectiva. La misma se expresa en centímetros (AACH, 1996). En animales jóvenes la circunferencia escrotal es un indicador útil de la capacidad de producción de semen. Este carácter es extremadamente importante en la selección de bovinos para carne, por la correlación favorable que presenta con la precocidad sexual, ya que existen evidencias de que el desarrollo precoz de los testículos está asociado a pubertad más temprana (Arias, M. 2003).

Las mediadas lineales y el desarrollo testicular en determinada edad es correlacionado con el tamaño potencial a edades mayores, por ejemplo, los toros con testículos pequeños o grandes a los 12 meses de edad, por lo general alcanzarán un tamaño proporcional un año después. De la misma forma, la circunferencia escrotal al año de edad, puede ser utilizada como criterio de selección, por su alta correlación que demuestra con lo observado un año después (Coulter, G. et al. 1975).

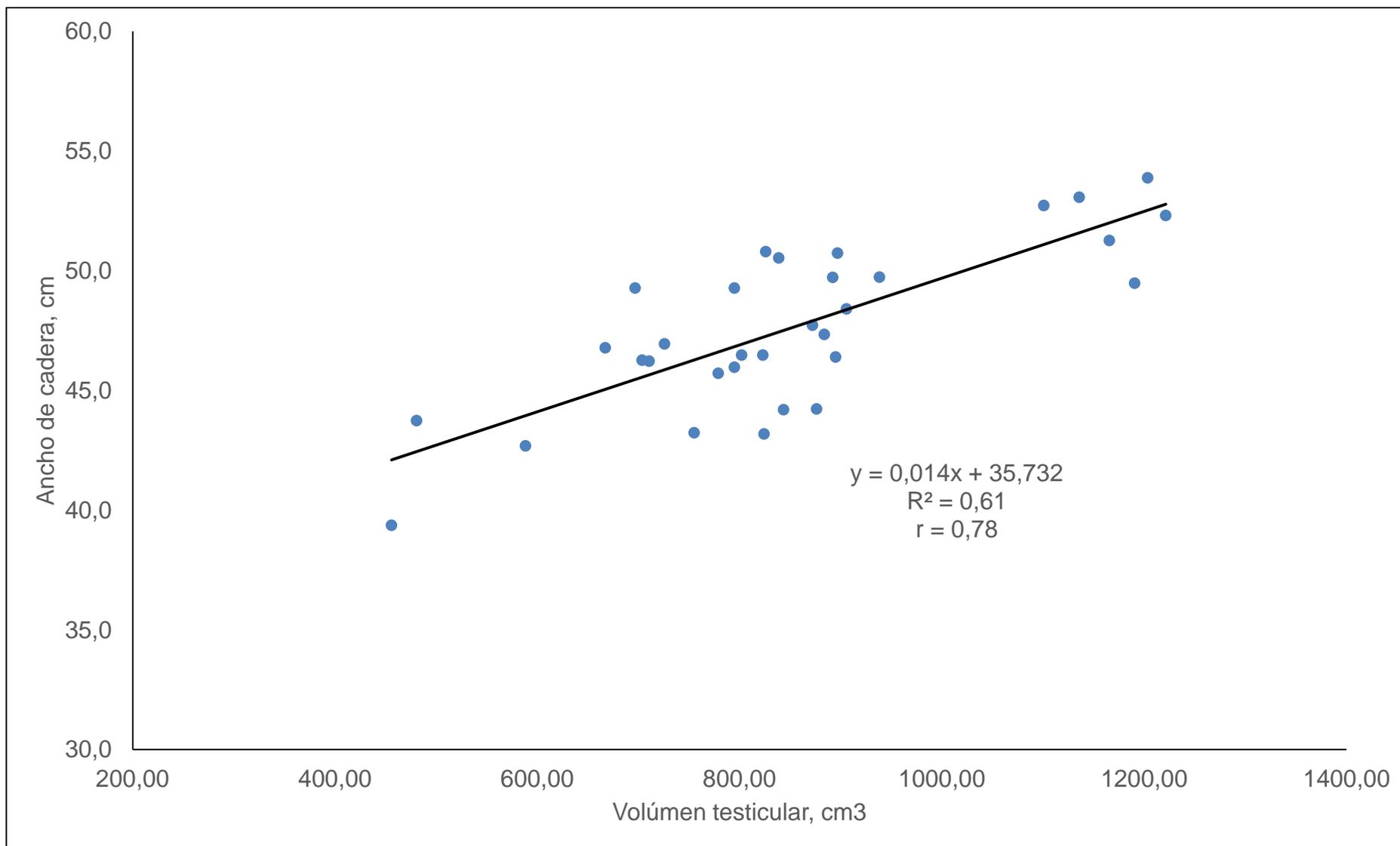


Gráfico 16. Regresión entre el volumen testicular y el ancho de cadera.

## **15. Volumen testicular y ancho de hombros**

El análisis de regresión del volumen testicular respecto al ancho de hombros, presentó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ); a medida que aumenta el volumen testicular, el ancho de hombros también aumenta, de acuerdo al coeficiente de correlación ( $r=0,75$ ). El coeficiente de determinación ( $R^2$ ), indica que el 57,00 % de la varianza del volumen testicular está explicada por el ancho de hombros, mientras que el 43,00 % restante, está en dependencia de factores externos.

La ecuación de regresión (ancho de hombros (cm) =  $0,013$  volumen testicular ( $\text{cm}^3$ ) +  $35,74$ ), indica que, cada vez que el volumen testicular aumenta  $1,0 \text{ cm}^3$ ; el ancho de hombros aumenta  $0,013 \text{ cm}$  (gráfico 17).

La circunferencia escrotal es un indicador muy importante de la fertilidad de los rodeos, partiendo de la base que el mayor progreso genético se logra a través de los machos (90 %). La alta heredabilidad de este carácter permite obtener además una muy buena respuesta selectiva. La misma se expresa en centímetros (AACH, 1996). En animales jóvenes la circunferencia escrotal es un indicador útil de la capacidad de producción de semen. Este carácter es extremadamente importante en la selección de bovinos para carne, por la correlación favorable que presenta con la precocidad sexual, ya que existen evidencias de que el desarrollo precoz de los testículos está asociado a pubertad más temprana (Arias, M. 2003).

La correlación reportada entre el volumen testicular y el ancho de hombros, se aplica únicamente a los toretes evaluados, y no se pueden generalizar, debido a diferentes causas de variación como: edad, raza, peso corporal, nivel nutricional, y su relación con la producción espermática, características seminales y la pubertad. Principalmente la edad del toro es el factor que tiene mayor efecto sobre el desarrollo testicular, varios estudios señalan desde los 6 hasta los 24 meses de edad, como el periodo de mayor crecimiento (Coulter, G. 1986).

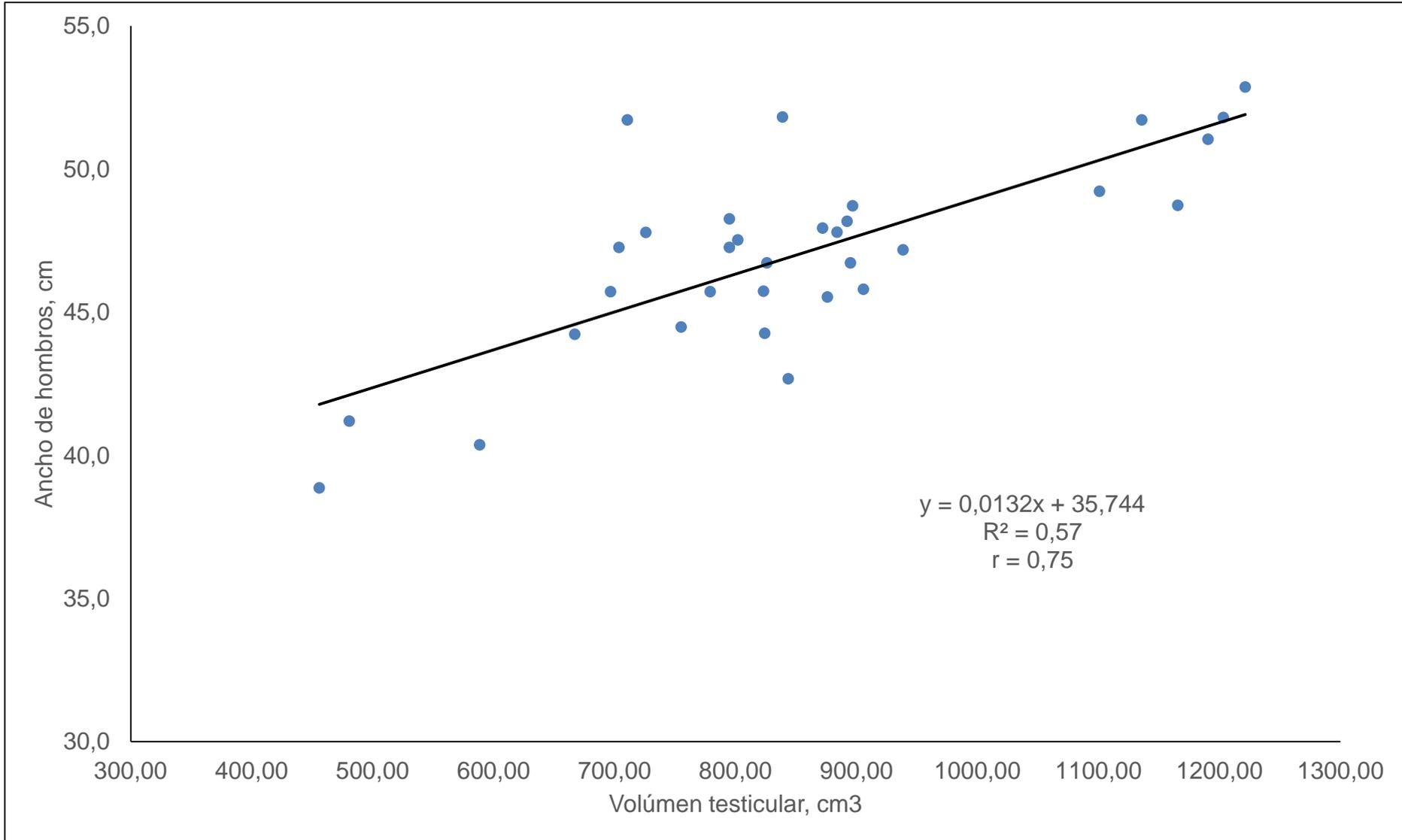


Gráfico 17. Regresión entre el volumen testicular y el ancho de hombros.

## **16. Volumen testicular y altura de cadera**

El análisis de regresión del volumen testicular respecto a la altura de cadera, presentó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ); a medida que aumenta el volumen testicular, la altura de cadera disminuye, de acuerdo al coeficiente de correlación ( $r = -0,40$ ). El coeficiente de determinación ( $R^2$ ), indica que el 16,00 % de la varianza del volumen testicular está explicada por la altura de cadera, mientras que el 84,00 % restante, está en dependencia de factores externos.

La ecuación de regresión (altura de cadera (cm) =  $-0,009$  volumen testicular ( $\text{cm}^3$ ) + 129,71), indica que, cada vez que el volumen testicular aumenta  $1,0 \text{ cm}^3$ ; la altura de cadera disminuye  $-0,009 \text{ cm}$  (gráfico 18).

Tamayo, M. (2009), estudió el crecimiento y desarrollo corporal en futuros sementales bovinos Holstein, obteniendo una correlación media (0,79) entre el volumen testicular y la altura de cadera.

La circunferencia escrotal es un indicador muy importante de la fertilidad de los rodeos, partiendo de la base que el mayor progreso genético se logra a través de los machos (90 %). La alta heredabilidad de este carácter permite obtener además una muy buena respuesta selectiva. La misma se expresa en centímetros (AACH, 1996). En animales jóvenes la circunferencia escrotal es un indicador útil de la capacidad de producción de semen. Este carácter es extremadamente importante en la selección de bovinos para carne, por la correlación favorable que presenta con la precocidad sexual, ya que existen evidencias de que el desarrollo precoz de los testículos está asociado a pubertad más temprana (Arias, M. 2003).

Las mediadas lineales y el desarrollo testicular en determinada edad es correlacionado con el tamaño potencial a edades mayores, por ejemplo, los toros con testículos pequeños o grandes a los 12 meses de edad, por lo general alcanzarán un tamaño proporcional un año después. De la misma forma, la circunferencia escrotal al año de edad, puede ser utilizada como criterio de selección, por su alta correlación que demuestra con lo observado un año después (Coulter, G. et al. 1975).

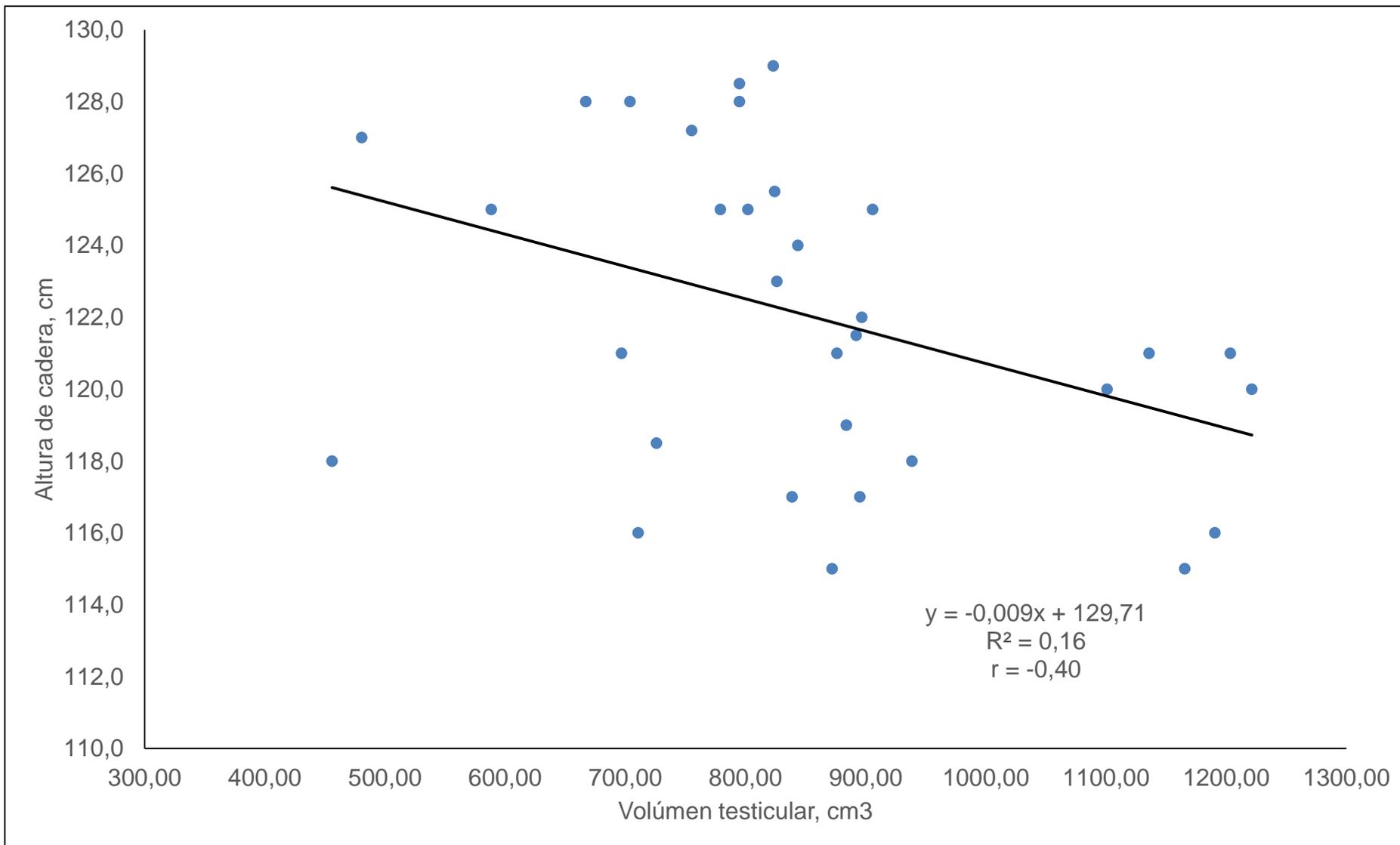


Gráfico 18. Regresión entre el volumen testicular y la altura de cadera.

## V. CONCLUSIONES

- La media de la circunferencia escrotal de los toretes de raza Angus es 34,97 cm; respecto al ideal de la raza (38,00 cm), se obtuvo que el 15,63 % se encuentran dentro del rango óptimo, el 28,13 % en un nivel tolerable, objetable 9,38 %; indeseable 21,88 % e inaceptable 25,00 %.
- Las medias de las medidas lineales tomadas a los toretes de raza Angus son 179,95 cm para el perímetro torácico; 186,56 cm de perímetro abdominal; 60,47 de largo de cuello; 127,47 cm de largo del cuerpo; 43,56 cm de largo de cadera; 187,94 cm de largo total; 47,63 cm de ancho de caderas; 47;03 cm de ancho de hombros; 122,04 cm de altura a la cadera; 116,46 cm de altura a la cruz. Las medias de las medidas biométricas es 34,97 cm de circunferencia escrotal y 852,81 cm<sup>3</sup> de volumen testicular.
- Las medidas lineales que presentaron correlaciones altas en la evaluación de toretes Angus, a los 12 meses de edad, es entre la circunferencia escrotal y el ancho de cadera ( $r = 0,91$ ), entre la circunferencia escrotal y el ancho de hombros ( $r = 0,88$ ); entre el volumen testicular y la circunferencia escrotal ( $r=0,85$ ); mientras que, para el perímetro abdominal, perímetro torácico y altura a la cruz no se reportaron correlaciones.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Concientizar a los ganaderos de nuestro país acerca de la importancia de realizar evaluaciones reproductivas a los toretes ya que ellos representan el 50 % del éxito en el hato futuro.
- Analizar posibles pérdidas económicas que se producirían en el caso de seleccionar a los toretes no aptos para la reproducción a edades tempranas.
- Resaltar la importancia que tienen los registros reproductivos, en el éxito en una explotación ganadera, ya que la edad es un factor muy importante para la selección y descarte de animales, tanto jóvenes como adultos.
- Realizar en el país estudios similares, de medidas zoométricas, en diferentes edades para conocer el desarrollo animal a través del tiempo.
- Evaluar la influencia de las mediciones lineales en las variables biométricas en toretes de diferente raza y edad (12, 24, 36 meses).

## **VII. LITERATURA CITADA**

1. Acuña, M. (2008). Examen de fertilidad en toros. Empresa Chunivet, Argentina. Recuperado el 20 marzo del 2017, de:  
[http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/cria\\_toros/40-examen.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/cria_toros/40-examen.pdf).
2. Arias, M. (2003). Parámetros genéticos y ambientales para Circunferencia Escrotal a 570 días de edad en bovinos de raza Nelore. In Congreso Argentino de Producción Animal. Recuperado el 24 marzo del 2017, de:  
<http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2004/4-Veterinaria/V-007.pdf>.
3. Batista, J. (2011). Relación y correlación existente entre circunferencia escrotal, peso corporal y edad, en toros Brahman de 18 a 60 meses de edad e la provincia de Chiriquí. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria. pp 1695 - 7504.
4. Bavera, G. (2011). Razas británicas, Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. Recuperado el 1 abril del 2017, de: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
5. Bravo, M. (1984). Cantidad y calidad de semen en función del crecimiento corporal y testicular de toretes romosinuano. Recuperado el 30 marzo del 2017, de:  
<http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/603?show=full>.
6. Boggio, J. (2007). Instituto de Reproducción Animal. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Austral de Chile. Evaluación de la aptitud reproductiva potencial y funcional del toro. capacidad de servicio. Recuperado el 25 abril del 2017, de:  
[http://www.biblioteca.uach.cl/biblioteca\\_virtual/libros/2007/636.20824BOG.pdf](http://www.biblioteca.uach.cl/biblioteca_virtual/libros/2007/636.20824BOG.pdf)
7. Briggs, H. Briggs, D. (1980). Modern Breeds of Livestock. Fourth Edition. Macmillan Publishing Colorado, U.S.A. 20-38. Recuperado el 2 mayo del

2017, de:  
<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/131106/Evaluaci%C3%B3n-productiva-de-la-raza-Wagyu-en-cruzamiento-con-diferentes-razas-%20bovinas-presentes-en-Chile.pdf?sequence=1>.

8. Brinks, J. Mcinerney, M. Y Chenoweth. P. (1978). Relationship of age at puberty in heifers to reproductive traits in young beef bulls. Proc. West. Sec. Amer. Soc. Animal Science. pp 28 - 30.
9. Campaña, D. (2012). Evaluación del Comportamiento y Adaptación de Bovinos Mestizos (Brahman-Charalaise, Brahman-Simmental, Brahman-Brown Swiss) en Clima Tropical Húmedo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Riobamba, Ecuador.
10. Campo, A. (1991). Factores que afectan la pubertad de los toros. Sitio Argentino de Producción Animal. Recuperado el 22 mayo del 2017, de: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/cria\\_toros/37-factores\\_que\\_afectan\\_pubertad\\_toros.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_toros/37-factores_que_afectan_pubertad_toros.pdf)
11. Charles, W. Y Gearld, F. (2003). Reproduccion and animal health/. ACRES U.S.A. p 52.
12. Correal, G. (2004). Poblaciones actuales y estrategias para la conservación de los bovinos criollos y colombianos. li foro nacional. p 112. Recuperado el 27 marzo del 2017, de: <http://files.programaharton.webnode.com.co/200000040b4564b5502/Memorias%20II%20Foro%20Razas%20Bovinas.pdf>.
13. Coulter, G. (1986). Puberty and postpuberal development of beff bulls. In: Morrow, DA. Current therapy in theriogenology. 2nd Ed. Philadelphia; Saunders Co. pp 142 - 148.
14. Coulter, G. (1991). Conferencia. Veterinaria Argentina, 8(78):556-560. \*Estación de Investigación Agrícola de Canadá, Alberta. Presentada en la Conferencia Anual de I.A. y Transferencias Embrionarias en Denver, Colorado, organizada por la NAAB y la IETS. Recuperado el 14 junio del

- 2017, de: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/cria\\_toros/21-tamano\\_testicular.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_toros/21-tamano_testicular.pdf)
15. Coulter, G. Larson, L. Foote, R. (1975). Effect of age on testicular growth and consistency of Holstein and Angus bulls. *Journal of Animal Science*. pp 1383 - 1389.
16. Delgado, J. (2015). Caracterización morfológica de los testículos en bovinos de la raza Browns Swiss de 9–24 meses de edad en las parroquias Tena, Puerto Napo y Misahualli, Cantón Tena de la provincia de Napo. Recuperado el 15 abril del 2017, de: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23757/1/Tesis%2027%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20317.pdf>
17. Dias, J. (2008). Correlações genéticas e fenotípicas entre características reprodutivas e produtivas de touros da raça Nelore. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. pp 53 - 59.
18. Drayson, J. (2003). Herd bull fertility ,2nd addition, Austin, TX, ACRES U.S.A. p 57.
19. Espitia, A. Prieto, M. Y González, T. (2006). Medidas testiculares en ganado Romosinuano, Romosinuano, Cebú (Brahman), Cebú x Romosinuano y Romosinuano x Cebú. *Archivos de Reproducción Animal*. pp 16 - 21.
20. Fernández, J. Y Franceschini, A. (2007). Maduridade sexual e biometría testicular de touros jovens compostos Montana Tropical® criados a pasto. *Ars Vet* 23, 59-66. Recuperado el 7 mayo del 2017, de: <file:///C:/Users/PC/Downloads/129-351-1-PB.pdf>
21. Gómez, G. (2009). El biotipo funcional brahman: Artículo de ASOCEBÚ, Asociación colombiana de criadores de ganado cebú. Recuperado el 2 junio del 2017, de: [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/externo/25-biotipo\\_Brahman.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/externo/25-biotipo_Brahman.pdf).

22. Knights, S. Baker, D. Gianola, A. Y Gibson, J. (1984). Estimates of heritabilities and genetic and phenotypic correlations among growth and reproductive traits in yearling Angus bulls. *Journal of Animal Science*. pp 887 – 893.
23. León, F. (2005). Evaluación fenotípica de sementales bovinos en la Hacienda San Pablo, del Municipio de Belén, Departamento de Rivas. Recuperado el 10 marzo del 2017, de: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/851/1/218627.pdf>
24. López, C. Rugeles, C. Guimaraes, J. y Vergara, O. (2016). Relación entre biometría testicular y circunferencia escrotal en toretes de la raza Nelore en Brasil. *Revista Científica*. p 26.
25. López, S. (2007). Parámetros a tener en cuenta en la elección de toros. Instituto nacional de tecnología agropecuaria. Recuperado el 16 junio del 2017, de: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/cria\\_toros/30-eleccion\\_toros.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_toros/30-eleccion_toros.pdf).
26. Madrid, N. 2005, Manual de Ganadería Doble Propósito. medida de la circunferencia escrotal Facultad de Agronomía, División de Posgrado, Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela. Disponible en:
27. Martín, C. (2012). Circunferencia escrotal. Sitio Argentino de Producción Animal. Recuperado el 13 mayo del 2017, de: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar).
28. Minish, G. Y Fox, D. (1979). *Beef Production and Management*. Prentice-Hall Company, Reston, Virginia, U.S.A.: 12-29. Recuperado el 20 marzo del 2017, de: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/131106/Evaluaci%C3%B3n-productiva-de-la-raza-Wagyu-en-cruzamiento-con-diferentes-razas-%20bovinas-presentes-en-Chile.pdf?sequence=1>.
29. Olugbenga, M. Y Babalola, T. (2006). Testicular parameters and morphological characteristics of testicular and epididymal spermatozoa of white Fulani

- bulls in Nigeria. *Int J Morphol* 24, 175-180. Recuperado el 17 mayo del 2017, de: <http://www.scielo.cl/pdf/ijmorphol/v24n2/art09.pdf>
30. Pérez, O. Chacón, J. Otero, A. Cardona, A. Y Andrade, S. (2014). Relación entre la circunferencia escrotal, el crecimiento testicular y parámetros de calidad de semen en toros de raza Guzerat, desde la pubertad hasta los 36 meses de edad. *Rev Med Vet.* 2014; 27:73-87. Recuperado el 30 abril del 2017, de: [file:///C:/Users/PC/Downloads/Dialnet-RelacionEntreLaCircunferenciaEscrotalElCrecimiento-4943781%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/PC/Downloads/Dialnet-RelacionEntreLaCircunferenciaEscrotalElCrecimiento-4943781%20(1).pdf)
31. Rutter, b. (2006). Bases para la evaluación de la aptitud reproductiva del toro. En B. Rutter, Bases para la evaluación de la aptitud reproductiva del toro (págs. 100 - 135). Buenos Aires: Editorial Agrovet.
32. Sánchez, A. (2002). Exterior de los grandes animales domésticos, morfología externa, 1ª ed., Madrid, España, Edit. V.C.O pp. 197 – 213.
33. Sesena, R. Albuquerque, L. Silva, J. Sesena, J. (2007). Estimativas de herdabilidade e correlação genética do perímetro escrotal, medido em diferentes idades, em animais Nelore. In: Reunião de Sociedade Brasileira de Zootecnia 44, Jaboticabal. Anais. Jaboticabal: FCAV/ UNESP SBZ. Jaboticabal, 24 a 27 de julho, Brasil. Resumo. p 3.
34. Silva, M. (2002). Estudio genético das características andrológicas de touros jovens da raça Nelore. Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal. Recuperado el 24 abril del 2017, de: <http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/zoo/d/3051.pdf>.
35. Silva, M. Pedrosa, V. Silva, J. Herrera, L. Eler, J. Albuquerque, L. (2012). Parámetros genéticos de las características andrológicas en la especie bovina: Recuperado el 12 mayo del 2017, de: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-732X2012000100002](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2012000100002)
36. Stahringer, C. (2003). Evaluación y Manejo de Toros. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Hoja de Divulgación Técnica N° 11. p 1.

37. Tamayo, M. (2009). La selección de sementales bovinos en Cuba. 1. Crecimiento y desarrollo corporal y gonadal en futuros sementales Holstein-The bovine sires selection. REDVET. Recuperado el 23 abril del 2017, de: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121209/120904.pdf>
38. Toelle, V. (1985). Estimates of genetic correlations between testicular measurements and female reproductive traits in cattle. *Journal of Animal Science*. pp 89 - 100.
39. Unanian, M. Silva, A. Manus, C. Y Cardoso, E. (2000). Características Biométricas Testiculares para Avaliação de Touros Zebuínos da Raça Nelore. *Rev Bras Zootec* 29. pp 136 - 144.
40. Valencia, M. (2016). Relación entre circunferencia escrotal y calidad espermática en brahman en la hacienda Buenos Aires, Belén de Umbría, Risaralda. Tesis de Grado. Universidad Tecnológica de Pereira. Recuperado el 13 marzo del 2017, de: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/6887/636082/V152.pdf?sequence=1>
41. Van Melis, M. Eler, J. Rosa, G. Ferraz, J. Figueiredo, L. Mattos, E. Y Oliveira, H. (2010). Parámetros genéticos de las características andrológicas en la especie bovina. Recuperado el 27 junio del 2017, de: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-732X2012000100002](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2012000100002).
42. Vásquez, L. (2013). Aspectos a considerar al evaluar la eficiencia reproductiva del toro en el rebaño. p 20.
43. Vilanova, L. Y Ballarales, P. (2005). La evaluación andrológica: justificación y métodos. *Manual de Ganadería Doble Propósito*. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", Decanato de Ciencias Veterinarias, Barquisimeto, Estado Lara, Venezuela. Recuperado el 22 junio del 2017, de: [file:///C:/Users/PC/Downloads/DialnetEvaluacionDeLaAptitudReproductivaDelToro-5178282%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/PC/Downloads/DialnetEvaluacionDeLaAptitudReproductivaDelToro-5178282%20(1).pdf)

44. Wray, N. Y Visscher, P. (2008). Estimating Trait Heritability. Nature Education 1: 29. Recuperado el 7 mayo del 2017, de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Heredabilidad>.
45. Yokoo, M. Lôbo, R. Araujo, F. Bezerra, L. Sainz, R. Y Albuquerque, L. (2010). Genetic associations between carcass traits measured by real-time ultrasound and scrotal circumference and growth traits in Nelore cattle. Journal of Animal Science. pp 52 - 58.

**ANEXOS**

Anexo 1. Tabla de frecuencias de la variable circunferencia escrotal.

|          |         | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje<br>válido | Porcentaje<br>acumulado |
|----------|---------|------------|------------|----------------------|-------------------------|
| Válidos  | 30      | 3          | 9,1        | 9,4                  | 9,4                     |
|          | 32      | 2          | 6,1        | 6,3                  | 15,6                    |
|          | 33      | 3          | 9,1        | 9,4                  | 25,0                    |
|          | 34      | 7          | 21,2       | 21,9                 | 46,9                    |
|          | 35      | 3          | 9,1        | 9,4                  | 56,3                    |
|          | 36      | 4          | 12,1       | 12,5                 | 68,8                    |
|          | 37      | 5          | 15,2       | 15,6                 | 84,4                    |
|          | 38      | 2          | 6,1        | 6,3                  | 90,6                    |
|          | 39      | 2          | 6,1        | 6,3                  | 96,9                    |
|          | 40      | 1          | 3,0        | 3,1                  | 100,0                   |
|          | Total   | 32         | 97,0       | 100,0                |                         |
| Perdidos | Sistema | 1          | 3,0        |                      |                         |
| Total    |         | 33         | 100,0      |                      |                         |

## Anexo 2. Estadística descriptiva de las diferentes variables evaluadas.

| Medidas                 | Media  | Desv. típ. | Varianza | Rango  | Mínimo  | Máximo  |
|-------------------------|--------|------------|----------|--------|---------|---------|
| Perímetro torácico      | 179,95 | 6,57       | 43,22    | 23,00  | 166,00  | 189,00  |
| Perímetro abdominal     | 186,56 | 6,65       | 44,27    | 25,00  | 172,00  | 197,00  |
| Largo cuello            | 60,47  | 4,66       | 21,68    | 17,00  | 51,00   | 68,00   |
| Largo del Cuerpo        | 127,47 | 6,88       | 47,35    | 25,00  | 112,00  | 137,00  |
| Largo de Cadera         | 43,56  | 2,02       | 4,06     | 8,00   | 40,00   | 48,00   |
| Largo Total             | 187,94 | 10,65      | 113,35   | 37,00  | 163,00  | 200,00  |
| Ancho Caderas           | 47,63  | 3,42       | 11,68    | 14,51  | 39,37   | 53,88   |
| Ancho Hombros           | 47,03  | 3,36       | 11,31    | 14,00  | 38,86   | 52,86   |
| Altura Cadera           | 122,04 | 4,36       | 19,03    | 14,00  | 115,00  | 129,00  |
| Altura Cruz             | 116,46 | 2,99       | 8,95     | 11,00  | 111,00  | 122,00  |
| Circunferencia Escrotal | 34,97  | 2,61       | 6,81     | 10,00  | 30,00   | 40,00   |
| Volumen Testicular      | 852,81 | 94,89      | 9005,01  | 363,76 | 1091,28 | 1455,04 |

## Anexo 3. Perímetro torácico.



Anexo 4. Perímetro abdominal.



Anexo 5. Largo de cadera.



Anexo 6. Largo del cuello.



Anexo 7. Largo del cuerpo.



Anexo 8. Ancho de cadera.



Anexo 9. Ancho de hombros.



Anexo 10. Altura a la cruz.



Anexo 11. Altura a la cadera.



Anexo 12. Circunferencia escrotal.



Anexo 13. Largo testicular.



Anexo 14. Ancho testicular.



Anexo 15. Grosor testicular.

