

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS**

**COMPARACIÓN DE PARÁMETROS SEMINALES EN TOROS DE  
LA RAZA FLECKVIEH BAJO CONDICIONES  
MICROAMBIENTALES TROPICALES**

**RICHARD A. MUDARRA H.**

**6-717-826**

**DAVID, CHIRIQUÍ**

**REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**2016**

**COMPARACIÓN DE PARÁMETROS SEMINALES EN TOROS DE  
LA RAZA FLECKVIEH BAJO CONDICIONES  
MICROAMBIENTALES TROPICALES**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL  
TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**FACULTAS DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O  
PARCIAL DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**APROBADO:**

**PROF. ING. NEFTALÍ APARICIO M. Sc.**

\_\_\_\_\_  
**DIRECTOR**

**PROF. DR. REYNALDO DE ARMAS Ph. D.**

\_\_\_\_\_  
**ASESOR**

**PROF. ING. EDIL ARAÚZ M. Sc.**

\_\_\_\_\_  
**ASESOR**

**DAVID, CHIRIQUÍ**

**REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**2016**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar agradezco a Dios por iluminar mi caminar y darme el don de la sabiduría para culminar con satisfacción mis estudios.

A mi madre Inés Hernández, quien me dio la vida, gracias por ser ese pilar que necesite siempre, por tu apoyo incondicional, confianza y el amor que me brindas cada día.

Gracias a mi abuela, Teodora Hernández, quien ha sido otra madre para mí, por inculcarme desde niño los valores del respeto, responsabilidad y honestidad, para ser hoy en día una persona de bien.

A mis familiares de quienes de una u otra manera he recibido consejos y apoyo para seguir adelante. A la familia Rodríguez Solís quienes han sido para mí una segunda familia, mil gracias por todos sus consejos y amor brindado.

A ti, Sara Milagros, por tu preocupación por mis asuntos universitarios, gracias por brindarme siempre palabras de aliento, todo tú apoyo.

Agradezco al personal de la Escuela de Zootecnia de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, al personal del Centro de Investigaciones Agropecuarias de Chiriquí (CEIACHI), y a los del Centro de Investigación de Biotecnología

Agropecuaria (CIBA) por su apoyo incondicional en los trámites de mi investigación.

Agradezco a mi director de tesis, el profesor Ing. Neftalí Aparicio M. Cs., por todo su apoyo y colaboración, por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo y haber recibido de usted grandes conocimientos.

A mis dos asesores profesor Dr. Reinaldo De Armas Ph. D., y el Profesor Ing. Edil Araúz M. Sc; además, al profesor Ing. José Binns Ph. D. y al Ing. Reggie Guerra M. Sc., por su colaboración y ayuda brindada.

***RICHARD ALEXANDER MUDARRA HERNÁNDEZ***

## **DEDICATORIA**

Mi trabajo de grado está dedicado de todo corazón a mi mamá, Inés Hernández, gracias a ti he podido culminar mi primer logro profesional como Ingeniero Agrónomo Zootecnista.

***RICHARD ALEXANDER MUDARRA HERNÁNDEZ***

## COMPARACIÓN DE PARÁMETROS SEMINALES EN TOROS DE LA RAZA FLECKVIEH BAJO CONDICIONES MICROAMBIENTALES TROPICALES

Mudarra R, 2016. Comparación de parámetros seminales en toros de la raza Fleckvieh bajo condiciones microambientales tropicales. Tesis Ing. Agrónomo Zootecnista, Panamá, FCA, 144 pág.

### RESUMEN

El estudio se basó en conocer los parámetros seminales en toros de la raza Fleckvieh en el medio tropical y determinar si los factores ambientales como temperatura ambiental y humedad relativa en diferentes horarios circadianos influían sobre la calidad seminal. Los animales estaban estabulados en galeras bajo techo durante el día, con una alimentación basada en ensilado de maíz y concentrado, en horas de la noche tenían acceso a mangas de pastoreo. Los toros tenían un peso corporal de  $489 \pm 30.46$  Kg, condición corporal en rango de 3.5 - 4.0; circunferencia escrotal de  $38.42 \pm 2.50$  cm. Los muestreos y evaluaciones fueron realizadas en los horarios: (1) 7:00 a 8:00 a.m. y (2) de 12:00 a 1:00 p.m. La temperatura rectal promedio de los toros en el horario (1) fue de  $38.48 \pm 0.16$  °C y en el horario (2) de  $38.74 \pm 0.38$  °C. El entorno microambiental estaba conformado en el horario 1 (a.m.) una humedad relativa promedio de  $93.69 \pm 1.20$  %, una temperatura ambiental de  $22.97 \pm 0.42$  °C y un (ITH) de  $65.43 \pm 0.44$ . Para el horario 2 (p.m.) la Humedad relativa fue de  $46.14 \pm 6.97$  %, la temperatura ambiental de  $34.54 \pm 1.18$  °C, obteniendo un ITH de  $85.04 \pm 2.715$ . Se evaluaron parámetros seminales tales como: volumen del eyaculado (ml), turbidez (escala 0-5), motilidad (%), vigor (Escala 0-5), concentración (millones esp/ml) y patologías espermáticas (%). La comparación entre los horarios indicó diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) para el volumen seminal donde se obtuvieron valores en el horario (1) de  $12 \pm 1.58$  ml y en el horario (2)  $7.4 \pm 2.96$  ml, sin embargo, no hubo diferencias significativa ( $P > 0.05$ ) entre los horarios para la motilidad, turbidez, vigor, concentración, y patologías espermáticas. Estas variables con valores en horarios (1) y (2) respectivamente fueron de ( $74 \pm 6.5$  y  $73 \pm 5.7$ ), ( $2.6 \pm 0.54$  y  $2.8 \pm 0.44$ ), ( $2.8 \pm 0.44$  y  $2.9 \pm 0.54$ ), ( $609.8 \pm 200.7$  y  $806.00 \pm 212.84$ ), ( $19.42 \pm 12.5$  y  $16.33 \pm 10.01$ ). En el comportamiento entre toros ( $n = 5$ ) no se observó diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en las variables como el volumen del eyaculado, turbidez y concentración espermática, sin embargo, si hubo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) para la motilidad y diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) para el vigor y patologías espermáticas. Se indicó correlación positiva en la mayoría de las variables con el peso de los animales, sin embargo, no así con la circunferencia escrotal. Se logró corroborar que se obtuvo diferencias en ciertas variables entre los toros, sin embargo, esto no influyo significativamente ( $P > 0.05$ ) entre los horarios de muestreos, indicando que el desempeño funcional de los toros Fleckvieh fue homogéneo dentro del rango categorizado como aceptable para las variables seminales evaluadas.

**PALABRAS CLAVES:** Horarios, microambiental, muestreos, volumen, motilidad, vigor, concentración, turbidez, patologías.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
	1.1. Planteamiento del problema .....	3
	1.2. Antecedentes .....	4
	1.3. Justificación .....	6
	1.4. Objetivos .....	7
	1.4.1. General.....	7
	1.4.2. Específicos .....	7
	1.5. Hipótesis.....	8
	1.6. Alcances y limitaciones del estudio.....	9
	1.6.1. Alcances .....	9
	1.6.2. Limitaciones .....	9
<b>II.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>10</b>
	2.1. Sistema Reprodutor del Toro .....	10
	2.1.1. Testículos .....	11
	2.1.2. Epidídimo.....	14
	2.1.3. Conductos deferentes .....	17
	2.1.4. Glándulas accesorias .....	17
	2.1.4.1. Vesícula seminal .....	18
	2.1.4.2. Próstata.....	18
	2.1.4.3. Glándulas Bulbouretrales.....	19
	2.1.4.4. Ampolla .....	20
	2.5.1. Pene .....	21

<b>2.2. Relación Eje Hipotálamo, Hipófisis, Gónadas Masculina .....</b>	<b>23</b>
<b>2.3. Espermatogénesis .....</b>	<b>26</b>
<b>2.4. Morfología del espermatozoide .....</b>	<b>29</b>
<b>2.4.1. Anormalidades o patologías morfológicas de los           espermatozoides.....</b>	<b>34</b>
<b>2.4.1.1. Anormalidades espermáticas primarias.....</b>	<b>35</b>
<b>2.4.1.2. Anormalidades espermáticas secundarias.....</b>	<b>36</b>
<b>2.5. Composición seminal.....</b>	<b>38</b>
<b>2.6. Propiedades del semen.....</b>	<b>39</b>
<b>2.6.1. Color.....</b>	<b>39</b>
<b>2.6.2. Volumen.....</b>	<b>39</b>
<b>2.6.3. Olor.....</b>	<b>41</b>
<b>2.6.4. Concentración.....</b>	<b>41</b>
<b>2.6.4.1. Pasos para la utilización de la Cámara de Neubauer .....</b>	<b>44</b>
<b>2.6.5. Motilidad .....</b>	<b>49</b>
<b>2.6.6. Vigor.....</b>	<b>50</b>
<b>2.6.7. Turbidez .....</b>	<b>51</b>
<b>2.7. Factores que afectan la calidad seminal .....</b>	<b>52</b>
<b>2.7.1. Infecciosos virales .....</b>	<b>52</b>
<b>2.7.2. Infecciosos no virales.....</b>	<b>52</b>
<b>2.7.3. Razas.....</b>	<b>53</b>
<b>2.7.4. Edad .....</b>	<b>53</b>
<b>2.7.5. Nutricionales .....</b>	<b>53</b>

2.7.6. Factores ambientales .....	55
2.7.6.1. Temperatura ambiente .....	55
2.7.6.2. Humedad relativa .....	56
2.7.6.3. Índice de Temperatura - Humedad (ITH).....	57
2.8. Procesos de Adaptación .....	58
2.9. Aclimatación y Homeostasis .....	58
2.10. Efectos del estrés calórico microclimático y sus repercusiones sobre la reproducción en machos bovinos .....	61
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	65
3.1. Perfil nutricional de los animales .....	67
3.2. Condición corporal de los toros.....	67
3.3. Manejo sanitario de los animales .....	68
3.4. Parámetros seminales evaluados .....	70
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	72
V. CONCLUSIONES .....	118
VI. RECOMENDACIONES.....	119
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	120
VIII. ANEXOS.....	130

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Pág.</b>
I	Medidas del espermatozoide bovino.....	33
II	Principales defectos de los espermatozoides.....	35
III	Anormalidades espermáticas de los espermatozoides.....	36
IV	Patologías espermáticas.....	37
V	Composición del semen bovino.....	38
VI	Escala para clasificar la concentración de células espermáticas según el aspecto del semen bovino.....	42
VII	Escala descriptiva para determinar la motilidad de células espermáticas en bovinos.....	49
VIII	Escala descriptiva de vigor espermático del semen bovino.....	50
IX	Escala descriptiva de turbidez espermática en semen bovino.....	51
X	datos ambientales de humedad relativa, temperatura ambiental e índice de temperatura y humedad durante el periodo de realización del estudio.....	72
XI	Clasificación del ITH.....	75

<b>XII</b>	<b>Datos de los animales.....</b>	<b>76</b>
<b>XIII</b>	<b>Análisis univariado de los datos estadísticos del peso de los toros.....</b>	<b>80</b>
<b>XIV</b>	<b>Análisis univariado de los datos estadísticos de la circunferencia escrotal de los toros.....</b>	<b>81</b>
<b>XV</b>	<b>Análisis univariado de los datos estadísticos de la temperatura rectal en el horario 1 (a.m.).....</b>	<b>82</b>
<b>XVI</b>	<b>Análisis univariado de los datos estadísticos de la temperatura ambiental en el horario 1 (a.m.).....</b>	<b>83</b>
<b>XVII</b>	<b>Análisis univariado de los datos estadísticos de la humedad relativa en el horario 1 (a.m.).....</b>	<b>84</b>
<b>XVIII</b>	<b>Análisis univariado de los datos estadísticos del ITH en el horario 1 (a.m.).....</b>	<b>85</b>
<b>XIX</b>	<b>Análisis univariado de los datos estadísticos de la temperatura rectal en el horario 2 (p.m.).....</b>	<b>86</b>
<b>XX</b>	<b>Análisis univariado de los datos estadísticos de la temperatura ambiental en el horario 2 (p.m.).....</b>	<b>87</b>
<b>XXI</b>	<b>Análisis univariado de los datos estadísticos de la humedad relativa en el horario 2 (p.m.).....</b>	<b>88</b>

<b>XXII</b>	<b>Análisis univariado de los datos estadísticos del ITH en el horario 2 (p.m.).....</b>	<b>89</b>
<b>XXIII</b>	<b>Análisis de varianza del volumen seminal en los diferentes horarios de muestreo.....</b>	<b>90</b>
<b>XXIV</b>	<b>Comparación de medias del volumen seminal de los toros en los diferentes horarios de muestreo, según prueba de Tukey.....</b>	<b>91</b>
<b>XXV</b>	<b>Análisis de varianza del volumen seminal de los toros evaluados.....</b>	<b>92</b>
<b>XXVI</b>	<b>Análisis de varianza de la motilidad espermática en los diferentes horarios de muestreos.....</b>	<b>94</b>
<b>XXVII</b>	<b>Análisis de varianza de la motilidad espermática de los toros evaluados.....</b>	<b>95</b>
<b>XXVIII</b>	<b>Comparación de medias de la motilidad espermática de los toros evaluados, según prueba de Tukey.....</b>	<b>96</b>
<b>XXIX</b>	<b>Análisis de varianza de la turbidez espermática en los diferentes horarios evaluados.....</b>	<b>98</b>
<b>XXX</b>	<b>Análisis de varianza para la turbidez espermática de los toros evaluados.....</b>	<b>99</b>

<b>XXXI</b>	<b>Análisis de varianza del vigor espermático en los diferentes horarios evaluados.....</b>	<b>102</b>
<b>XXXII</b>	<b>Análisis de varianza del vigor espermático de los toros evaluados.....</b>	<b>102</b>
<b>XXXIII</b>	<b>Comparación de medias del vigor espermático de los toros, según prueba de Tukey.....</b>	<b>104</b>
<b>XXXIV</b>	<b>Análisis de varianza de la concentración espermática en los diferentes horarios de muestreo.....</b>	<b>107</b>
<b>XXXV</b>	<b>Análisis de varianza de la concentración espermática de los toros evaluados.....</b>	<b>108</b>
<b>XXXVI</b>	<b>Análisis de varianza del porcentaje de patologías espermáticas en los diferentes horarios de muestreo.....</b>	<b>110</b>
<b>XXXVII</b>	<b>Análisis de varianza para el porcentaje de patologías espermáticas de los toros evaluados.....</b>	<b>111</b>
<b>XXXVIII</b>	<b>Comparación de medias del porcentajes de patologías espermáticas de los toros evaluados, según prueba de Tukey.....</b>	<b>113</b>
<b>XXXIX</b>	<b>Análisis de correlación del peso y circunferencia escrotal con las variables seminales.....</b>	<b>115</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>Gráfica</b>		<b>Pág.</b>
<b>I</b>	<b>Medidas del volumen seminal de los cinco toros muestreados en los diferentes horarios.....</b>	<b>93</b>
<b>II</b>	<b>Medidas de la motilidad espermática de los cinco toros muestreados en los diferentes horarios.....</b>	<b>97</b>
<b>III</b>	<b>Medidas de la turbidez espermática de los cinco toros muestreados en los diferentes horarios.....</b>	<b>100</b>
<b>IV</b>	<b>Medidas del vigor espermático de los cinco toros muestreados en los diferentes horarios.....</b>	<b>105</b>
<b>V</b>	<b>Medidas de la concentración espermática de los cinco toros muestreados en los diferentes horarios.....</b>	<b>109</b>
<b>VI</b>	<b>Medidas de los porcentajes de patologías espermáticas de los toros muestreados en los diferentes horarios.....</b>	<b>114</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Pág.</b>
<b>1</b>	<b>Componentes del sistema reproductor masculino (Holy, 1970).....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Testículo de un bovino (Sena, 2010).....</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>Túbulos seminíferos en el testículo bovino (Holy, 1970).....</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>Glándulas accesorias del bovino (Nachón, 2008).....</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>Vista lateral del pene del toro. 1. a. vista dorsal; 2. Cuerpo cavernoso del pene; 3. Uretra; 4. Cuerpo esponjoso del pene; 5. Retractor; 6. Prepucial craneal; a y b, señalan los lugares de las secciones transversales (tríbulo y col, 2007) citado por (Muñoz, 2008).....</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>Relación eje hipotálamo, hipófisis, testículo (Frandsen, 1976).....</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>Relaciones entre las células germinales y las células de Sertoli (Holy, 1970).....</b>	<b>25</b>

<b>8</b>	<b>Formación de los gametos sexuales o gametogénesis, (Derivaux, 1967), citado por (Muñoz, 2008).....</b>	<b>27</b>
<b>9</b>	<b>Esquema de la disposición de las células en el testículo (Nachón, 2008).....</b>	<b>29</b>
<b>10</b>	<b>Estructura del espermatozoide bovino normal (Rodríguez, 2010).....</b>	<b>31</b>
<b>11</b>	<b>Patologías espermáticas. a) Cabeza, b) pieza intermedia, c) cola, d) Acrosoma. (Serrano, 2010).....</b>	<b>37</b>
<b>12</b>	<b>Medición del volumen de un eyaculado con un tubo de recolecta graduado.....</b>	<b>41</b>
<b>13</b>	<b>Cámara de Neubauer o Hematocitómetro (Bastidas, s/f).....</b>	<b>43</b>
<b>14</b>	<b>Cubre objetos para la cámara de Neubauer (Bastidas, s/f).....</b>	<b>46</b>
<b>15</b>	<b>Pipetas de 5 µl para la dilución del semen (Bastidas, s/f).....</b>	<b>46</b>

16	Microscopio electrónico para realizar el enfoque y posterior conteo de las células en la cámara de Neubauer (Bastidas, s/f).....	47
17	Enfoque de las divisiones de cuadros del cuadrado inferior de la cámara de Neubauer (Bastidas, s/f).....	47
18	Enfoque de un cuadro de 1.00 m, el cual se divide en 25 cuadros de 0.05mm, donde se realiza el conteo de solo 5 cuadros de ellos (5 de 0.05mm) (Bastidas, s/f).....	48
19	Pasos para el conteo de células en la cámara de Neubauer (Bastidas, s/f).....	48
20	Representación esquemática de las condiciones ambientales críticas para la sobrevivencia animal. Adaptado de Bianca (1968), Silanikove (2000); citado por (Arias, 2008).....	59
21	Efecto del estrés calórico en la síntesis de hormonas influyentes en la reproducción animal (Lozano, 2010).....	64
22	Clasificación del Índice Temperatura – Humedad.....	75

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo</b>		<b>Pág.</b>
1	Toro evaluado 29/3.....	130
2	Toro evaluado 64/3.....	131
3	Toro evaluado 44/3.....	132
4	Toro v evaluado 65/3.....	133
5	Toro evaluado 36/3.....	134
6	Medición de la circunferencia testicular.....	135
7	Palpación rectal en toros.....	136
8	Limpieza del prepucio antes de la extracción seminal.....	137
9	Introducción del electrodo en el recto del animal.....	138
10	Recolecta del semen.....	139
11	Tubo graduado para medir el volumen del eyaculado...	140
12	Semen recolectado en baño María.....	141
13	Observación del semen recolectado mediante un microscopio.....	142

<b>14</b>	<b>Enfoque con un microscopio a un aumento de 100x de una muestra de semen.....</b>	<b>143</b>
<b>15</b>	<b>Cámara de Neubauer.....</b>	<b>144</b>

## I. INTRODUCCIÓN

En los sistemas productivos ganaderos se desarrollan una serie de actividades agropecuarias que garantizan el éxito de la explotación, dentro de estas, la selección de toros junto a un eficiente manejo reproductivo garantizarán la obtención de nuevos animales genéticamente superiores que influirán en el potencial de los hatos comerciales. La producción con miras en hatos de carne, leche o doble propósitos, depende de la eficacia del programa de reproducción y de la selección de los sementales y vientres (Roda, 2011).

Se conoce que el toro tiene más del 75% de la responsabilidad sobre el desarrollo del hato, por lo cual, la capacidad de servicio que el mismo pueda ofrecer, o la cantidad de pajuelas viables que pueda producir, aumentarán su número de descendientes y contribuirán al mejoramiento del rebaño total destinado al comercio.

Debemos tener claro que al evaluar la capacidad reproductiva del semental a seleccionar, se deben considerar factores que puedan afectar o alterar los resultados o la respuesta del mismo, tomando en cuenta no solo el examen

seminal, sino también parámetros como la condición corporal, circunferencia escrotal, desarrollo de las vesículas seminales, descartar cualquier problema a nivel de próstata o a nivel de las gónadas como tal. Aunado a esto, el estrés que puedan ocasionar los factores ambientales, debe considerarse como factor alterante de un examen andrológico; ya que, las respuestas frente a un microclima templado no serán iguales a las expresadas en un microclima tropical (Mata, 2007).

Según Díez (2005), el análisis seminal es la evaluación de la conformación del eyaculado y así de la morfología de los gametos presentes, los cuales son los encargados de la fertilización del ovulo en la hembra. Los estudios actuales sobre evaluación seminal persiguen como objetivo final identificar algún parámetro cinético, morfológico o bioquímico que indique el estado de la célula espermática en un momento dado y que, al mismo tiempo, pueda ser correlacionado con la fertilidad y calidad del eyaculado.

El objetivo del examen cualitativo del semen es asegurar que la fertilidad subsiguiente de dicho semen sea óptima. Sin embargo, las técnicas de contrastación del semen, tanto por su utilización en investigación y, especialmente, en la rutina de producción, deben ser precisas, sencillas, rápidas y económicas (Hidalgo, 2001).

### **1.1 Planteamiento del problema.**

Uno de los problemas que atañe la actividad ganadera de nuestro país son los intervalos entre partos muy extensos, que puede deberse a la poca capacidad reproductiva o de servicio que tenga el semental que se utiliza en la explotación, o la errónea programación de las actividades reproductivas de las explotaciones, en donde factores como la disponibilidad de pasturas, abrevaderos, incidencia de los rayos UV y el estrés calórico que puedan recibir los vientres y los sementales.

Debido a esto se hace necesario efectuar evaluaciones de capacidad reproductiva del macho y que se considere el efecto que puedan tener los factores ambientales.

## 1.2 Antecedentes.

El origen de la raza Fleckvieh Alemana se remonta a los primeros decenios del siglo XIX (Genetics, 2004). En 1830 se importaron al sur de Alemania los primeros ejemplares de „Schweizer Schecken“ y „Simmentaler Rinder“ de la región de Oberland en Berna para mejorar la población local. En Baden-Württemberg, Baviera y Hesse se extendió la Fleckvieh rápidamente mediante el cruce por sustitución (Süddeutscher, 2011).

Las sociedades y las asociaciones de criadores fundadas desde 1866 mejoraron la capacidad de rendimiento de la raza Fleckvieh mediante la selección genealógica; se desarrolló como raza propia con el objetivo de tener tres propósitos: un animal vacuno de tamaño mediano con un énfasis equilibrado en musculación y producción de leche, así como una mayor potencia de tracción (Süddeutscher, 2011).

Aparentemente, los primeros intentos para inducir eyaculación mediante estímulo eléctrico fueron realizados por Battelli, (1922), con descargas de 30 voltios. Posterior a los hallazgos de Battelli, en el (1936) ensayó las investigaciones de electro-eyaculación en animales domésticos con su trabajo sobre muruecos; su investigación consistía en el estímulo de la médula espinal entre la cuarta vértebra lumbar y la primera sacra, mediante la colocación de un electrodo en el recto y otros en el músculo del dorso (Salisbury, 1978).

En 1948 los investigadores franceses obtuvieron semen de toro introduciendo un electrodo bipolar multianular dentro del recto y aplicando hasta 30 voltios (corriente alterna de 700 miliamperios) (Salisbury, 1978).

(Zuñiga, 2009), menciona, que diversos estudios han mostrado que, bajo condiciones tropicales, del 15 al 30% de los toros utilizados para monta natural tienen una calidad seminal no satisfactoria o dudosa a causa de los diversos factores ambientales como, temperaturas elevadas y humedad relativa altas, estas asociadas a proliferación de parásitos, juntos hacen que el normal comportamiento fisiológico del animal varíe, estando fuera del rango de zona de confort, comprometiendo la capacidad reproductiva del animal, disminución de la capacidad de servicio, calidad seminal, lo que conlleva un número de preñez no satisfactoria.

### **1.3 Justificación.**

Según Hernández (2011), la eficiencia reproductiva se mide por el número de crías obtenidas en el año, en relación al número de hembras preñadas y el total existente, número de servicio ya sea por monta natural o artificial.

Este estudio se justifica debido a que se pretende analizar cómo influyen los factores ambientales sobre la calidad seminal, ya que esta influirá sobre la incidencia de partos por año de un rebaño. Para lograr una eficiente actividad reproductiva deben tomarse en cuenta los factores internos y externos (Barrera, 20011).

La calidad seminal que un toro nos brinde será el eje para mejorar la productividad de nuestro hato, donde su calidad determinará la eficiencia reproductiva expresada en número de preñeces obtenidas que puede apoyarse mediante la utilización de técnicas biotecnológicas.

## **1.4 Objetivos.**

### **1.4.1 General:**

Comparar los parámetros seminales de cinco toros de la raza Fleckvieh bajo condiciones microambientales tropicales.

### **1.4.2 Específicos:**

Conocer la calidad seminal de los eyaculados de toros de la raza Fleckvieh en nuestro medio tropical.

Evaluar la influencia de los factores microambientales tropicales en los parámetros seminales de toros de la raza Fleckvieh en diferentes horarios de muestreos.

### **1.5 Hipótesis.**

#### **Ha**

Existen diferencias significativas en la calidad seminal entre los toros muestreados.

#### **Ho**

No existen diferencias significativas en la calidad seminal entre los toros muestreados.

#### **Ha**

Existen diferencias significativas en la calidad seminal frente a los factores microambientales tropicales.

#### **Ho**

No existen diferencias significativas en la calidad seminal frente a los factores microambientales tropicales.

## **1.6 Alcances y limitaciones del estudio.**

### **1.6.1 Alcances:**

Este trabajo nos dará nuevos conocimientos sobre la calidad seminal de toros de la raza Fleckvieh en nuestro medio.

Será el inicio de los primeros estudios sobre evaluación espermática de esta raza en Panamá.

Servirá de documentación para futuras investigaciones que realicen ya sean estudiantes, profesores o investigadores del área agropecuaria.

### **1.6.2 Limitaciones:**

Número limitado de animales.

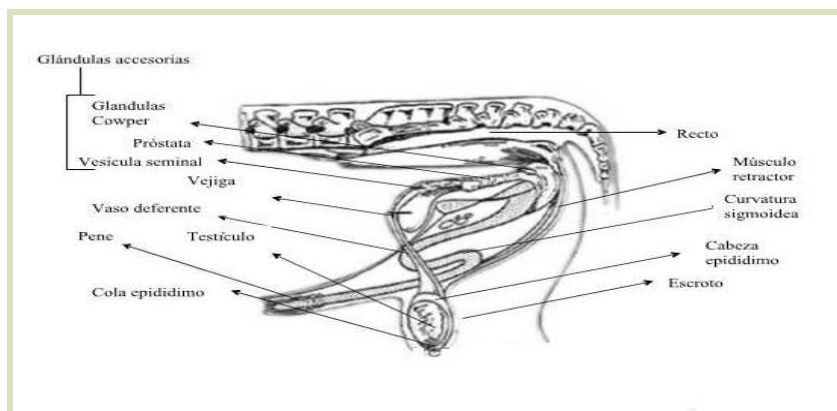
La poca documentación de material bibliográfico en Panamá que permita sustentar estudios antes realizados, dificultará el proceso de investigación de este tema.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Sistema Reproductor del Toro.

La reproducción es el proceso de la replicación de los seres vivos, es una de sus características más importantes en las actividades zootécnicas, (De Armas, 2013). Según (Salazar, 2010), el aparato reproductor masculino lo constituyen una serie de estructuras cuya misión es producir las células reproductoras masculinas (espermatozoides) y las hormonas responsables de los caracteres masculinos y la formación del semen y su posterior eyaculación.

El sistema reproductor del bovino está formado por los testículos como glándulas sexuales; conductos eferentes, epidídimo y conductos deferentes como conductos testiculares; próstata, glándulas bulbo uretrales y glándulas uretrales como glándulas sexuales accesorias y el pene como órgano copulador con la uretra como conducto urogenital (Holy, 1970).



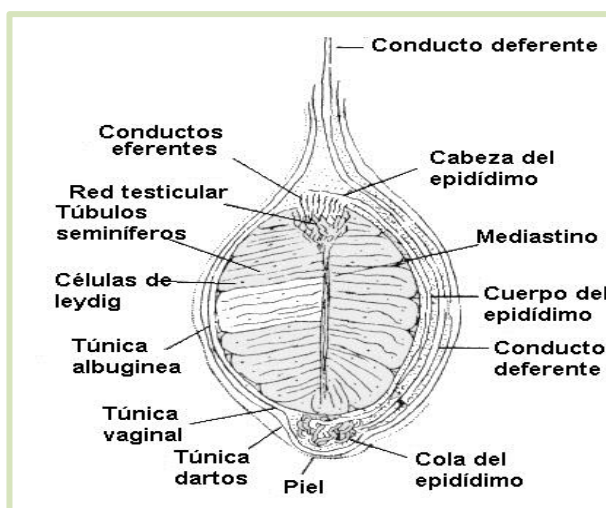
**Figura N° 1. Componentes del sistema reproductor masculino, (Holy, 1970).**

### 2.1.1 Testículos.

Los testículos o gónadas masculinas de los rumiantes son glándulas endocrinas y citógenas, estructuras anatómicas elipsoides, alargados y grandes, están verticalmente dentro del escroto donde se les puede palpar. En el toro adulto pesan entre 250 a 500 gramos. (Istebot, 2014) menciona que los testículos para funcionar correctamente deben mantenerse a una temperatura menor que la del resto del cuerpo. Salisbury (1978) en su libro nos indica que los testículos normales realizan dos funciones; la producción de espermatozoides, y la formación de andrógenos (testosterona y androstenodiona). Estas hormonas actúan sobre el epitelio germinativo y es un factor importante para que ocurra la espermatogénesis (Wittke, 1978).

Los testículos están recubiertos por capas de tejidos así: Piel (escroto) provista de numerosas glándulas sebáceas y sudoríparas; generalmente existe poco tejido adiposo debajo de ella. La túnica dartos, se halla inmediatamente por debajo de la piel y está compuesta de fibras musculares lisas, que reaccionan

frente a los cambios de temperatura ambiental, acercando el testículo a la cavidad abdominal durante las épocas frías. Esta capa de tejido (túnica dartos), divide el saco escrotal en dos compartimentos al cruzarlo por el medio, en cada uno de estos se aloja un testículo. Los testículos constan de una masa de tubos seminíferos, rodeados de una capa fibrosa llamada túnica albugínea, de la cual salen estructuras que forman una red de soporte. En este tejido conectivo se hallan las células de Leyding que son las encargadas de producir la hormona testosterona. A nivel de la región periférica de los tubos seminíferos, encontramos el epitelio germinal, donde se encuentran los gametos masculinos primitivos, los cuales maduran y salen de los tubos seminíferos y se convierten en espermatozoides. Los tubos seminíferos se originan en un extremo ciego y continúan en forma contorneada para desembocar en la red testis. De esta red parten los conductos eferentes (de 13 a 15 en los bovinos) que salen de los testículos por la extremidad superior de los mismos y progresivamente conforman el epidídimo (Sena, 2010).



**Figura N° 2. Testículo de un Bovino. (Sena, 2010).**

Los testículos tienen tres compartimientos funcionales:

- a) Compartimiento intersticial, contiene las células de Leyding (que rodean cada túbulo seminífero y lo bañan con un fluido rico en testosterona), vasos sanguíneos y linfáticos.
  
- b) Compartimiento basal (separado del anterior por la lámina propia testicular) que incluye la base de las células de Sertoli (células de sostén), y las espermatogonias (células espermáticas precursoras, que se dividirán por mitosis).
  
- c) Compartimiento adluminal, que incluye la porción apical de las células de Sertoli y los espermatoцитos y espermátides, aquí ocurre la espermiogénesis (diferenciación de espermátides a espermatozoides).

El compartimiento basal y el compartimiento adluminal están separados fisiológicamente en el animal adulto por la barrera hemato testicular conformada por “uniones gap” entre las células de Sertoli. Esta barrera afecta el libre intercambio de sustancias hidrosolubles, por la cual la composición del fluido que se encuentra dentro del túbulo seminífero es diferente al fluido Extra tubular (Barrios, 2002).

### **2.1.2 Epidídimo.**

El epidídimo es un túbulo alargado y tortuoso empaquetado en un saco de tejido conectivo que es una extensión de la túnica albugínea, mide alrededor de 30-35 centímetros de largo en el toro (Salisbury, 1978).

Anatómicamente, el epidídimo está conformado por tres partes bien definidas: cabeza, cuerpo y cola; y se halla adherido a los lados y los extremos de los testículos, (Sena, 2010). La cabeza es la parte más grande, recorre el polo dorsal del testículo y desciende en forma de asa a unos 2.5-3 cm de la superficie dorso lateral del testículo. El cuerpo del epidídimo se extiende hacia el polo distal del testículo como una banda de un cm de ancho y se une íntimamente a la cara caudo-medial del testículo. La cola del epidídimo tiene forma cónica y se une estrechamente por su base mayor al polo distal del testículo (Zemjanis, 1990).

Las funciones del epidídimo son el transporte y la maduración de los espermatozoides, los cuales, a través del pasaje por los conductos eferentes y el epidídimo adquieren la habilidad de tener movimiento progresivo lineal y la capacidad de fertilizar. Durante este proceso, en la célula espermática ocurren cambios funcionales, bioquímicos y morfológicos. Específicamente, en la cabeza del epidídimo ocurre la reabsorción de solutos y fluidos, en el cuerpo del epidídimo la maduración espermática y en la cola del epidídimo el

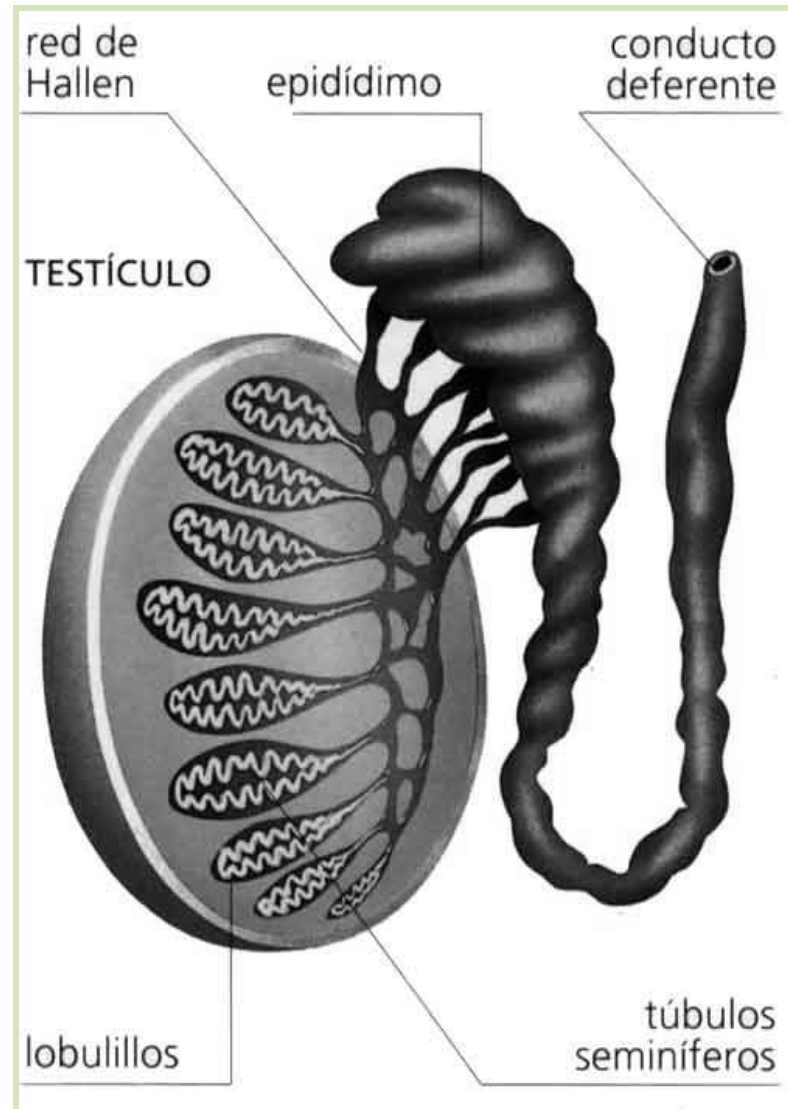
almacenamiento de los espermatozoides fértiles, (Amann y Schanbacher, 1983) citado por (Barrios, 2002).

El tiempo requerido para la movilización de los espermatozoides por la cabeza y el cuerpo del epidídimo no es afectado por la eyaculación frecuente; es decir toros que eyaculan diariamente o tres veces a la semana mantienen un tiempo promedio de trayecto que dura aproximadamente 2.5 días en el toro adulto. El número de espermatozoides en la cola del epidídimo es máximo cuando los animales no han eyaculado en 7 días, pero se reduce en al menos 25% en animales que eyaculan diariamente o con un día de por medio, (Amann y Schanbacher, 1983); citado por (Barrios, 2002).

Un solo epidídimo tiene la capacidad de almacenar 4 ml de fluido rico en espermatozoides, con una concentración de  $3.55 \times 10^9$  espermatozoides/ml, que ocupa la mitad del volumen total (Salisbury, 1978).

La maduración espermática en el epidídimo es dependiente de las secreciones epiteliales (carnitina, glicerolfosforilcolina, glicoproteínas, influyen sobre el color del semen), del transporte de sodio y potasio, de los andrógenos, y de la temperatura escrotal. (Armann y Schanbacher, 1983); citado por (Barrios, 2002). Los cambios estructurales de los espermatozoides se deben a la utilización de fosfolípidos y colesterol como sustratos durante la maduración en el epidídimo.

En estos cambios se completa el proceso de condensación nuclear, los espermatozoides pierden la gota citoplasmática, aumenta la negatividad de la carga superficial, y ocurren ligeros cambios en la morfología del acrosoma, (Barrios, 2002).



**Figura N° 3. Túbulos Seminíferos en el Testículo Bovino (Holy, 1970).**

### **2.1.3 Conductos deferentes.**

Los conductos deferentes son tubos que van desde la cola del epidídimo hasta la uretra, su función consiste en transportar los espermatozoides desde el epidídimo hasta la uretra (McDonald, 1981).

Los conductos deferentes tienen un diámetro de 32 a 45 mm con una gran irrigación nerviosa proveniente de los nervios plexo pélvico del sistema nervioso simpático. Mediante contracciones involuntarias de las fibras musculares, los conductos deferentes contribuyen a la eyaculación, sirviendo de medio de transporte de las células espermáticas y mezclándose posteriormente con las secreciones de las glándulas accesorias y así finalmente el plasma seminal salga a través de la uretra (Salisbury, 1978).

### **2.1.4 Glándulas accesorias.**

Son glándulas que aportan sus secreciones al volumen total de la eyaculación, donde, este contenido contribuye a la motilidad, transporte, y la actividad metabólica del esperma (Urroz, 2000). Las glándulas accesorias producen alrededor del 60 por ciento del contenido seminal, su desarrollo y normal funcionamiento son controlados por la testosterona (McDonald, 1981).

El conjunto de las glándulas accesorias está conformado por las vesiculares, la próstata, y las glándulas bulbouretrales (McDonald, 1981).

#### **2.1.4.1 Vesícula seminal.**

Según (Salisbury, 1978) las vesículas seminales están situadas a ambos lados de la uretra, por encima de la vejiga urinaria. Estas elaboran un líquido o sustancia tampón que da volumen al eyaculado, protegiendo a los espermatozoides de los cambios bruscos de pH, donde aportan del 50 a 60% del volumen final.

Las vesículas seminales tienen una longitud que varía de 10 a 15 cm de largo, 2 a 3 cm de grueso y son un poco aplanadas en sentido dorso ventral (Zemjanis, 1990).

Las secreciones de las vesículas seminales están compuestas por fructosa, ácido cítrico, ácido ascórbico, potasio, riboflavina, proteínas y enzimas. La riboflavina le da el color amarillo al semen del toro; la fructosa es la principal fuente de energía del espermatozoide (Zemjanis, 1990).

#### **2.1.4.2 Próstata.**

La próstata es una estructura bilobulada unida por un segmento intermedio que puede ser o no funcional y que se sitúa por encima de la vejiga urinaria y por debajo del recto, (Hafez, 1989). Aporta de 15% a 30% del plasma seminal, es un líquido rico en ácido cítrico, colesterol, fosfolípidos, carnitina, fosfatasa alcalina, calcio, sodio, zinc, potasio (Gonzalo, 1998).

La función principal de la próstata consiste en producir líquidos alcalinos con el fin de neutralizar la condición ácida de la uretra y de la vagina, y así evitar la muerte de los espermatozoides al momento de ser expulsados tras la eyaculación (Sena, 2010).

Durante la eyaculación, la próstata elimina primero un líquido opalescente (ácido cítrico entre otras) y luego la espermina, que le brinda al eyaculado su olor peculiar (Holy L. , 1987).

#### **2.1.4.3 Glándulas Bulbouretrales.**

McDonald, (1981) describe a las glándulas bulbouretrales como cuerpos compactos, redondos, relativamente pequeño, localizados encima de la uretra de la abertura inferior de la pelvis. Las G.B miden aproximadamente 2.5 cm longitud y 1.25 cm de grosor (Salisbury, 1978).

Las secreciones de las Glándulas Bulbouretrales contienen abundantes carbohidratos, citratos, proteínas, aminoácidos, enzimas, vitaminas hidrosolubles y minerales, además posee una capacidad tampón relativamente alta, sirviendo éste plasma especialmente, para mantener los procesos vitales de los espermatozoides (Salisbury, 1978).

#### 2.1.4.4 Ampolla.

La ampolla es una dilatación del extremo uretral del canal deferente. Está parcialmente bien desarrollada en el garañón, pero en el verraco no, (Cole & Cupps, 1989). En bovinos Miden entre 10 y 15 centímetros de largo. Se palpan como dos estructuras semiduras del grosor de un lápiz (Morillo, 2012).

Estas dilataciones glandulares de las porciones terminales de los conductos deferentes secretan su contenido y ayudan a mejorar la fluidez del semen a su paso por estos conductos (Urroz, 2000).

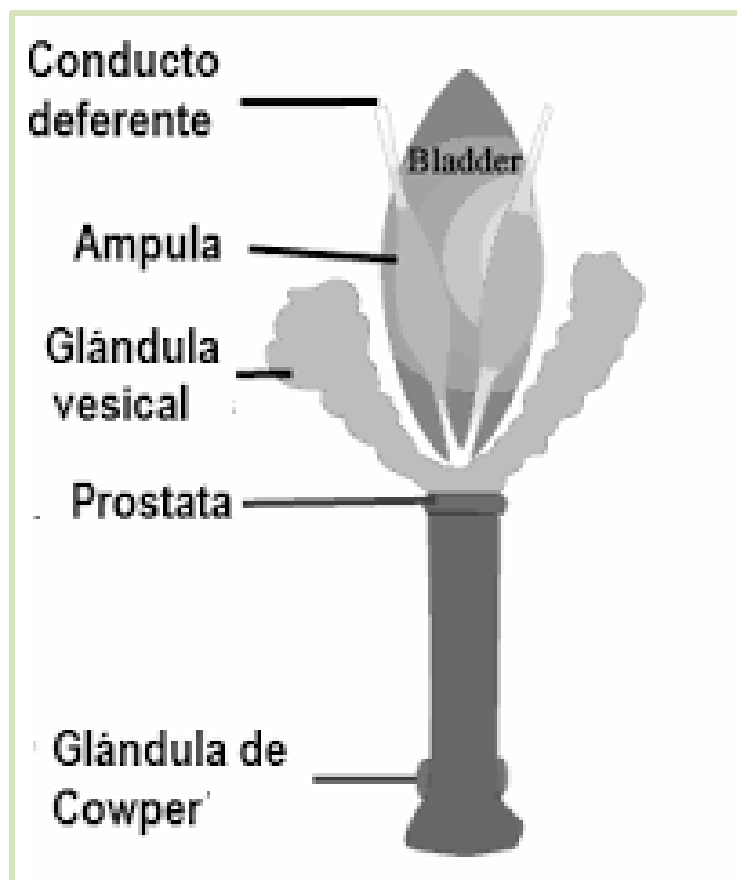


Figura N° 4. Glándulas accesorias del Bovino (Nachón, 2008).

### **2.1.5 Pene.**

Es el órgano masculino de la cópula, su estructura anatómica es iniciada en la arcada isquiática y continúa ventro cranealmente por debajo del rafe perineal, hundiéndose entre los muslos corre por la línea media de la pared abdominal, terminando detrás del ombligo, protegido por el prepucio, (Holy, 1970). El pene del toro es cilíndrico, y en animales adultos tienen aproximadamente una longitud de 1 metro y un diámetro de 2.5 cm (Salisbury, 1978).

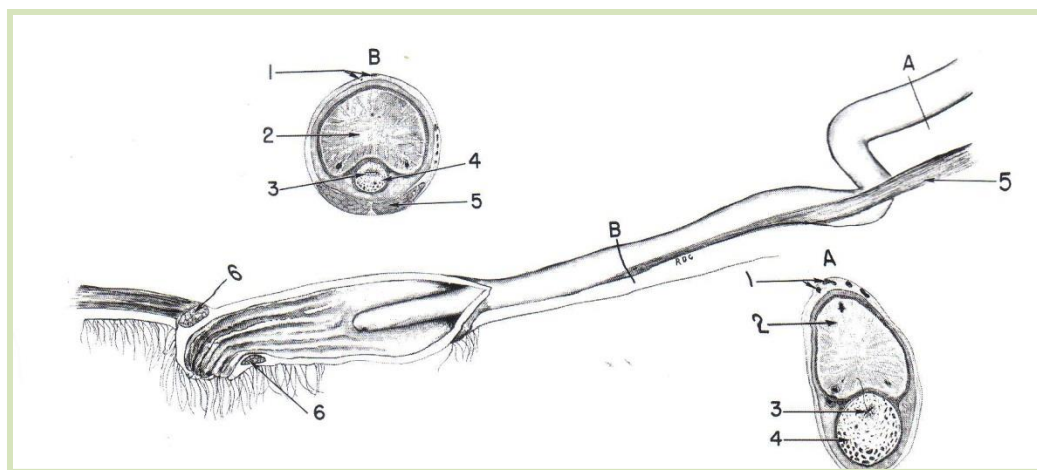
El órgano copulador del macho bovino está dividido en tres secciones distintas; glande, cuerpo intermedio, y las dos raíces, insertadas en el arco isquiático de la pelvis (Frandsen, 1976).

El interior del pene está formado por tejido cavernoso, el cual permite almacenar suficiente cantidad de sangre para producir la erección. Cuando el toro se excita sexualmente, el músculo retractor del pene se relaja y la estructura cavernosa y eréctil se llena de sangre haciendo que el pene se ponga túrgido, erecto y aumente de tamaño. Al cubrir la hembra, introduce el pene erecto en la vagina, y deposita allí el semen mediante un fuerte empujón hacia adelante, llamado corrientemente “golpe de riñón” (Sena, 2010).

A lo largo del pene va la uretra hasta la punta o glande. La uretra da salida a la orina y cuando el toro cubre a la vaca y el pene está erecto, da salida al semen o eyaculado.

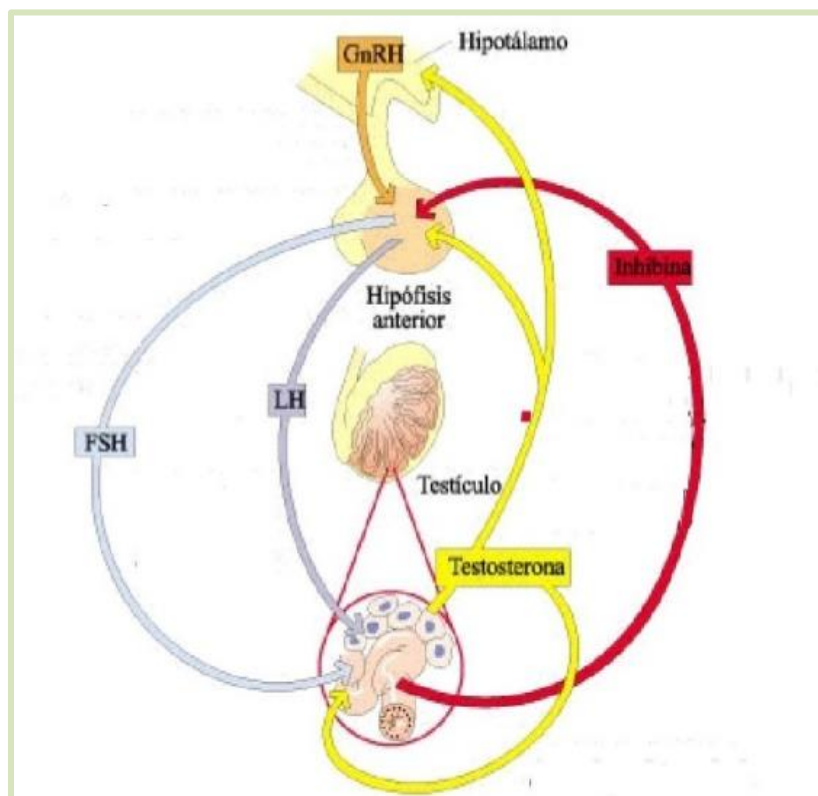
La salida del semen o eyacuación es debida a un reflejo de contracción del epididímo, vasos eferentes, uretra y glándulas accesorias del aparato reproductor del toro. El reflejo es causado por estimulación del glande del pene durante la monta natural o por la vagina artificial usada para colectar el semen para la inseminación artificial (Sena, 2010).

El pene del toro está rodeado de una serie de laminillas de gran importancia como sostén del mismo (McDonald, 1981).



**Figura N° 5. Vista Lateral del Pene del Toro. 1. A. Vista Dorsal; 2. Cuerpo Cavernoso del Pene; 3. Uretra; 4. Cuerpo Esponjoso del Pene; 5. Retractor; 6. Prepuce Craneal; A y B, Señalan los Lugares de las Secciones Transversales (Muñoz, 2008).**

## 2.2 Relación Eje Hipotálamo, Hipófisis, Gónadas Masculina.



**Figura N° 6. Relación eje Hipotálamo, Hipófisis, Testículo (Frandsen, 1976).**

El Hipotálamo forma la base del cerebro, y sus neuronas producen la hormona liberadora de gonadotropina o GnRH. La GnRH, en la eminencia media se difunde a los capilares del sistema porta hipofisario y de aquí a las células de la adenohipófisis, donde su función es estimular la síntesis y secreción de las hormonas hipofisarias, FSH y LH (Sintex, 2005).

La FSH estimula la espermatogénesis al actuar sobre las células de Sertoli y sobre las células germinales, localizadas en los túbulos seminíferos. Las células

de Sertoli producen inhibina, la cual ejerce un efecto retroalimentario negativo sobre la secreción de FSH por la hipófisis (Sintex, 2005).

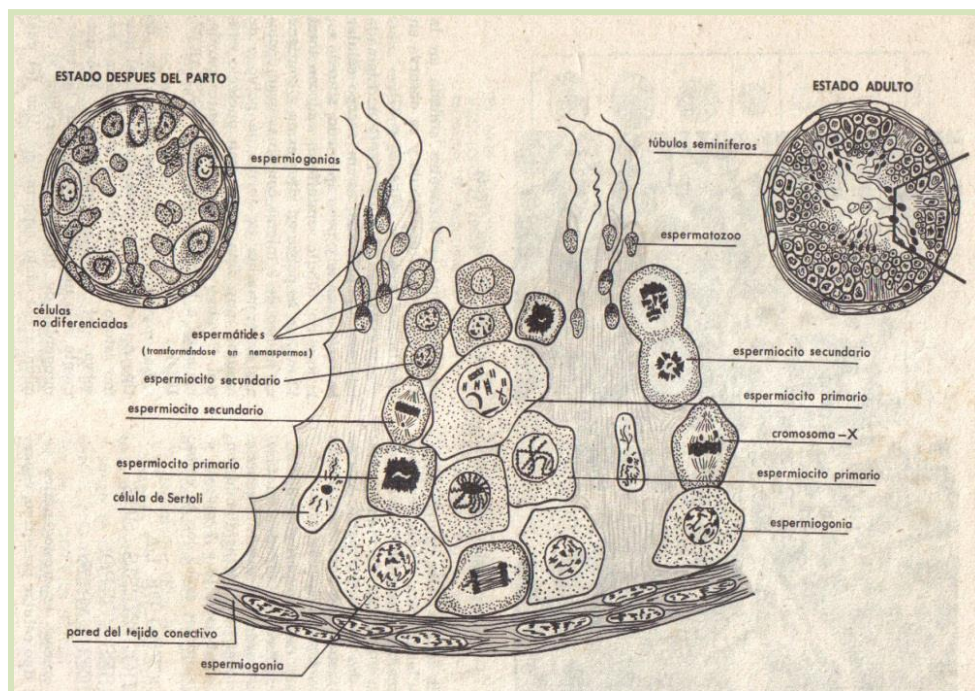
Las células de Sertoli sintetizan una proteína fijadora de andrógenos (la ABP (androgen binding protein) que es necesaria para mantener una concentración adecuada de testosterona en el epitelio seminífero. La ABP se segrega a la luz de los túbulos y transporta la testosterona necesaria para mantener una función normal del epitelio que reviste los túbulos eferentes y el epidídimo (Sintex, 2005).

La LH regula y estimula la biosíntesis de testosterona en las células de Leydig localizada en el intersticio testicular (McDonald, 1981). Son células poliédricas cuyo citoplasma contiene numerosas vacuolas lipídicas y abundante retículo endoplasmático liso. Los productos de secreción de estas células son los andrógenos, más la inhibina, la activina y el “factor de crecimiento parecido a insulina” o IGF-I, (Maddocks et al, 1995); citado por (Barrios, 2002).

La TTT ejerce un efecto de retroalimentación negativa sobre la secreción de LH mediante la supresión de la descarga pulsátil de GnRH por el hipotálamo, (Muñoz, 2008). La testosterona también es necesaria para el proceso de la espermatogénesis. testosterona circulante es esencial para iniciar y mantener los caracteres sexuales secundarios (fenotipo masculino), para el funcionamiento de las glándulas sexuales accesorias del aparato genital y otras

funciones importantes como la libido sexual y la regulación de los órganos genitales (McDonald, 1981).

La producción de esteroides está directamente relacionada con la cantidad de retículo endoplasmático liso presente en la célula de Leyding, ya que allí se produce colesterol a partir del acetato y se almacena libre o en compuestos esterificados. La formación de pregnenolona ocurre en las mitocondrias como consecuencia de la escisión enzimática del colesterol y pasa al retículo endoplasmático liso donde es rápidamente metabolizada a testosterona a través de la ruta intermediaria D4 y D6 por la 3b-hidroxi-esteroide-deshidrogenasa, (Johnson y Everitt, 1980).



**Figura N° 7. Relaciones Entre las Células Germinales y las Células de Sertoli (Holy, 1970).**

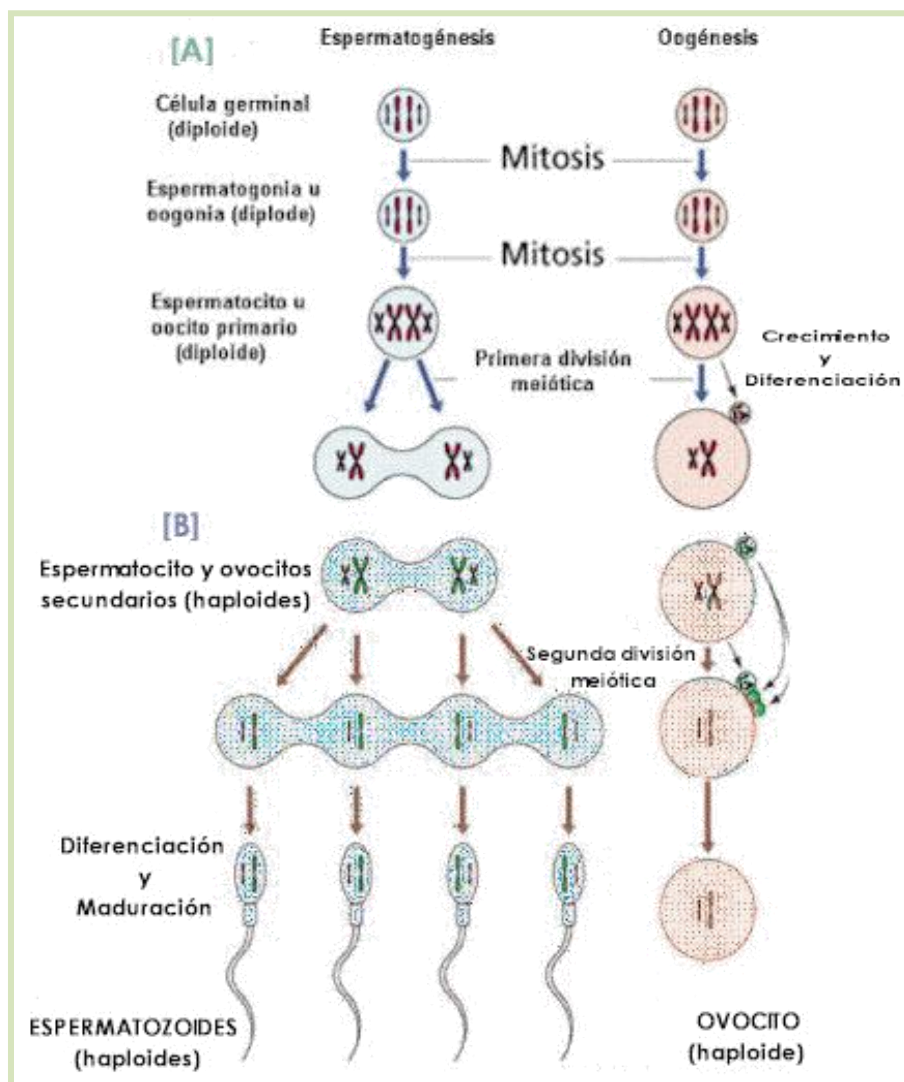
### **2.3 Espermatogénesis.**

Es la fase de diferenciación en que el núcleo y citoplasma sufren cambios morfológicos para constituir la célula espermática, (McDonald, 1981). Sin embargo, (Chenoweth, 1997), citado por (Barrio, 2010), indica que la espermatogénesis es la suma de divisiones mitóticas y meióticas de células espermáticas precursoras; que ocurre dentro del túbulo seminífero y resultan en la formación de los espermatozoides.

La espermatogénesis incluye dos fases: a) la espermatocitogénesis, en la cual las espermatogonias sufren división celular hasta transformarse en espermatídes y b) la espermiogénesis, en la que las espermatídes sufren cambios morfológicos progresivos y se transforman en espermatozoides completamente formados (Salisbury,1978), (Hafez, 1986).

Existen dos tipos de espermatogonias, las tipos A y B. Las espermatogonias tipo A se encargan de dividirse y dan origen a espermatogonias tipo B que son las que van a diferenciarse en espermatozoides. Las descendientes de las espermatogonias tipo B son las que entran a la primera división meiótica duplicando su material genético y son los espermatocitos primarios; cuando se completa la primera división meiótica el resultado son dos espermatocitos secundarios; por cada espermatocitos secundarios que entra a meiosis II se obtienen dos espermatídes, que madurarán para formar espermatozoides (Salisbury, 1978).

Según (McDonald, 1981), el proceso de división en la espermatocitogénesis, desde espermatogonia hasta espermátide, dura unos 45 días en el toro. Sin embargo, (Salisbury, 1978) menciona que la duración de la espermatogénesis se ha estimado en 54 y 63 días en el toro.



**Figura N° 8. Formación de los Gametos Sexuales o Gametogénesis (Derivaux, 1967), citado por (Muñoz, 2008).**

Los nemaspermos liberados en los túbulos seminíferos son transportados a través del sistema de los conductos sexuales hacia el epidídimo por la ayuda de varios mecanismos; líquido intratubular, contracciones del sistema conductor, contracciones de la túnica albugínea, movimiento de los animales, etc. (Holy, 1970).

La densidad de los nemaspermos en los testículos, según (Goetze ,1949), citado por (Holy, 1970), es de 0.01 millón/mm<sup>3</sup>, en la cabeza del epidídimo de 0.16; en el cuerpo, de 1 millón, y en la cola 3.6 millones/mm<sup>3</sup>. La reserva de semen en el epidídimo desaparece rápidamente y en especial cuando se extraen eyaculados con frecuencia.

Según Kirton y col., (1964) citados por (Holy L. , 1970), la producción semanal de nemaspermos es alrededor de 28.3 a 37.2 x 10<sup>9</sup> de nemaspermos y la producción diaria se calcula alrededor de 7 x10<sup>9</sup> (15 x 10<sup>9</sup> como máximo) de nemaspermos en el toro.

La producción de espermatozoides por el parénquima testicular es enorme; se ha comprobado que un gramo de tejido testicular del toro produce más de 6000 espermatozoides por minuto. Esto significa que un toro cuyos testículos tuvieran 300 a 350 g de peso promedio cada uno, produciría diariamente 5 a 6 x 10<sup>9</sup> espermatozoides (Barth y col. 2007), citado por (Muñoz, 2008).

Según Ortavan (1959) citado por (Holy, 1970), matemáticamente, se ha comprobado que un gramo de parénquima testicular, produce diariamente  $2 \times 10^6$  nemaspermos y 8,460 durante un minuto.



**Figura N°9. Esquema de la disposición de las células en el testículo (Nachón, 2008).**

#### **2.4 Morfología del espermatozoide.**

El espermatozoide es una célula alargada especializada, cuya única función es fertilizar al ovocito, (McDonald, 1981). En el bovino mide aproximadamente 75 micrones de largo y tiene una carga haploide de cromosomas (Hafez, 1989).

Está constituido por tres partes principales: la cabeza, cuello y cola (Hafez, 1989) y (McDonald, 1981). Estas partes pueden variar en su forma, estructura y dimensión por factores orgánicos o bien por factores externos que afectan directa o indirectamente la morfología de la célula o del proceso de la espermatogénesis (Ramírez, 2010).

El componente principal de la cabeza es el núcleo, que está formado por cromatina muy condensada que contiene los ácidos desoxirribonucleicos (DNA) de los cromosomas (Salisbury, 1978).

Alrededor del 60% de la parte anterior de la cabeza se halla cubierta por el acrosoma, el resto está revestido por el capuchón nuclear posterior. En el acrosoma se encuentran enzimas hidrolíticas (acrosina, hialurodinasa, esterasas e hidrolasas ácidas) que participan activamente en el proceso de fecundación (Hafez, 1989). La base del núcleo está rodeada por la vaina post-acrosómica donde hay proteínas ricas en azufre y receptores moleculares que reconocen al ovocito durante la fecundación (Salisbury, 1978).

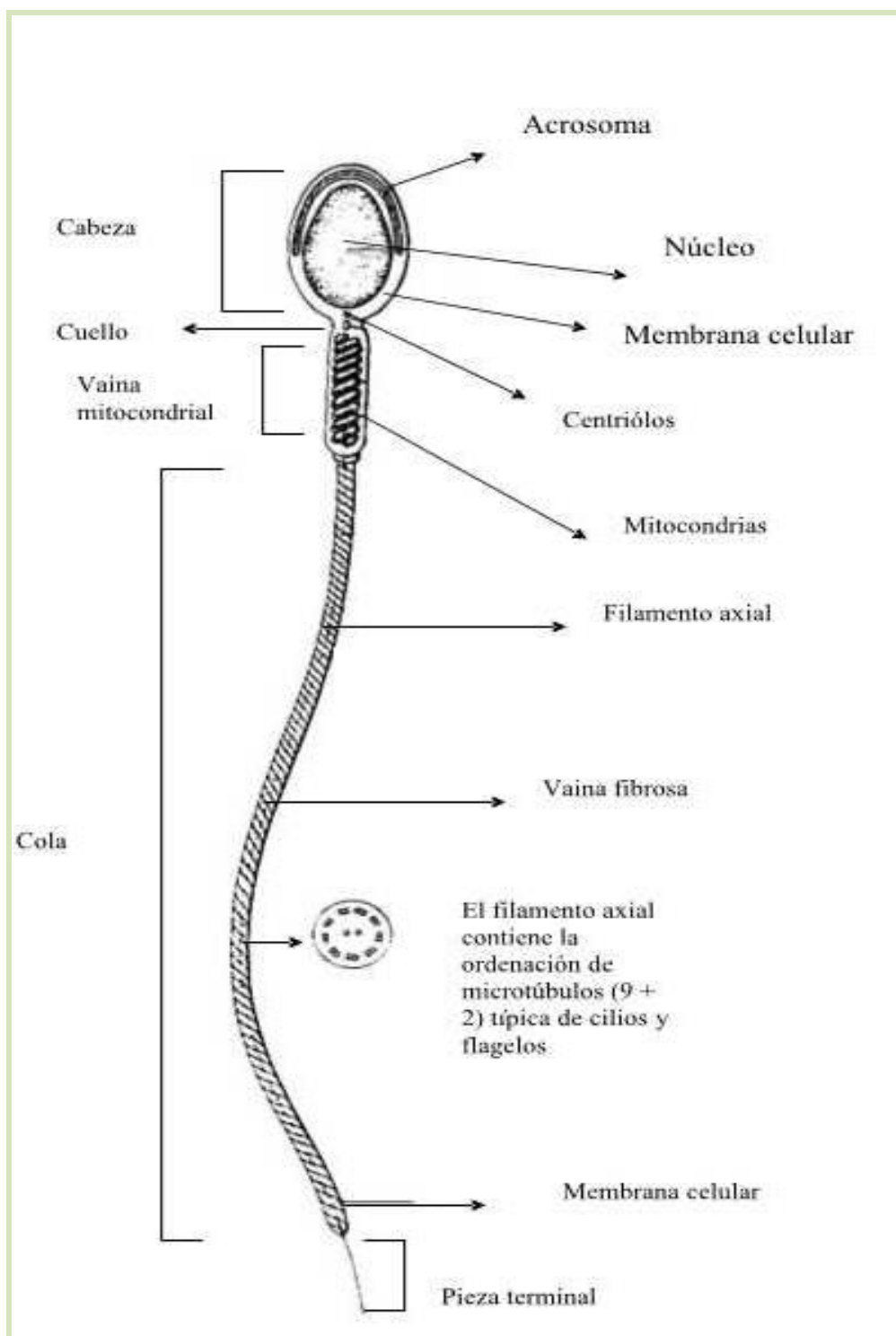


Figura N° 10. Estructura Espermatozoide Bovino Normal (Rodríguez, 2010).

El espermatozoide bovino tiene una longitud de 60  $\mu$  -70  $\mu$  y es mayor que la de los demás espermatozoides. La longitud de la cabeza varía entre 9  $\mu$  -15  $\mu$  y el ancho es alrededor de 4.25  $\mu$ . La cabeza es aplanada y cóncava y mide 1  $\mu$  aproximadamente de alto. El cuello es muy corto y no sobrepasa la longitud de 1  $\mu$  (Holy, 1978), sin embargo, (Salisbury, 1978) menciona que el cuello del espermatozoide es una estructura corta ubicada entre la cabeza y la pieza intermedia que mide de 0.4-1.5 micrones de largo. Tiene un centriolo rodeado de 9 fibras periféricas orientadas longitudinalmente que se continúan con las fibras exteriores de la pieza intermedia. La parte intermedia de la cola varía entre 8  $\mu$  - 15  $\mu$ ; la parte principal alcanza 45  $\mu$  - 50  $\mu$  y el resto de la cola mide alrededor de 3  $\mu$  (Holy, 1978).

Los espermatozoides representan la parte principal del eyaculado y transportan el material genético en forma del ácido desoxirribonucleico (DNA) como fuente de información genética, (Holy L. , 1987). Este está Ubicado en el núcleo de la célula recubierto anatómicamente por la cabeza del espermatozoide, en su parte anterior por el acrosoma (caperuza cefálica) y en la posterior por la membrana posnuclear (McDonald, 1981).

La cola del espermatozoide representa tanto el órgano del movimiento espermático activo como el órgano del metabolismo. La base de la cola está formada por un sistema de fibras finas (filamento axial) que se continúan del cuello. La fibra central se divide en dos partes y cumple la función de transmisión

de los impulsos de contracción y coordinación de las contracciones de las otras fibras de la cola que toman parte en la motilidad (Salisbury, 1978).

**Cuadro I. Medidas del espermatozoide bovino.**

ZONA		PROMEDIO	MAXIMO	MINIMO
		$\mu$	$\mu$	$\mu$
Cabeza	Longitud	9.15	9.46	8.55
	Ancho	4.25	4.41	3.56
	Ancho Base	1.7	1.77	1.51
Cuello	Longitud	1		
Parte Intermedia de la cola	Longitud	14.84		
	Diámetro	0.67	0.69	0.64
Parte principal de la cola	Longitud	45.50		
	Diámetro	0.51	0.60	0.39
Parte Terminal de La cola	Longitud	3.30	3.32	3.28
	Diámetro	0.44	0.50	0.32

**Fuente: Bonadona & Col. Citado por Holy. (1987).**

### **2.4.1 Anormalidades o patologías morfológicas de los espermatozoides.**

Se entiende por anomalía espermática a cualquiera desviación morfológica de la estructura normal de los espermatozoides (McDonald, 1981).

Los análisis de aberraciones espermáticas son una herramienta valiosa para determinar el potencial de fertilidad de los toros. El impacto económico de la baja fertilidad en las explotaciones bovinas de producción lechera o de carne está relacionado con grandes pérdidas económicas en relación con la disminución del número de vacas preñadas por año afectando de igual forma a hatos lecheros, doble propósitos y de cría y ceba (Salisbury, 1978).

Un semen de buena calidad contiene siempre un cierto número de espermatozoides anormales. Según (Williams y Lagerlof s/f), citado por (Ramírez, 2010) estas anomalías serían de un 10 a 12% en toros, donde un 20% según otras investigaciones es aceptable; para obtener una apreciación buena se deben examinar por lo menos 200 espermatozoides.

Según (Holy L. , 1987), citado por (Ramírez, 2010) la presencia de formas anormales no indican que se trate de un semen infértil, puesto que los espermatozoides maduros pueden permanecer almacenados hasta 60 días en el epidídimo sin ser eyaculados y sin perder su fertilidad. Sin embargo, a medida que transcurre el tiempo y el macho permanece en reposo sexual prolongado, va aumentando el porcentaje de espermatozoides en cierto grado de degeneración.

### 2.4.1.1 Anormalidades espermáticas primarias.

Las anormalidades espermáticas primarias, son aquellas que se originan dentro del testículo y se deben a fallas en la espermatogénesis, (Hafez, 1989).

#### Cuadro II. Principales defectos de los espermatozoides.

1. Subdesarrollados
2. Formas dobles
3. Defecto espermatozoides nudosos
4. Defecto espermatozoides decapitados
5. Defecto diadema
6. Cabeza piriforme
7. Estrechamiento en base
8. Contorno anormal
9. Cabezas anormales pequeñas
10. Defecto de sacacorchos
11. Otros defectos pieza media
12. Gotitas proximales
13. Defecto de pseudo gotitas
14. Cola fuertemente enrollada o doblada (Defecto "Dag")

**Fuente: (Salisbury, 1978).**

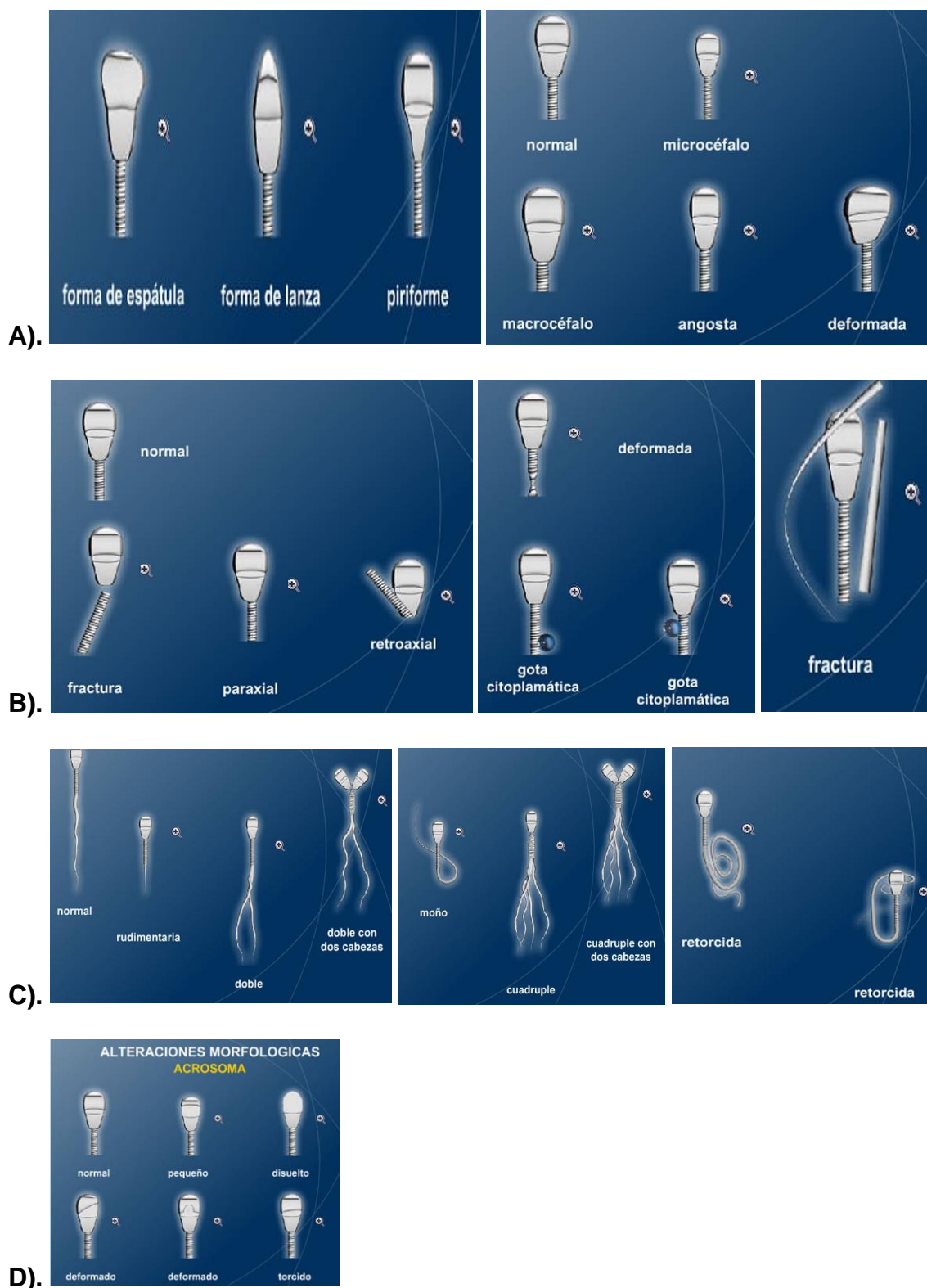
### 2.4.1.2 Anormalidades espermáticas secundarias.

Son productos de trastornos en la maduración de las células espermáticas en el epidídimo, por estados febriles prolongados, por exceso de actividad sexual, reposo sexual prolongado (mayor de 60 días), perturbaciones bioquímicas del plasma seminal, procesos inflamatorios de las glándulas accesorias o errores técnicos del laboratorio en el manejo del material seminal, (Salisbury, 1978). Sin embargo (Ruíz, 2007), citado por (Muñoz, 2008) describe que las anormalidades secundarias ocurren desde el instante que el espermatozoide sale del testículo y llega al epidídimo.

#### Cuadro III. Anormalidades secundarias de los espermatozoides.

1. Cabezas estrechas
2. Cabezas pequeñas, normales
3. Cabezas gigantes, cortas, anchas
4. Cabezas libres (normales)
5. Caperuzas acrosómicas desprendidas
6. Implantación abaxial
7. Gotitas distales
8. Cola sencillamente doblada o arrollada
9. Cola arrollada terminalmente

**Fuente: (Salisbury, 1978).**



**Figura N° 11. Patologías espermáticas. A) Cabeza, B) Pieza intermedia, C) cola, D) Acrosoma (Serrano, 2010.)**

## 2.5. Composición Seminal.

El semen es la combinación de las secreciones de los testículos y de las glándulas accesorias, donde los componentes importantes son los espermatozoides presentes, (Salisbury, 1978). Según (Hafez, 1989); este líquido formado durante la eyaculación, se llama plasma seminal; donde (Kolb, 1975) menciona que el plasma seminal tiene como misión, nutrir a los espermatozoides.

**Cuadro V. Composición del semen bovino.**

<b>Propiedad</b>	<b>Valor</b>
<b>Volumen de eyaculación, ml.</b>	4.0 (2.0-10.0)
<b>Espermatozoides, millones/ml.</b>	1000 (300-2000)
<b>Ph</b>	6.9 (5.9-7.3)
<b>Agua, g/100 ml.</b>	90 (87-95)
<b>Sodio, mg/ml</b>	260
<b>Potasio, mg/ml</b>	170
<b>Calcio, mg/ml</b>	34 (24-46)
<b>Magnesio, mg/ml</b>	12
<b>Fósforo Total, mg/ml</b>	82
<b>Fructosa, mg/ml</b>	500
<b>Ácido cítrico, mg/ml</b>	720

**Fuente: (McDonald, 1981).**

## **2.6 Propiedades del semen.**

### **2.6.1 Color.**

La mayor parte de los sémenes de toro son blanco lechosos, variando hacia un color crema, sin embargo, algo más del 10% de los toros producen un semen que es normalmente amarillo, donde no influye en la fertilidad del toro (Salisbury, 1978).

El color amarillo del semen en ciertos casos se debe a un lipocromo derivado del epitelio de la Ampolla, pero no se haya influido por el tipo de alimentos, (Corneo, 1940) . (Holy L. , 1987) Menciona que las altas concentraciones de riboflavina es la causa de semen en toros de color amarillo.

(Zemjanis, 1990) Indica que la concentración espermática puede ser determinada según el color del semen obtenido, donde, cabe determinar que puede variar dicha estimación si el volumen del eyaculado obtenido es por estimulación eléctrica, ya que, esto no refleja la capacidad del toro, sino que, por el contrario, está en función de la duración del estímulo y la cantidad colectada en cada frasco.

### **2.6.2 Volumen.**

El volumen del eyaculado varía en los distintos toros y en diferentes momentos para cada uno. El volumen aumenta con la edad y el tamaño corporal del toro, se modifica con su salud, vigor reproductivo y con la frecuencia de los servicios

(Salisbury, 1978). El volumen del eyaculado se expresa en mililitros, normalmente dicho valor, para el eyaculado de toros, es de aproximadamente  $\geq$  a 4 ml, llegando hasta 12 ml (Aguero, 2012).

El volumen del eyaculado en bovinos varía con los distintos toros y en diferentes momentos para cada toro, donde el volumen aumenta en toros adultos y es modificado por su estado de salud, vigor reproductivo y la frecuencia de los servicios que realice (Salisbury, 1978).

Los animales jóvenes y aquellos de menor talla dentro de la especie producen menores volúmenes de semen. La eyaculación frecuente causa menor promedio y cuando se obtienen dos eyaculados en forma consecutiva, el segundo suele tener menor volumen (Hafez, 1989).

El volumen en el momento de la recolección se mide de forma directa en el recipiente de recolección. El empleo de tubos graduados facilita una rápida medición en el caso de toros, carneros y garañones (Sorensen, 1982).

Una muestra de semen debidamente recogida debe tener aproximadamente el volumen característico de la especie y estar libre de orina, pelos o materiales extraños (Cole & Cupps, 1989).



**Figura 12. Medición del volumen de un eyaculado con un tubo de recolecta graduado.**

### **2.6.3 Olor.**

Las muestras de semen recolectadas higiénicamente de toros sanos y fértiles tienen un débil olor sui géneris (Aguero, 2012). Según (Ramírez, 2010) el olor del semen es muy característico, con su evaluación se descartan los olores diferentes como putrefacción u otros.

### **2.6.4 Concentración.**

Se refiere al número de espermatozoides por unidad de volumen de plasma seminal. La concentración varía con el desarrollo sexual y la madurez del toro, con el régimen de alimentación, con el estado de bienestar del animal, con el

estado de salud reproductiva y el tamaño de los testículos. Según estudios realizados la concentración va desde 0 en la azoospermia hasta más de 3000 mil millones de células por ml (Salisbury, 1978).

En combinación con el volumen del eyaculado, la cantidad de espermatozoides determina la capacidad fecundante del toro; además, determina también cuantas hembras pueden inseminarse de un mismo eyaculado de un toro (Hafez, 1989).

**Cuadro VI. Escala para clasificar la concentración de células espermáticas según el aspecto del semen bovino.**

<b>Aspecto</b>	<b>Densidad</b>	<b>Concentración aproximada por ml</b>
<b>Cre moso</b>	3	> 1000,000,000
<b>Le choso, opaco</b>	2	500,000,000 – 1000,000,000
<b>Opalescente</b>	1	200,000,000 – 500,000,000
<b>Acuoso</b>	0	< 200,000,000

**Fuente: (Zemjanis, 1990).**

Dentro de las técnicas de laboratorio utilizadas para determinar la concentración espermática una de las más común y utilizada está la Cámara de Neubauer. Se trata de una gruesa placa de cristal con forma de portaobjetos, de unos 30 x 70 mm y unos 4 mm de grosor. En una cámara simple, la porción central, que es donde se realiza el conteo, y está dividida en 3 partes (Bastidas, S/f).

Típicamente, el rango de concentraciones que permite contar está entre 250.000 células y 2,5 millones de células por ml. Por encima de 2,5 millones la probabilidad de cometer errores de conteo crece demasiado, y también el tiempo y esfuerzo necesario para realizar un recuento con fiabilidad. Por encima de esta concentración es conveniente diluir la muestra para acercar la concentración al rango óptimo (Bastidas, S/f).



**Figura N° 13. Cámara de Neubauer o hematocitómetro (Bastidas, 2008).**

#### **2.6.4.1 Pasos para la utilización de la Cámara de Neubauer.**

1. Se realiza la dilución del semen 1:200 en una solución de Formol Hancock 63. Agitando la dilución para que la muestra a tomar sea uniforme y representativa.
2. Se coloca un cubreobjetos sobre la cámara de Neubauer, y se coloca en posición horizontal sobre la mesa, en un lugar donde nos sea cómodo pipetear.
3. Se introduce una punta desechable en el extremo de la micropipeta.
4. Se ajusta la micropipeta para succionar 14 uL de líquido.
5. Se coloca la punta de la pipeta en el borde del cubreobjetos, en el extremo de la cámara de Neubauer. Se trata de dejar que el líquido penetre entre la cámara y el cubreobjetos desde el lateral, por capilaridad.
6. Se suelta el pistón suavemente mientras se supervisa que el líquido está entrando correctamente y de forma uniforme en la cámara.
7. En caso de que aparezcan burbujas, el cubreobjetos se haya movido o algo no haya salido bien, repetir la operación.
8. Colocar la cámara de Neubauer en la bandeja del microscopio. Si el microscopio dispone de pinza de sujeción, fijar la cámara con ella.
9. Encender la luz del microscopio.
10. Enfocar el microscopio hasta que pueden verse nítidas las células mirando por el binocular.
11. Contar 5 cuadros grandes de una cámara de Neubauer Improved de 0,1mm de profundidad.

12. Realizar el recuento de células en el primer cuadro.
13. Existe una convención por la cual si las células tocan el límite superior o el límite izquierdo del cuadro, deben contabilizarse, pero no se contabilizan si tocan el límite inferior o el límite derecho.
14. Luego de obtener el conteo de los 5 cuadros de la parte superior de la cámara y los 5 cuadros de la parte inferior de la cámara, se procede a promediarlos para obtener un dato más exacto. Al obtener el valor promedio se procede a aplicar la siguiente fórmula.

$$\text{Conc. Esp/mm}^3 = X \times 200 \times 50 \times 1000$$

X = Valor promedio de células espermáticas contadas.

200 = Factor de dilución.

50 Factor de corrección. (Incluye la superficie del cuadrado, número de cuadrillos contados y la altura de la cámara).

1000 = Conversión a ml

El resultado queda expresado como número de espermatozoides por ml.



Figura N° 14. Cubre objetos para la cámara de Neubauer (Bastidas, S/f).

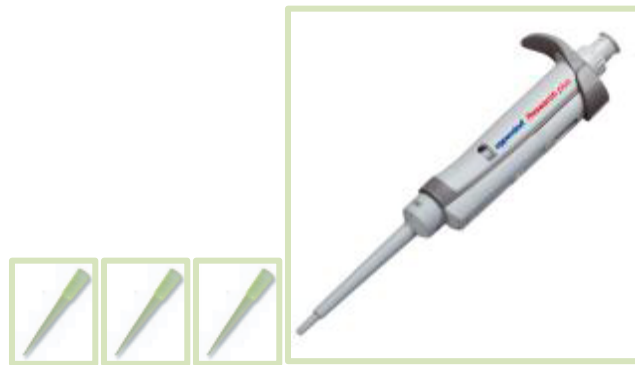
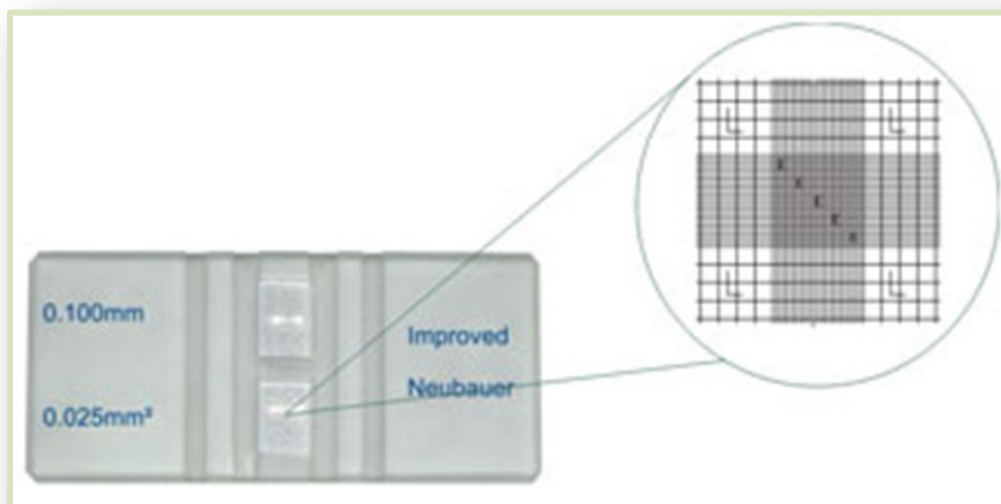


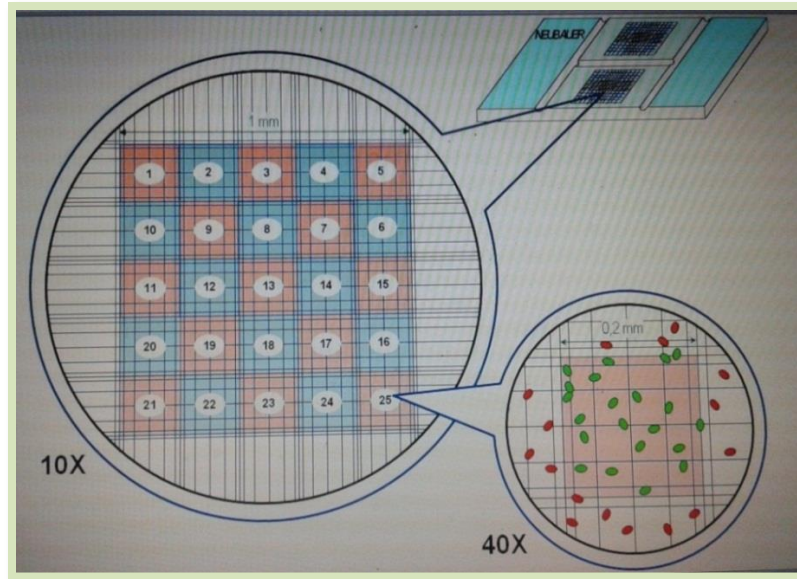
Figura N ° 15. Pipetas de 5  $\mu$ l Para la dilución del semen (Bastidas, S/f).



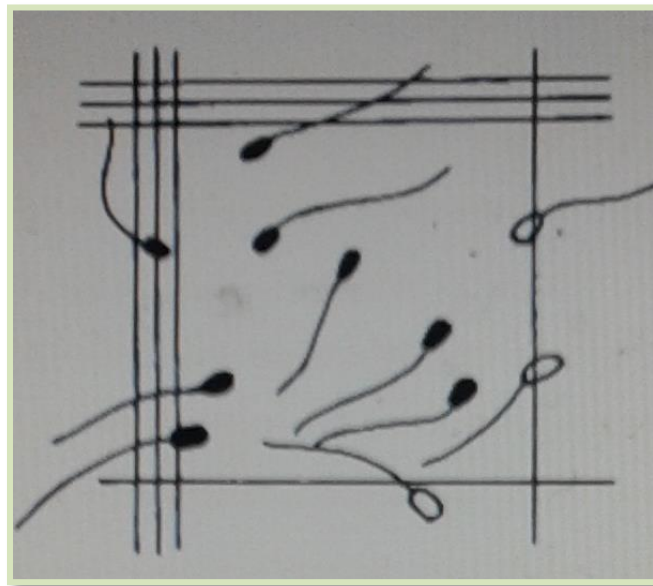
**Figura N° 16. Microscopio electrónico para realizar el enfoque y posterior conteo de las células en la cámara de Neubauer (Bastidas, S/f).**



**Figura N° 17. Enfoque de las divisiones de cuadros del cuadrado inferior de la cámara de Neubauer (Bastidas, S/f).**



**Figura N° 18.** Enfoque de un cuadro de 1.00 mm, el cual se divide en 25 cuadros de 0.05mm, donde se realiza el conteo de solo 5 cuadros de ellos (5 de 0.05mm) (Bastidas, S/f).



**Figura N° 19.** La imagen nos muestra las células que están negras por completo deben ser tomadas en cuenta en el momento del conteo celular (Bastidas, S/f).

### 2.6.5 Motilidad.

La motilidad general indica la concentración y viabilidad de las células espermáticas (Zemjanis, 1990). Se refiere al porcentaje de espermatozoides vivos con movimiento progresivo rectilíneo uniforme.

La motilidad de los espermatozoides y el porcentaje móvil de los mismos son significativamente afectados por la temperatura (Zemjanis, 1990). Se debe tomar precauciones al momento de la recolección del eyaculado para que sea protegido del shock por frío o por reducción de la temperatura, que produce un efecto depresor acentuado sobre la motilidad. El excesivo calor y los agentes extraños también afectan a los espermatozoides y reducen la motilidad.

**Cuadro VII. Escalas descriptiva para determinar la motilidad de células espermáticas en bovinos.**

<b>Células móviles</b>	<b>Valor descriptivo</b>	<b>Valor numérico</b>
<b>80 – 100 %</b>	Muy bueno	5
<b>60 – 80 %</b>	Bueno	4
<b>40 – 60 %</b>	Regular	3
<b>20 – 40 %</b>	Pobre	2
<b>0 - 20 %</b>	Muy pobre	1

**Fuente: (Zemjanis, 1990).**

### 2.6.6 Vigor.

Es la velocidad de movimiento con que los espermatozoides atraviesan el campo. La morfología peculiar de las células espermáticas y sus vías metabólicas características, que permiten la producción de energía útil, permiten a los espermatozoides vivos impulsarse por sí mismo a través de los medios líquidos. Sin embargo, pese a que se ha realizado un gran trabajo sobre este punto, el mecanismo exacto por el que se produce el movimiento se desconoce, ni tampoco se comprenden claramente las funciones fisiológicas y los fines de mismo (Salisbury, 1978).

**Cuadro VIII. Escala descriptiva del vigor espermático del semen bovino.**

<b>Escala Descriptiva</b>	<b>Escala Numérica</b>	<b>Aspecto del modelo</b>
<b>Muy pobre</b>	0	Sin movimiento (Necrospermia)
<b>Pobre</b>	1	Leve movimiento de cola sin desplazamiento progresivo
<b>Regular</b>	2	Lento movimiento de cola con algo de movimiento progresivo
<b>Aceptable</b>	3	Movimientos progresivo continuo a velocidad moderada a rápida
<b>Bueno</b>	4	Movimiento progresivo rápido
<b>Muy bueno</b>	5	Movimiento progresivo muy rápido, difícil de seguir visualmente

**Fuente: (Ax et al., 2000).**

### 2.6.7 Turbidez.

Se refiere a los movimientos en ondas que producen los espermatozoides en el campo (Aparicio, 2014).

La turbidez, conocida como también motilidad masal o movimiento en masa depende de tres factores: Concentración espermática, porcentaje de células con movimiento progresivo o motilidad individual y como tercer factor la velocidad de movimiento o vigor espermático. Cuando uno de estos tres factores se encuentra disminuido, las ondas rápidas en remolinos esperadas son severamente deprimidas o eliminadas (Curbelo, 2013).

**Cuadro IX. Escala descriptiva de turbidez espermática en semen bovino.**

<b>Escala Descriptiva</b>	<b>Escala Numérica</b>	<b>Aspecto del modelo</b>
<b>Muy buena</b>	4/5 y 5/5	Ondas oscuras, corrientes turbulentas o vertiginosas que se mueven muy rápidamente
<b>Buena</b>	3/5	Ondas moderadas a rápidas
<b>Regular</b>	2/5	Ondas lentas
<b>Pobre</b>	1/5	Movimientos singulares o esporádicos y ninguna actividad de masa
<b>Mala</b>	0	Necropermia o inmovilidad total

**Fuente: (Curbelo, 2013).**

## **2.7 Factores que afectan la calidad seminal.**

### **2.7.1 Infecciosos virales.**

Los virus han sido detectados a nivel testicular, estos, encuentran en la barrera hemato-testicular un adecuado mecanismo para evitar los dispositivos de defensa y los posibles tratamientos que se lleven a cabo para atacarlos, lo que conlleva, que el testículo se convierte en un adecuado reservorio para los virus entre otros agentes infecciosos. El virus de la diarrea viral bovina (BVDV ) puede ser transmitido en el semen en alta concentración pero no se ha asociado con alteración en la morfología espermática. El virus puede ser aislado de las glándulas sexuales accesorias, de los testículos y del semen (Lozano, 2010).

### **2.7.2 Infecciosos no virales.**

Otro tipo de microorganismos distintos a los virus y que pueden afectar la calidad del semen son los *Mycobacterium*, siendo el *avium* subespecie *paratuberculosis* eliminado por el semen y aislado de órganos reproductivos de toros infectados. La leptospirosis se constituye en una importante causa de infertilidad en bovinos, siendo la *L. interrogans*, *borgpeterseneii* y *kirschneri*, con sus respectivos serovares, las más representativas en medicina veterinaria. Los toros infectados pueden eliminar *Leptospira* en semen y orina durante meses y transmitiendo la enfermedad por monta directa; además de que en algunos casos esta espiroqueta puede sobrevivir a la crio preservación (Lozano, 2010).

### **2.7.3 Razas.**

La explicación de por qué un toro Bos Taurus disminuye su fertilidad comparado con un toro Bos Indicus, cuando se encuentra en condiciones tropicales se entiende en el hecho de presentar un alto índice de estrés oxidativo. Este ocurre a nivel intratesticular y dará lugar a una inadecuada calidad del semen una vez se obtenga un eyaculado tanto por monta directa o por colecta.

Algunos autores reportan que los toros Bos indicus presentan siempre una menor producción y menor calidad espermáticas, sin importar bajo qué condiciones se encuentran en comparación con los Bos Taurus, (Hoflack, Opsomer et ál 2007); citado por (Lozano, 2010).

### **2.7.4 Edad.**

En general, las razas Bos taurus es más precoz en desarrollo sexual y, por tanto, su calidad seminal en animales menores de 2 años es mejor en cuanto a motilidad, morfología y concentración. La alta prevalencia de gotas citoplasmáticas proximales en toros cebú Brahman de 2 años de edad puede ser el resultado de inmadurez sexual de este tipo de razas comparadas a la Bos indicus bajo condiciones tropicales (Lozano, 2010).

### **2.7.5 Nutricionales.**

La nutrición es un aspecto fundamental en el inicio de la pubertad y en el transcurrir de la vida reproductiva del toro. Tanto los excesos como los defectos

en la dieta se pueden ver reflejados en la calidad del semen a nivel de los espermatozoides y del plasma seminal. Está comprobado que la calidad del alimento es un factor importante que contribuye al desarrollo de la pubertad y a la formación espermática durante su vida productiva. Los animales que reciben dietas balanceadas van a ser más precoces que individuos que se consideran subalimentados (Lozano, 2010).

En los casos de toros subalimentados se retrasa la pubertad debido a que se disminuye la producción de IGF-1 y, en consecuencia, se retarda la producción de LH y testosterona, hormonas de gran importancia en la madurez sexual del macho. Dietas balanceadas con pastos ricos en energía, y un adecuado porcentaje de proteína, son benéficas en el inicio de la pubertad, ya que favorecen un desarrollo testicular más rápido, especialmente durante edades entre 10 y 15 meses (Saravia, 2003).

Por otra parte, la desnutrición tiende a atrasar el inicio de la pubertad, así como las dietas no balanceadas por exceso (sobrecondicionamientos), llevando incluso a alteraciones irreversibles en los toros, tanto a nivel físico como de calidad espermática. Efectos indirectos de sobrealimentación como obesidad y problemas de pezuñas y patas también pueden contribuir a una menor libido y capacidad de realizar un servicio (Lozano, 2010).

### **2.7.6 Factores ambientales.**

La humedad relativa y la temperatura son factores medioambientales estresantes en el animal, lo que ocasionan un desequilibrio en el normal funcionamiento fisiológico del animal (Marín & Veléz, s.f).

El estrés calórico, sumado a la humedad, impide que los mecanismos termorreguladores del toro sean capaces de mantener un equilibrio que no afecte la calidad seminal. Se ha reportado que la temperatura ambiental y la lluvia están correlacionadas positivamente con el porcentaje de anomalías espermáticas tanto en *Bos indicus* como cruces con *Bos taurus* a una temperatura superior a los 31 °C (Lozano, 2010).

Para que el testículo logre mantener una temperatura ideal de 33-34,5 °C, debe mantener una termorregulación testicular constante, siendo la temperatura ambiental ideal para ello entre 18 y 22 °C (Mathevon, 1998); citado por (Lozano, 2010).

#### **2.7.6.1 Temperatura ambiente.**

La temperatura del aire es el grado sensible de calor y se debe principalmente a la radiación calorífica de onda larga que emite la superficie del planeta, (Ayllón, 2003).

A medida que el calor ambiental se aproxima a la temperatura corporal (37.5-39.5°); los mecanismos de disipación de calor no evaporativos (radiación, conducción y convección) pierden efectividad; quedando entonces los mecanismos activos para perder calor, los cuales incluyen: sudoración, respiración y jadeo (Macharlane, 1973); citado por (Barillas, 2014).

#### **2.7.6.2 Humedad relativa.**

El vapor del agua es uno de los componentes más importantes de la atmósfera; su capacidad es variable y da lugar a numerosos fenómenos atmosféricos (Ayllón, 2003).

Se entiende por humedad a la cantidad de vapor presente en el aire. La humedad relativa es la relación expresada en porcentaje, entre la cantidad de vapor de agua realmente existente en la atmósfera y la que existiera si el aire estuviera saturado a la misma temperatura. Esta relación se obtiene a partir de la tensión de vapor actual y la tensión máxima de saturación (Ayllón, 2003).

Si la humedad es baja (zonas calidas y secas), la evaporación es rápida. Por otro lado, si la humedad resulta elevada (zonas calidas y húmedas), la evaporación es lenta; reduciéndose la pérdida de calor y por consiguiente alterando el equilibrio térmico del animal (Herrera 2011), citado por (Barillas, 2014).

### 2.7.6.3 Índice de Temperatura y Humedad (ITH).

Dada la reconocida influencia de los elementos del clima en la producción animal es importante la cuantificación de las condiciones en que ocurre estrés térmico medido a través de la evolución de índices que consideran por ejemplo la temperatura del aire y humedad (ITH) (Thom, 1959; Johnson, 1961).

$$\text{ITH} = 1.8 \times \text{Ta} - (1 - \text{HR}) \times (\text{Ta} - 14.3) + 32$$

Otras investigaciones sobre efectos del ITH en bovinos han utilizado otros modelos:

$$\text{ITH} = \text{TAbs} + 0.36 \text{ TAbh} + 41.2$$

$$\text{ITH} = ((\text{TAbs} + \text{TAbh}) \times 0.72) + 40.6$$

$$\text{ITH} = (0.8 \times \text{TAbs}) + ((\text{HR}100) \times (\text{TAbh} - 14.4)) + 46.4$$

Dikmen y Hansen (2009).

$$\text{ITH} = ((1.8) (\text{Ta } ^\circ\text{C}) + 32.0) - (0.55 \times \text{HR}/100) ((1.8) (\text{Ta } ^\circ\text{C}) - 26.0)$$

(NRC, 1971).

ITH = Índice Temperatura Humedad.

TAbs = Temperatura ambiental de bulbo seco.

TAbh = Temperatura ambiental de bulbo húmedo.

HR = Humedad relativa.

Ta = Temperatura ambiente.

## **2.8 Proceso de Adaptación.**

Adaptación en los animales se refiere a los cambios genéticos y biológicos que ocurren en respuesta a estímulos internos y externos (Saravia, 2003). La adaptación comprende dos conceptos: 1) resistencia, la cual se relaciona con la tolerancia hacia ambientes extremos y 2) capacidad adaptativa, que permite la actividad normal en una escala ambiental alterada, pero tolerable (Saravia, 2003).

Los animales bien adaptados se caracterizan por a) pérdida mínima de peso durante la exposición a un estrés tal como la deficiencia nutritiva, alta producción de leche o al ser transportados, b) alto índice reproductor, c) gran resistencia a enfermedades, d) longevidad y e) bajo índice de mortalidad (Saravia, 2003).

## **2.9 Aclimatación y Homeostasis.**

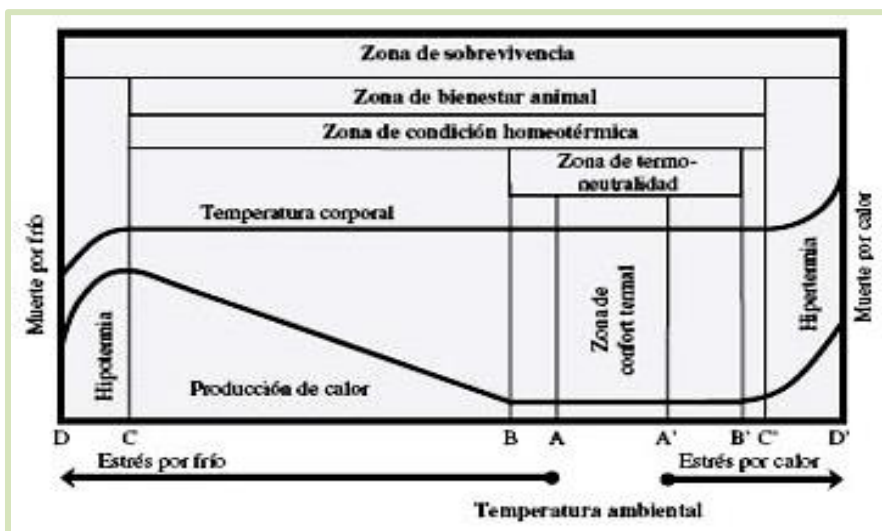
La aclimatación es un ajuste fisiológico adaptativo, a largo plazo, que es el resultado de una mayor tolerancia a la exposición continua y repetida al estrés climático (Kamal *et al.*, 1962), (Johnson *et al.*, 1963), (Hafez, 1972), (Saravia, 2003).

Los animales homeotermos (mamíferos y aves) son los que tienen la capacidad de controlar dentro de un estrecho margen la temperatura del cuerpo en un medio donde la temperatura puede variar ampliamente. Toleran pérdidas o

ganancias de energía del medio que los rodea para mantener una condición constante de todo el cuerpo denominada homeostasis (Saravia, 2003).

Cannon, (1932) citado por (Saravia, 2003), definió la capacidad del cuerpo para mantener una condición constante o status de todo el cuerpo (peso corporal, presión sanguínea, temperatura interna, etc.), que se opone a las influencias externas que alteran constantemente el medio ambiente.

Para mantener su balance térmico, los animales que viven en lugares fríos o calientes sufren algunos ajustes funcionales; estos pueden afectar la velocidad del metabolismo, la respiración, la circulación sanguínea, el transporte de fluidos y electrolitos y el engrosamiento de la piel (Saravia, 2003).



**Figura N° 20. Representación esquemática de las condiciones ambientales críticas para la supervivencia animal.**

**Fuente: Silanikove (2000); citado por (Arias, 2008).**

El rango de temperatura ambiental en que la temperatura del cuerpo se mantiene constante con un esfuerzo mínimo de los mecanismos termorreguladores se denomina **zona de confort térmico (A - A')**. En ella no existe sensación de frío ni calor.

Cuando la temperatura del aire sale de la zona de bienestar térmico pasando hacia el frío o el calor, el animal activa sus mecanismos de defensa según lo siguiente: Cuando la temperatura cae por debajo de la zona de bienestar térmico (A) se presenta una vasoconstricción capilar periférica y piloerección generalizada, lo que provoca un aumento en la conservación del calor. Al disminuir más la temperatura ambiente (**por debajo del punto B o temperatura crítica mínima**), se incrementa la producción de calor (por un incremento en la ingestión de alimento, por ejemplo). Ahí el animal aún se encuentra en la **zona homeotérmica**, en la cual la temperatura corporal permanece constante.

A cierta temperatura exterior más baja (**C**) no alcanza el calor producido para compensar las pérdidas, por lo que la temperatura corporal comienza a descender. Después de haber alcanzado un máximo la producción de calor disminuye rápidamente, acelerándose el proceso de enfriamiento. Al alcanzar la temperatura letal (**D**) el animal muere por **hipotermia**.

Cuando la temperatura ambiente supera la zona de bienestar térmico ( **A**) se activan los mecanismos físicos de defensa contra el calor: vasodilatación capilar

periférica sudoración, jadeo. Al elevarse más la temperatura (**por encima de B´ o temperatura crítica máxima**) se intensifica el sudor y el jadeo y quizás haya una disminución compensatoria en la producción de calor. En respuesta al incremento de la temperatura por encima de **(C)** aumenta más el sudor y jadeo, pero el enfriamiento logrado de esta manera es insuficiente para mantener la **homeotermia**, de manera que la temperatura corporal comienza a subir. Esto provoca un aumento en el índice metabólico que finalmente lleva a la **hipertermia** o muerte por calor, si la temperatura está por encima de **(D)**, (Saravia, 2003).

## **2.10 Efectos del estrés calórico microclimático y sus repercusiones sobre la reproducción en machos bovinos.**

Los factores climáticos tales como la temperatura y la humedad relativa son los que influyen de manera directa sobre la fertilidad del ganado bovino, influyendo en la zona de confort de los animales y repercutiendo negativamente en la fertilidad de los mismos (Ponce, 2010).

Kastelic,(19979 y (Setchell,1998); citado por (Barrio,2010) mencionan que el incremento de la temperatura escrotal que puede ocurrir por temperatura ambiental muy elevada, afecta la espermatogénesis y las espermatogonias mueren, las espermátides sufren anomalías estructurales y metabólicas, disminuye la proporción de espermatozoides vivos y progresivos móviles, y se incrementan los defectos de cabeza principalmente.

Una de las primeras características de reproducción afectadas por las altas temperaturas en el toro es la libido. Cuando la temperatura ambiente es de 37,8 °C, la temperatura rectal alcanza o excede los 40 °C, provocando en las dos primeras razas una disminución del número de eyaculados colectados (Marín & Veléz, s.f).

La temperatura de los testículos es usualmente de 5 a 6°C debajo de la temperatura corporal; pero en climas calurosos la temperatura testicular puede incrementar considerablemente hasta 3°C de la temperatura rectal. La porción interna del aparato reproductor masculino puede ser regulada por medio del torrente sanguíneo y conducción por su cercanía a la cavidad torácica, permitiendo una temperatura constante (Fernández, 1993).

A partir de la segunda semana de período de estrés térmico en un animal, la motilidad del semen disminuye y el porcentaje de espermatozoides anormales aumenta (Marín & Veléz, s.f).

La exposición directa del testículo a temperaturas altas provoca alteraciones en ciertas etapas críticas del ciclo espermatogénico; este efecto, limita solamente al proceso de elaboración de las células sexuales, y la relativa insensibilidad de los espermatozoides epididimarios para la aparición de las alteraciones en el semen eyaculado. La duración y la intensidad de la exposición al estrés térmico determinan el retorno a una calidad normal del semen que toma de 40 a 60 días.

El Estrés calórico afecta la secreción de gonadotropinas y esteroides gonadales. En condiciones de estrés calórico, la ACTH (hormona adrenocorticotropica) suele incrementar como mecanismo de adaptación, y consecuentemente una reducción en la secreción de testosterona y LH a largo plazo. Esta respuesta se debe a una reducción en la concentración de receptores de LH y a una supresión directa en la biosíntesis de andrógeno (Zuñiga, 2009).

Concomitante a esta situación, CRF (factor liberador de corticotropína) estimula la producción por las células de Leydig de  $\beta$ -endorfinas las cuales a través de un mecanismo paracrino, bloquean la producción de receptores de las células de Sertoli para la acción de FSH, impidiendo que éstas ejerzan su función durante la espermatogénesis y dando lugar a una disminución en la producción espermática, mecanismo similar al que ocurre en toros que viven en países de estaciones y que es influenciado por la intensidad lumínica (Lozano, 2010).

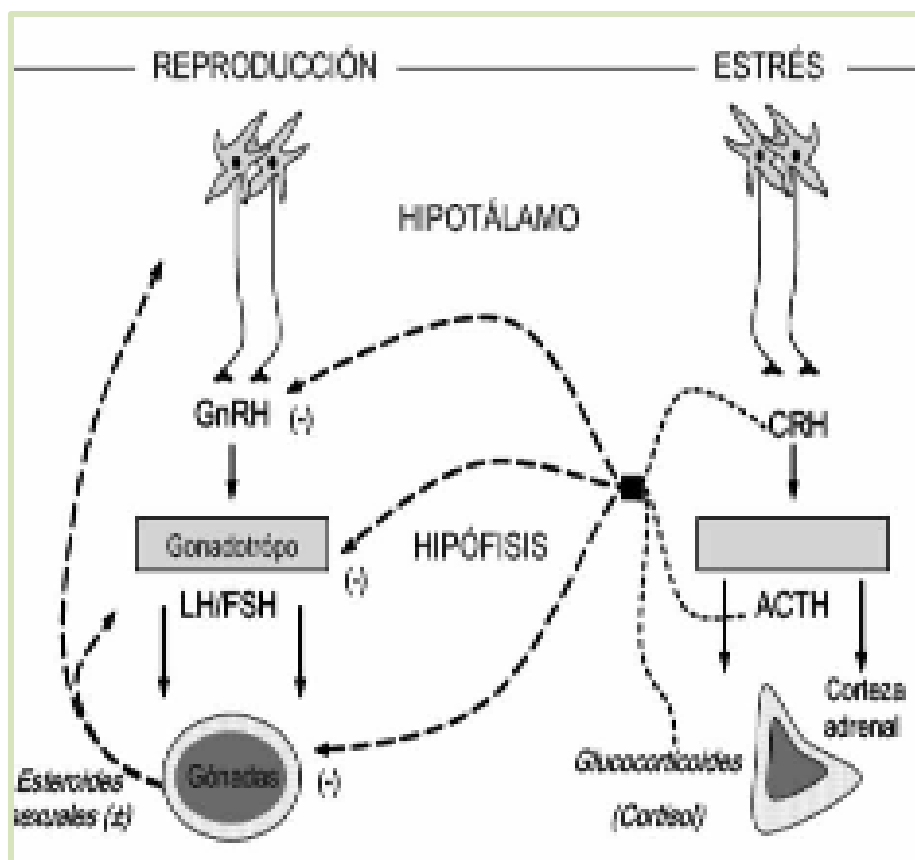


Figura N° 21. Efecto del estrés calórico en la síntesis de hormonas influyentes en la reproducción animal (Lozano, 2010).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el Centro de Investigación en Biotecnología Agropecuaria de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, ubicado en el corregimiento de Chiriquí, localizado a los 8°23'15.12" de latitud norte y 82°19'47.48" de longitud oeste, con una elevación de 26msnm.

Se utilizaron 5 toros jóvenes de la raza Fleckvieh con un rango de edad aproximada de 19 a 22 meses, con una condición corporal muy parecida entre los rangos de 3.5 a 4 y con un peso aproximado de 450- 540 Kg de peso vivo. Estos animales se encontraban confinados bajo galeras y en la noche tenían disponibilidad a mangas de pastoreo.

Los datos de la temperatura ambiente y humedad relativa fueron registrados por la estación meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. El índice de Temperatura y Humedad (ITH), fue calculado mediante la fórmula

$$\text{ITH} = ((1.8) (T_a \text{ } ^\circ\text{C}) + 32.0) - (0.55 \times \text{HR}/100) ((1.8) (T_a \text{ } ^\circ\text{C}) - 26.0)$$

(NRC, 1971).

Los datos obtenidos mediante las investigaciones que se realizaron con la extracción y análisis seminal fueron realizados en dos extremos de temperatura realizando dos repeticiones en cada animal. Una extracción seminal en horas de la mañana (7:00 a.m. - 8:00 a.m.) y otra en la tarde (12:00 m.d - 1:00 p.m.).

Previo a la extracción se realizó la limpieza del recto extrayendo las heces del toro. En cada animal se tomó la temperatura rectal con un termómetro de mercurio durante un tiempo aproximado de dos minutos antes de cada extracción realizada. Se determinó el diámetro de la próstata, vesículas seminales mediante palpación rectal; diámetro de circunferencia escrotal con una cinta métrica especial y peso corporal de los toros con una cinta de pesaje ideal para animales doble propósito.

Se limpió el área genital de los toros para disminuir y evitar la contaminación del semen a recolectar. Se recortaron los vellos, del área del prepucio que puedan tener contacto con el semen al momento del eyaculado, se estimuló al toro con masajes en el extremo del prepucio para que realice la micción y se procedió a realizar la limpieza de la parte interna del mismo con 60 ml de solución salina, se secó con papel toalla el área del prepucio para proceder a la recolecta del semen.

La extracción seminal fue realizada con un electroeyaculador. Se introdujo el electrodo en el recto del animal el cual va conectado a una cajilla de control que es manejada y produce la estimulación y próxima eyaculación del toro, con una intensidad máxima de 20 voltios. El plasma seminal fue recolectado con un vaso hermético.

### **3.1 Perfil nutricional de los animales.**

La dieta de los animales estaba conformada por:

- Ensilado: 5 % de su peso vivo.  
Ensilado de maíz producido en la FCA.
- Pasturas: Consumo a voluntad en horas de la noche.  
Brachiaria brizantha, marandú y decumbens.
- Concentrado: 1 % de su peso vivo.  
Formulado y preparado en la planta de alimentos de la FCA.

### **3.2 Condición corporal de los toros.**

- Toro 1 (533 Kg): C.C = 4.0
- Toro 2 (469 Kg): C.C = 3.75
- Toro 3 (455 Kg): C.C = 3.50
- Toro 4 (489 Kg): C.C = 3.75
- Toro 5 (504 Kg): C.C = 3.50

### **3.3 Manejo sanitario de los animales.**

#### **Nacimiento:**

- Asegurarse que el ternero consuma mínimo 4 litros de calostro antes de 8-12 horas de vida.
- Desinfección del ombligo con tintura de yodo al 10 % o spray (oxitetraciclina) por 3 días.
- 1 ml de Ivermectina 1 %.
- 2 ml Hematopan B12.

#### **10 – 15 días de nacido:**

- Toltrazuril: Coccidiostato ( preventivo y curativo).

#### **3 meses de edad.**

- Vacuna Clostridium (Ultrachoise o Black legel 7).
- 2 ml Ivermectina al 1%.
- 5 ml Hematopan B12.

#### **4 meses de edad.**

- Revacunación clostridium.
- Vacuna IBR, DVB, P13, BRSV, leptospira. (Castermaster, Horison 9).
- Febendazol (Desparasitante interno).

**7 meses de edad.**

- Ivermectina 3.15% (1cc/ 50kg).
- Vitaminas y minerales (Olivitasan plus).

**8 meses en adelante.**

- Desparasitaciones: Tres veces al año. Enero, Mayo y Septiembre.
- Vitaminas y minerales. Tres veces al año. Enero, Mayo y Septiembre.
- Vacunas contra enfermedades clostridiales: Enero y Julio.
- IBR, DVB, BRSV, leptospira: Julio
- Hemogramas y coprologías: Febrero, Junio, Octubre.

Baños contra ectoparásitos realizados según la incidencia (moscas y garrapatas).

**Manejo reproductivo:**

**Monta continua:** 20-25 vacas por toro.

**En el descanso:**

- Desparasitaciones Ivermectina 3.15% (Levamisol, albendasol).
- Fosfomin o Kyrofosfan 20 ml cada 48 horas (4-5 aplicaciones).
- Vitamina AD<sub>3</sub>E
- Minerales con sal en proporción 1:1 (con 18 % de Fósforo).

### 3.4 Parámetros seminales evaluados.

- **Volumen seminal.** Es medido por un tubo de colecta con una capacidad de 15 ml.
- **Concentración espermática.** Este análisis fue realizado con la utilización de la cámara de Neubauer, donde para su lectura hay que realizar una dilución del espermatozoide en formol hancock 63 en una concentración de 1:200, (Aparicio, 2014).
- **Porcentajes de patología.** Este análisis fue realizado mediante la técnica de la placa húmeda enfocándola en un microscopio a un aumento de 400 veces el tamaño original, se realiza un conteo mínimo de 200 espermatozoides incluyendo en ellos los sanos o con patologías y calculándolo en base a porcentaje (0-100%).
- **Motilidad.** Fueron analizados mediante la observación a través del microscopio en escala porcentual (0-100%).
- **Turbidez.** Análisis mediante la observación en escala de 0-5.
- **Vigor.** Fueron evaluados mediante la observación en un rango de 0 a 5, según estudios realizados sobre su clasificación.

Los datos fueron analizados estadísticamente a través del programa SAS, con base al modelo lineal aditivo por el modelo de bloque subdividido en tiempo con distribución del muestreo al azar.

### **Modelo Completamente al Azar.**

$$Y_{ij} = \mu + A_i + \epsilon_{ij}$$

Donde;

$Y_{ij}$  = Observación de la variable dependiente según el horario.

$\mu$  = Media general.

$A_i$  = Efecto del Horario ( $i^{\text{esimo}} = 1$  (am), 2 (pm))

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental.

$$Y_{ij} = \mu + A_i + \epsilon_{ij}$$

Donde;

$Y_{ij}$  = Observación de la variable dependiente de toro.

$\mu$  = Media general.

$A_i$  = Efecto del Toro ( $i^{\text{esimo}} =$  toros 1, 2, 3, 4 y 5).

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron tomas de datos de factores ambientales del entorno microambiental donde se realizó el análisis de la investigación (Facultad de Ciencias Agropecuarias, Chiriquí), datos como, Temperatura Ambiente y Humedad relativa y así obtener El índice de Temperatura - Humedad (ITH).

(Figura N° 22), Cuadro X.

**Cuadro X. Datos ambientales de humedad relativa, temperatura ambiental e índice de temperatura y humedad durante el mes que incluye el periodo de realización del estudio.**

Fecha	T °C 7:30	HR 7:30	ITH	T °C 12:30	HR 12:30	ITH
	AM	MD	AM	MD	AM	MD
1/4/15	22.75	89.01	<b>65.64</b>	34.17	33.84	<b>86.31</b>
1/24/15	20,52	86.51	<b>63.79</b>	35.68	28.12	<b>90.48</b>
3/4/15	20.41	91.13	<b>63.37</b>	36.35	26.67	<b>91.91</b>
4/4/15	20.82	89.85	<b>63.85</b>	36.08	32.63	<b>89.94</b>

5/4/15	20.75	82.40	<b>64.25</b>	36.69	31.62	<b>91.24</b>
6/4/15	22.89	77.19	<b>66.81</b>	35.82	31.05	<b>89.93</b>
7/4/15	21.32	79.91	<b>65.04</b>	37.76	27.95	<b>93.66</b>
8/4/15	22.75	81.15	<b>66.37</b>	37.48	27.99	<b>93.24</b>
9/4/15	22.72	79.18	<b>66.48</b>	37.49	28.18	<b>93.25</b>
10/4/15	22.95	81.10	<b>66.57</b>	38.36	23.27	<b>95.65</b>
11/4/15	23.50	87.06	<b>66.49</b>	37.63	34.68	<b>91.77</b>
12/4/15	22.75	94.93	<b>65.14</b>	35.68	44.33	<b>86.90</b>
13/4/15	22.72	95.10	<b>65.10</b>	35.04	39.39	<b>87.03</b>
14/4/15	22.95	92.54	<b>65.51</b>	35.28	35.39	<b>88.20</b>
15/4/15	23.50	92.34	<b>66.02</b>	32.50	55.48	<b>80.58</b>
16/4/15	22.75	93.76	<b>65.24</b>	35.08	46.75	<b>85.59</b>
17/4/15	23.19	94.33	<b>65.57</b>	34.07	45.17	<b>84.54</b>
18/4/15	23.66	95.58	<b>65.86</b>	34.64	47.53	<b>86.41</b>
19/4/15	23.66	94.16	<b>65.99</b>	36,39	39.29	<b>88.96</b>
20/4/15	23.15	93.59	<b>65.60</b>	35.88	42.72	<b>87.51</b>
21/4/15	21.68	94.66	<b>63.88</b>	34.67	48.17	<b>84.75</b>
22/4/15	22.28	95.61	<b>64.68</b>	34.47	51.36	<b>83.85</b>
23/4/15	22.78	94.77	<b>65.18</b>	34.40	45.91	<b>84.99</b>

24/4/15	22.89	93.25	<b>65.40</b>	36.08	30.41	<b>90.42</b>
25/4/15	23.05	93.23	<b>65.54</b>	37.22	28.55	<b>92.56</b>
26/4/15	23.05	92.37	<b>65.62</b>	35.48	41.51	<b>87.21</b>
27/4/15	23.69	94.29	<b>66.01</b>	34.97	43.83	<b>86.03</b>
28/4/15	22.25	91.10	<b>65.01</b>	36.05	45.91	<b>87.07</b>
29/4/15	22.85	91.06	<b>65.55</b>	36.02	46.08	<b>86.98</b>
30/4/15	22.27	95.03	<b>62.72</b>	35.11	53.62	<b>84.22</b>

**Fuente: (UP, 2014).**

Las condiciones ambientales del mes de toma de datos para el horario 1 (am) se conformaba por una humedad relativa promedio de 93.15%, una temperatura ambiental de 23.13 °C y dando como Índice de Temperatura y Humedad (ITH) de 65.41. Para el horario 2 (pm) La Humedad relativa fue de 46.34%, la Temperatura ambiental de 34.6 °C obteniendo un ITH de 85.14.

La ubicación del microambiente del medio tropical con relación al estrés calórico en el estudio indica que en el horario 1 (am) (ITH 65.41) el animal estaba sin estrés, y en el horario 2(pm) (ITH 85.14) el animal estaba situado bajo un estrés moderado.

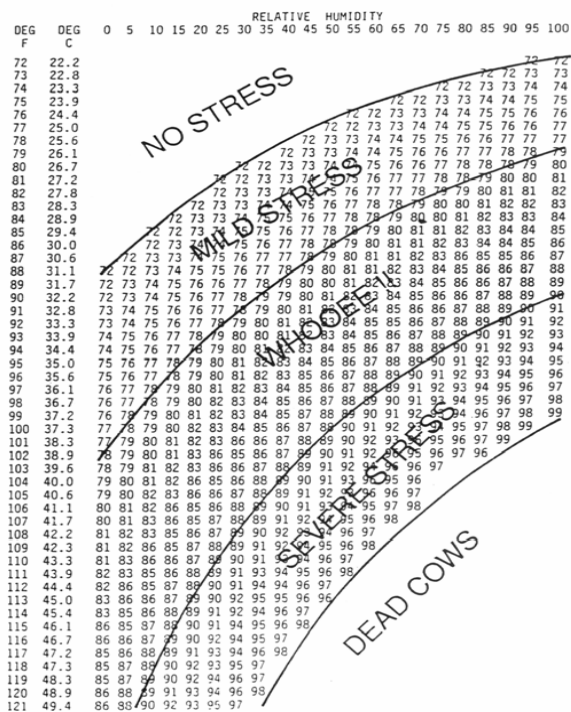


Figura n° 22. Clasificación del Índice Temperatura – Humedad.

Cuadro XI. Clasificación del ITH.

Clasificación	ITH
Sin Estrés	72 o menos
Estrés leve	72 a < 78
Estrés moderado	79 a < 89
Estrés severo	89 a <96
Muerte del animal	>97

Fuente: (Bilby, 2008).

**Cuadro XII. Datos de los animales.**

N° Toro	1 (29/3)		2 (65/3)		3 (64/3)		4 (36/3)		5 (44/3)	
F. Nacimiento	24-6-13		10-9-13		5-9-13		29-6-13		17-7-13	
Edad (meses)/ Peso (Kg)	22 / 533		19 / 469		19 / 455		22 / 489		21 / 504	
D. próst. (Cm)	2.5		2.5		2.5		2.5		2.5	
D. ves S.( Cm)	2.5 x 12		2.5 x 11		2.5 x 10		2.5 x 11		2.5 x 11	
Fecha Extrac.	14-4-15	16-4-15	15-4-15	17-4-15	15-4-15	17-4-15	20-4-15	22-4-15	20-4-15	22-4-15
Hora extrac.	12:36 pm	7:50 am	7:15 am	12:23 pm	8:00 am	12:15 pm	12:56 pm	7:05 am	6:55 am	12:07 pm
T. Rectal °C	38.9	38.3	38.3	38.7	38.6	38.7	39.3	38.4	38.4	38.5
Consist Test	Firme	Firme	Firme	Firme	Firme	Firme	Firme	Firme	Blanda	Blanda
Simetría V.S	Lobulada	Lobulada	Lobulada	Lobulada	Lobulada	Lobulada	Lobulada	Lobulada	Lobulada	Lobulada
Cir. Escrotal (Cm)	37.5	37.5	37.3	37.3	42.8	42.8	36.5	36.5	38.0	38.0
Color Semen	Blanco Cre.	Blanco Cre.	Blanco Cre.	Blanco Cre.	Blanco	Blanco	Blanco Cre.	Blanco Cre.	Blanco Cre.	Amarillo Cr.
Volumen (Ml)	11	12	13	4	12	6	10	8	14	7
Motilidad (%)	80	70	70	75	65	65	75	75	80	80
Turbidez	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3
Vigor	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3.5
Concentración	850x10 <sup>6</sup>	870x10 <sup>6</sup>	800x10 <sup>6</sup>	975x10 <sup>6</sup>	424x10 <sup>6</sup>	645x10 <sup>6</sup>	525x10 <sup>6</sup>	1015x10 <sup>6</sup>	450x10 <sup>6</sup>	525x10 <sup>6</sup>
Patología (%)	11.3	11.0	15.7	13.7	41.5	34.0	12.6	9.7	16.0	13.26

Los datos estadísticos del peso corporal, circunferencia testicular, como también los datos estadísticos en ambos horarios (a.m.) y (p.m.) utilizados de la temperatura rectal, temperatura ambiente, humedad relativa e ITH fueron analizados a través de SAS en el procedimiento UNIVARIATE, Cuadros XIII al XXII.

El peso de los toros estaba comprendido por una media de 490 Kg, siendo el de menor y mayor peso respectivamente de 455 y 533 Kg. Los toros Fleckvieh con una edad en un rango de 19-22 meses indicaban muy buena condición corporal en el momento de las evaluaciones, donde se podía clasificar en un "4" en escala de 1-5 de condición corporal.

En relación a la edad y el peso corporal, la circunferencia testicular de los toros evaluados según lo indicó el análisis estadístico UNIVARIATE estaba comprendido por un media de 38.42 cm de circunferencia testicular, teniendo valor mínimo de 36.5 cm y mayor de 42.4 cm, Cuadro XIV.

(Coutler, 1987) citado por UNC indica que la circunferencia testicular para toros Simmental en edad de de 15-20 y 21-30 meses deben tener una circunferencia testicular de 35 cm y 36 cm respectivamente. (Cutaia et al, 1999) citado por la UNC indicó en su estudio realizado en toros Simmental Fleckvieh que la circunferencia testicular para toros de 19 meses debe ser mínima de  $40.07 \pm 2.2$  cm el cual está altamente relacionado con el peso corporal donde indica también que el peso promedio para la circunferencia testicular descrita era de  $665 \pm 47.1$  Kg.

La Circunferencia escrotal de los toros de nuestro estudio se relacionan a los publicados por (Coutler, 1987), y no así, quedándose en la mayoría por debajo del rango establecido por (Cutaia et al, 1999).

La diferencia del peso y CE de nuestro estudio con los datos publicados por (Cutaia et al, 1999) pueden verse afectados por las condiciones ambientales del medio donde se realizó el estudio, el objetivo a fin de los animales y la calidad de pasturas que se ofrecía, ya que, el estudio realizado por (Cutaia et al, 1999) fue con objetivo de invernadera (Ceba intensiva con ganancia de pesos de 850 g/día) bajo zonas con temperaturas máximas en invierno de 18°C (Córdoba Argentina), en contraste con nuestras condiciones tropicales y objetivos a fin de los toros en el momento del estudio. Estos factores antes mencionados influyen sobre una mayor ganancia de peso y esta sobre el desarrollo testicular, haciendo que sus datos difieran de los nuestros, siendo sus valores mayores a los nuestros.

La temperatura Rectal de los toros en ambos horarios 1 (a.m.) y 2 (p.m.) presentados en los Cuadro XV y XIX, indican que la temperatura rectal promedio en las horas de la mañana fue de 38.48 °C, con valores mínimos de 38.3 °C y 38.7 °C; en horas de la tarde con una media de 38.74 °C, con un valor mínimo de 38.3 °C y 39.3 °C.

La temperatura ambiente en el horario 1 (a.m.) indicó un valor promedio 22.97 °C, teniendo como valor mínimo de 22.28 °C y máximo de 23.50 °C, Cuadro XVI. La temperatura ambiente en el horario 2 (p.m.) fue de 34. 54 °C

como valor promedio, como mínimo y máximo 32.50 °C y 35.88 °C respectivamente, Cuadro XX.

La humedad relativa en el horario 1 (a.m.) fue de 93.69 %, con un mínimo y máximo de 92.34 % y 95.61 %. La humedad relativa del horario 2 (p.m.) mantuvo una media de 46.14, con valor mínimo y máximo de 35.39 % y 55.48 % respectivamente, Cuadro XVII y XXI.

Los ITH obtenidos en ambos horarios a través de los datos de temperatura ambiente y humedad relativa son de 65.43, con índice mínimo y máximo de 64.68 y 66.02 en el horario 1 (a.m.). En el horario 2 (p.m.) se obtuvieron valor de 85.04 como promedio, y valores mínimos y máximos de 80.58 y 88.20 respectivamente, Cuadro XVIII y XXII.

Se puede observar en lo descrito anteriormente sobre la temperatura rectal, que las diferencias entre ambos horarios fue mínima, teniendo un rango de variación entre ambos horario de 0.34 °C. Se puede observar también que los ITH en ambos horarios influenciados por la temperatura ambiental y humedad relativa indican rangos muy variables, donde, en horas de la mañana se encuentran ITH de 65.62 y en horas de la tarde de 84.06, clasificándolos como “sin estrés” y “estrés moderado” respectivamente según (Bilby, 2008).

Aun así observando las diferencias marcadas de los factores ambientales (temperatura ambiente, humedad relativa e ITH) en los horarios, estos no influyeron significativamente en la temperatura corporal de los animales, lo que nos indica que los mecanismos fisiológicos de defensas de los toros no se vieron

comprometidos, indicando que los toros Fleckvieh manejan sus procesos termo regulatorios eficientemente bajo nuestras condiciones tropicales de temperatura y humedad, pero en condiciones bajo techo o confinados.

**Cuadro XIII. Análisis univariado de los datos estadísticos del peso de los toros.**

---

Moments			
N	5	Sum Weights	5
Mean	490	Sum Observations	2450
Std Deviation	30.4630924	Variance	928
Skewness	0.44384899	Kurtosis	-0.521453
Uncorrected SS	1204212	Corrected SS	3712
Coeff Variation	6.21695764	Std Error Mean	13.6235091

Tests for Location: $\mu_0=0$				
Test	-Statistic-		-----p Value-----	
Student's t	t	35.96724	Pr >  t	<.0001
Sign	M	2.5	Pr >=  M	0.0625
Signed Rank	S	7.5	Pr >=  S	0.0625

Extreme Observations				
----Lowest----		----Highest---		
Value	Obs	Value	Obs	
455	4	455	4	
469	3	469	3	
489	5	489	5	
504	6	504	6	
533	2	533	2	

---

**Cuadro XIV. Análisis univariado de los datos estadísticos de la  
circunferencia escrotal de los toros.**

Moments

N	5	Sum Weights	5
Mean	38.42	Sum Observations	192.1
Std Deviation	2.50738908	Variance	6.287
Skewness	1.9742317	Kurtosis	4.1422669
Uncorrected SS	7405.63	Corrected SS	25.148
Coeff Variation	6.52625997	Std Error Mean	1.12133849

Tests for Location:  $\mu_0=0$

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 34.26262	Pr >  t  <.0001
Sign	M 2.5	Pr >=  M  0.0625
Signed Rank	S 7.5	Pr >=  S  0.0625

Extreme Observations

----Lowest----		----Highest---	
Value	Obs	Value	Obs
36.5	5	36.5	5
37.3	3	37.3	3
37.5	2	37.5	2
38.0	6	38.0	6
42.8	4	42.8	4

**Cuadro XV. Análisis univariado de los datos estadísticos de la temperatura  
rectal en el horario1 (a.m.).**

---

Moments

N	5	Sum Weights	5
Mean	38.48	Sum Observations	192.4
Std Deviation	0.16431677	Variance	0.027
Skewness	0.51842053	Kurtosis	-1.6872428
Uncorrected SS	7403.66	Corrected SS	0.108
Coeff Variation	0.42701863	Std Error Mean	0.07348469

Tests for Location:  $\mu_0=0$

Test	-Statistic-	-----p Value-----	
Student's t	t 523.6465	Pr >  t	<.0001
Sign	M 2.5	Pr >=  M	0.0625
Signed Rank	S 7.5	Pr >=  S	0.0625

Extreme Observations

----Lowest----		----Highest---	
Value	Obs	Value	Obs
38.3	2	38.3	2
38.4	6	38.4	5
38.4	5	38.4	6
38.6	4	38.6	4
38.7	3	38.7	3

---

**Cuadro XVI. Análisis univariado de los datos estadísticos de la temperatura ambiental en el horario 1 (a.m.).**

---

Moments

N	6	Sum Weights	6
Mean	22.97	Sum Observations	137.82
Std Deviation	0.42109381	Variance	0.17732
Skewness	-0.6983199	Kurtosis	0.68070071
Uncorrected SS	3166.612	Corrected SS	0.8866
Coeff Variation	1.83323384	Std Error Mean	0.17191083

Tests for Location:  $\mu_0=0$

Test	-Statistic-	-----p Value-----	
Student's t	t 133.6158	Pr >  t	<.0001
Sign	M 3	Pr >=  M	0.0313
Signed Rank	S 10.5	Pr >=  S	0.0313

Extreme Observations

-----Lowest-----		-----Highest-----	
Value	Obs	Value	Obs
22.28	7	22.75	4
22.75	4	22.95	2
22.95	2	23.15	6
23.15	6	23.19	5
23.19	5	23.50	3

---

**Cuadro XVII. Análisis univariado de los datos estadísticos de la humedad  
relativa en el horario 1 (a.m.).**

---

Moments

N	6	Sum Weights	6
Mean	93.695	Sum Observations	562.17
Std Deviation	1.20463687	Variance	1.45115
Skewness	0.55762342	Kurtosis	-0.013373
Uncorrected SS	52679.7739	Corrected SS	7.25575
Coeff Variation	1.28570028	Std Error Mean	0.49179094

Tests for Location:  $\mu_0=0$

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 190.5179	Pr >  t  <.0001
Sign	M 3	Pr >=  M  0.0313
Signed Rank	S 10.5	Pr >=  S  0.0313

Extreme Observations

-----Lowest-----		----Highest----	
Value	Obs	Value	Obs
92.34	3	92.54	2
92.54	2	93.59	6
93.59	6	93.76	4
93.76	4	94.33	5
94.33	5	95.61	7

---

**Cuadro XVIII. Análisis univariado de los datos estadísticos del ITH en el  
horario 1 (a.m.).**

---

Moments

N	6	Sum Weights	6
Mean	65.4366667	Sum Observations	392.62
Std Deviation	0.44751164	Variance	0.20026667
Skewness	-0.787358	Kurtosis	1.53682444
Uncorrected SS	25692.7454	Corrected SS	1.00133
Coeff Variation	0.68388514	Std Error Mean	0.18269586

Tests for Location:  $\mu_0=0$

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 358.1727	Pr >  t  <.0001
Sign	M 3	Pr >=  M  0.0313
Signed Rank	S 10.5	Pr >=  S  0.0313

Extreme Observations

-----Lowest-----		----Highest----	
Value	Obs	Value	Obs
64.68	7	65.24	4
65.24	4	65.51	2
65.51	2	65.57	5
65.57	5	65.60	6
65.60	6	66.02	3

---

**Cuadro XIX. Análisis univariado de los datos estadísticos de la temperatura  
rectal en el horario 2 (p.m.).**

Moments

N	5	Sum Weights	5
Mean	38.74	Sum Observations	193.7
Std Deviation	0.38470768	Variance	0.148
Skewness	0.59012866	Kurtosis	-0.0219138
Uncorrected SS	7504.53	Corrected SS	0.592
Coeff Variation	0.99305029	Std Error Mean	0.17204651

Tests for Location:  $\mu_0=0$

Test	-Statistic-	-----p Value-----	
Student's t	t 225.1717	Pr >  t	<.0001
Sign	M 2.5	Pr >=  M	0.0625
Signed Rank	S 7.5	Pr >=  S	0.0625

Extreme Observations

----Lowest----		----Highest---	
Value	Obs	Value	Obs
38.3	3	38.3	3
38.5	6	38.5	6
38.7	4	38.7	4
38.9	2	38.9	2
39.3	5	39.3	5

**Cuadro XX. Análisis univariado de los datos estadísticos de la temperatura ambiental horario 2 (p.m.).**

Moments

N	6	Sum Weights	6
Mean	34.5466667	Sum Observations	207.28
Std Deviation	1.18506821	Variance	1.40438667
Skewness	-1.0392656	Kurtosis	1.24889211
Uncorrected SS	7167.855	Corrected SS	7.02193333
Coeff Variation	3.43034025	Std Error Mean	0.48380207

Tests for Location:  $\mu_0=0$

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 71.40661	Pr >  t  <.0001
Sign	M 3	Pr >=  M  0.0313
Signed Rank	S 10.5	Pr >=  S  0.0313

Extreme Observations

-----Lowest-----		-----Highest-----	
Value	Obs	Value	Obs
32.50	3	34.07	5
34.07	5	34.47	7
34.47	7	35.08	4
35.08	4	35.28	2
35.28	2	35.88	6

**Cuadro XXI. Análisis univariado de los datos estadísticos de la humedad  
relativa en el horario 2 (p.m.).**

---

Moments

N	6	Sum Weights	6
Mean	46.145	Sum Observations	276.87
Std Deviation	6.97216968	Variance	48.61115
Skewness	-0.2917573	Kurtosis	0.22305847
Uncorrected SS	13019.2219	Corrected SS	243.05575
Coeff Variation	15.1092636	Std Error Mean	2.84637635

Tests for Location:  $\mu_0=0$

Test	-Statistic-	-----p Value-----	
Student's t	t 16.21184	Pr >  t	<.0001
Sign	M 3	Pr >=  M	0.0313
Signed Rank	S 10.5	Pr >=  S	0.0313

Extreme Observations

-----Lowest-----		-----Highest-----	
Value	Obs	Value	Obs
35.39	2	42.72	6
42.72	6	45.17	5
45.17	5	46.75	4
46.75	4	51.36	7
51.36	7	55.48	3

---

**Cuadro XXII. Análisis univariado de los datos estadísticos del ITH en el  
horario 2 (p.m.).**

---

Moments

N	6	Sum Weights	6
Mean	85.045	Sum Observations	510.27
Std Deviation	2.75487023	Variance	7.58931
Skewness	-0.6357383	Kurtosis	0.25988799
Uncorrected SS	43433.8587	Corrected SS	37.94655
Coeff Variation	3.23930888	Std Error Mean	1.12467106

Tests for Location:  $\mu_0=0$

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 75.61767	Pr >  t  <.0001
Sign	M 3	Pr >=  M  0.0313
Signed Rank	S 10.5	Pr >=  S  0.0313

Extreme Observations

-----Lowest-----		----Highest----	
Value	Obs	Value	Obs
80.58	3	83.85	7
83.85	7	84.54	5
84.54	5	85.59	4
85.59	4	87.51	6
87.51	6	88.20	2

---

El análisis de varianza del volumen seminal en los diferentes horarios evaluados evidenció diferencias significativas estadísticamente ( $P < 0.05$ ), Cuadro XXIII.

(Trujillo, 2005) Evaluó características seminales en bovinos en Zonas Tropicales de Colombia donde compararon la calidad seminal de toros *Bos indicus* (Brahman) y toros *Bos taurus* (Simmental) encontrando en los resultados obtenidos en la investigación que no había diferencias significativas ( $P > 0.10$ ) en el volumen del eyaculado, donde ambas razas tenían un desempeño similar en zonas cálidas.

Nuestros resultados obtenidos contrastan con lo observado por Rao Rao (1975), Cardozo (2000) citado por (Trujillo, 2005) quienes evaluaron eyaculados de toros Simmental en zonas tropicales y no encontraron diferencias significativas ( $P > 0.06$ ) en el volumen seminal.

**Cuadro XXIII. Análisis de varianza del volumen seminal en los diferentes horarios de muestreo.**

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
HORARIO	1	52.9	52.9	9.36	0.0156
ERROR	8	45.2	5.65		
TOTAL	9	98.1			

**CV: 24.5%**

El análisis de comparación de medias indicó que el volumen del eyaculado difirió estadísticamente ( $P > 0.05$ ) en los horarios, obteniéndose un volumen de eyaculado en el horario 1 (am) de 11.80 ml, mayor que el del horario 2 (pm) de 7.40 ml.

Las condiciones ambientales para el horario (1) conformada por una humedad relativa de 93.69 %, temperatura ambiental de 22.97 °C y obteniendo un (ITH) de 65.43, y en el horario (2) con una humedad relativa de 46.14%, temperatura ambiental de 34.54 °C obteniendo un ITH de 85.04 clasificado como estrés calórico moderado, esta diferencia en los factores ambientales de las 7:00 am 1:00 pm indicó en principio una reducción del 37.28 % en el volumen de semen luego de pasar por el estrés calórico diurno de la mañana al medio día, lo que corresponde a una tasa de reducción de 9.32 % / hora equivalente a 1.1 ml/ hora en el volumen seminal general.

A pesar que se obtuvo una disminución del volumen seminal en horas de la tarde, se mantienen ambos horarios en rangos aceptables para la variable analizada.

**Cuadro XXIV. Comparación de medias del volumen seminal de los toros en los diferentes horarios de muestreo, según prueba de Tukey.**

Horario	Medias	N	Agrupamiento
1	11.80	5	A
2	7.40	5	B

**(Agrupamiento) = Las medias seguidas por letras diferentes difieren entre sí ( $P > 0.05$ ), de acuerdo a la prueba de Tukey.**

El análisis de varianza para el volumen seminal no indico diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los toros evaluados, Cuadro XXV.

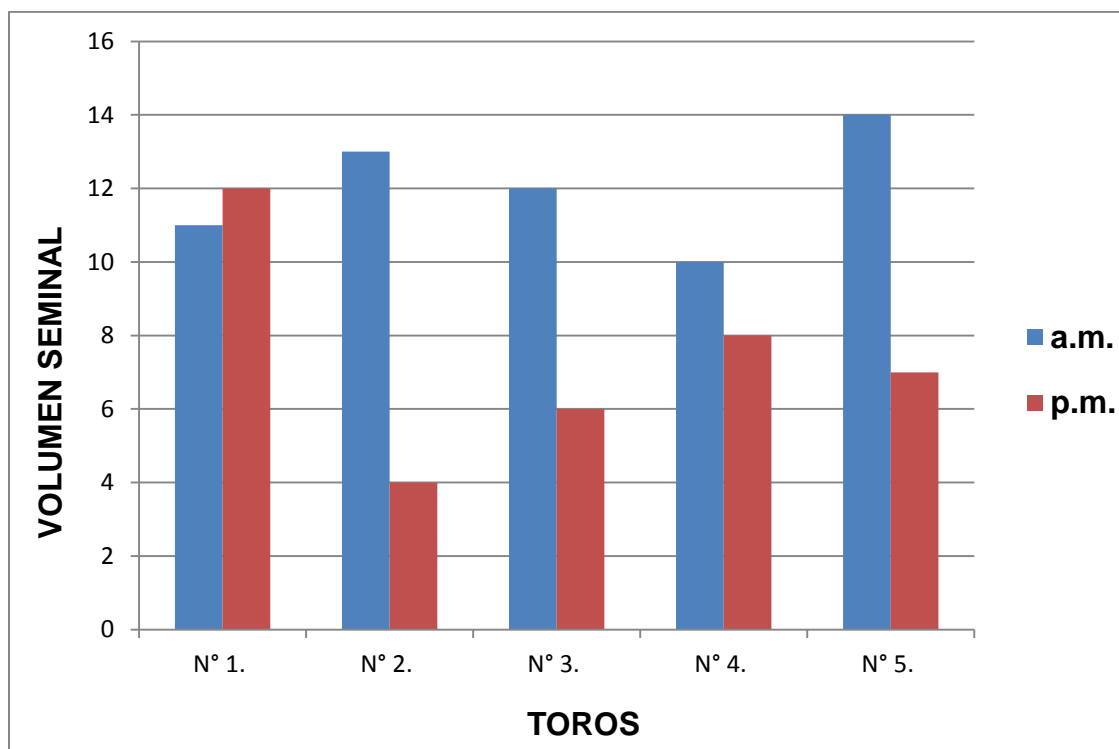
Estudios realizados por (Castañeda, 2014), en la zona de Maracaibo Venezuela (zona cálida con una temperatura máxima promedio anual de 40°C, considerada como muy alta), evaluó características seminales como el volumen del eyaculado en toros de razas *Bos indicus* como también *Bos taurus*, tales razas fueron Brahmán gris, Brahmán Rojo, Simmental, y Romosinuano, obteniendo volúmenes muy similares entre las diferentes razas, manteniendo un comportamiento uniforme en los eyaculados. En el estudio realizado se utilizaron 15 toros Simmental obteniendo un volumen promedio de  $6.7 \pm 3.7$  estando por debajo rango de nuestro estudio.

**Cuadro XXV. Análisis de varianza del volumen seminal de los toros evaluados.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>TORO</b>	<b>4</b>	<b>12.60</b>	<b>3.15</b>	<b>0.18</b>	<b>0.9369</b>
<b>ERROR</b>	<b>5</b>	<b>85.50</b>	<b>17.10</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>98.10</b>			

**CV: 42.63%**

**Grafica N° 1. Medidas del volumen seminal de los cinco toros muestreados en los diferentes periodos.**



Toro N° 1 = 29/3

Toro N° 3 = 64/3

Toro N° 5 = 44/3

Toro N° 2 = 65/3

Toro N° 4 = 36/3

Podemos observar en esta gráfica las medidas de volumen seminal donde se diferencian los dos periodos que fueron muestreados los cinco toros. El orden de los animales con mayor a menor volumen seminal fue: toro 1) 11.5 ml, toro 5) 10.50 ml, toro 4) 9.00 ml, toro 3) 9.00 ml, toro 2) 8.50 ml. Las medias de ambos periodos son de 11.8 ml en el periodo a.m. y 7.4 en el periodo pm, dentro del rango como aceptable (4-12 ml) descrito por (Salisbury, 1978).

Los datos sobre la motilidad espermática del semen bovino en evaluación, indican que no hubo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los horarios utilizados, Cuadro XXVI.

El análisis de varianza arrojó un Coeficiente de variación de 8.33%.

Estudios realizados por (Sanabria, 2005), comparó la motilidad espermática en toros *Bos taurus*, *Bos indicus* y *Bos taurus* por *indicus*, en zonas tropicales los cuales tenían edades menores de 24 meses, en la Universidad de Tolima en Colombia, encontrando en sus resultados investigativos que no había diferencia estadísticamente ( $P > 0.05$ ) pero, la mayor Motilidad espermática fue encontrada en el tratamiento de toros *Bos Taurus* con una motilidad del 80.6 %, y en nuestro estudio las motilidades fueron de: horario (1) 74 % y horario (2) 73%, manteniendo sus valores en un 98.64%.

**Cuadro XXVI. Análisis de varianza de la motilidad espermática en los diferentes horarios de muestreos.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>HORARIO</b>	<b>1</b>	<b>2.50</b>	<b>2.50</b>	<b>0.07</b>	<b>0.8028</b>
<b>ERROR</b>	<b>8</b>	<b>300.00</b>	<b>37.50</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>302.50</b>			

**CV: 8.33%**

El análisis de varianza de los datos sobre la motilidad espermática indican que si hay diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los toros evaluados, bajo un coeficiente de variación de 4.81 %.

**Cuadro XXVII. Análisis de varianza de la motilidad espermática de los toros evaluados.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>TORO</b>	<b>4</b>	<b>240.00</b>	<b>60.00</b>	<b>4.80</b>	<b>0.0579</b>
<b>ERROR</b>	<b>5</b>	<b>62.50</b>	<b>12.50</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>302.50</b>			

**CV: 4.81%**

Con la prueba de Tukey para la comparación de medias de la motilidad espermática indicó el toro 5 difirió del toro 3, los cuales tenían valores de 80 y 65 % respectivamente. Cuadro XXVIII. El toro N° 3 era el de mayor circunferencia testicular dentro del grupo de toros evaluados, manteniendo muy buena condición corporal y buen proceso de termorregulación, donde su temperatura rectal no sobrepasó los 38.7 °C, no obstante, fue el toro con menor calidad seminal dentro del estudio, lo que indicó un desempeño funcional menor en relación a animales de su raza en el estudio, un problema relacionado a espermatogénesis o a un exceso de reposo sexual hace que las células espermáticas pierdan calidad.

Estudios realizados por (Castañeda, 2014), donde evaluó parámetros seminales de toros Simmental (N = 15), encontró un 55,31 %  $\pm$  25,39 de motilidad, y para cruces de toros Cebú por Simmental valores de 63,33 %  $\pm$  19,09.

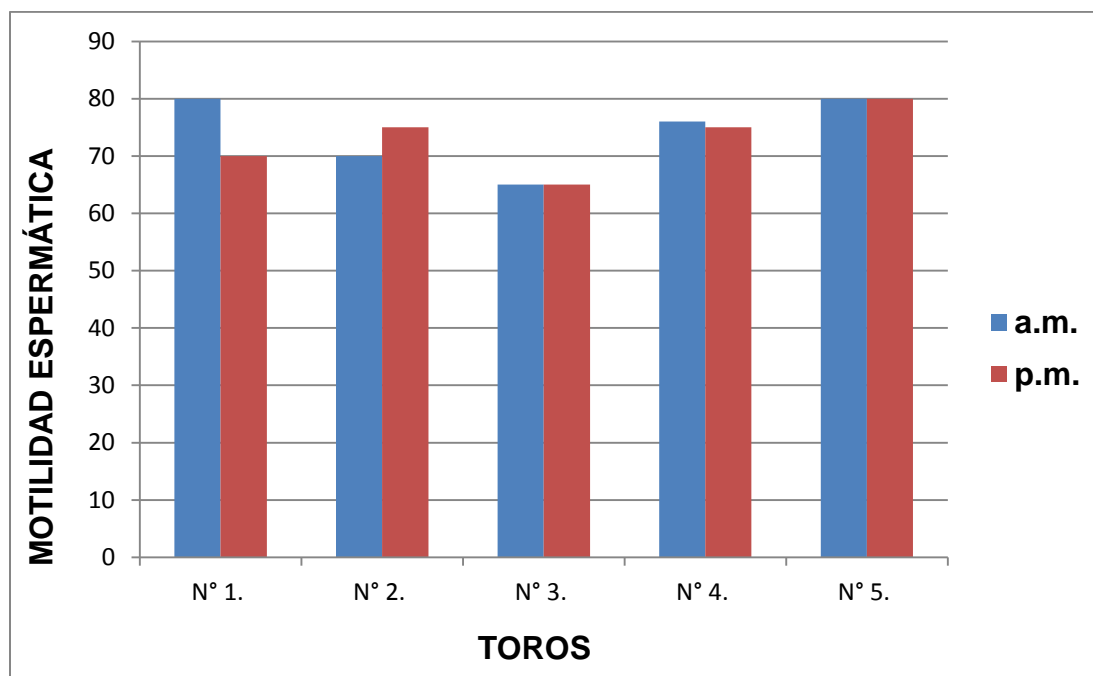
(Henry y Neves 1998) citado por (Silva, 2012) indican que al momento de seleccionar toros, para monta natural, los criterios para que el reproductor sea considerado apto debe poseer los estándares mínimos de 70% de motilidad espermática. Se puede observar en la comparación de medias para la motilidad de los toros evaluados que los valores se encuentran dentro del rango establecido de “regular a Bueno” descrita por (Zemjanis, 1990).

**Cuadro XXVIII. Comparación de medias de la motilidad espermática de los toros evaluados, según prueba de Tukey.**

<b>Toro</b>	<b>Medias</b>	<b>N</b>	<b>Agrupamiento</b>
5	80.00	2	A
4	75.00	2	A B
1	75.00	2	A B
2	72.50	2	A B
3	65.00	2	B

**(Agrupamiento) = Las medias seguidas por letras diferentes difieren entre sí (P > 0.05), de acuerdo a la prueba de Tukey.**

**Gráfica N° 2. Medidas de la motilidad espermática de los toros en los diferentes periodos.**



**Toro N° 1 = 29/3**

**Toro N° 3 = 64/3**

**Toro N° 5 = 44/3**

**Toro N° 2 = 65/3**

**Toro N° 4 = 36/3**

La gráfica mostrada expresa los valores de motilidad espermática del semen evaluado de los cinco toros de la investigación en los diferentes horarios o periodos utilizados.

El toro N° 3 y N°5 mantuvieron sus mismos valores en ambos periodos, el resto de los toros tuvieron una variación entre sus periodos pero dentro de un rango aceptable.

Los resultados del análisis de varianza descritos en el cuadro XXIX para la turbidez espermática indican que no hubo estadísticamente diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los horarios evaluados. El análisis fue realizado bajo un coeficiente de variación aceptable con un valor de 18.51%, obteniendo valores de 2.8 para la turbidez en el horario (1) y 2.6 para la turbidez en horario (2), indicando una uniformidad de esta variable entre horarios de 92.85%.

Estudios realizados por (Castañeda, 2014), donde comparó la funcionalidad reproductiva de 191 toros de diferentes grupos genéticos como Brahman Gris, Simmental, Romosinuano, Simmental x Cebú, encontró en sus resultados que estadísticamente no hubo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) para la turbidez espermática de los Simmental en los diferentes periodos de muestreos, como también en entre los grupos de animales.

**Cuadro XXIX. Análisis de varianza de la turbidez espermática en los diferentes horarios evaluados.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>HORARIO</b>	<b>1</b>	<b>0.100</b>	<b>0.10</b>	<b>0.40</b>	<b>0.5447</b>
<b>ERROR</b>	<b>8</b>	<b>2.00</b>	<b>0.25</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>2.10</b>			

**CV: 18.51%**

El análisis de varianza para la turbidez espermática indican que no hubo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los toros evaluados. Este análisis fue realizado con un coeficiente de variación de 42.63% Cuadro XXX. Estudios realizados por (Castañeda, 2014), donde realizó evaluaciones de la Raza Simmental con un ( $N = 15$ ), indicando en sus resultados obtenidos que no había diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los toros evaluados, obteniendo valores de 73.5 % (3.0 en escala de 0-5).

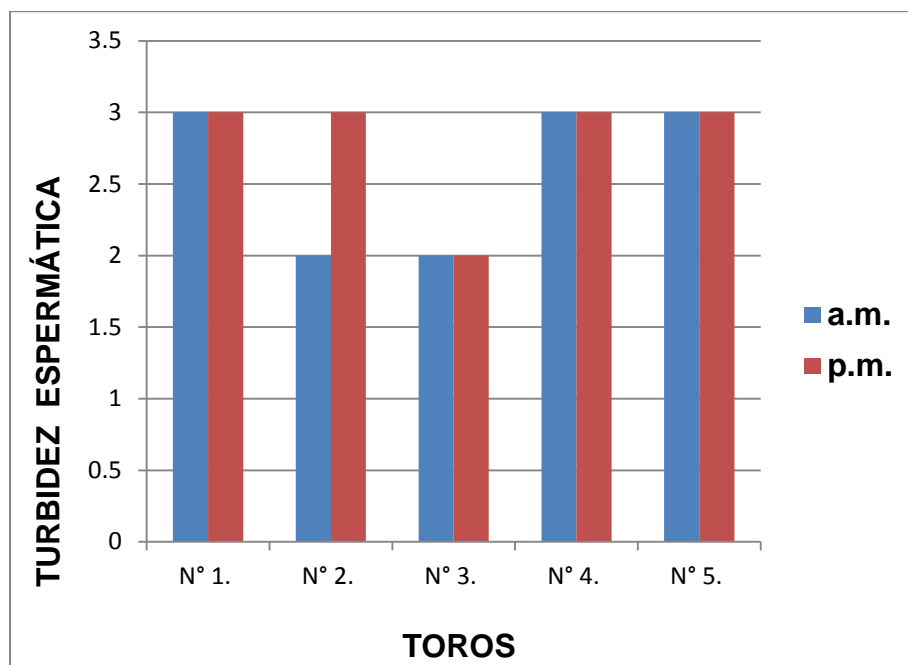
(Hernández, 2010), realizó evaluaciones reproductivas de toros *Bos taurus* y *Bos indicus* y sus cruzas en el trópico de México, donde obtuvieron resultados de turbidez espermática de (3) para *Bos taurus*, (2) *Bos indicus* y (3) para los Cruces de *Bos taurus* por *Bos indicus*. Los valores descritos en su estudio son similares a los obtenidos en nuestra investigación, donde la turbidez espermática promedio se mantuvo en rangos de 2 a 3 en los toros muestreados.

**Cuadro XXX. Análisis de varianza para la turbidez espermática de los toros evaluados.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>TORO</b>	<b>4</b>	<b>1.60</b>	<b>0.40</b>	<b>4.00</b>	<b>0.0804</b>
<b>ERROR</b>	<b>5</b>	<b>0.50</b>	<b>0.10</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>2.10</b>			

**CV: 42.63%**

**Gráfica N° 3. Medidas de turbidez espermática de los toros en los diferentes periodos.**



**Toro N° 1 = 29/3**

**Toro N° 3 = 64/3**

**Toro N° 5 = 44/3**

**Toro N° 2 = 65/3**

**Toro N° 4 = 36/3**

Los toros N° 1, 4, 5 mantuvieron similares los valores de 3.0 para turbidez, mientras el toro N° 2 con valor de 2.50 y el toro N° 3 valor de 2.0 para turbidez espermática.

El toro n° 2 fue el único que difirió del resto de los animales en su comportamiento en ambos horarios obteniendo un valor de 2 para la turbidez espermática en horas de la mañana y un valor de 3 en el muestreo realizado en horas de la tarde.

Los valores fueron evaluados en escala de 0 – 5, donde, podemos visualizar en la gráfica que el comportamiento fue en el rango de 2 – 3, donde es considerado como “regular a buena”.

El análisis de varianza para el vigor espermático reveló que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los diferentes horarios evaluados, Cuadro XXXI.

El coeficiente de variación que se obtuvo en este análisis fue de 17.54%.

El vigor espermático se mantuvo casi igual en los diferentes horarios donde, la variación de los factores microambientales durante el periodo diurno (7:00 am - 1:00 pm) no influyó significativamente sobre esta variable, obteniendo valores de 2.9 en el horario (1) y 2.8 en el horario (2), equivalente a un 96.55 % de uniformidad en los entre los diferentes horarios en relación a la velocidad con que las células espermáticas atravesaban el campo.

(Migliorisi, 2000), realizó Evaluaciones de la calidad seminal en Toros en el Sitio de Reproducción Animal de Argentina donde evaluaron la calidad seminal de toros del rodeo nativo y general de Argentina, encontrando en su estudio que el vigor espermático se mantuvo constante donde no hubo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en las evaluaciones de semen fresco y posterior Post descongelación.

(Curbelo, 2013) describe la escala descriptiva numérica para determinar subjetivamente según cualidades observadas en el movimiento de la célula espermática y se determina que los toros en ambos horarios están clasificados como un vigor espermático "Regular".

**Cuadro XXXI. Análisis de varianza del vigor espermático en los diferentes horarios evaluados.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>HORARIO</b>	<b>1</b>	<b>0.02</b>	<b>0.02</b>	<b>0.10</b>	<b>0.7599</b>
<b>ERROR</b>	<b>8</b>	<b>2.00</b>	<b>0.25</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>2.02</b>			

**CV: 17.54%**

El análisis de varianza para el vigor espermática indico que hubo diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre los toros evaluados, Cuadro XXXII.

**Cuadro XXXII. Análisis de varianza del vigor espermático de los toros evaluados.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>TORO</b>	<b>4</b>	<b>1.90</b>	<b>0.47</b>	<b>19.00</b>	<b>0.0032</b>
<b>ERROR</b>	<b>5</b>	<b>0.12</b>	<b>0.02</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>2.02</b>			

**CV: 5.54%**

El análisis de comparación de medias para el vigor espermático de los toros evaluados según prueba de Tukey indica que el toro n° 5 con 3.25 de vigor fue el de mayor valor entre los toros, éste (n° 5) no difirió estadísticamente ( $P > 0.05$ ) entre los toros n° 2, 1, y 4; pero estos antes descritos si difirieron estadísticamente ( $P < 0.01$ ) del toro n° 3 con un valor de 2.0 para la turbidez espermática. Cuadro XXXIII.

(Castañeda, 2014) menciona que un semen en las evaluaciones andrológicas para que sea categorizado como bueno para aspectos de selección de toros para monta natural debe obtener en su evaluación un vigor espermático de 3, evaluado en escala de 0 a 5.

La mayoría de los toros excepto el N° 3 mantuvieron sus medias en el rango establecido como “aceptable a bueno” por (Curbelo, 2013), donde los espermatozoides mantienen un movimiento progresivo continuo pero lento.

El toro n° 3 cual difirió ( $P > 0.01$ ) del resto de los toros, teniendo en su semen en el momento de la evaluaciones una medida de su vigor de 2 clasificado en escala de 0-5 y determinado como un vigor “regular” estaba por debajo del límite para ser utilizado como un semen para ya sea por monta natural o para congelación como lo describe (Silva, 2012). Los valores de este toro, es la razón por la cual el análisis arroja diferencias altamente significativas Cuadro XXXII, visualizadas en sus medias en el Cuadro XXXIII.

Factores infecciosos virales o no virales presentes en el animal como también procesos degenerativos o no funcionales relacionados a la espermatogénesis pueden afectar la

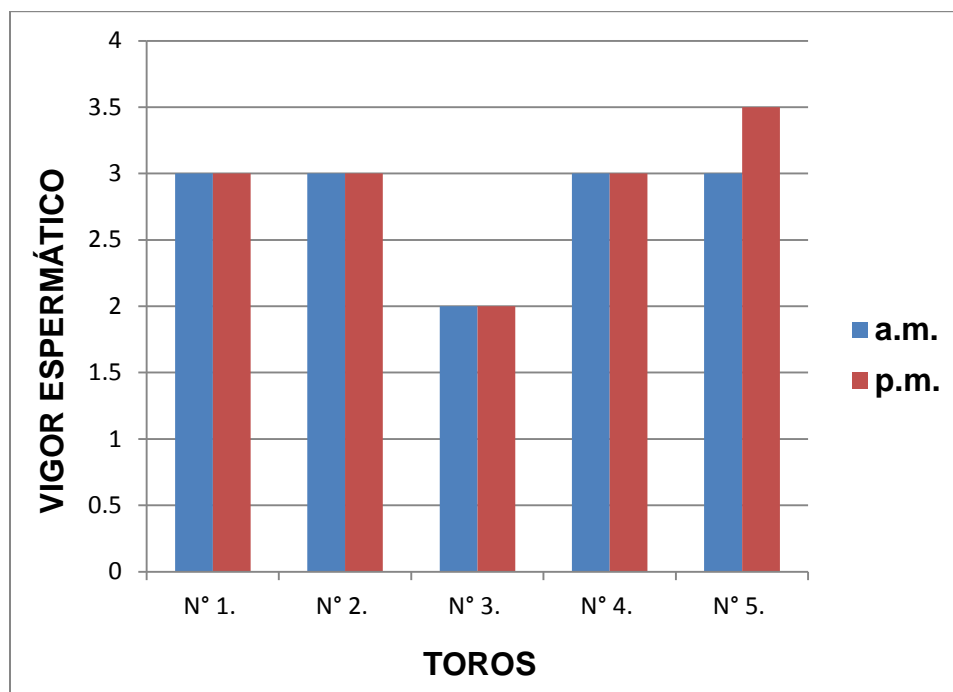
actividad reproductiva del semental, comprometiendo su capacidad funcional y por consecuente su calidad seminal (Lozano, 2010).

**Cuadro XXXIII. Comparación de medias del vigor espermático de los toros, según prueba de Tukey.**

<b>Toro</b>	<b>Medias</b>	<b>N</b>	<b>Agrupamiento</b>
5	3.25	2	A
2	3.00	2	A
1	3.00	2	A
4	3.00	2	A
3	2.00	2	B

**(Agrupamiento) = Las medias seguidas por letras diferentes difieren entre sí (P > 0.05), de acuerdo a la prueba de Tukey.**

**Grafica N° 4. Medidas de vigor espermático de los toros en los diferentes periodos.**



**Toro N° 1 = 29/3**

**Toro N° 3 = 64/3**

**Toro N° 5 = 44/3**

**Toro N° 2 = 65/3**

**Toro N° 4 = 36/3**

En la gráfica de las medidas de vigor espermático, los toros N° 1, 2 y 4 mantuvieron sus características de vigor espermático, donde sus células espermáticas mantenían constante su rapidez de movimiento a través del campo en ambos periodos, tanto en el horario a.m. como en el p.m.

El toro N° 3 mantuvo sus valores en ambos horarios pero en un grado inferior al requerido o clasificado como aceptable. El toro N°5 fue el de mejor vigor espermático, sobre pasando su característica del resto de los toros en el muestro de la tarde con un valor de 3.5 para turbidez espermática.

El análisis de varianza de la concentración espermática arrojó que estadísticamente no hubo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los horarios utilizados. El coeficiente de variación obtenido en el manejo del experimento fue de 29.22%, Cuadro XXXIV.

En el horario 1 (a.m.) se obtuvo la mayor concentración espermática (806 mill/ml) en relación al horario 2 (609.8 mill/ml), no obstante, a pesar que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) según el análisis evaluado, en los valores obtenidos hubo una reducción en la tasa de espermatozoides/ ml, con una disminución del 24.34 % entre horario 1 y 2, con un valor de 6.085%/hora equivalente a 49.05 millones espermatozoides/hora en la fase diurna.

Para rodeos en general donde el semental será utilizado para monta natural la concentración espermática debe ser mínima de 500 millones de esp/ml.

(Hernández, 2010), evaluó las características seminales de toros *Bos taurus* y *Bos indicus* y sus cruzas de aproximadamente 2 años de edad, en un sistema de monta natural bajo condiciones ambientales diferentes en el Norte de México, donde, obtuvo valores promedios para los toros *Bos taurus* (Simmental, Simbrah, Limousin) de 498.48 millones de espermatozoides/ml. Los valores encontrados por Hernández son inferiores a los valores promedios encontrado en nuestra investigación.

(Sanabria, 2005) Comparó el comportamiento de las características seminales de los toros *Bos Taurus*, *Bos indicus* y sus Cruzas en la Universidad de Tolima en Colombia, donde la concentración espermática encontrada para ellos fue de 768 millones de espermatozoides/ ml para el *Bos taurus*, siendo este superior al valor de las Cruzas pero inferior a los de los *Bos indicus*; donde estadísticamente no difirieron ( $P > 0.05$ ) comportándose de manera similar en el trópico.

**Cuadro XXXIV. Análisis de varianza de la concentración espermática en los diferentes horarios de muestreo.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>HORARIO</b>	<b>1</b>	<b>96236.10</b>	<b>96236.10</b>	<b>2.25</b>	<b>0.1721</b>
<b>ERROR</b>	<b>8</b>	<b>342340.80</b>	<b>42782.60</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>438576.90</b>			

---

**CV: 29.22%**

El análisis de varianza sobre la concentración espermática entre los toros evaluados indicó que no hubo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

El coeficiente de variación obtenido en el análisis de esta variable fue de 25.48%.

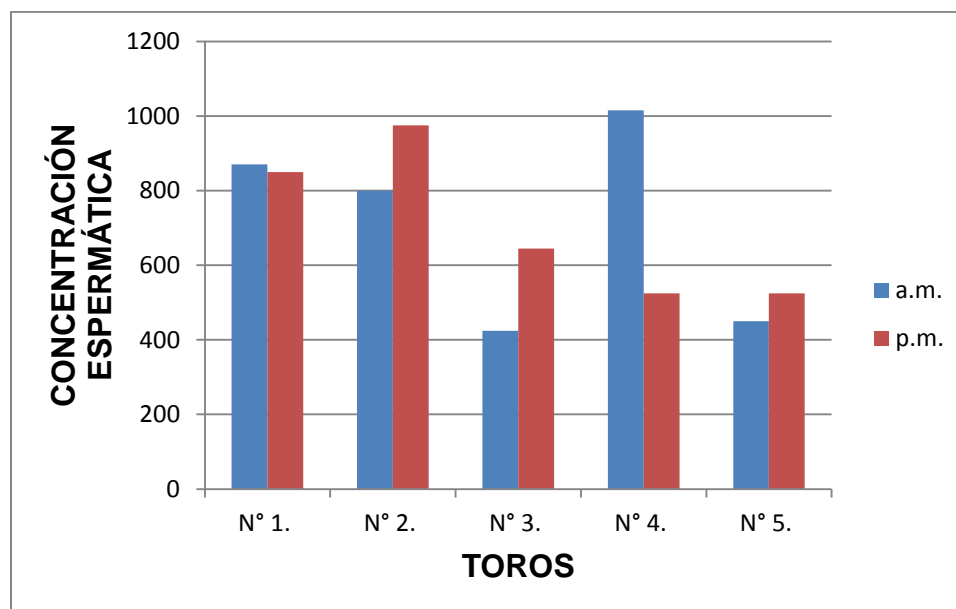
Hernández, (2010) en su investigación donde comparaba las razas Bos Taurus (Simmental, Simbrah, Limousin) y Bos Indicus con edades aproximadas a 2 años en zonas tropicales de México, encontró que no hubo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre toros de la misma razas, obteniendo resultados iguales a los encontrados en nuestro estudio, cuadro XXXV, pero, siendo los valores de concentración esp/ml de (Hernández, 2010) menores a los nuestros. (Castañeda, 2014) Evaluó 15 toros Simmental donde la concentración espermática entre la misma raza arrojan un promedio de 750 millones de espermatozoides/ml, valor intermedio entre los valores encontrado en mi estudio.

**Cuadro XXXV. Análisis de varianza de la concentración espermática de los toros evaluados.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>TORO</b>	<b>4</b>	<b>275781.40</b>	<b>68945.35</b>	<b>2.12</b>	<b>0.2159</b>
<b>ERROR</b>	<b>5</b>	<b>162795.50</b>	<b>32559.10</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>438576.90</b>			

**CV: 25.48%**

**Grafica N° 5. Medidas de concentración espermática de los toros en los diferentes periodos.**



**Toro N° 1 = 29/3**

**Toro N° 3 = 64/3**

**Toro N° 5 = 44/3**

**Toro N° 2 = 65/3**

**Toro N° 4 = 36/3**

Podemos observar en la gráfica presente las medidas de concentración espermática de los 5 toros evaluados con sus valores en los diferentes periodos.

Dentro del grupo de toros evaluados, el orden de mayor a menor concentración espermática fueron: toro 2) 887.5 mill/ml, toro 1) 860.0 mill/ml, toro 4) 770.0 mill/ml, toro 3) 534.5 mill/ml, toro 5) 487.5 ml, donde este animal (N°5) mantuvo una capacidad espermatogénica muy baja en relación a toros de la misma raza.

El análisis de varianza sobre las patologías espermáticas en los diferentes horarios indican que no hubo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en los diferentes horarios de muestreos. El análisis fue realizado con coeficiente de variación de 63.36%, Cuadro XXXVI. El horario 1 (a.m.), obtuvo el mayor porcentaje de patologías espermáticas con un valor de 19.42 %, en relación al horario 2 (p.m.) con un valor de 16.332 %, siendo en este caso diferente a lo encontrado en el volumen, donde se encontró mejores valores en el horario (1), el cual está bajo condiciones microambientales más favorables en cuanto a ITH.

Un semen de buena calidad contiene siempre un cierto número de espermatozoides anormales. Estas anomalías serían de un 10 a 12% en toros, hasta un 30% , donde, los resultados obtenidos en nuestro estudio están dentro del rango como aceptable según la clasificación descrita por (Williams y Lagerlof s/f).

**Cuadro XXXVI. Análisis de varianza del porcentaje de patologías espermáticas en los diferentes horarios de muestreos.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>HORARIO</b>	<b>1</b>	<b>23.83</b>	<b>23.83</b>	<b>0.19</b>	<b>0.6778</b>
<b>ERROR</b>	<b>8</b>	<b>1026.44</b>	<b>128.30</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>1050.28</b>			

**CV: 63.36%**

El análisis de varianza para los datos sobre el porcentaje de patologías espermáticas indicó que hubo diferencias altamente significativas ( $P < 0.05$ ) entre los toros evaluados.

(Hernández, 2010), Evaluó características seminales de toros *Bos taurus* (Simmental, Simbrah, Limousin) y *Bos indicus* en el trópico de México donde encontró que los toros presentaron anomalías espermáticas en un promedio de 16.2% en *Bos taurus*, valores similares a los obtenidos en nuestro estudio.

**Cuadro XXXVII. Análisis de varianza para el porcentaje de patologías espermáticas de los toros evaluados.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>TORO</b>	<b>4</b>	<b>1012.15</b>	<b>253.03</b>	<b>33.18</b>	<b>0.0009</b>
<b>ERROR</b>	<b>5</b>	<b>38.12</b>	<b>7.62</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>1050.28</b>			

**CV: 15.44%**

El análisis de comparación de medias para el porcentaje de patologías espermáticas según prueba de Tukey indica que el toro n° 3 difirió ( $P > 0.05$ ) del resto de los toros, con un valor superior de 37.5 % de patologías en relación al resto que se mantuvieron en un rango de 11 a 14 %, Cuadro XXXVIII. Según (Silva, 2012), los estándares seminales deseables para efectos de selección de toros para monta natural debe ser no más del 30 % de anormalidades espermáticas.

El 42 % de las anormalidades espermáticas en los toros se debían a la presencia de cabezas desprendidas. Según (UNC, 2012) La presencia de estas anormalidades se deben al envejecimiento de la célula en la cola del epidídimo por periodos de reposo sexual los cuales al momento de ser expulsados al exterior por movimientos peristálticos este ocasiona el desprendimiento de la cabeza del espermatozoide.

El 36 % de las patologías espermáticas en el toro N° 3 se debía a gotas citoplasmáticas distales, estas son liberadas cuando los espermatozoides se mezclan con los fluidos seminales en la eyaculación, donde, existe un factor hemolítico en las vesículas seminales que induce a la liberación de la gota distal. (UNC, 2012), las Perturbaciones bioquímicas del plasma seminal aunado a procesos inflamatorios de las glándulas accesorias pueden ser razones de presencia de niveles altos de anormalidades espermáticas.

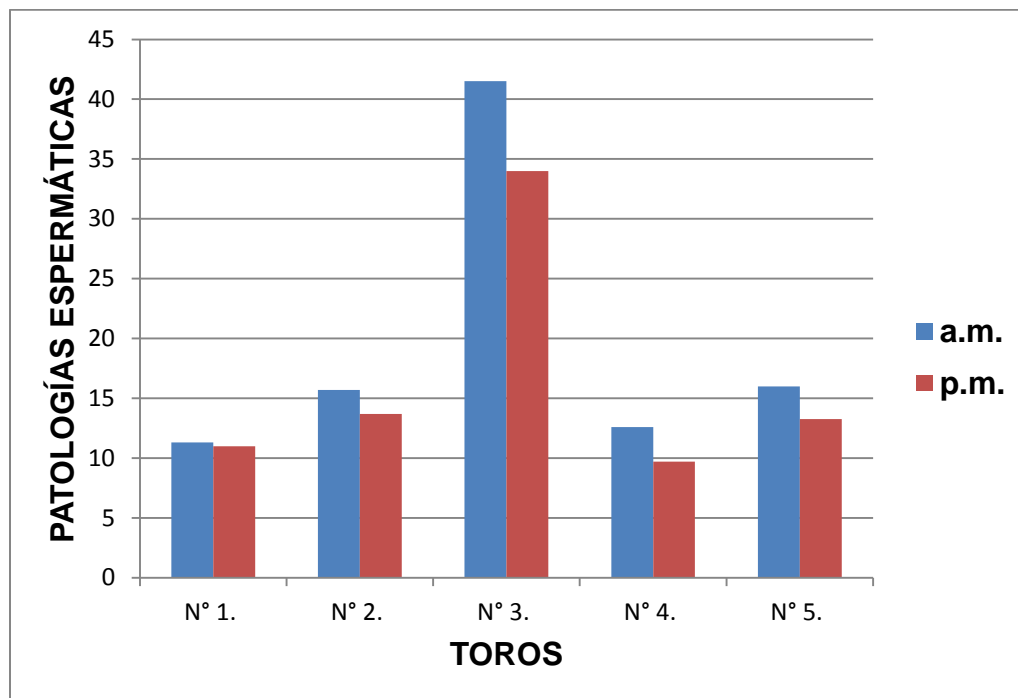
Estos dos procesos explicados anteriormente pueden ser las causas de la incidencia de las patologías espermáticas más encontradas en el análisis de anomalías morfológicas del semen evaluado, ya que, en primera instancia, los toros utilizados estaban sin actividad reproductiva, donde no estaban en periodo de monta, teniendo reposo sexual; y en segunda instancia los toros pudieron estar con una síntesis no ideal del factor hemolítico que realiza el desprendimiento de la gota citoplasmática distal.

**Cuadro XXXVIII. Comparación de medias del porcentaje de patologías espermáticas de los toros evaluados, según prueba de Tukey.**

<b>Toro</b>	<b>Medias</b>	<b>N</b>	<b>Agrupamiento</b>
3	37.75	2	A
2	14.70	2	B
5	14.63	2	B
1	11.15	2	B
4	11.15	2	B

**(Agrupamiento) = Las medias seguidas por letras diferentes difieren entre sí ( $P > 0.05$ ), de acuerdo a la prueba de Tukey.**

**Grafica N° 6. Medidas de patologías espermáticas de los toros en los diferentes periodos.**



**Toro N° 1 = 29/3**

**Toro N° 3 = 64/3**

**Toro N° 5 = 44/3**

**Toro N° 2 = 65/3**

**Toro N° 4 = 36/3**

Se puede observar en la gráfica presentada que la mayoría de los toros mantuvieron sus niveles porcentuales de patologías espermáticas dentro del rango aceptable descrito por (Williams y Lagerlof s/f), citado por (Ramírez, 2010), excepto el toro número 3, el cual mantuvo constante en ambos periodos altos niveles de anomalías morfológicas.

**Cuadro XXXIX. Análisis de correlación del peso y circunferencia escrotal con las variables seminales.**

	<b>PESO</b>	<b>CIRCUNFERENCIA ESCROTAL</b>
<b>VOLUMEN</b>	0.32576 0.3583	-0.06748 0.8531
<b>MOTILIDAD</b>	0.63059 0.0506	-0.69884 0.0245
<b>TURBIDEZ</b>	0.72881 0.0168	-0.74339 0.0137
<b>VIGOR</b>	0.62800 0.0519	-0.88882 0.0006
<b>CONCENTRACIÓN</b>	0.19943 0.5807	-0.48002 0.1603
<b>PATOLOGÍA</b>	-0.68532 0.0287	0.96651 <0.0001

El análisis indica una correlación alta y positiva para las variables como la “Motilidad, turbidez y vigor” en relación con el peso de los toros, para las variables como “Volumen y concentración” hubo una correlación baja pero positiva; en cambio la variable “Patología” mantuvo una correlación alta pero negativa con el peso de los toros.

Las variables seminales evaluadas en el análisis indican un coeficiente de correlación alto pero negativo y un valor probabilístico de significancia alto en las variables “volumen, motilidad, turbidez, vigor, concentración” con la circunferencia escrotal. Sin embargo, la variable “Patología” mantuvo una correlación alta, positiva y muy significativa en relación a la circunferencia escrotal.

Vallecillo,(2011) en su estudio encontró un efecto de correlación positivo del peso del semental sobre las características seminales, con un efecto significativo del peso corporal sobre la producción espermática; especialmente, sobre el volumen y los espermatozoides totales. Este hecho ha sido contrastado por otros autores como (Trujillo, 2005), donde encuentran diferencias significativas entre los parámetros seminales y el peso corporal.

Vallecillo, A. (2011) indica que los datos publicado por Brito y col., (2002) y Latif y col., (2009) son muy similares a los nuestros, donde no encontraron ninguna relación de la circunferencia escrotal con la calidad espermática, notando en su estudio una ligera tendencia a la significancia en la variable motilidad masal, y no se aprecia ninguna significancia en la motilidad progresiva.

Neville y col., (1988) citado por Vallecillo, A. (2011), no reportaron ninguna correlación significativa entre la circunferencia escrotal y la producción y calidad seminal en toros, mientras que algunos otros autores reportan correlaciones negativas entre la circunferencia escrotal y la calidad del semen (Palasz y col., 1994).

Para Thompson, y col., (1992) citado por Vallecillo, A. (2011), indican que la circunferencia escrotal no es un factor de predicción preciso de la motilidad espermática, lo mismo que de la morfología.

Pérez-Llano, (1992) citado por Vallecillo, A. (2011) afirma que las altas correlaciones entre la circunferencia escrotal y la producción espermática, y más específicamente el volumen seminal, no depende únicamente de la producción

de espermatozoides por el testículo, sino también de la producción de plasma seminal por las glándulas sexuales accesorias. En razas especializadas, la producción del volumen seminal es muy alta si las comparamos con las razas autóctonas.

## V. CONCLUSIONES

Los toros evidenciaron parámetros seminales dentro de los establecidos como características seminales buenas, con excepción el toro N° 3, evidenciando valores regulares en parámetros como vigor, turbidez y no satisfactorio en las patologías espermáticas.

Entre horarios se encontró diferencias solamente en el volumen seminal, pero aun así sus valores obtenidos estaban dentro de un rango aceptable, donde las condiciones microambientales fueron variables en el transcurso del día, siendo el índice de temperatura - humedad, (ITH), en la tarde mayor y clasificado como un estrés moderado para los animales.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Realizar nuevos estudios con un mayor número de animales y muestras seminales para evidenciar más investigaciones sobre el comportamiento adaptativo en relación a la eficiencia reproductiva de esta raza en nuestra región.

Realizar estudios de esta raza bajo condiciones de pastoreo y en actividad de monta para determinar el desempeño funcional dentro de un entorno diferente al evaluado en mi estudio.

Realizar extracciones de semen para análisis seminal y posterior congelación preferiblemente en horas de la mañana, donde las condiciones ambientales son más favorables para el animal y se obtiene un mejor comportamiento de las variables seminales.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Agrobit. (2010).** Ganaderia. (En línea). Venezuela. consultado el 4 de Mayo de 2015. Disponible en: [http://www.agrobit.com.ar/Info\\_tecnica/Ganaderia/razas/GA000001ra.htm](http://www.agrobit.com.ar/Info_tecnica/Ganaderia/razas/GA000001ra.htm)

**Aguero, G. (2012).** Evaluación de las Características Seminales de sementales bovinos mediante el analizador computarizado. Consultado el 15 de Noviembre del 2015. (En línea). Venezuela. Disponible en: [http://saber.ucv.ve:8080/jspui/bitstream/123456789/3292/1/T0268000026-26-0-Tesis\\_Final\\_Gloria\\_Aguero-000.pdf](http://saber.ucv.ve:8080/jspui/bitstream/123456789/3292/1/T0268000026-26-0-Tesis_Final_Gloria_Aguero-000.pdf)

**Aparicio, N. (2014).** Sistema Reproductor del macho. Documento de Reproducción animal. Panamá.

**Arias. (2008).** Archivo de medicina veterinaria. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado de carne y leche. (En línea). Chile. Consultado el 16 de Marzo de 2016, Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-732X2008000100002&lng=en&n](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2008000100002&lng=en&n).

**Ayllón, T. (2003).** Elementos de meteorología y climatología. México: Trillas. 211P.

- Barillas, E. (2014).** comportamiento fisiológico térmico y cardiorespiratorio circadiano diurno durante la época seca en novillas holstein y jersey vacias con adaptación cronica al estrés calórico tropica. Tesis. Panamá. Consultado el 16 de Marzo de 2016.
- Barrio, D. (2010).** Fisiología de la reproducción. (En línea). Consultado el 4 de septiembre de 2015. Disponible en: <file:///J:/TESIS/fisiologia%20de%20la%20reproduccion.PDF>
- Barrios, D. (2002).** Fisiología y Reproducción. Evaluación de la calidad y capacidad fecundante de espermatozoides de la cola del epididimo de toros post-morten. (En línea). Venezuela. Consultado el 5 de Marzo de 2016. Disponible en: [http://www.avpa.ula.ve/congresos/cd\\_xi\\_congreso/pdf/diego\\_barrios.PDF](http://www.avpa.ula.ve/congresos/cd_xi_congreso/pdf/diego_barrios.PDF)
- Bastidas, O. (S/f).** Technical Note - Neubauer Chamber Cell Counting . (En línea). España. Consultado el 12 de Marzo de 2016. Disponible en: <http://www.celeromics.com/es/resources/docs/Articles/Conteo-Camara-Neubauer.pdf>
- Bilby, T. (2008).** Heat Stress Effects on Fertility. Consequences and Possible Solutions. (En línea). USA. Consultado el 17 de Marzo de 2016. Disponible en: <http://www.dairyweb.ca/Resources/SWNMC2008/Bilby.pdf>
- Castañeda, L. V. (2014).** Efectos de la raza sobre las características reproductivas en toros manejados en sistemas extensivos. Revista Científica de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Pág 7.

**Cole & Cupps. (1984).** Reproducción de los animales domésticos. Zaragoza, España. Editorial Acribia S.A. 521 P.

**Corneo, G. (1940).** Observations on the cause of yellow semen in the bull. Milan: Bonadonna.

**Cups, H. c. (s.f).** Reproducción de los animales domésticos. New York: Academic press, Inc. 828 P.

**Curbelo, M. (2013).** Relevamiento de laboratorio de procesamiento de semen bovino en Uruguay. (En línea). Uruguay. Consultado el 8 de Marzo de 2016. Disponible en: [http://www.fvet.edu.uy>biblio\\_curbelo2013](http://www.fvet.edu.uy>biblio_curbelo2013)

**De Armas, R. (2013).** Reproducción animal. Panamá.

**Diéz, C. (2005).** análisis de Semen Bovino. (En línea). Consultado el 25 de Abril de 2015. Disponible en: <http://www.serida.org/publicacionesdetallePhp?id=1495>

**FCA. (2014).** Estación meteorológica satelital. DavidChiriquí, Panamá.

**Fernández, A. (1993).** Principios de la fisiología reproductiva. Montevideo: Hemisferio Sur. 247 P.

**Frandsen, R. (1976).** Anatomía y Fisiología de los Animales Domésticos. México: Interamericana. 461 P.

**Genetics, B. F. (2004).** Fleckvieh doble propósito. (En línea). Alemania. Consultado el 25 de Abril del 2015. Disponible en: [http://www.fleckvieh.de/Spanisch/Fleckvieh\\_Zuchtziel\\_s.htm](http://www.fleckvieh.de/Spanisch/Fleckvieh_Zuchtziel_s.htm)

**Hafez, E. (1989).** Reproducción e inseminación en animales. México D.F. : Interamericana. 684 P.

**Hernández, R. (2010).** Caracterización reproductiva de toros Bos taurus y Bos indicus y sus cruzas en un sistema de monta natural y con reposo sexual en el trópico de México. (En línea) México. Consultado el 15 de Marzo de 2016. Disponible en: <http://www.bioline.org.br/pdf?cg10012>

**Hidalgo, C. (2001).** análisis seminal en rumiantes. (En línea). España. Consultado el 15 de Noviembre de 2015, Disponible en: <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=1495>

**Holy, L. (1970).** Biología de la reproducción Bovina. La Habana, Cuba: Edición Revolucionaria. 454 P.

**Holy, L. (1987).** Biología de la reproducción bovina. Cuba: Científico-Técnica. 332 P.

**Istebot, J. I. (2014).** Evaluación andrológica de toros en campo.(En línea) Montebideo Uruguay. Disponible en: <http://www.fvet.edu.uy/sites/default/files/biblioteca-archivos/Tesis-de-grado-2014/FV-30633.pdf>

**Kolb, E. (1975).** Fisiología veterinaria. Zaragoza, España: Acribia. 1115 P.

- Lozano, H. (2010).** Factores que afectan la calidad seminal en toros. (En línea). Colombia. Consultado el 14 de Marzo de 2016. Disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/remvez/article/view/13860>
- Marín, & Veléz, M. (s.f).** Como afecta el estrés calórico la reproducción. (En línea). Colombia. Consultado el 12 mayo de 2015. Disponible en: [http://biosalud.ucaldas.edu.co/downloads/Biosalud9%282%29\\_9.pdf](http://biosalud.ucaldas.edu.co/downloads/Biosalud9%282%29_9.pdf)
- Mata, S. E. (2007).** Análisis retrospectivo de la calidad seminal de sementales bovinos en las zonas centro y sur del estado de Veracruz. (En línea). México. Consultado el 25 de Abril de 2015. Disponible en: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/53/2/SilAdeliLopezMata.pdf>
- McDonald. (1981).** Reproducción y endocrinología veterinarias. Georgia: Interamericana. 466 P.
- Merani, P (2004).** El espermatozoide también tiene su historia. Ciencia y hoy. 14 P.
- Migliorisi, L. (2000).** Protocolo para la evaluación de semen en rumiantes. Cito de Producción animal de Argentina, 9 P.
- Morillo, M. (2012).** Evaluación del potencial reproductivo del macho. (En línea). Venezuela. Consultado el 27 de Abril de 2015. Disponible en: [http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/noperiodicas/pdf/Eval\\_poten\\_repro\\_macho%20bovino.pdf](http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/noperiodicas/pdf/Eval_poten_repro_macho%20bovino.pdf)

**Muñoz. (2008).** Estudio de la calidad seminal de toros en época seca. Panamá.

Tesis. 153 P.

**Nachón, H. (2008).** Ciencias biológicas y educación para la salud. (En línea).

Argentina. Consultado el 9 de Marzo del 2016. Disponible en:

<http://hnnbiol.blogspot.com/2008/01/espermatogenesis.html>

**Noakes, D. (1981).** Reproducción y Endocrinología Veterinaria. México:

Interamericana S.A.

**NRC. (1971).** Guide to environmental Research on Animals. Nat. Acad. Sc.

Washington D.C.

**Palacios, J. R. (S.f).** Sistema Reproductor . (En línea). España. Consultado el

27 de Abril del 2015. Disponible en: [https://www.infermeravirtual.com/files/](https://www.infermeravirtual.com/files/media/file/104/Sistema%20reproductor%20masculino.pdf?1358605633)

[media/file/104/Sistema%20reproductor%20masculino.pdf?1358605633](https://www.infermeravirtual.com/files/media/file/104/Sistema%20reproductor%20masculino.pdf?1358605633)

**Plus, M. (2014).** Análisis seminal. (En línea). Consultado el 29 de Abril de 2015.

Disponible en: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article>

[/003627.htm](http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/003627.htm)

**Ponce, R. (2010).** Efectos del estrés térmico sobre la fertilidad del ganado

bovino. (En línea). México. Consultado el 31 de Agosto de 2015.

Disponible en: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol2/>

[CVv2c10.pdf](http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol2/CVv2c10.pdf)

**Ramírez, F. D. (2010).** Inseminación y transferencia de embriones en animales

de granja. Colombia: Editorial D Vinni S.A. 522 P.

**Ríos, C. (s.f.).** Estrés calórico y su relación con variables reproductivas en machos bovinos en la Amazonia Colombiana. (En línea) Colombia. Consultado el 14 de Marzo de 2016. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>

**Rodríguez, G. (2010).** Espermatogénesis. (En línea). Consultado el 28 de Abril de 2015. Disponible en: <http://fournier.facmed.unam.mx/deptos/embrio/images/PDF/espermatogenesis.pdf>

**Salazar, A. B. (2010).** Citología e Histología Veterinaria. (En línea). España. Consultado el 15 Marzo de 2015. Disponible en: <http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/citologia-e-histologia-veterinaria/material-de-clase-1/tema31-reproductor-masculino.pdf>

**Salisbury, N. V. (1978).** Fisiología de la reproducción e inseminación artificial de los Bovidos. Acribia: Zaragoza, España. 831 P.

**Sanabria. (diciembre de 2005).** Diagnóstico de la capacidad reproductiva de toros en ganaderías de tres municipios del alto magdalena. (En línea). Colombia. Consultado el 12 de Abril de 2016. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S012202682005000200007](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012202682005000200007)

**Saravia, C. (2003).** Influencia del ambiente atmosférico en la adaptación y producción animal. (En línea). Colombia. Consultado el 14 de Marzo de 2016. Disponible en: <http://docplayer.es/14024525-influencia-del-ambiente-atmosferico-en-la-adaptacion-y-produccion-animal.html>

- Sena, (2010).** Anatomía y Fisiología del Sistema Reprodutor del Macho. (En línea). Colombia. Consultado el 27 de Abril de 2015. Disponible en: <https://docs.google.com/document/d/1vmH4jN5A3RLvbDPfYvoXQQC4By6x5AJmg-6uk0AL88/edit?pli=1>
- Serrano, (2010).** Reproducción animal. Andrología, Atlas espermático. (En línea). Colombia. Consultado el 14 de Mayo de 2016. Disponible en: <http://jairoserrano.com/2010/09/atlas-espermatico/>
- Silva. (2012).** Parámetros genéticos de las características andrológicas en la especie bovina. Sitio Argentino de Producción Animal, 12 P.
- Sintex. (2005).** Fisiología reproductiva del bovino. Laboratorio de especialidades veterinarias. (En línea). Consultado el 28 de Abril de 2015. Disponible en: [http://www.produccionanimal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/71-fisiologia\\_reproductiva\\_del\\_bovino.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/71-fisiologia_reproductiva_del_bovino.pdf)
- Sorensen, J. (1982).** Reproducción animal; principios y práctica. México: Mc Graw Hill. 539 P.
- Süddeutscher, A. (2011).** Simmental Fleckvieh antecedentes. (En línea). Alemania. Consultado el 25 de Abril de 2015. Disponible en: [http://www.asr-rind.de/media\\_pdf/Fleckviehbrosch%C3%BCre/brosch-engl-web.pdf](http://www.asr-rind.de/media_pdf/Fleckviehbrosch%C3%BCre/brosch-engl-web.pdf)
- Swenson, H. D. (1960).** Fisiología de los animales domésticos. funciones de la integración y reproducción. Tomo II . Madrid España: Aguilar S.A.

- Trujillo, L. (2005).** Diagnóstico de la capacidad reproductiva de toros en ganaderías de tres municipios del alto magdalena colombia. (En línea) Colombia. Consultado el 16 de Marzo de 2016. Disponible en: <http://revistas.unicordoba.edu.co/revistamvz/mvz-102/102-7.pdf>
- UNC. (2012).** Introducción a la importancia de la circunferencia y termoregulación testicular en hatos de carnes. (En línea). Argentina. Consultado el 1 de Abril de 2016. Disponible en: <http://www.fca.proed.unc.edu.ar/mod/book/view.php?id=5333&chapterid=660>
- UP. (2010).** Aporte de la UP a la ganadería. (En línea). Panamá. Consultado 24 de Agosto del 2015. Disponible en: <http://www.up.ac.pa/PortalUp/AporteGanaderiaUP.htm>
- UP. (2014).** Estación meteorológica física de la atmósfera. Base de datos Departamento de Suelos y Aguas Facultad de ciencias Agropecuarias.
- Urroz, C. (2000).** Elementos de Anatomía y Fisiología Veterinaria animal. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia. 268 P.
- Valtorta, S. Gallardo, M. (1996).** El estrés por calor en producción lechera. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina 185 P.
- Vallecillo, A. (2011).** Caracterización reproductiva de toros de la raza Marismeña como base a su conservación. (En línea). Argentina. Consultado el 3 de Abril del 2016. Disponible en: [http://www.uco.es> pictorex>10\\_13\\_39\\_tesis](http://www.uco.es> pictorex>10_13_39_tesis)

**Vera, O. (2001).** Evaluación seminal comparativa pre y postdescongelación en machos bovinos. Venezuela: Editorial Fundación Girarz. 262 P.

**Wikipedia. (s.f.).** Historia del microscopio. (En línea). Consultado el 28 de Junio del 2015. Disponible en: <http://personales.mundivia.es/mggalvez/micro2.htm>

**Wittke, G. (1978).** fisiología de los animales domésticos. Buenos Aires-Argentina. Editorial Hemisferio Sur S.A. 178 P.

**Zemjanis. (1990).** Reproducción animal, Diagnósticos y técnicas terapéuticas. México: Editorial Limusa S.A. 253 P.

**Zuñiga, B. A. (2009).** Reproducción animal. Como afecta la temperatura ambiental la reproducción. (En línea). Consultado el 14 Mayo del 2015. Disponible en: <http://www.chapingo.mx/maizedb/ClimAgrop/RepCI>

## VIII. ANEXOS



### **Anexo 1. Toro evaluado 29/3.**

- Raza: Simmental Fleckvieh.
- Fecha nacimiento: 24 de Junio del 2013.
- Edad a momento de Evaluación: 22 Meses.



**Anexo 2. Toro evaluado 64/3.**

- Raza: Simmental Fleckvieh.
- Fecha nacimiento: 5 de Septiembre del 2013.
- Edad a momento de Evaluación: 19 Meses.



**Anexo 3. Toro evaluado 44/3.**

- Raza: Simmental Fleckvieh.
- Fecha nacimiento: 17 de Julio del 2013.
- Edad a momento de Evaluación: 21 Meses.



**Anexo 4. Toro evaluado 65/3.**

- Raza: Simmental Fleckvieh.
- Fecha nacimiento: 10 de Septiembre del 2013.
- Edad a momento de Evaluación: 19 Meses.



**Anexo 5. Toro evaluado 36/3.**

- Raza: Simmental Fleckvieh.
- Fecha nacimiento: 29 de Junio del 2013.
- Edad a momento de Evaluación: 22 Meses.



#### **Anexo 6. Medición de la circunferencia testicular.**

Utilización de una cinta métrica especial para determinar la circunferencia testicular en toros. La imagen muestra a uno de los toros utilizados en la investigación.



### **Anexo 7. Palpación rectal en toros.**

Mediante la técnica de palpación rectal, se realizaba el vaciado de las heces para que posteriormente la introducción del electrodo fuera de una manera más fácil donde, se evitara al máximo las molestias o dolor en el animal.

A la vez realizaba una exploración y tacto previo de las vesículas seminales y la próstata, determinando su estado y su tamaño.



#### **Anexo 8. Limpieza del Prepucio antes de la extracción seminal.**

Este proceso se realiza para evitar la contaminación de la muestra con heces y partículas del suelo, estos afectan la calidad del semen.

Se debe provocar la micción del animal y utilizar el mismo para limpieza interna del prepucio. También se utiliza solución salina o agua destilada a una dosis de 60 ml, estos se introducen en el prepucio y evitando su posterior salida del líquido se realiza un enjuague por un minuto aproximadamente.



#### **Anexo 9. Introducción del electrodo en el recto del animal.**

El electrodo debe colocarse completamente dentro del recto del toro evitando causar heridas. Este debe ir conectado mediante un cable a una cajilla de control.



#### **Anexo 10. Recolecta del semen.**

Se debe tomar mucha precaución con los movimientos del animal durante la recolecta, un movimiento del mismo puede causar una herida principalmente en las manos de la persona que realiza la función.

La recolecta del semen debe ser segura, tratando de evitar las pérdidas del mismo. Es recomendable la utilización de vasos térmicos, estos mantienen la temperatura por un tiempo mayor evitando los cambios bruscos de temperatura del semen recolectado.



#### **Anexo 11. Tubo graduado para medir el volumen del eyaculado.**

En el laboratorio el semen recolectado en envases como muestra la imagen, los cuales tienen dos funciones:

- Determinar el volumen del semen extraído y recolectado. Estos tubos de plásticos tienen en sus costados las numeraciones para determinar el volumen de la muestra.
- Proteger el semen que será analizado. Poseen una tapadera que evita la entrada de factores contaminantes y en caso de accidentes evita que se derrame y pierda el semen recolectado.



#### **Anexo 12. Semen recolectado en tubos de recolecta en baño maría.**

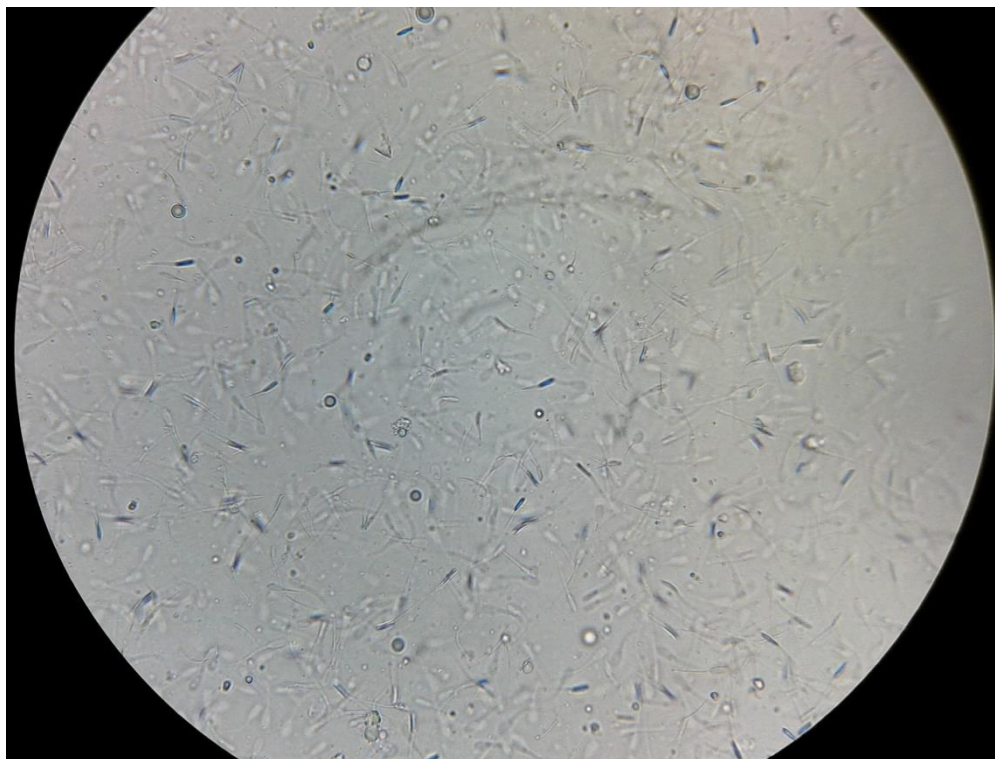
El semen recolectado al llegar al laboratorio debemos colocarlo en baño maría a una temperatura de 37°C en sus envases pertinentes. Esto contribuirá a evitar la muerte de las células espermáticas y así tener un mayor periodo para realizar las manipulaciones del mismo, y cumplir con el objetivo con que se realizó la colecta, ya sea solo para análisis de los parámetros seminales o para una posterior congelación.



### **Anexo 13. Observación del semen recolectado mediante un microscopio.**

Para analizar la calidad seminal del semen recolectado es necesaria la utilización de un microscopio, este sirve como instrumento complementario para la determinación de los parámetros seminales ya sea la motilidad, el vigor la concentración, turbidez, patología, entre otros.

Cabe destacar que para cada análisis de estos se necesitan otros instrumentos, como por ejemplo, la Cámara de Neubauer, para determinar la concentración espermática.



**Anexo 14. Enfoque con un microscopio a un aumento de 100x de una muestra de semen.**

La imagen muestra el enfoque de una muestra de semen. Se observan ciertas patologías como cabezas desprendidas y colas enrolladas. También se observan células de descamación.



### **Anexo 15. Cámara de Neubauer.**

La Cámara de Neubauer es utilizada en el laboratorio como una herramienta o instrumento complementario para determinar la concentración de células espermáticas por ml.