



**"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO SISTEMAS INTEGRALES DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

TESIS DE GRADUACIÓN

Interpretación de la circunferencia escrotal y análisis de semen fresco para la evaluación de la fertilidad de toros de raza Cebú y Europea en la finca El Plantel, Universidad Nacional Agraria – Managua, 2016

Autor:

Br. Celeste Briggit Collado Soza

Asesor:

Ing. Luis Toribio Sequeira MSc.

Managua - Nicaragua

Marzo, 2017



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO SISTEMAS INTEGRALES DE PRODUCCION ANIMAL

Trabajo de Graduación

Sometida a la consideración del honorable tribunal examinador de la
Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencia Animal como
requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Zootecnia

Autor:

Br. Celeste Briggitt Collado Soza

Marzo, 2017
Managua, Nicaragua

Esta tesis fue aceptada en su presente forma por el Consejo de Investigación y Desarrollo (CID) de la Facultad de Ciencia Animal (FACA) de la Universidad Nacional Agraria (UNA), y aprobada por el Honorable Tribunal Examinador nombrado para tal efecto, como requisito parcial para optar al título profesional de:

INGENIERO EN ZOOTECNIA

MIEMBROS DEL TRIBUNAL:

Ing. Rosa Argentina Rodríguez Saldaña MSc.
Presidente

Ing. Norlan Caldera MSc.
Secretario

MV. Julio López Flores
Vocal

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGINAS
DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
III. MATERIALES Y MÉTODOS	3
3.1. Descripción del lugar del estudio	3
3.2. Generalidades de la finca	3
3.3. Diseño estadístico	4
3.4. Variables evaluadas	4
3.5. Manejo del experimento	7
3.6. Recolección de datos y muestras de semen	7
3.7. Análisis de datos	9
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
4.1. Volumen de los testículos	10
4.2. Volumen testicular, concentración espermática y circunferencia escrotal	11
4.3. Comparación de la concentración y motilidad espermática	12
V. CONCLUSIONES	13
VI. RECOMENDACIONES	14
VII. LITERATURA CITADA	15
VII. ANEXOS	17

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros No.		Páginas
Cuadro 1.	Parámetros de la circunferencia escrotal	4
Cuadro 2.	Calificación de la motilidad espermática	7
Cuadro 3.	Descripción de toros en estudio	9

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráficos No.	Páginas
Gráfico 1. Volumen testicular (cm³)	10
Gráfico 2. Relación del volumen testicular, concentración espermática y circunferencia escrotal.	11
Gráfico 3. Concentración y motilidad espermática	12

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos		Páginas
Anexo 1.	Mapa de El Plantel UNA	18
Anexo 2.	Toro raza Nelore	19
Anexo 3.	Toro raza Simental	19
Anexo 4.	Toro raza Brahmán gris	19
Anexo 5.	Toro Simental (no definido)	19
Anexo 6.	Medición circunferencia escrotal	20
Anexos 7.	Masaje en las glándulas accesorias	20
Anexo 8.	Eyaculación y recolección de semen	20
Anexo 9.	Analizando la concentración espermática	21
Anexo 10.	Análisis de motilidad espermática	21
Anexo 11.	Materiales utilizados en el laboratorio	21
Anexo 12.	Análisis microscópico de semen	21
Anexo 13.	Formato de calificación andrológica del toro	22

Dedicatoria

A DIOS primordialmente por darme la vida, sabiduría, fuerza de voluntad para alcanzar otra de mis metas, también porque nunca me faltó cuando más lo necesite a pesar de todos los obstáculos que tuve en el trayecto de la carrera, y que hoy puedo culminar con éxito y con la frente en alto porque fue duro escalar este peldaño.

A mi MADRE Margarita del Carmen Soza Maltéz con toda la admiración y el respeto que se merece y que se le puede tener a madres tan dedicadas y, además, me dio su vida para que no me pudiera faltar nada en los momentos que siempre pude necesitar de ella, quien no sólo ha sido madre y padre sino una muy buena amiga, hermana y compañera. La admiro por tanta tolerancia, bondad, sacrificio, dedicación y esfuerzo que ha tenido conmigo.

A mi Asesor Ing. Luis Toribio Sequeira a quien admiro, respeto mucho por ser un ejemplo profesional, y quien tuvo mucha paciencia, tolerancia para orientarme y apoyarme mucho en el trabajo investigativo y que no sólo es Asesor, sino un gran docente y gran amigo en las buenas y malas.

A mis HERMANAS Celene Margarita Collado Soza, Marbelly Collado Soza, Elke Collado Soza, Eliam Carrillo Soza, quienes me dieron su apoyo cuando más lo necesité y respondieron con la frente en alto para que nunca me faltara nada, por ayudarme a seguir con mis estudios y apoyarme en lo que les diga.

A mi NOVIO, quien me ha apoyado incondicionalmente en esta larga etapa, quien me anima a siempre seguir adelante y ser una mejor persona cada día a pesar de los obstáculos que hemos tenido, ha estado a mi lado luchando y que AMO mucho y siempre estaré orgullosa de tener una pareja como él..

A mi PADRE David Alberto Collado, quien me brindó sus consejos, apoyo y comprensión en el trayecto de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A *DIOS* por haberme permitido culminar esta linda carrera y así poder emprender este último peldaño con el cual he luchado hasta hoy.

A mi *MADRE* Margarita del Carmen Soza Maltéz quien fue pilar que sustentó la realización de mis estudios y que me apoyó en todas las decisiones que debía tomar.

A mi TUTOR *Ing. Luis Toribio Sequeira* que fue muy tolerante y paciente, y mis respeto para usted por ser un excelente profesional y Dios siempre lo llene de mucha bendición.

A todos los *CATEDRÁTICOS* de la Facultad de Ciencia Animal que conforman los Doctores e Ingenieros por todos los conocimientos que me brindaron en el trayecto de mi carrera y participaron en mi formación profesional, pero en especial a; *Ing. Luis Toribio Sequeira, Lic. Rosario Rodríguez, Ing. Norlan Caldera, Dra. Deleana Vanegas, Ing. Arsenio Sáenz,*

A nuestros *COMPAÑEROS DE CLASES*, quienes ya son colegas y, con quienes compartimos buenas experiencias y que en algunos momentos nos apoyamos mutuamente.

A *LAS BIBLIOTECARIAS DEL CENIDA Y CEDOC*, que con mucho entusiasmo y aprecio les tuve por apoyarme en todo, en especial en la adquisición de material didáctico para mi preparación profesional.

Resumen

El presente estudio de investigación se realizó en la finca El Plantel de la Universidad Nacional Agraria ubicada carretera Tipitapa a Masaya, kilómetro 30. El estudio se realizó en un periodo de cuatro meses, iniciando en agosto- noviembre en la época de invierno. El objetivo general del presente trabajo fue determinar la capacidad reproductiva de toros cebú y europeo, haciendo uso del examen andrológico en bovinos. Las variables evaluadas fueron: Circunferencia escrotal, volumen testicular, concentración espermática y motilidad espermática. Para la circunferencia escrotal se obtuvo un valor mayor de 38 cm para la raza Brahman y la menor de 26 cm para la raza Simental. El volumen testicular mayor fue de 1133 cm³ para la raza Brahman y el menor de 378 cm³ para la raza Simental. La concentración espermática mayor fue de 700 mill/mm³ para la raza Nellore y la menor de 300 mill/mm³ para la raza Simental. La motilidad espermática alta fue de 75 % para la raza Nellore, raza Brahman y raza Simental y la baja fue de 20% para la raza Simental. Los resultados obtenidos son de gran relevancia para los productores que manejan toros de razas puras y doble propósito, para determinar la capacidad reproductiva de los toros en las diferentes fincas en Nicaragua.

Palabras claves: Volumen testicular; concentración espermática; motilidad espermática.

ABSTRACT

The present research study was carried out in the El Plantel farm of the National Agrarian University located on the Tipitapa-Masaya highway, kilometer 30. The study was carried out over a period of four months, beginning in August to November in the winter season. The general objective of the present work was to determine the reproductive capacity of zebu and European bulls, making use of the andrological examination in cattle. The variables evaluated were: Scrotal circumference, testicular volume, sperm concentration and sperm motility. For the scrotal circumference, a value greater than 38 cm was obtained for the Brahman breed and the smaller one was 26 cm for the Simental breed. The largest testicular volume was 1133 cm³ for Brahman breed and the lowest was 378 cm³ for the Simental breed. The highest sperm concentration was 700 mill / mm³ for the Nellore breed and the lowest of 300 mill / mm³ for the Simental breed. The high sperm motility was 75% for the Nellore, Brahman and Simmental breeds and the low was 20% for the Simental breed. The results obtained are of great relevance for the producers that handle bulls of pure breeds and dual purpose, to determine the reproductive capacity of the bulls in the different farms in Nicaragua.

Key words: Testicular volume; Sperm concentration; Sperm motility.

I. INTRODUCCIÓN

El principal objetivo del desarrollo de la tecnología reproductiva es preservar y optimizar la fertilidad, pero a pesar del incremento de las técnicas de inseminación artificial (IA) y de sincronización del celo, la fertilidad parece haber disminuido a nivel mundial.

Aunque los bovinos no son animales con alta tasa de fertilidad, se han reportado valores máximos que oscilan entre 50-60% en vacas de leche y carne en países desarrollados, sin embargo, a nivel mundial estas cifras han experimentado en los últimos 10 años una caída de 0.5 a 1% anual.

La reducida capacidad de preñar de los sementales en Nicaragua es uno de los grandes problemas que tiene el sector ganadero en cuanto a mejoramiento de la productividad se refiere. Además las vaquillas generalmente pasan hasta tres años sin entrar en celo, lo que impide que el hato ganadero crezca a mayor velocidad.

La monta natural (MN) es el método de servicio predominante en las ganaderías tradicionales del país. En esos casos, el manejo y la fertilidad de los toros son de vital importancia para los ganaderos debido a su posible responsabilidad en rebaños con problemas de fertilidad.

Al incrementar el número de servicios, se prolongan los días vacíos y el intervalo entre partos, aumentan los costos de manejo, atención veterinaria y medicinas, al igual que la tasa de eliminación (González, 2001).

En el caso de la MN, las tasas de fertilidad son consistentemente 10-20% más elevadas que con la IA (González *et al.*, 2006). Por esta razón, los criadores de ganado que usan la IA recurren a menudo a utilizar toros para cubrir a las novillas y a las vacas repetidoras.

El valor económico de los reproductores bovinos aumenta en la medida que el nivel de fertilidad incrementa, de allí la importancia de determinar y mejorar la fertilidad de los toros, más aún, cuando se ha reportado una amplia variación entre ellos (Madrid-Bury *et al.*, 2002). La evaluación de la fertilidad de los machos utilizados en programas de IA o en MN controlada es imprescindible en el proceso de selección de los toros más fértiles y para mejorar la eficiencia del rebaño (González, *et al.*, 2002).

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Determinar la capacidad reproductiva de toros razas cebú y europea haciendo uso del examen andrológico en bovinos.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar la fertilidad de toros razas cebú y europea haciendo uso de la circunferencia escrotal.
- Valorar la circunferencia escrotal de toros razas cebú y europea en relación a su concentración espermática.
- Estimar la fertilidad de toros razas cebú y europea en relación a su motilidad espermática.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del lugar del estudio

3.1.1. Ubicación

El estudio se llevó a cabo en la unidad experimental El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria, localizada en el kilómetro 30, carretera Tipitapa – Masaya (ver anexo 1).

La finca El plantel se ubica entre las coordenadas geográficas, 12° 06' 24" y los 12° 07' 30" de latitud norte y entre los 86° 04' 46" y los 86° 05' 27" latitud Oeste, la finca se encuentra a una altura de 65 m.s.n.m. (INETER, 2015).

3.1.2. Clima

La temperatura promedio es de 28 °C. La precipitación promedio anual oscila entre 796 – 800 mm, humedad relativa de 71 % y vientos con velocidad de 3.5 m/s (INETER, 2015).

3.2. Generalidades de la finca

3.2.1. Área total de la finca

La finca el plantel tiene un total de 176 ha, en la cual 42.2 ha pertenecen al área agrícola. Existen un total de 40 potreros, estos tiene diferentes tamaños de 1, 2, 3 y 4 ha respectivamente.

3.2.2. Sistema de producción

El tamaño del hato es de 245 cbz, 52 cbz son machos y 193 son hembras. Las razas predominantes son generalmente de origen cebú y europea, que son: 3 toros brahmán, 1 toro nelore y 1 toro simental y 1 toro simental no definido. (Ver anexos 2, 3,4 y 5). El propósito de la finca es lechería y engorde.

3.2.3. Alimentación

Los pastos predominantes en la finca son: Tanzania, Mombaza, CT-169, CT-115, caña dulce, Maralfalfa, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, sorgo forrajero y sorgo rojo.

La alimentación se basa generalmente en pastoreo y pastos de corte en comederos. Y la suplementación está basada en sal común mezclada con melaza.

3.2.4. Reproducción animal

La reproducción animal es por monta natural. Los toros siempre se manejan con los grupos de vacas. La relación macho hembras, varía ya que el número de toros es diferente. El primer grupo son 50 vacas con 2 toros, el segundo grupo es de 60 vacas y 2 toros, el tercer grupo es de 70 vacas y 2 toros. Es decir, 1/25, 1/30 y 1/35.

3.2.5. Salud animal

La sanidad de los toros en estudio es poca, incluye solamente baños externos una vez por semana con Amitraz u Overtral y se vitamina dos veces al año con vitamina AD₃E.

3.3. *Diseño estadístico*

En el estudio se realizó un análisis estadístico descriptivo basado en la distribución de frecuencias para generar tablas, cuadros y gráficos.

3.4. *Variables evaluadas*

3.4.1. Circunferencia escrotal (CE)

La circunferencia escrotal ha demostrado ser una medida confiable para predecir el peso testicular y la producción de espermatozoides en los toros en crecimiento. La producción de espermatozoides es una función directa del tamaño testicular. La circunferencia escrotal se mide con una cinta métrica especial para esos fines. Los testículos deben ser desplazados con firmeza desde el cuello del escroto hacia el fondo del mismo, y la cinta colocada en el diámetro más ancho. Las medidas se toman en centímetros (Madrid, 2005).

Los toros *Bos indicus* poseen menor peso testicular, menor circunferencia escrotal y volumen testicular con respecto a toros *Bos taurus*; en estas razas ha sido calculado que testículos con un peso de 460 g estarán contenidos en un escroto cuya circunferencia oscilará los 35 cm (Glauber *et al.*, 1988). Es una medida muy práctica y económica de tomar, además de estar correlacionada con calidad y cantidad de semen, se destacarán los aspectos más relevantes.

El tamaño escrotal está directamente correlacionado con volumen y peso testicular. Al medir el mismo en forma objetiva por circunferencia escrotal (CE) se mide indirectamente el tamaño y peso de los testículos.

Cuadro 1. Parámetros de la circunferencia escrotal

EDAD (Años)	CIRCUNFERENCIA ESCROTAL (cm)				
	5	4	3	2	1
	PUNTAJE				
- 1	32.5	32.5	30.5	28.5	27.0
1 - 1,5	34.5	34.5	32.5	30.5	39.0
1,5 - 2	36.0	34.0	34.0	32.0	30.0
2 - 3	37.5	37.5	35.0	34.0	32.0
+ 3	39.0	39.0	37.0	35.0	33.0
	CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA (mill cm ³)				
	1,000.00	800,000	600.000	500,000	500,000

(Aehnelt, *et al.* 1963)

La circunferencia escrotal (CE) está influida por el peso, edad y raza, efecto estación y año, crecimiento y nutrición; factores que deben tenerse en cuenta cuando se mida. La producción diaria de espermatozoides en el toro es de unos diez millones por gramo de parénquima, por lo tanto, a mayor circunferencia escrotal (CE) mayor producción de espermatozoides y reserva espermática, lo que implica que tendrá más espermatozoides para preñar más hembras.

3.4.3. Volumen testicular

El volumen testicular (VT) es una de las características asociadas al desempeño reproductivo de los machos (Bailey *et al.*, 1998). 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 (Unanian *et al.*, 2000).

Además de la pared de la bolsa escrotal puede ser equivocadamente incluida en las medidas según Coulter y Kozub (1987) no debe ser predictor de la producción espermática y fertilidad en toros jóvenes.

A partir del largo y ancho son calculados tanto el volumen como el peso testicular. Desde el punto de vista práctico, la obtención de estas medidas para el cálculo del volumen testicular (VT) es más trabajosa que la medición de la circunferencia escrotal (CE), sin embargo, son medidas más precisas y podrían ser realizadas en la rutina del examen andrológico.

El volumen testicular, se determina con ayuda de la siguiente fórmula:

$$VT = L \times P \times G \times 0.52$$

VT	=	Volumen
L	=	Longitud del testículo
P	=	Perímetro del testículo
G	=	Grosor del testículo
Std	=	0.52

3.4.4. Concentración espermática

Existe una variabilidad muy grande en la concentración de un eyaculado a otro, y de un toro a otro, siendo importante conocer el número de espermatozoides por eyaculado, ya que de este parámetro depende el número de hembras a inseminar. La concentración puede calcularse por varios métodos a partir de la muestra de semen. Entre estos métodos, destacan la espectrofotometría, la colorimetría, la citometría de flujo y el uso de cámara de recuento celular, como las de Bürker, Neubauer o Thomas (Barth, 1989).

a. Método de hemocitometro de Thomas

El semen empleado para el conteo debe ser bien mezclado para preparar una solución homogenizada. Usualmente se usa una mezcla con solución salina al 3 %. Se toca suavemente la superficie de la mezcla bien homogenizada con la punta de una pipeta y se succiona el semen. Si el número de espermatozoides es grande, se succiona hasta la marca 0.5: si es pequeña succionar hasta la marca 1.0.

Secar la punta de la pipeta para remover semen adherido. Se succiona el diluyente (solución salina al 3 %) a la marca de 1.01 y agitar bien, sujetando los extremos con el dedo pulgar y medio. Estos deben ser homogenizados uniformemente. Cuando el semen es succionado a la marca 05 o 1.0 es obtenida una dilución al 200 o al 100 %, respectivamente.

b. Cámara de conteo

Cada lado de la cámara es de 1 mm de largo y este milímetro está dividido en 20 partes que crea 400 pequeñísimos cuadros. Cada uno con áreas de $1/400 \text{ mm}^2$.

Lo que hace fácilmente detectables 16 enrejados, líneas que son trazadas hacia el centro del quinto enrejado a lo largo y ancho. Hay áreas elevadas a la derecha e izquierda de la cámara, estas áreas forman un espacio de $1/10 \text{ mm}$ de altura cuando el piso de la lente es colocado sobre esta.

c. Conteo

Se agregan 2 o 3 gotas de la dilución, dejar el hemocitometro horizontal por 2 a 3 minutos y esperar que los espermatozoides se precipiten. Colocamos la cámara en el microscopio, localizamos la cámara, bajamos el aumento y contamos los espermatozoides en el aumento alto. Se contaron los espermatozoides en 5 bloques escogidos al azar, 1 bloque (16 cuadrantes), $5 = 80$ cuadrantes y se multiplico el número por 5 para obtener el número total. Generalmente, el numero encontrado en 4 bloques diagonales (64 cuadrantes) y en otro bloque al azar (16 cuadrantes), esto hace un total de 5 bloques (80 cuadrantes) es contado y así la cifra obtenida es multiplicada por 5 (Kunidata, 1992).

3.4.5. Motilidad espermática

La motilidad es uno de los parámetros más importantes de la analítica seminal. Hasta hace pocos años el estudio de la motilidad espermática se hacía exclusivamente mediante métodos semicuantitativos. Estos métodos evalúan el porcentaje de espermatozoides móviles, así como el tipo de movimiento que presenta la media de una población espermática. Estas medidas ofrecen una descripción general de la motilidad espermática, pero la exactitud y precisión están limitadas por las condiciones del sistema de medida y por la destreza del observador.

La motilidad individual (Barth, 1989) es el resultado de la evaluación del movimiento progresivo de los espermatozoides y de los cambios en su motilidad. Este seguimiento se hace en una superficie de 1 mm² y una altura de 0.1 mm., lo cual se consigue al colocar en un porta objetos perfectamente limpio y tibio una gota de 3 a 4 mm de semen diluido y colocando una laminilla encima.

Igualmente, la motilidad progresiva debe ser observada en un aumento de 200 x - 500 x, preferentemente bajo contraste de fase, y los resultados se expresan en porcentaje o en una escala de 10 a 100 % y se estima de una manera visual (Takahashi, 1992). Escala basada en el porcentaje de células móviles según Hafez *et al.*, (2000).

Cuadro 2. Calificación de la motilidad espermática

VALOR DESCRIPTIVO	PORCENTAJE DE CÉLULAS MÓVILES (%)
Muy buena	80 – 100
Buena	60 -79
Regular	40 -59
Mala	Menos de 40

La motilidad permite predecir la fertilidad o habilidad para congelar, ya que la motilidad post descongelación es frecuentemente usada para ajustar la concentración de espermatozoides por pajilla, cuando el semen se designa para Inseminación Artificial (Kunidata, 1992).

3.5. Manejo del experimento

La información obtenida en la finca fue sobre las diferentes medidas de los testículos de os seis toros existentes en la finca El Plantel. También para conocer, patologías externas en el aparato reproductor del toro, patologías de las glándulas anexas y la fertilidad de los toros.

3.6. Recolección de datos y muestras de semen

Los datos fueron recolectados en dos momentos del mes de septiembre del año 2016. Primeramente se seleccionaron 6 toros de los cuales 1 toro raza Simental, 1 toro simental no definido, 1 toro raza Nelore y 3 toros raza Brahmán gris (Ver anexos 2, 3,4 y 5). En ese momento se tomó la información de cada uno y se procedió a tomar las respectivas medidas externas de los animales, estas medidas estaban relacionadas con la circunferencia escrotal (Ver anexo 6).

En un segundo momento se realizó un masaje en las glándulas accesorias de los animales a través de la palpación rectal de cada uno. (Ver anexo 7), esta nos dio eyaculados para realizar el análisis de semen, mediante un examen macroscópico y microscópico.

Las muestras de semen se recolectaron en platos de Petri (Ver anexo 8) las muestras de semen de cada toro se colocaron en pajillas de 0.5 mm compradas en el centro genético ubicado en Ticuantepe. Este método es artesanal, tomando en cuenta que es una forma fácil para que los técnicos de campo que quieran realizar este mismo trabajo.

El semen recolectado se introdujo en las pajillas con la ayuda de una jeringa para insulina, se sellaron con una pinza de ratón y se procedió a quemar una de las puntas, esto podría incidir en la mortalidad espermática, luego se colocaron en un termo con hielo, la parte sellada se colocó hacia arriba, las muestras de semen pueden durar hasta 12 horas en el hielo la cual está a una temperatura de 0° C según Tominaga (2008).

Luego las muestras se llevaron al laboratorio de reproducción animal ubicada en la Facultad de Ciencia Animal, se colocaron en baño maría a una temperatura de 37 °C, posteriormente se realizó el análisis de cada una de las muestras recolectadas. Los datos recolectados se anotaron en formatos específicos: Calificación andrológica del toro (Ver anexo 13).

3.6.1. Examen macroscópico

Se realizó de una manera visual colocando las muestras de semen en platos Petri. Donde se valoró lo siguiente:

- Volumen del eyaculado
- Color
- Consistencia
- pH
- Olor

3.6.2. Examen microscópico

Se realizó con ayuda de un microscopio eléctrico sencillo (Ver anexo 12).

- Concentración espermática, con ayuda de la cámara de Thomas. (Ver anexo 9)
- Motilidad espermática por el método visual. (Ver anexo 10).

3.6.3. Materiales utilizados en el estudio (Ver anexo 11)

- Microscopio
- Cámara de Thomas
- Termo para conservación de semen
- Pajillas y tijeras
- Plato Petri
- Cubre objetos
- Jeringas
- Servilletas

3.7. Análisis de datos

Se diseñó una base de datos en Excel® de Microsoft office suite para realizar análisis estadístico descriptivo generando tablas de datos, tablas de frecuencias, distribuciones de frecuencias, gráficos y función percentil (Martí *et al.*, 2003).

3.8. Identificación de los toros utilizados en el estudio

Cuadro 3. Descripción de toros en estudio

N°	ID Toros en EL PLANTEL	RAZAS DE TOROS	Identificación de toros en el estudio
1	42294	Cruce no definido	S1
2	502	Nelore	Nre
3	5559	Brahman gris	B1
4	2809	Simental	S
5	577	Brahman gris	B2
6	468	Brahman gris	B3

IV. Resultados y discusión

4.1. Volumen de los testículos

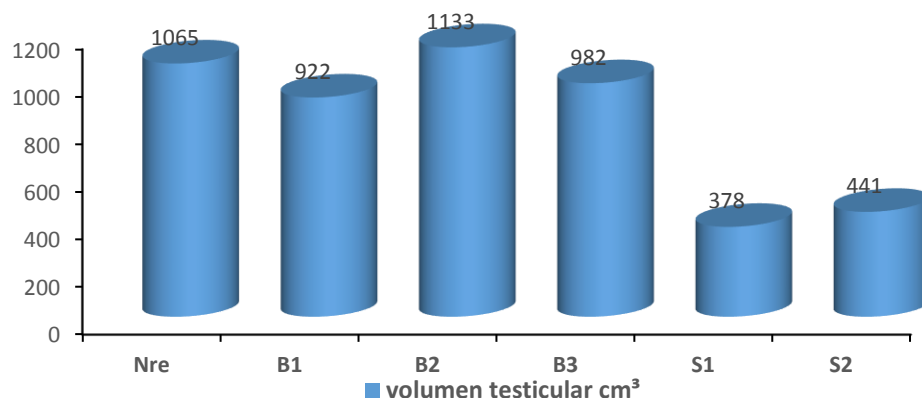


Gráfico 1. Volumen testicular, cm³.

Anteriormente se determinó que los testículos más grandes son los izquierdos. En el gráfico 1 podemos observar el volumen testicular de cada uno de los toros estudiados. En este caso se trabajó con la suma de los dos testículos izquierdo y derecho. El volumen testicular (VT) se determinó por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{VT} = \text{Longitud} \times \text{Perímetro} \times \text{Grosor} \times 0.52 \text{ (STD)}$$

En los resultados observamos que el mayor volumen testicular lo presentó un toro Brahman con un volumen de 1133 cm³. El que presentó menor VT fue un toro Simental con 378 cm³, tomando en cuenta los tamaños de los animales según sus razas (Silva *et al.*, 2000). El volumen testicular (VT) es una de las características asociadas al desempeño reproductivo de los machos (Bailey y col 1998, Quirino 1999, Unanian y col 2000). Para algunos autores, el volumen testicular (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 (Bailey, 1998) (Unanian *et al.*, 2000).

4.2. Volumen testicular, concentración espermática y circunferencia escrotal

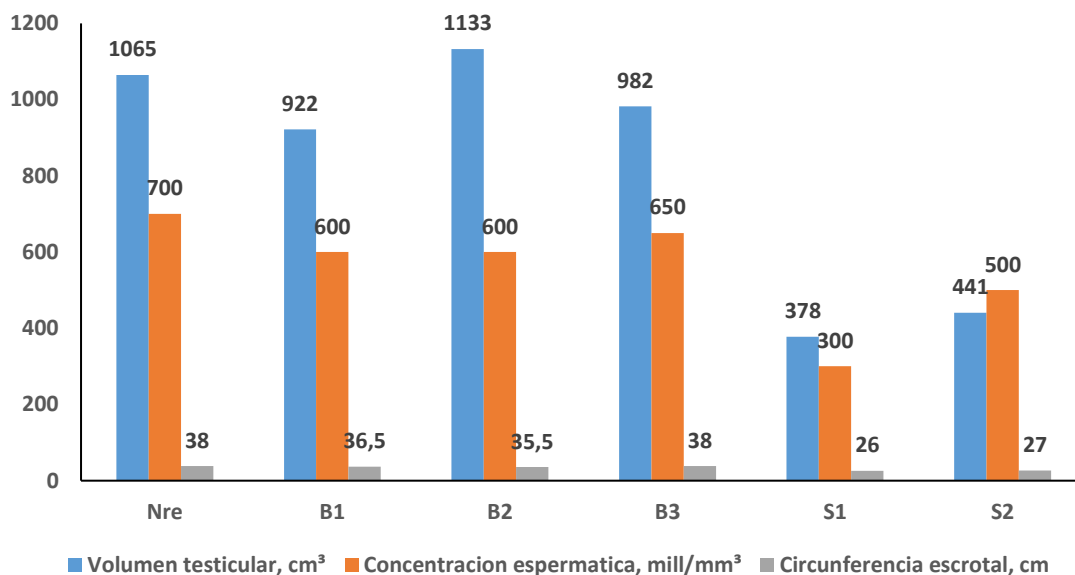


Gráfico 2. Relación del volumen testicular, concentración espermática y circunferencia escrotal.

El volumen testicular (VT) es una de las características asociadas al desempeño reproductivo de los machos (Bailey *et al.*, 2010). En la gráfico 2, se muestra la relación del volumen testicular, concentración espermática y la circunferencia escrotal, se observa que entre más grande es el volumen testicular, mayor es la concentración espermática y por ende mayor es la circunferencia escrotal. También se puede observar que los valores más altos los tienen los toros de raza Brahman y los menores los de raza Simental.

Los valores más altos los obtuvo el toro Brahman 2 con un volumen testicular (VT) de 1133 cm³, concentración espermática de 650 mill/mm³ y una circunferencia escrotal de 38 cm. Los más bajos los obtuvo el toro Simental 1 con un volumen testicular (VT) de 378 cm³, concentración espermática de 300 mill/mm³ y una circunferencia de escrotal de 26 cm. Para algunos autores, el volumen testicular (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 (Bailey *et al.*, 1998).

4.3. Comparación de la concentración y motilidad espermática

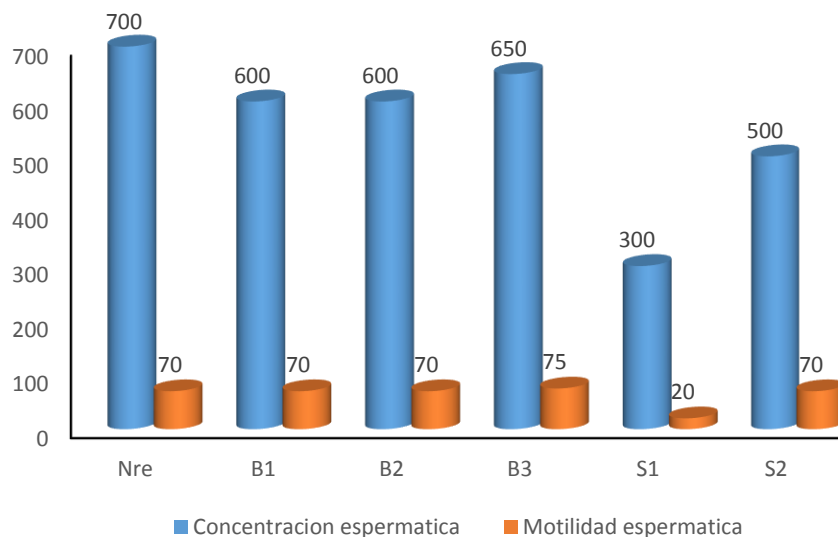


Gráfico 3. Concentración y motilidad espermática

La recolección de semen de los animales en este estudio fue a través de masaje en las glándulas accesorias. Los resultados obtenidos muestran que los volúmenes de eyaculado fueron muy bajos en comparación con los de vagina artificial (Ehrenfeld *et al.*, 2001).

En el gráfico 3, se observa que el promedio de la recolección fue de 2.08 ml, siendo la raza Nelore que produjo más semen. Mientras que la concentración observada en el microscopio la mayor fue de 700 mill/mm³ para el toro B1 y la menor fue de 300 mill/mm³ para el toro S1. Mientras que la motilidad mayor fue de 75 % para el toro B3 y la menor para el toro raza S1 con un 20 % de motilidad.

Estos resultados son similares con los obtenidos por Barth (1989). Esto nos demuestra que la motilidad espermática no influye en el volumen del eyaculado, mientras que la concentración espermática sí puede variar un poco. Como lo estudió (Ehrenfeld *et al.*, 2001). En los bovinos si la concentración espermática es mayor que la cantidad de líquido seminal hay menos espacio para el movimiento individual de los espermatozoides y si la concentración es menor el espacio para el movimiento individual de los espermatozoides es mayor y poseen mejor movimiento (NLBC, 2003).

V. Conclusiones

1. Se determinó que a mayor circunferencia escrotal, mayor es su volumen testicular y por ende la concentración espermática es mayor. La circunferencia escrotal es una de las mejores herramientas para la selección de toros para mejorar o mantener la eficiencia reproductiva de ellos en los hatos.
2. Los toros que presentaron mayor concentración espermática fueron los de la raza brahmán que produjeron mayor concentración espermática, mientras que los toros simmental produjeron menor concentración espermática. Esto se debe a que los toros de raza cebuinas son los que obtuvieron mayor volumen testicular $1,133 \text{ cm}^3$, es decir, que son los que poseen mayor capacidad de almacenamiento de espermatozoides y la raza Simmental presentaron menor volumen testicular de 378 cm^3 .
3. El toro que presentó mayor motilidad fue el Brahman 3 de 75 % y la menor motilidad la obtuvo el toro Simmental 1 con un 20 % de motilidad. La motilidad no influyó sobre la concentración espermática aun obteniendo un bajo volumen de eyaculación. También se concluye que el 90% de los toros estudiados presentaron motilidad arriba del 70%.

VI. Recomendaciones

1. Realizar 1 ó 2 veces por año, el examen andrológico a los toros de la finca.
2. Establecer una óptima relación macho- hembra de la finca por grupos de vacas, se recomienda un toro para veinte o veinticinco vacas (1:20/25).
3. Mejorar la suplementación de los toros o la administración de sales minerales vía oral o la administración de minerales inyectados (COLOIDAL), para mejorar la concentración y motilidad espermática, influyendo en la reproducción, y nutrición de los toros
4. Si en las fincas solamente existe monta natural es aconsejable determinar el tiempo de estadía adecuado de los toros en los grupos de vacas o realizar rotaciones de ellos constantemente.

VII. Literatura citada

Aehnet, E., J. Lies, J. Dittmar y Krause II. (1963). **Andrological qualification in cattle.** Fac. de agronomia. São Paulo, Brasil.

Bailey TL, Hudson TA, Riddell DF. (1998). Caliper and ultrasonography measurements of bovine testicles and a mathematical formula for determining testicular volume and weight *in vivo*. *Theriogenology* 49, 581-594.

Barth, A. (1989). Abnormal morphology of bovine espermatozoa. Iowa St. University Press.
BARTH, Albert, BO, Gabriel, TRIBULO, Humberto 2000. Curso de evaluación de toros y control de la calidad seminal: 16 al 19 de Agosto del 2000. 1 ed. Córdoba (Argentina). Universidad católica de Córdoba, 3-10, 55 p

Coulter GH, Kozub GC. (1987). Testicular development, epididimal sperm reserves and seminal quality. in two-years-old Hereford and Angus bulls. Effects of two levels of dietary energy. *J Anim Sci* 59:432-437.

Ehrenfeld J. Oltra, A. Hube y C. Jara. (2001). Texto básico de Andrología e Inseminación Artificial. Universidad Austral de Chile.

Frasinelli, C.A, Casa grande, H.J. (2004). La condición corporal como herramienta de manejo en rodeos de cría bovina. EEA San Luis, 17 p. (Información Técnica 4n° 168)

Glauber, C. E., Repetto M. A., Acosta, AP. (1988). *Rev. Fac. de agronomía.* 9 (3):165180.

González-Stagnaro C, Madrid-Bury N, Goicochea-Llaque J., Rodríguez Urbina M.A. (2002). Metodología e Implementación del Control reproductivo bovino en Programas de Medicina de la Producción y Calidad Total. *Revista Científica FCV-LUZ XII* (6):730- 741.

González-Stagnaro C, Madrid-Bury N. (2006). Evaluación de la fertilidad en los toros. *Venezuela Bovina* 70: 30-34.

González-Stagnaro C. (2001). Parámetros, cálculo se índices aplicados en la evaluación de la eficiencia reproductiva. En, *Reproducción Bovina.* C González-Stagnaro (ed). Fundación Girarz. Edic Astro Data SA. Maracaibo, Venezuela. Cap XIV: 203-247.

Hafez, E.S.E., Hafez, B., (2000). Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. McGraw-Hill Interamericana. México (México).

INETER, 2015. Instituto Nicaragüense de estudios territoriales. Managua, Nicaragua.

Kunidata S, Junichi M. (1992). Artificial Insemination Manual for Cattle. Association of Livestock Technology Japan.

Madrid-Bury N. (2005). Medida de la circunferencia escrotal. En, *Manual de Ganadería Doble Propósito.* C González-Stagnaro, E Soto-Belloso (eds). Ediciones Astro Data, SA. Maracaibo-Venezuela. VI (1):94-497.

Martí R. y Montes F. (2003). ESTADÍSTICA. Prácticas con Microsoft Excel. Departamento de Estadística e Investigación Operativa Universidad de Valencia.

Silva, V.B., Pedrosa, Silva, LGG Herrera, JP Eler. LG Albuquerque, (2000). Parámetros genéticos de las características andrológicas en la especie bovina. Departamento de Zootecnia, Universidad Estadual Paulista, FCAV-UNESP, Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

NLBC, (2003). Curso de Inseminación Artificial en Bovinos de leche. Fukushima, Japan. Salisbury, G; Van Demark, N; Lodge, J. Physiology of Reproduction and Artificial Insemination of Cattle. Ed. Freeman. 1978.

Takahashi, Tsuyoshi, (1992). National Livestock breeding Center. Nikapu Station. Ministry of Agriculture Forestry and Fisheries. ARTIFICIAL INSEMINATION MANUAL FOR CATTLE. Association of Livestock Technology.

Tominaga, (2008). Manual sobre Inseminación Artificial en Bovinos. PROGANIC, Managua. Nicaragua.

Unanian MM, AFDF Silva, C McManus, EP Cardoso. (2000). Características Biométricas Testiculares para Avaliação de Touros Zebuínos da Raça Nelore. *Rev Bras Zootec* 29, 136-144.

Anexos



Anexo 1. El Plantel. Universidad Nacional Agraria. Km 30, carretera Tipitapa – Masaya.



Anexo 2. Toro raza Nelore



Anexo 3. Toro raza Simmental



Anexo 4. Toro raza Brahman gris



Anexo 5. Toro cruce No definido



Anexo 6. Medicion de circunferencia escrotal



Anexo 7. Masajes en glandulas accesorias



Anexo 8. Eyaculacion y recoleccion de semen



Anexo 9. Analizando la concentración espermática



Anexo 10. Analisis de motilidad espermática



Anexo 11. Materiales utilizados en el laboratorio



Anexo 12. Analisis microscopico

Anexo 13. Formato de Calificación andrológica del toro

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL CALIFICACION ANDROLOGICA DEL TORO</p> <p>"Por un Desarrollo Agrario Integral y Sostenible"</p>	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA				
	FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL				
	CALIFICACION ANDROLOGICA DEL TORO				
I. INFORMACION GENERAL					
ID del Semental		Nombre del Semental			
Raza		Edad			
Nª del Padre		Raza del Padre			
Nª de la Madre		Raza de la Madre			
Propietario		Nombre de la Finca			
Comarca		Municipio			
Departamento		FECHA			
II. EXAMEN ZOOTECNICO					
Aspecto General de salud					
Temperamento					
Libido sexual					
Reposo sexual					
Condicion corporal	(1 - 5 ptos)				
CARACTERISTICAS EXTERNAS		Extremid. Anterior		Extremid. Posterior	
		IZQ	DER	IZQ	DER
Movimientos					
Articulaciones					
Callo interdigital					
Condicion de pezuñas					
Condicion de los dientes					
Disposicion de tetillas					
Aplomos:					
Extremidades anteriores					
Extremidades posteriores					
Medidas basicas:					
Altura de la Cruz		cm			
Longitud Escapulo Isquial		cm			
Perimetro Toraxico		cm			
Peso Vivo		Kg			

IV. EXAMEN BIOLOGICO DEL SEMEN

	1er Eyaculado	
Volumen del eyaculado, ml		
Color del semen		
pH		
Olor del semen		
Consistencia		
Concentracion esperma, mill 1 mm3		
Motilidad espermatica. %		

--	--	--	--	--	--	--

PUNTOS:

CALIFICACION:

OBSERVACIONES:

Nombre y Apellidos
Tecnico

Nombre y Apellidos
Productor