

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL



Principales factores que afectan la fertilidad y viabilidad del semen
bovino y caprino

Por:

ROLANDO NUÑEZ HERNANDEZ

MONOGRAFIA:

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre, 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL

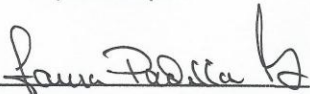
Principales factores que afectan la fertilidad y viabilidad del semen
bovino y caprino.

POR:
ROLANDO NUÑEZ HERNANDEZ

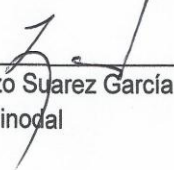
MONOGRAFIA:
QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Ingeniero Agrónomo Zootecnista


Aprobada por:




M.C. Laura E. Padilla González
Presidente del Jurado



M.C. Lorenzo Suarez García
Sinodal



Ing. Roberto A. Villaseñor Ramos
Sinodal



Dr. José Dueñez Alanís
Coordinador de la Division de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre, 2016

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme el privilegio de ser su hijo, acompañándome en los momentos maravillosos de mi vida y brindarme siempre las herramientas necesarias para culminar mi formación profesional.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, “Alma Terra Mater” por haberme brindado la oportunidad de prepararme profesionalmente, con cariño y respeto.

A mi asesor principal M.C. Laura E. Padilla González, por su valioso tiempo, dedicación y por compartir sus conocimientos durante el proceso de titulación.

Al M.C. Lorenzo Suarez García, por formar parte de revisión del trabajo a culminar.

Al Ing. Roberto A. Villaseñor Ramos, por formar parte de revisión del trabajo a culminar.

Al Departamento de Zootecnia, por las atenciones de aquellos maestros que durante todos los semestres compartían sus conocimientos en clases y prácticas.

DEDICATORIAS

A mis padres. Pedro Marcelo Nuñez Gómez y Francisca Hernández Díaz

Gracias por darme la herencia más grande de mi vida, el estudio. Primeramente a mi mamita, por cárgame los 9 meses en su vientre, su apoyo incondicional, consejos que a lo largo de mi vida me ha enseñado a salir adelante. Y hoy reflejo el resultado que tantos años dedicaste con esfuerzo y trabajo, te admiro con mucho respeto mamá, me siento muy orgulloso por ser tu hijo, al igual que a ti papá, gracias por darme tu confianza, los consejos necesarios e inculcar en mi los valores. De todo corazón los amo muchos como los mejores padres que tengo en mi vida.

A mis hermanos: Estela, Adolf, Elva, Fabio, Marisa y Chío.

A todo ustedes como una muestra de amor y cariño, gracias por creer en mí, por sus lindos consejos y regaños en cada momento de mi vida. Son los mejores hermanos que tengo y por su apoyo incondicional gracias.

A mis Abuelitos

Antonio Núñez, Pascuala Gómez, Diego Hernández y Antonia Díaz, gracias por creer en mí y por sus consejos que me dieron alientos para culminar mi preparación profesional.

A mis tíos que siempre se preocuparon de mí en todo momento

A mi sobrinita que es una personita muy tierna y cariñosa.

A mi esposa Xóchitl Martínez Hernández

Por estar siempre conmigo, con tu apoyo incondicional durante varios años, me alegro mucho de haberte conocido y formar parte de mi vida, en especial tu cariño y amor. Al mismo tiempo me siento muy feliz con ella y a mi niño que pronto estará con nosotros para formar parte de nuestras vidas te amo bebe.

A mis amigos que siempre compartieron los momentos más felices de nuestra formación Tapia, Bizarro, Cesaty, Alfredo, Leo, Astello, por su compañerismo y humildemente por compartir sus conocimientos.

INDICE

Resumen	1
Palabras claves	1
Introducción.....	2
Antecedentes.....	5
Justificación	7
Objetivos	8
CAPÍTULO I.....	9
1.1 Semen	9
1.2 Espermatozoides	9
1.3 Morfología del espermatozoide.....	10
CAPITULO II.....	14
2.1 Características del semen bovino y caprino	14
2.1.1 Caracterización macroscópica.....	15
2.1.1.1 Volumen	15
2.1.1.2 Olor	17
2.1.1.3 Color.....	17

2.1.1.4 Acidez (pH)	18
2.1.2 Caracterización microscópica	21
2.1.2.1 Motilidad masal	21
2.1.2.2 Motilidad individual progresiva	22
2.1.2.3 Concentración espermática.....	24
2.1.2.4 Vitalidad	27
2.1.2.5 Morfología espermática.....	28
CAPITULO III.....	31
3.1 Factores que influyen en la producción de semen en bovinos y caprinos ...	31
3.1.1 Medioambientales	31
3.1.2 Genética.....	35
3.1.3 Edad.....	39
3.1.4 Nutricionales	42
3.1.5 Efecto de la estación	44
CAPITULO IV.....	47
4.1 Características físicas de un semental como estimación de su fertilidad en bovinos y caprinos	47
4.1.1 Examen físico general.....	48
4.1.2 Examen del aparato locomotor	55
4.1.3 Órganos genitales externos	58
4.1.3.1 Testículos	58

4.1.3.2 Examen del pene.....	61
4.1.3.3 Examen del escroto y epidídimo.....	64
4.1.3.4 Circunferencia escrotal.....	67
4.1.3.5 Examen de la capacidad de servicio.....	73
CAPITULO V.....	76
5.1 Principales factores que influyen en la fertilidad y en la viabilidad del semen bovino y caprino.....	76
5.1.1 Medio ambiente.....	76
5.1.2 Genética.....	80
5.1.3 Edad.....	82
5.1.4 Nutrición.....	87
5.1.5 Estrés.....	92
5.1.6 Estacionalidad.....	93
5.1.7 Patológicos.....	97
5.1.7.1 Virales.....	97
5.1.7.2 No virales.....	99
Conclusiones.....	102
Bibliografía.....	104

Índice de tablas

Tabla 1. Valor del pH de diversas especies animales	19
Tabla 2. Sistema de valoración de la onda de movimientos	21
Tabla 3. Clasificación de la motilidad individual en eyaculados bovinos	23
Tabla 4. Escala para la evaluación microscópica de la motilidad individual progresiva aplicada para el semen caprino	23
Tabla 5. Concentración o densidad espermática en bovino con base en el número de espermatozoides por mililitro (ml).....	25
Tabla 6. Concentración del semen de macho cabrío valorada por su consistencia	26
Tabla 7. Circunferencia escrotal para Bos taurus (cm)	67
Tabla 8. Circunferencia escrotal en toros Cebuinos (cm).....	68
Tabla 9. Evaluación Circunferencia escrotal	69
Tabla 10. Edad y circunferencia escrotal	70
Tabla 11. Criterios para evaluar machos cabríos circunferencia escrotal (cm) y consistencia testicular	71
Tabla 12. Capacidad de servicio (toro) y distribución de preñez	75

Índice de figuras

Figura 1. Comparación de los espermatozoides de los animales domésticos y otros vertebrados	10
Figura 2. Un método para determinar el pH del semen de las diferentes especies animales.....	20
Figura 3. Espermatozoide normal de bovino	28
Figura 4. Espermatozoides normales del macho cabrío.	29
Figura 5. Anormalidades primarias del semen bovino y caprino.....	30
Figura 6. Anormalidades secundarias en bovino y caprino.	30
Figura 7. Índices de temperatura y humedad sobre el volumen espermático	32
Figura 8. Tren posterior vista lateral.....	57
Figura 9. Tren vista posterior.....	58
Figura 10. Tipos de malformaciones en el pene de los machos reproductores....	62
Figura 11. Macho cabrío pre púber	63
Figura 12. Proceso uretral desprendiendo	64
Figura 13. Proceso uretral desprendido completamente	64
Figura 14. Epidídimos cruzados en toros sementales.....	66
Figura 15. Concentración espermática respecto la edad	84

Resumen

El objetivo del presente trabajo ha sido recabar la principal información de diferentes fuentes e investigaciones sobre los factores que afectan la fertilidad y viabilidad de semen bovino y caprino. En el ganado bovino juega un papel muy importante en la reproducción, por eso se decide establecer criterios de calificación de los sementales tales como: características de una buena calidad seminal, características físicas de un buen semental, tomar medidas de factores que afecta la producción espermática y viabilidad, entre otras cosas; y de igual manera lo es en el ganado caprino. Así mismo se cuenta con la información de cómo los diferentes factores tales como genéticos, nutricionales, medioambientales y de manejo pueden influir en la calidad seminal de estas especies.

Así esta recopilación de información de fuentes confiables permitirá manejar criterios y tomar decisiones adecuadas que permitan eficientes el manejo de los sementales en estas especies.

Palabras claves:

Factores, semen, fertilidad.

Introducción

La ganadería es responsable de la mayor parte del uso mundial de tierras, los pastizales y tierras de cultivo dedicadas a la producción de alimentos para el ganado representan casi el 80% de todas las tierras agrícolas. Los cultivos forrajeros se siembran en un tercio de todas las tierras cultivadas, mientras que la superficie total de tierra ocupada por pastos equivale al 26% de la superficie terrestre libre de hielo (FAO, 2009).

La eficiencia productiva de la ganadería es fundamental para maximizar la utilización de los recursos de dicho sector y así poder obtener el máximo provecho posible, así el estudio de los factores que afectan su rendimiento es crucial. En este sentido, el papel que juega la fertilidad potencial del macho en la eficiencia reproductiva y productiva de las explotaciones bovinas y/o caprinas es de incuestionable importancia para los sistemas de producción pecuaria en nuestro país (Morillo *et al.*, 2012).

En estos sistemas de producción la fertilidad es el factor más importante desde el punto de vista económico. El objetivo de los productores es conseguir altos índices de gestación en periodos cortos. Sin embargo, esto no ocurre si la habilidad de reproducción del semental se ve disminuida (Gadea, 2001; citado por Cisneros, 2011).

En lo que respecta a los machos, la verificación de un buen desempeño reproductivo después de un periodo de empadre es un indicador eficiente de la fertilidad de un toro o un grupo de ellos. Cuando un error se debe a la baja capacidad reproductiva de los toros y es detectado después del final de la temporada reproductiva, el daño es irreversible. Por eso la evaluación andrológica es una metodología que puede ser empleada para la identificación de la fertilidad de los toros y así saber el estado en la que se encuentra el semental. (Galina *et al.*, 2006).

La principal función de un semental en un hato es lograr preñar el mayor número de vacas en la temporada de servicio sobre todo en ambientes tropicales donde más del 90 % de los sistemas de la producción utilizan la monta directa o natural como una técnica reproductiva; sin embargo, para lograr este objetivo, el toro además de un apropiado deseo sexual (libido) debe producir suficientes espermatozoides con excelente viabilidad para garantizar el éxito de la fertilización (Madrid et al., 1992; citado por Angelino, 2009).

Existen varias situaciones por las que la capacidad reproductiva de un toro y macho cabrío puede ser afectada como son; el nivel nutricional, topografía del terreno, número de vacas por semental, la edad, el fotoperiodo, el medioambiente y enfermedades principalmente. Si los toros están trabajando en sistema de pastoreo con baja producción y calidad de forraje es recomendable un suplemento ya que al momento de empadre demandara mucha energía. Si el semental se encuentra en buenas condiciones esto puede aumentar la producción de becerros y reducir la época de monta (Pedroza., 1986; citado por Angelino, 2009).

Diversos estudios han demostrado que bajo condiciones tropicales, del 15 al 30 % de los toros utilizados para la monta natural tiene una calidad de semen baja o no satisfactoria, por lo tanto, para evitar el gasto, es aconsejable que en todos los toros se evalué las diversas pruebas, cuando mucho un mes antes de que se lleve a cabo la venta o la época de empadre. De esta manera se lograra una confiabilidad al momento de someter al trabajo o a la venta con otros productores (Pedroza, 1986; citado por Angelino, 2009).

Las cabras se adaptan a una mayor amplitud de condiciones climáticas y geográficas que cualquier otro tipo de ganado; por ello son manejadas en sistemas de producción nómada, trashumante, extensivo o bajo confinamiento total (Smith y Sherman, 1994).

La eficiencia reproductiva en la industria ovina y caprina es un importante criterio de selección, además de ser un componente de gran importancia económica en todas estas razas ya que afecta la productividad general del rebaño, así como también los ingresos netos en la crianza de estas especies (Sharma et al., 2004).

A nivel mundial, la cría y reproducción caprina históricamente ha estado asociada a sectores marginales y a países más pobres, donde la producción de leche y carne se destina principalmente al autoconsumo. En México la producción caprina es una actividad tradicional que se encuentra estrechamente ligada al desarrollo cultural de la población, desde que los españoles introdujeron las cabras hace ya casi 500 años (Batista et al., 2006; Gallegos., et al., 2005). Una de las principales características de la especie caprina es que su reproducción es estacional, por lo que solo podrá reproducirse durante ciertas épocas del año. Esta característica varía en función del número de horas luz durante el día, de la raza y de la nutrición. La estacionalidad es un obstáculo para intensificar la reproducción y por ende la producción (Ceiro et al., 2006; Gallegos et al., 2005).

La valoración de la calidad seminal es una de las herramientas de análisis más empleadas en la clasificación de los machos para el servicio por monta directa o programas de inseminación artificial gracias al cual se forma una opinión del potencial de fertilidad del toro de ese momento ya que la calidad seminal puede cambiar bastante y rápidamente dependiendo de si un toro está pasando o recuperándose de un proceso que afecte la espermatogénesis (Barth, 2001).

La evaluación de semen es un componente importante, complementaria a la exploración clínica para estimar la capacidad potencial de un macho como reproductor. Esta evaluación tiene un valor diagnóstico para evaluar la función testicular y epidídimo y/o la normalidad del tracto genital del macho que ayuda a identificar casos claros de infertilidad o incluso de potencial sub fertilidad. Además, la evaluación de una muestra de semen puede determinar su potencial capacidad fecundante antes de ser utilizado para inseminación artificial (AI) o en fertilización in vitro (FIV) (Rodríguez, 2006).

Actualmente los métodos de evaluación utilizados en centros de colecta y procesamiento de semen consisten básicamente en el análisis subjetivo de motilidad (antes y después del estrés térmico), concentración, morfología e integridad de las membranas plasmáticas y acrosomal (Crespilho et al., 2009).

Antecedentes

Desde la antigüedad las primeras observaciones de células espermáticas fueron referidas por Antón Van Leeuwenhoek en 1677 (Salisbury et al., 1978).

Posterior a esto, en 1779 el fisiólogo italiano Lázaro Spallanzani después de inseminar una perra con semen fresco obtuvo una camada con cachorros sanos y morfológicamente normales lo cual provocó gran interés por la inseminación artificial (Heape, 1897; citado por Cisneros, 2011).

El estudio del semen con el paso de los años ha desarrollado estrategias que permiten valorar la importancia de la fertilidad del macho como semental (Torretta et al, 2010). De acuerdo con Ceiro et al (2006), dicha evaluación incluye la utilización de pruebas para predecir la capacidad fertilizante del semen en las cuales destacan la estimación del volumen, motilidad, concentración y porcentaje de espermatozoides sin alteraciones morfológicas; por lo que Batista et al (2006), confirman que estas han sido correlacionadas en mayor o menor cuantía con la fertilidad y los resultados han sido variables.

En los caprinos, la inseminación artificial empezó a desarrollarse alrededor de 1930 a la par con métodos de congelación de semen sin embargo; en la década de los 60 y a pesar de que ya existían técnicas para congelar semen esta opción aún no se consideraba conveniente para la reproducción caprina con fines productivos (Fraser, 1962; citado por Cisneros, 2011).

Actualmente, la calidad seminal se evalúa mediante el espermograma clásico (utilizando cualquier hemocitómetro) que aplica pruebas rápidas, simples y económicas (Gadea, 2005) que permiten mediante la combinación de los parámetros evaluados estimar la calidad seminal (Woelders, 1991; citado por Cisneros, 2011). No obstante y a pesar de que se han logrado avances en la evaluación de la calidad del eyaculado su valor predictivo de la fertilidad aún no es una tarea resuelta (Sellés, 2008; citado por Cisneros, 2011).

De igual forma el uso del espectrofotómetro es uno de los métodos utilizados para medir la concentración de semen y ha permitido que el procesamiento de

muestras sea cada vez más rápido (Rodríguez, 2008), en comparación con el uso del aparato de rutina, la cámara de Neubauer. Sin embargo, en un estudio realizado por Rodríguez et al (2008), se compararon 2 métodos para la medición de concentración espermática (espectrofotometría y cámara de Neubauer) para las especies bovina, equina, porcina, ovina y canina, donde verificaron el porcentaje de correlación existente entre las pruebas y de esta manera generaron un índice que permitiera la lectura equivalente en ambos métodos para lo cual obtuvieron valores equivalentes por densidad y conteo celular con una alta correlación ($r = 0,97; 0,97; 0,96; 0,92; 0,99$), es decir que se obtienen resultados muy similares (0.96) en ambos métodos al valorar la concentración espermática citado por Cisneros, (2011).

En otro estudio donde se determinó la concordancia entre el conteo de espermatozoides obtenido usando cámara de Makler y de Neubauer, en eyaculados fértiles de humano, se encontró concordancia entre ambos métodos. Por lo cual se concluyó que la determinación de la concentración espermática mediante la cámara de Makler es tan exacta como la realizada con la cámara de Neubauer y que ambas pueden ser usadas en el análisis rutinario de semen (Cardona et al, 2008).

Justificación

La evaluación de los sementales juega un papel muy importante en la reproducción y producción animal. En la cual como Ing. Agrónomos Zootecnista es un deber de llevar a cabo un buen manejo a la reproducción de grandes y pequeñas especies con la finalidad de lograr el objetivo. De igual manera capacitar a los pequeños productores del sector rural para que ellos tengan conocimiento sobre el cuidado y manejo de los animales ya que si el manejo es inadecuado el rendimiento esperado para ellos se verá afectado en los animales y económicamente. Por eso es necesario tener en cuenta todos los factores que pueden afectar en nuestro hato y así tomar medidas de prevención.

Con este trabajo, se espera obtener conocimiento o bases necesarias para calificar un semental, donde este mismo tiene que cumplir ciertos criterios o requisitos para representar como ejemplar durante la época de empadre; si esto no se aplica a los futuros sementales las pérdidas serán irreversibles. Esto nos da a entender que un ejemplar bovino, caprino, ovino equino, porcino, etc., es de gran importancia su función tanto para el mejoramiento genético y de producción en general.

En este documento en específico se menciona la importancia de tener en cuenta los factores que influyen la fertilidad y viabilidad de semen bovino y caprino, ya que las funciones de estos animales juegan un papel importante en nuestro sector agropecuario y al mismo tiempo abastecer los mercados nacionales para la satisfacción de la población.

Objetivos

General

Recabar información de investigaciones anteriores y actuales sobre el efecto de los principales factores que influyen en la calidad del semen bovino y caprino, lo cual sirva de apoyo para fortalecer los conocimientos de profesionistas, estudiantes y pequeños productores ofreciendo la información práctica para aplicar y seleccionar a un buen reproductor en el hato.

Específico

- Tener conocimiento de las características deseables de un semental como parámetro reproductivo de importancia
- Conocer los principales factores afectantes en la fertilidad de estas especies.

CAPÍTULO I

1.1 Semen

Es la suspensión celular líquida que contiene los gametos masculinos (espermatozoides) y las secreciones de los órganos accesorios sexuales del aparato reproductor masculino que se mezclan en el momento de la eyaculación (Knobil et al., 2003). La porción líquida de dicha suspensión que se forma durante la eyaculación, se conoce como plasma seminal (Garner y Hafez, 2000).

En los Ovinos y Caprinos se trata de una mezcla de líquidos secretados por las glándulas sexuales accesorias que contienen los gametos masculinos (Espermatozoides) (Evans y Maxwell, 1987).

La composición del semen varía según las diferentes especies. Tanto el volumen de semen como la concentración de espermatozoides están en estrecha relación con la anatomía y los hábitos y de monta de una especie determinada (Evans y Maxwell 1987).

El plasma seminal de los mamíferos es una secreción fisiológica de múltiples glándulas del tracto reproductor masculino que juega un papel importante en la maduración final de los espermatozoides (Muiño-Blanco et al., 2008).

1.2 Espermatozoides

El espermatozoide es la célula germinal masculina, altamente especializada, que ha evolucionado para cumplir una función biológica compleja, fecundar al ovocito. Se trata de una célula haploide, producto final del proceso de la gametogénesis en el macho, portador de la información genética paterna (Evans y Maxwell, 1990; Hidalgo, 2004; Blanco y García, 2004).

Son gametos masculinos que se forman en los túbulos seminíferos de los testículos. Estos túbulos contienen una serie de compleja de células germinales en desarrollo que finalmente constituirá los gametos masculinos. Los espermatozoides maduros son células alargadas consistente en cabeza aplanada portadora de núcleo y una cola que es el aparato necesario para la motilidad

celular (Knobil et al., 2003; Garner y Hafez, 2000). El espermatozoide entero está cubierto por la membrana plasmática. El acrosoma es un saco delgado membranoso en forma de casquete que contiene enzimas como acrosina y hialuronidasa. Asimismo, la cola forma la porción motora de la célula para poder alcanzar al oocito (Olivera, 2009).

Dentro de sus características morfológicas la cabeza es una de las estructuras de mayor importancia dada su capacidad para penetrar la célula y depositar el material genético (Olivera, 2009). Los espermatozoides en general varían según la especie como se muestra en la figura 1.

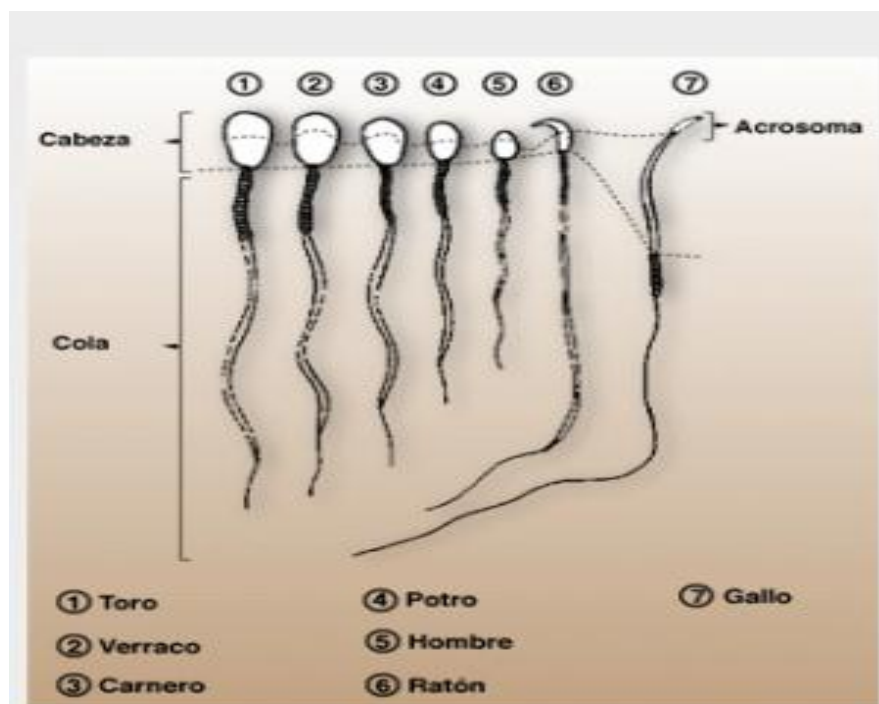


Figura 1. Comparación de los espermatozoides de los animales domésticos y otros vertebrados

1.3 Morfología del espermatozoide

El análisis morfológico de los espermatozoides es uno de los principales componentes de la evaluación de las características de una muestra seminal. La valoración de la morfología del espermatozoide se basa en la relación directa que

hay entre la proporción de espermatozoides anormales en el eyaculado, el tipo de defecto morfológico y su relación con la fertilidad in vivo de los toros.

Atendiendo a una clasificación estrictamente morfológica, las anomalías que puedan generarse se clasifican en anomalías en la cabeza, en el tracto intermedio y en la cola. Según el órgano donde pueden haberse generado diferenciamos las anomalías primarias y secundarias.

Esta evaluación de la morfología espermática puede ser utilizada para eliminar machos con pobre calidad seminal y refleja la funcionalidad de los testículos, epidídimos y glándulas accesorias por lo que siempre deben estar incluidas en las pruebas de evaluación espermática (Hidalgo *et al.*, 2005).

La estructura general es muy similar en la mayoría de las especies animales; sin embargo su morfología externa es específica para cada especie. La longitud total de espermatozoide del carnero y de macho cabrío es de unos 60 micrones (60 μ m). La cabeza mide 8-10 μ m de largo, 4 μ m de ancho y 1 μ m de grueso. Es relativamente pequeña comparada con el oocito cuyo diámetro es de 160-180 μ m. el oocito tiene un volumen diez y seis mil veces mayor que el del espermatozoides (Evans y Maxwell, 1987), mientras que en el bovino el tamaño de espermatozoide varía entre 68-74 μ m (López, 2014).

Cabeza

La cabeza está ocupada por el núcleo que contiene información genética paterna y en la parte anterior de la cabeza se localiza el acrosoma conteniendo enzimas necesarias para el proceso de fertilización (Hafez, 2000).

La característica principal de la cabeza del espermatozoide es el núcleo aplanado oval que contiene cromatina muy compacta. La cromatina consiste en un complejo formado por ácido desoxirribonucleico (DNA) y proteínas especiales llamadas protaminas espermáticas. Su número cromosómico y el contenido de DNA nuclear son haploides esto es, posee la mitad de cromosomas que el núcleo de las células somáticas de la misma especie. La naturaleza haploide de las células

espermáticas se debe a las divisiones celulares meióticas que ocurren durante su formación (Hafez y Hafez, 2007; citado por Angelino, 2009).

La cabeza del espermatozoide difiere su forma según la especie, en el macho cabrío, morueco, toro, cerdo y caballo es palana y ovoide; en el humano es aplastada y elipsoide; en la rata es falciforme y en el gallo es delgada y alargada (Bonet et al., 2000; Hafez y Hafez, 2002; Blanco y García, 2004; Hidalgo, 2004; Wrobel y Bergmann, 2006).

Acrosoma

El extremo anterior del núcleo espermático está cubierto por el acrosoma, un delgado saco membranoso de doble capa ubicado sobre el núcleo y se establece durante las últimas etapas de la formación del espermatozoide. Esta estructura en forma de casquete que contiene acrosina, hialuronidasa y otras enzimas hidrolíticas participa en el proceso de la fecundación. El segmento ecuatorial del acrosoma es importante debido a que es esta parte del espermatozoide junto con el segmento anterior de la región posacrosómica la que se fusiona inicialmente con la membrana del oocito durante la fecundación (Hafez y Hafez, 2007; citado por Angelino, 2009).

Cola

La cola espermática está formada por el cuello y los segmentos medio. El cuello o segmento conector forma una placa basal que embona en una depresión en el extremo posterior del núcleo.

La región de la cola comprendida entre el cuello y el anillo citoplasmático es el segmento medio junto con toda la longitud de la cola comprende el axonema. El axonema, como tal, se compone de nueve partes de micro túbulos alrededor de dos filamentos centrales. En el segmento medio está rodeado por nueve fibras gruesas o densas. La axonema y las fibras densas asociadas del segmento medio están cubiertas de manera periférica por numerosas mitocondrias. La vaina mitocondrial dispuesta en un patrón helicoidal alrededor de las fibras

longitudinales de la cola es la fuente de energía necesaria para la motilidad espermática (Hafez, 2000).

La gota protoplásmica o citoplásmica, que suele desprenderse de los espermatozoides tras la eyaculación está compuesta de citoplasma residual. Aunque se le considera anormal en los espermatozoides eyaculados de la mayor parte de las especies puede retenerse en la región del cuello donde se conoce como gota proximal o cerca del anillo citoplásmico donde se le denomina gota distal (Hafez y Hafez, 2007; citado por Angelino, 2009).

Composición química de los espermatozoides

Los principales componentes químicos de los espermatozoides son: ácido nucleico, proteínas y lípidos. Cerca de un tercio del peso seco de una célula espermática corresponde al núcleo. La cromatina nuclear está constituida por proporciones aproximadamente iguales de DNA y proteínas. El casquete acrosómico contiene una variedad de enzimas. En la cola hay muchas proteínas estructurales, enzimas, así como lípidos.

Los espermatozoides son ricos en fósforo, nitrógeno y azufre. La mayor parte del fósforo está asociada al DNA, mientras el azufre se deriva de las proteínas nucleares básicas y de los componentes queratínicos de la cola.

El núcleo del espermatozoide está compuesto por cromatina condensada en el que el DNA es estabilizado por protaminas. Los núcleos de los espermatozoides de la mayor parte de las especies contienen solo protaminas, mientras que en otras especies contienen cantidades variables de histonas más grandes ricas en arginina. Estas proteínas nucleares básicas importantes para condensación y estabilización del DNA, son mantenidas juntas por enlaces sulfhidrilo. Dicha variante de enlace aumenta cuando los espermatozoides pasan por el epidídimo.

Durante la fecundación el espermatozoide experimenta una reacción acrosomal en la cual la mayor parte del contenido acrosómico se libera a través de las aberturas creadas por función del plasma y membrana acrosómicas externas (Hafez y Hafez, 2007; citado por Angelino, 2009).

CAPITULO II

2.1 Características del semen bovino y caprino

El estudio del semen tiene como función de evaluar la calidad reproductiva de un toro y las pruebas de laboratorio son útiles para evaluar la calidad seminal siendo algunas de alta correlación con la fertilidad de un macho y otras aun discutidas. Todas estas pruebas de laboratorio para determinar la calidad seminal deben ir acompañadas de una exhaustiva anamnesis y revisión clínica del animal (Barth, 1995).

Después de colectado el semen y antes de usarlo se debe determinar cuidadosamente tanto la cantidad como la calidad del eyaculado. Para el manejo y valoración del semen se debe habilitar un laboratorio de campo (Evans y Maxwell, 1990).

La valoración de la calidad seminal (CS) es una de las herramientas de análisis más empleada en la clasificación de los machos para el servicio de monta natural o programas de IA, pudiéndose obtener información en cuanto al potencial reproductivo de los toros e inclusive determinar si existen alteraciones en el proceso de la espermatogénesis (Crespo y Armando, 2014).

Existen varios parámetros utilizados para la evaluación de la calidad del semen bovino y caprino. Entre las evaluaciones tenemos al volumen, concentración y motilidad espermática así como medidas bioquímicas y pruebas funcionales. En relación al volumen del semen, este es de gran importancia en relación al número de dosis que pueden obtenerse a partir del eyaculado. Asimismo, la exhibición de la motilidad progresiva es una medida aproximada de la viabilidad del semen (Urbina, 2012; Evans y Maxwell, 1987).

El semen de ganado caprino se evalúa igual que el de ganado vacuno; tradicionalmente se analizan una serie de parámetros morfológicos y funcionales. El análisis del material seminal o también denominado espermograma incluye varias pruebas donde se evalúa una serie de factores a nivel macroscópico y

microscópico con el fin de poder clasificar la muestra como viable o no para su uso en programas de inseminación artificial (Hafez, 2003).

2.1.1 Caracterización macroscópica

2.1.1.1 Volumen

De acuerdo a Hafez (2002), el volumen del eyaculado de los toros pueden variar debido a los factores edad, condición corporal, factores ambientales y destreza del operario, además cada eyaculado disminuye con la frecuencia de recogida a lo largo de cada extracción. El valor normal para eyaculados de toros jóvenes (2 años) es de 2 ml y adultos debe ser superiores a 4 ml hasta 12ml (Agüero, 2012). El volumen de eyaculado se puede medir directamente en el tubo de colección. Cuanto la recogida se hace con vagina artificial el promedio de volumen para carneros y machos cabríos es de 1.0 ml dependiendo de la edad y condición del animal, frecuencia de la recogida y destreza del operario. El volumen de cada eyaculado disminuye con la frecuencia de las recogidas dentro del mismo día o a lo largo de varias fechas (Evans y Maxwell, 1987). El que éste sea reducido no es perjudicial pero si se acompaña de concentración espermática baja el resultado total disminuirá (Hafez et al., 2000).

Los siguientes autores presentan resultados en cuanto al volumen del eyaculado en diferentes razas de sementales bovinos, Vélez *et al.*, (2014) reportan para Brahmán Rojo y Blanco (7 y 7.36 ml), Simental con 6.90 ml, Romosinuano de 5.23 ml y Simental x Cebú encontró 5.44 ml. Por su parte Villatoro (2013) encontró para toro Criollo Limonero un promedio de 4.04 ml; mientras que Fiaz *et al.*, (2010) en raza Jersey época seca encontraron 4.05 ml y Holstein época húmeda fue 2.92 ml. Así mismo, Carpio (2015) evaluó en Holstein 4.67 ml. Para Almela (2014) reporta en toros Murciano Levantina con un promedio de 8 ml. Moncayo (2016) para la raza Holstein encontró de 8.83 ml, Pizan 7.6 ml y Brown Swiss fue de 5 ml y coinciden con Rubio *et al.*, (2009) donde reportan para a raza Holstein un

promedio de 8.35 ml. Vallecillo (2011) para la raza Marismeña un V.E promedio de 6.87 ml. Tamayo (2013) reporta para toros Holstein de 12 meses de edad un V.E promedio de 3.2 ml. Para García (2015) la raza Blanco Orejinegro encontró un promedio de 14.11 ml. Medina-Robles *et al.*, (2007) para el volumen de eyaculado de la raza San Martinero fue de 3.2 ml y por ultimo Ruiz *et al.*, (2008) reportan para las razas Pardo Suizo, Simental, Holstein y Gyr x Holstein un promedio de volumen de eyaculado de 3.5 ml.

En un estudio donde se utilizaron 5 machos cabríos Saanen para la evaluación de las características seminales, el volumen de eyaculado fue de 2 ml en diciembre; mientras que en abril solo se colecto 1.2 ml (Nieto *et al.*, 2012). El rango normal de volumen de un eyaculado es de 0.1 a 1.5 ml según lo referido por Hafez (1996). Evans y maxwell (1987) menciona que el rango normal del volumen de un eyaculado está entre 0.8 y 2 ml; a diferencia de Gibbons *et al.*, (1992) que obtuvieron 0.77 ml en machos de raza Angora durante la primavera.

Para los siguientes autores encontraron volumen de eyaculado en machos cabríos Nubios, Marota y Moxoto en promedio fue 1.48, 0.88 y 0.88 ml, respectivamente (Vinha, 1979); Vinha (1979b) para Nubios fue de 1.68 ml; Ali y Mustafá (1986) en macho cabrío de Sudan fue 1.5 ml; Mitall y Grosh (1985) en Parbatar fue 0.85 ml; Mohán (1980) para Pashmina fue de 0.62 ml; Ahmed (1997) en Saanen de 0.77 ml; Das y Rajkonwar (1993) para Beetal 0.79 ml; Kama *et al.*, (2005) en machos Saneen 0.77 y Nubios 0.88 ml; Domínguez (2006) para Bóer fue 0.9 ml; Hidalgo (2004) y Dorado (2003) para raza Florida encontraron resultados similares 1.22 ml; Pérez (1992) para Veratos 1.11 ml y Malagueños 1.45 ml; Almendra *et al.*, (2005) en Serrano Transmontano es 0.85 ml; Orus *et al.*, (2015) en Blanca Rasquera de 0.86 ml; Mellado y Gómez (1990) para Nubios 1.3 ml, Alpinos 1.1 ml y Granadinos 1.5 ml; De la Vega *et al.*, (2001) para caprinos Criollos fue 0.59 ml; Revidatti *et al.*, (2011) en Bóer 1.03 ml, Criollo 1.14 ml y Anglo Nubios 1.65 ml y Web *et al.*, (2004) en Indígena Sudáfrica de 1.77 ml y Cashmere fue de 1.28 ml.

2.1.1.2 Olor

El olor natural de cada especie es bastante característico, pero en general no es muy intenso. Como caracteres anormales puede presentar olor orinoso por estar mezclado con orina, olor más o menos putrefacto si va mezclado con productos purulentos o restos necróticos. En este caso el eyaculado será siempre descartado y se someterá a observación al semental. En algunas ocasiones ese olor a putrefacción lo toma el semen cuando el orificio prepucial está lesionado o presenta supuración (Bernal, 1953).

Las muestras de semen recolectadas higiénicamente de toros y machos cabríos sanos y fértiles tienen un débil olor Sui géneris (Agüero, 2012).

Según Crespo y Quintero-Moreno (2014) en una investigación realizada, el olor fue determinado olfateando la muestra de semen en el tubo colector y aquellas muestras que tuvieran olor extraño diferente al característico son descartadas directamente.

Para bovinos el olor encontrado por Vélez *et al.*, (2014) de las razas Brahmán, Simental, Romosinuano y Simental presentaron olor a Sui generis y Carpio (2015) para toros Mestizos obtuvo un olor a Sui generis coincidiendo estos dos autores en sus estudios.

2.1.1.3 Color

Normalmente el semen es de un color más o menos blanco cremoso con cierta tendencia a un tinte marfil en relación con el contenido en espermatozoides. Puede tener también un cierto color grisáceo siendo completamente normal. Toma un color amarillento cuando se mezcla con orina; en este caso presenta al mismo tiempo el olor orinoso, hay casos en que se observa esta coloración influenciado por la alimentación, siendo el semen completamente normal. En algunas ocasiones el eyaculado presenta un color verdoso que denota la existencia de procesos necróticos de carácter purulento en cualquier órgano del aparato sexual masculino. También puede presentar una coloración más o menos rojiza por la

presencia de sangre procedente de heridas en prepucio, glándula, uretra. Si la hemorragia es de algún órgano superior y menos recientes entonces toma un color marrón (Bernal, 1953).

El color del semen de los toros sementales encontrado por Vélez *et al.*, (2014) para razas Brahmán Blanco y Rojo, Simental, Holstein, Romosinuano y Simental x Cebú fue de color marfil y blanco. Para Ruiz *et al.*, (2010) el 95.3 % de las razas *Bos Taurus* y *Bos indicus* observaron eyaculados de colores amarillo claro y amarillo. Para Villatoro (2013) observo colores blanco y amarillo para la raza Criollo. Palmieri *et al.*, (2004) para toros colombianos tuvieron colores blanco mate, blanco lechoso y blanco claro. Para Carpio (2015) en toros Mestizos observo un color blanco cremoso y Almela (2014) en toros Murciano Levantina observo eyaculado de color blanco lechoso y blanco cremoso. Los colores blanco y amarillento del semen son considerado de mejor calidad (Irons *et al.*, 2007).

El plasma seminal normalmente es de color blanco pero en el macho cabrío puede ser de color amarillo por su contenido en riboflavina procedente de las glándulas vesiculares (Evans y Maxwell, 1990; Hafez y Hafez, 2002).

Para algunos autores en sus estudios realizados para machos cabríos encontraron diferentes colores del semen algunos describen que varía según la época de colección, para Ali y Mustafá (1986) el macho cabrío de Sudan era blanco cremoso; Ahmad y Noakes (1996) en los meses septiembre-diciembre encontraron un color amarillo o blanquecino-amarillo y el resto del año fue color crema y Revidatti *et al.*, (2011) en Bóer fue amarillo y en Criollo blanco y Anglo Nubia blanco amarillo.

2.1.1.4 Acidez (pH)

El pH viene dado por las secreciones ácidas provenientes de la próstata y las secreciones alcalinas de las vesículas seminales. La medición del potencial de hidrógeno es realizada mediante un peachimetro o bien con cintas tornasol en una

pequeña muestra de semen. El semen bovino tiene un pH que fluctúa 6.4 a 7.8 si excede se puede sospechar de algún tipo de infección y probablemente en ese caso disminuya la secreción de productos ácidos de la próstata, tales como el ácido cítrico. Se puede medir valores de pH anormales en el caso de eyaculación (Hafez y Hafez, 2002).

Uno de los principales factores que afecta el pH de los eyaculados es el método de colecta ya que el semen obtenido por el electro eyaculador presenta una mayor alcalinidad y una baja concentración espermática en comparación al semen colectado por vagina artificial (León, 1990; Galina y Valencia, 2008) citados por Ruiz y León, (2015).

La modificación de pH tiene un gran significado respecto a las manifestaciones vitales, metabólicas y cinéticas sobre la fertilidad del semen, ya sea que las variaciones reactivas se produzcan por causa del medio ambiente, o que estén predeterminadas en los genitales masculinos, por conjunto patológico y funcional. En la tabla 1 se muestra el pH de las diferentes especies.

Tabla 1. Valor del pH de diversas especies animales

Acidez (pH)	
Especie	pH
Toro	6.2--8.0
Carnero	6.2--6.5
Macho Cabrío	7.55
Caballo	7.4

Hafez y Hafez, 2002.

El pH se mide con el papel tornasol como se muestra en la figura 2 o con el potenciómetro. El pH normal del semen de bovino es de 6.9 (6.4—7.8) (Hafez, y Hafez, 2002; Ferrugem, 2008) citados por Ruiz y León, (2015).



Figura 2. Un método para determinar el pH del semen de las diferentes especies animales.

Para los bovinos algunos autores reportan en sus estudios realizados los diferentes resultados, Vélez *et al.*, (2014) en Brahmán Blanco y Rojo fue 7 y 6.96, en Simental 7.07, Romosinuano 7.13 y Simental x Cebú 6.84. Carpio (2015) reporta para toros Mestizos un pH de 7.83. Almela (2014) toros Murciano Levantina presentaron pH de 7.2 a 7.5. Moncayo (2016) en toros Holstein encuentra pH de 6.70 y Pizan de 6.40. Para Hernández y Zavala (2007) reportan pH de 6-7 y sus alteraciones indican contaminación en la orina o infecciones del aparato genital, mientras que Dahmina (2000) afirma que el pH oscila entre 6.4 y 6.9 y por ultimo Ruiz *et al.*, (2008) de los 224 sementales evaluados, 146 fueron Pardo Suizo y 78 de las razas son Simental, Holstein y Gyr x Holstein, la cual obtuvieron promedio de pH de 7.1.

Para los siguientes autores encontraron el valor de pH de los machos cabríos Pashmina de 6.8 (Mohán *et al.*, 1980); Das y Rajkonwar (1993) en raza Beetal 6.7

y Herdari (2006) encontraron 6.1 en noviembre citado por (Martínez y Perón, 2010).

2.1.2 Caracterización microscópica

2.1.2.1 Motilidad masal

Muiño et al., (2006) realizaron estudios sobre parámetros cinéticos en eyaculados de bovinos de toros de raza Frisona y Rubias Gallega, el objetivo fue establecer valores medios en semen fresco con la calidad adecuada para la crío preservación, donde la motilidad en masa se puntuaron en una escala de 0-5 para su calificación.

Almendra et al., (2005) estudiaron las características seminales del macho cabrío serrano el punto a calificar es la motilidad masal e individual las cuales para la calificación fue clasificada de 0 a 5 como se muestra en la tabla 2.

Tanto en bovinos y machos cabríos se utilizan las mismas escalas de calificación para la ondas de movimiento masal (Evans y Maxwell, 1990; Hafez y Hafez, 2000).

Tabla 2. Sistema de valoración de la onda de movimientos

Valor	Clase	Descripción
5	Muy Buena	Es una muestra densa con ondas de movimiento muy rápidas. El 90% o más de los espermatozoides son activos
4	Buena	La muestra es buena cuando tiene movimiento vigoroso pero las ondas y los remolinos no son tan rápidos como los de valor 5. Alrededor del 70-80% son activos.
3	Regular	Son muestras de clase regular solo aparecen ondas de movimiento lento. El 45-65% son espermatozoides activos.
2	Pobre	Son de clase pobre cuando aparecen ondas aunque se observan movimientos de espermatozoides. Solo viven el 20-40% de las células espermáticas
1	Muy Pobre	Se presentan muy pocos espermatozoides (alrededor de un 10%) presentan signos de vida pero con movimientos débiles.
0	Muertos	Ningún espermatozoide presenta movimiento.

Para la motilidad masal en bovinos Vélez *et al.*, (2014) mostro en diferentes razas como Brahmán Rojo y Blanco fue de (70.83 y 68.53 %), para Simental fue 64.06%, Romosinuano de 73.08% y Simental x Cebú 75.21%. Villatoro (2013) encontró en toro Criollo la M.M fue de 80%. Prieto *et al.*, (2007) para *Bos indicus* y *Bos taurus* la M.M de 70.4% invierno y 72.8 verano %. Carpio (2015) reporta para la M.M en toros Mestizos de 80%. Moncayo (2016) en toros Holstein, Pizan y Brown Swiss tuvieron un promedio de 4 según la escala de valoración. Vallecillo (2011) reporta datos para la M.M en raza Marismeña 4.10. Según Palma (2009) la motilidad masal debe ser superior a 70%. Tamayo (2013) reporta un promedio de M.M de 47.3 % en toros Holstein de 12 meses de edad. García (2015) en toros de raza Blanco Orejinegro M.M de 66.67 %. Medina-Robles (2007) en toros San Martinero fue 87.5 % y Ruiz *et al.*, (2008) encontraron un promedio de 75 % en las razas Pardo Suizo, Simental, Holstein y Gyr x Holstein.

En machos caprinos la motilidad masal (MM) de acuerdo a varios autores han encontrado diferencias en sus estudios así Mohán *et al.*, (1980) en macho cabrío Pashmina fue de 4.19; Ahmed *et al.*, (1997) en Saanen 3.19; Kamal *et al.*, (2005) en Saanen 3.19 y Nubios 4.7; Tul y Holtz (1994) en Bóer fue 3; Pérez (1992) en Verata 4.7 y Malagueña 4.8 y Almendra *et al.*, (2005) en Serrano Transmontano encontró 3.7 M.M, de acuerdo a escala señalada en el cuadro 2.

2.1.2.2 Motilidad individual progresiva

La motilidad progresiva es un indicativo de que los espermatozoides son viables, por ende es una de las principales pruebas que se realizan en las diferentes especies (Squires *et al.*, 2004; Flores, 2005). Su valoración está basada en la observación del movimiento individual de las células con el fin de determinar el porcentaje de células móviles en el eyaculado (Vera, 2001; Vale, 2011).

Es muy importante cuidar que la muestra a evaluar no entre en contacto con el material húmedo o frio porque se comprometería la sobrevivencia de los

espermatozoides y se obtendrían lecturas falsas (Pineda, 2002). En la tabla 3 se muestra la clasificación dada a la motilidad individual en eyaculados de bovinos y en la tabla 4 se presenta la calificación de la motilidad individual progresiva de un semen caprino.

Tabla 3. Clasificación de la motilidad individual en eyaculados bovinos

Descripción	Valor	Clasificación
1	Excelente	> 70 %
2	Bueno	50-70 %
3	Regular	30-50 %
4	Malo	< 30 %

Tabla 4. Escala para la evaluación microscópica de la motilidad individual progresiva aplicada para el semen caprino.

Motilidad (%)	Evaluación	Valor numérico
80-100	Muy buena	5
60-80	Buena	4
40-60	Media	3
20-40	Pobre	2
0-20	Mala	1

Fuente: Pineda, (2002).

Para los sementales bovinos la motilidad individual progresiva reportada para Villatoro (2013) en toros Criollos fue de 77%. Oka *et al.*, (2012) en toros Pampa Chaqueño encontraron en invierno 70.5 a 71.5 % y en verano fue de 66.9 a 69.1 %. Palmieri *et al.*, (2004) en toros Costeños con Cuernos y Romosinuano fue de

67 y 68 %, respectivamente. Ahmad *et al.*, (2003) en toros Sawhiwal encontraron 65.3 %. Fiaz *et al.*, (2010) para sementales Holstein fue de 71 % y toros Jersey de 73.5 % en épocas calurosas. García (2015) encuentra en toros Blanco Orejinegros 68.89% y Ruiz *et al.*, (2008) para los sementales Pardo Suizo, Holstein, Simental y Gyr x Holstein tuvieron motilidad individual progresiva de 73 %.

La motilidad progresiva e individual reportada para machos cabríos Saanen fue mayor en diciembre con el 80 % y en abril fue del 78% (Nieto-Escorcia *et al.*, 2012). Silvestre *et al.*, (2004) obtuvieron el 69.8 % en verano.

Para los machos cabríos varios investigadores reportan sus resultados sobre la motilidad individual (MI) encontrados para las diferentes razas como Das y Rajkonwar (1993) encontró en raza Beetal 89.7%; Domínguez (2006) en Bóer fue de 83%; Hidalgo (2004) en Florida de 82.66%; Pérez (1992) en Verata 80.2% y Malagueño 78.0%; Dorado (2003) Florida fue 81.4%; Almendra (2005) en Serrano Transmontano de 69.2%; Mellado y Gómez (1990) para Nubios 64%, Alpinos 67% y Granadinos 71%; Vinha (1979) encontró en Nubios 76.22%, Marota 62.75% y Moxoto 75.65%; Vinha (1979b) en verano encontró 67.76 % y primavera 86.87% y Mohán *et al.*, (1980) Pashmina encontraron 60.62%.

2.1.2.3 Concentración espermática

La determinación con exactitud de la concentración espermática esto es, el número de espermatozoides por unidad de volumen (normalmente expresado en ml) es muy importante ya que la relación de dilución depende de ella (Evans y Maxwell, 1990).

La concentración de espermatozoides es de 2×10^8 espermatozoides/ml en toros jóvenes, a 1.8×10^9 espermatozoides/ml en los maduros (Hafez y Hafez 2000).

Para la evaluación de la densidad o concentración espermática se han establecido criterios dependiendo de la opacidad de las muestras lo que indica mayor o menor concentración espermática como se muestra en el cuadro 5 para bovinos.

Tabla 5. Concentración o densidad espermática en bovino con base en el número de espermatozoides por mililitro (ml)

Densidad espermática	
Azoospermico	ausencia de espermatozoides en el eyaculado
Oligozoospermico	≤ 200 millones espermatozoides/ml
Ralo	200-500 millones espermatozoides/ml
Semi denso	500-800 millones de espermatozoides/ml
Denso	800-1500 millones espermatozoides/ml
Densísimo	≥ 1500 millones espermatozoides/ml

Fuente: Crespo et al., 2014.

Vélez *et al.*, (2014) estudiaron la concentración espermática en los sementales bovino de la raza Brahmán Rojo donde encontraron 810×10^6 esp/ml, para Brahmán Blanco fue de 719.63×10^6 esp/ml, Simental 715×10^6 esp/ml, Romosinuano fue 845×10^6 esp/ml y Simental x Cebú de 858.18×10^6 esp/ml. Villatoro (2013) reporta para toro Criollo 1100×10^6 esp/ml. Andrabi *et al.*, (2002) en toros Holstein y Sahiwal tuvieron un promedio de 900×10^6 esp/ml. Almela (2014) en Murciano Levantina encontró 591.4×10^6 esp/ml. Moncayo (2016) en toros Holstein 699.3×10^6 esp/ml, Brown Swiss fue 391.7×10^6 esp/ml, resultados que concuerdan con el estudio realizado por Medina *et al.*, (2007) reportaron en promedio de 434.5×10^6 esp/ml. Palma (2009) afirma que un eyaculado se considera bueno si contiene un número mayor a 800×10^6 esp/ml, por lo contrario un eyaculado es malo o descartado cuando el número de espermatozoides se encuentra por debajo de 500×10^6 esp/ml. Vallecillo (2011) para la raza Marismeña fue de 1.28×10^9 esp/ml. García (2015 en) toros Blanco Orejinegro fue de 835.7×10^6 esp/ml. Medina-Robles *et al.*, (2007) para la raza San Martinero fue de 434.5×10^6 esp/ml y Ruiz *et al.*, (2008) en Pardo Suizo, Simental, Holstein y Gyr x Holstein tuvieron un promedio de 501.4×10^6 esp/ml.

En caso de semen de macho cabrío se puede clasificar en diferentes tipos de consistencia, según se muestra en el cuadro 6. Los valores para el número de

espermatozoides se han determinado mediante hemocitómetro (Evans y Maxwel, 1990).

Donde la concentración del semen caprino varía entre 2.5 mil millones de espermatozoides y de 5 millones por milímetro cubico (Aisén y Venturino, 2004; Hafez y Hafez, 2000).

Tabla 6. Concentración del semen de macho cabrío valorada por su consistencia

Consistencia	Nº de espermatozoides (x10⁹) por ml	
	Media	Valores extremos
Creмоса Espesa	5.0	4.5-6.0
Creмоса	4.0	3.5-4.5
Creмоса Tenue	3.0	2.5-3.5
Lechosa	2.0	1.5- 2.5
Nebulosa	0.7	0.3-1.0
Clara (Acuosa)	Insignificante	

Para la concentración espermática en machos cabríos hay variación entre ellos y sobre todo se presentan estudios de varios autores y con diferentes razas de la cuales Ahmed *et al.*, (1997) reporta en la raza Saanen de 2.77 X10⁹ esp/ml; Das y Rajkonwar (1993) raza Beetal fue de 4401.05 X10⁶ esp/ml; Kama *et l.*, (2005) Saanen 2.77 X10⁹ esp/ml y Nubios 2.08 X10⁹ esp/ml; Domínguez (2006) en Bóer 2836 X10⁶ esp/ml; Hidalgo (2004) Florida 3784.34 X10⁶ esp/ml; Pérez (1992) machos Veratos 7308 X10⁶ esp/ml y Malagueños 5761 X10⁶ esp/ml; Almendra (2005) en macho Serrano Transmontano fue de 4791 X10⁶ esp/ml; Orus *et al.*, (2015) en Blanca Rasquera 2245 X10⁶ esp/ml; Mellado y Gómez (1990) en Nubios 2126, Alpinos 2115 y Granadinos 1799 X10⁹ esp/ml y De la Vega *et al.*, (2001) en macho cabrío Criollo 6294 X10⁶ esp/ml.

2.1.2.4 Vitalidad

Existe un conjunto de técnicas que permiten una coloración selectiva entre espermatozoides vivos y muertos, esto como consecuencia de los cambios bioquímicos que se producen tras la muerte del espermatozoide (acción cromatológica).

Según De Alba (2014) los valores mínimos de espermatozoides normales para bovinos están entre 70-75%. Vallecillo (2011) para toros Marismeña encontraron espermatozoides vivos con un promedio de 81.02%. Para Moncayo (2016) en toros Holstein presento un promedio de 92.3% la raza con menor porcentaje de espermatozoides vivos fue toros Brown Swiss con promedio de 88.3%. Estos estudios coinciden con lo reportado por Cruz (2014), mismo que reporta entre 60 a 91 %.

Para el bovino según Villatoro (2013) reporta 75% de espermatozoides normales. Prieto *et al.*, (2007) en *Bos Taurus* y *Bos indicus* encontraron 70.9 % de espermatozoides normales. Los espermatozoides menores de 70% normales deben descartarse para su uso para la Inseminación Artificial (Barth y Oko, 1989). En caprinos espermatozoides normales encontrados por Mellado y Gómez (1990) para Nubios fue 91, Alpinos 95 y Granadinos 96%; Dorado (2003) reporta 74.20%; Pérez (1992) en raza Verata de 94.5 y Malagueña 96.5%; Hidalgo (2004) Florida encontró 75.92% y Domínguez (2006) en su estudio reporta 98 % en la raza Bóer. Para los siguientes autores reportan el porcentaje de espermatozoides vivos la cual son aptos para la reproducción, para Mohán *et al.*, (1980) raza Pashmina fue de 80%; Das y Rajkonwar (1993) raza Beetal fue 90.2%; Kamal *et al.*, (2005) en Saanen fue de 68.7 y 82.78 en Nubia; Orus *et al.*, (2015) en Blanca Rasquera 79.23% y Mellado y Gómez (1990) Nubios 82, Alpinos 90 y Granadinos 90%. También se encontraron espermatozoides muertos según Ahmed (1997) de la raza Saanen fue de 15.5% y Kamal *et al.*, (2005) reporta para Saanen 15.49 y Nubios 6.1%.

2.1.2.5 Morfología espermática

El examen morfológico del semen en una prueba de control de calidad. Cada eyaculado contiene una serie de espermatozoides anormales pero si la proporción de estos es muy alta entonces se habla de un semen de baja calidad y menos eficiente para la reproducción caprina (Evans y Maxwell, 1990).

Evans y Maxwell (1990) comentan que los espermatozoides normales y anormales se pueden detectar en frotis de semen teñidos (figura 3 y 4) preparados sobre un porta objetos y sugiere utilizar la tinción de eosina-nigrosina, colorante que tiene la siguiente composición:

Eosina (soluble en agua)	1.67 g
Nigrosina (soluble en agua)	10.00 g
Citrato Sódico, 2H₂O	2.90 g
Agua destilada, c.s.p.	100 ml

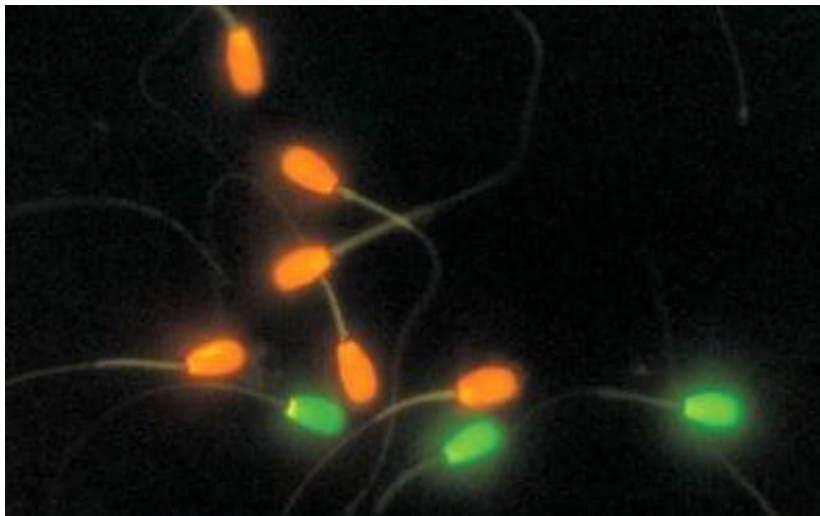


Figura 3. Espermatozoide normal de bovino

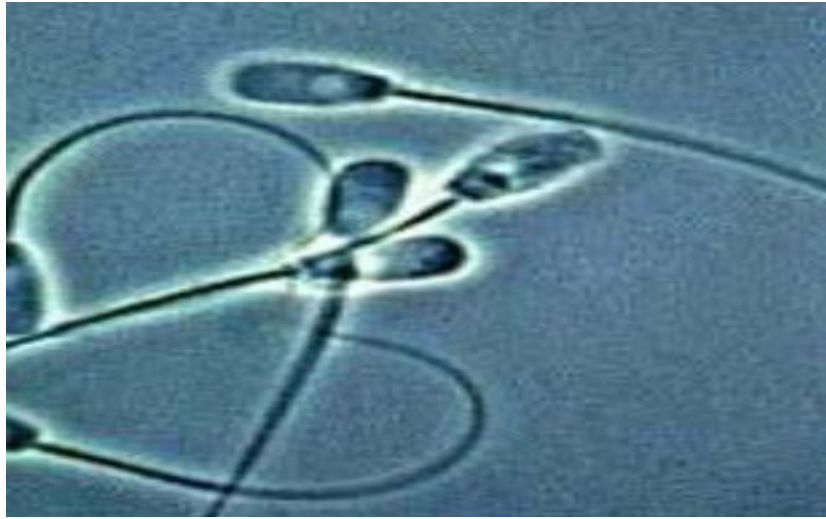


Figura 4. Espermatozoides normales del macho cabrío

Entonces las muestras del semen que contengan mas del 15 % de espermatozoides anormales no se deben de utilizar para la inseminacion artificial para machos cabrios y carneros.

Hafez y Hafez (2007) mencionan que en toros cuando las celulas espermaticas anormales exceda el 20 % es caracteristico que la fertilidad disminuya. Al mismo tiempo clasifica en cinco categoria los espermatozoides anormales son:

- a) Sin cola
- b) Cabeza anormales
- c) Formacion anormal de la cola
- d) Formacion anormal de la cola con inclusion citoplasmatica proximal, y
- e) Formaciones anormales de la cola con inclusion distal

Las anormalidades primarias y secundarias de los espermatozoides bovinos y caprinos se presentan en las siguientes figuras 5 y 6.

Anormalidades Primarias

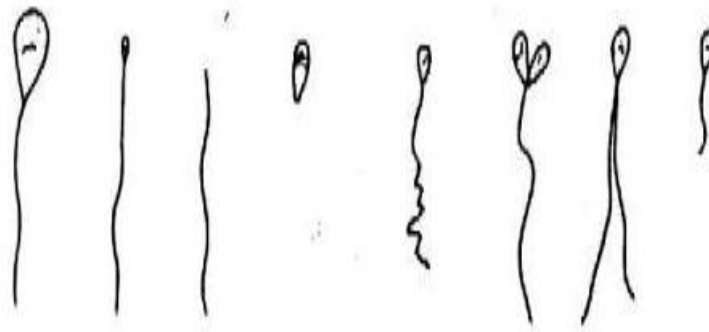


Figura 5. Anormalidades primarias del semen bovino y caprino. Morfología espermática disponible en:

Anormalidades Secundarias

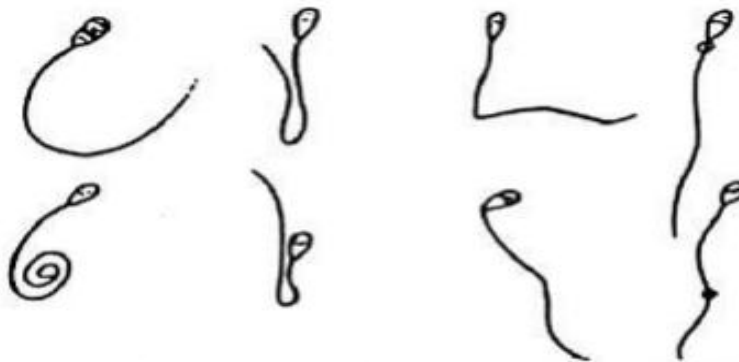


Figura 6. Anormalidades secundarias en bovino y caprino. Morfología espermática disponible en:

Para los sementales bovinos reportado por Moncayo (2016) observo para la raza Holstein mostraron alteraciones morfológicas de 3 %, mientras que Brown Swiss presento un promedio de 4%. Cruz (2014) encontraron 3% y 40% de anomalías primarias y secundarias. Para Tamayo (2013) en raza Holstein reportan anomalías espermáticas de 25.1 % y gotas citoplasmática de 10.6%. Medina-Robles *et al.*, (2007) para toro San Martinero encontraron

espermatozoides anormales primarias y secundarias de 12.5% y Ruiz *et al.*, (2008) para razas Pardo Suizo, Holstein, Simental y Gyr x Holstein tuvieron espermatozoides anormales primarias y secundarias de 17%.

Varios autores reportan diferentes porcentajes de anomalías en sus investigaciones, Vinha (1979) reporta para machos Nubios 11.05, Marota 11.21 y Moxoto 16.36%; Mitall y Grosh (1985) reporta 6.24%; Ahmed *et al.*, (1997) para Saanen fue 8.7%; Das y Rajkonwar (1993) en raza Beetal 5.89%; Kamal *et al.*, (2005) Saanen 8.56 y Nubios 5.68%; Pérez (1992) Verata 2.8 y Malagueña de 1.8% en agosto y Orus *et al.*, (2015) para machos Blanca de Rasquera fue de 15.01% de anomalías primarias. Ali y Mustafá reportan que para machos cabríos encontraron espermatozoides con anomalías primarias de 6.7% y el 15.3% tuvieron anomalías secundarias.

CAPITULO III

3.1 Factores que influyen en la producción de semen en bovinos y caprinos

3.1.1 Medioambientales

El factor ambiental influye más marcadamente en el desarrollo de la espermatogénesis. Cuando hace frío dichos mecanismos son suficientes para mantener una temperatura testicular apropiada.

Sin embargo en condiciones de mucho calor pueden no ser suficientes, conduciendo a una producción espermática inadecuada (disminuye la calidad del semen por alteraciones en la espermatogénesis y en la maduración espermática). Y por lo tanto, tiende a tener menor fertilidad o incluso esterilidad temporal (Simonetti *et al.*, 2014).

La siguiente investigación se llevó a cabo en la región de Colombia. Consistió en estudiar el estrés calórico y su relación con variables reproductivas en los machos

bovinos de doble propósito la cual se tomaron datos de diferentes evaluaciones seminales de 8 toros pertenecientes al grupo racial de Cebuinos realizadas durante al año de 1998. Donde cabe destacar que la influencia del índice de temperatura y humedad (ITH) se vieron afectados los parámetros seminales tales como el volumen del eyaculado no fue constante como se muestra en la figura 7, anomalías primarias y concentración espermática Ríos et al., (2013).

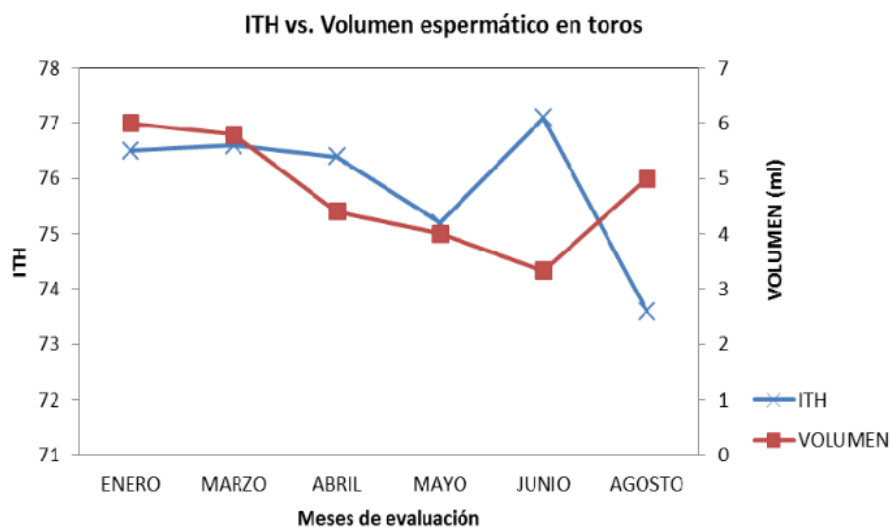


Figura 7. Índices de temperatura y humedad sobre el volumen espermático

En el Instituto de Investigaciones Zootécnicas del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP) se estudiaron la influencia de los factores climáticos en relación a las características seminales de toro Holstein y Pardo Suizo nacidos en el trópico, donde se registraron temperatura promedio superior o igual a los 30 °C, los resultados observados fue que a mayor temperatura disminuye volumen del eyaculado donde se registró 3.64 ml en época seca y época lluviosa de 4.78 ml, de igual manera indican una menor motilidad individual de los espermatozoides en la época de mayor calor y el porcentaje de atipias fue mayor (Valle et al., 2005).

El estudio realizado en una región de Veracruz, se llevó a cabo la investigación sobre las características seminales de toro criollo lechero tropical, donde pesar de las diferencias en temperaturas de 30 a 45 °C y humedad relativa de 21.9 a 27.7 °C de la dos épocas frescas (Diciembre-Febrero) y calurosa (Abril-Junio) los sementales produjeron un volumen de eyaculado similares 4.0 ml de semen y para la motilidad espermática fue diferentes entre épocas (Villatoro, 2013).

En Venezuela, Valle et al., (2005) (citados por Villatoro, 2013) encontraron que en un clima cálido y dos estaciones una seca y otra lluviosa, con temperaturas y humedades relativas medias de 30.3 a 26.8 °C y 62.8 a 85.5% en toros Holstein y Pardo Suizo de 24 a 36 meses de edad tuvieron menor volumen de eyaculado en la época seca 3.6 ml que en la húmeda 4.8 ml. Los sementales criollo lechero a diferencias de los toros europeos no adaptados a climas cálidos tuvieron un volumen de eyaculado similar en las dos épocas del año. Lo anterior coincide con el volumen de eyaculado medio de 4.5 ml obtenido con toros Sahiwal de hasta 3 años de edad y a través de las cuatro estaciones del año en Pakistán (Ahmad et al., 2003; citado por Villatoro, 2013).

El estudio se llevó a cabo en el Centro de Investigaciones la Libertad de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria localizada en el municipio de Villavicencio. La temperatura promedio de 28⁰ C que varía bruscamente durante las 24 horas del día y entre épocas de lluvias (23.6 °C) y la época seca (28.5 °C). La humedad relativa se encuentra entre el 80 al 85 % en la época de lluvias y de 50 a 55 en la época seca, de tal manera que involucra en el promedio general del volumen seminal de toro criollo San Martinero para la época de lluvias fue mayor respecto a la seca con 9.36 y 6.12 ml y para la concentración espermática no tuvo diferencia significativa (Barajas, 2013).

En el presente estudio se realizó en el Estado de Sonora, como objetivo fue observar el efecto de la temperatura sobre la calidad seminal en tres razas de bovinos productoras de carne (Gyr, charoláis y Brangus), donde se observó el volumen de eyaculado, concentración espermática, espermatozoides vivos y

anormalidades primarias es afectado por la temperatura-época (Ávila et al., 1984), lo que está de acuerdo con estudios realizado por Phillips et al., (1943) y Hardin et al., (1981) citados por este mismo autor, quienes mencionan diferencias de volumen entre los grupos de razas estudiadas.

Prieto et al., (2007) estudiaron el efecto del Invierno y Verano sobre el comportamiento Reproductivo de Toros Cruzados en la finca “El Diluvio”, Colombia. Proporciones de cruza de los sementales 75% Bos indicus X 25% Bos taurus, con temperatura en invierno de 24.1--33.2 y verano 23.9 35.1 °C, y humedad relativa invierno 81.8 % y verano 75.4 %. El resultado del trabajo se demostró que el volumen de eyaculado no se presentaron diferencias significativas en verano-invierno.

La temperatura del escroto de machos cabríos y ovinos debe ser unos 5 °C inferior a la temperatura del cuerpo. Cuando esto no ocurre debido al calor, fiebre, transporte, aglomeraciones la espermatogénesis se altera. Un estrés calórico de 41°C durante 6 horas es suficiente para provocar alteraciones que se traducen en un gran aumento de la anomalías espermatozoides en el eyaculado y una disminución de la fertilidad que puede llegar a esterilidad total (Folch, 2000).

En el macho caprino, se ha encontrado que animales mantenidos a temperaturas entre 39 y 41°C, la cantidad de semen y espermatozoides colectados disminuye, se abate la movilidad y aumenta la formas anormales, para que se lleve a cabo la espermatogénesis tiene que ser de 4 a 7 °C de bajo de la temperatura corporal (Arizaba, 1990; citado por Olmos, 2007). Estos efectos pueden ser más marcados en las razas transferidas a los climas cálidos y húmedos que las razas locales (Galina, 2006).

Escorcía (2010) realizó un estudio en el estado de Guanajuato con machos cabríos de la raza Saanen con temperatura máxima de 37.1 °C, donde en época diciembre se obtuvo un valor de 2 ml a comparación en abril fue de 1.1 ml observando diferencias significativa en estos dos meses. El rango normal de

volumen de un eyaculado es de .1 a 1.5 ml descrito por Hafez (1996). Evans y Maxwell (1987) mencionan que el rango normal de volumen de un eyaculado esta entre .8 y 2 ml; a diferencia de Gibbons (1992) quien obtuvo 0.77 ml en los machos de raza Angora durante la primavera.

Las altas temperaturas alteran la calidad del semen, disminuyendo el volumen del eyaculado, la concentración y motilidad espermática en los machos cabríos (Bonilla, 2001; citado por Moncada, 2006).

3.1.2 Genética

Dentro de la misma raza, se ha observado variaciones individuales significativas entre machos en cuanto a la calidad y producción de semen principalmente las de tipo morfológico Vallecillo, (2011).

El siguiente estudio fue evaluar la funcionalidad de toros del alto magdalena analizando el efecto de la edad y la raza sobre la calidad del semen y otras características reproductivas de Bos indicus, Bos indicus X Bos taurus y Bos taurus. Donde no existió diferencia estadística significativa sobre el volumen del eyaculado y morfología espermática entre diferentes razas Vejarano et al., (2005). Este resultado concuerda con lo observado por Raó y Raó (1975) y Cardozo (2000) quienes al comparar eyaculados de toros Bos indicus y Bos taurus no encontrón diferencia en el volumen eyaculado, así mismo Berdugo (1994), tampoco observo diferencias significativas al comparar el volumen de eyaculados provenientes de toros indicus y toros taurus bajo condiciones bosque seco tropical (citados por Vejarano et al., 2005).

Para Roa (2014), quien estudio las características seminales de toros Brahmán y mestizos (Bos indicus x Bos taurus), donde el volumen del eyaculado de Brahmán fue de 6.9 cm³ y mestizo es de 6.3 cm³, esto indica que no hay diferencia significativa entre estas dos razas.

En el siguiente trabajo fue determinar la capacidad reproductiva de toros *Bos taurus*, *Bos indicus* y *Bos taurus* X *Bos indicus* en sistema de monta natural y sin descanso sexual en la depresión central del estado de Chiapas, México. Se menciona que en el tipo racial no existió diferencia estadística significativa para la variable de volumen del eyaculado encontrando un promedio de 3.59 cm³ y la motilidad masal tampoco tuvo efecto racial por Ruiz et al., (2010) donde coincide con Ruiz et al., (2007a) al reportar un promedio de 3.53 cm³ en toros *Bos indicus* en la depresión central del estado de Chiapas. Resultado similar reporta Jiménez (1996) quien tampoco encontró diferencia en estas características al evaluar toros de diferentes razas, citado por (Ruiz et al., 2010).

En el siguiente trabajo se estudiaron 3 razas de sementales: Holstein, Pizan y Brown Swiss. Se observa el volumen del eyaculado de la raza Holstein fue mayor con un promedio de 8.83 ml, raza Pizan presenta el menor volumen con un promedio de 5 ml, concentración espermática y para la motilidad individual la raza ejerció efecto significativo (Moncayo, 2016). En una región de Cuenca, se llevó a cabo el estudio sobre semen fresco de toros Holstein y se reporta un promedio de 4.67 ml de eyaculado (Carpio, 2015) valores que no coinciden con el obtenido por Moncayo mencionado anteriormente de la misma raza.

El presente trabajo fue observar las características de los toros en programa "Ganado mejor" de la región centro de Chiapas, se evaluaron sementales de la raza *Bos indicus* y *Bos taurus*, en los cuales se encontraron que el volumen del eyaculado promedio fue 2.32 ml posiblemente se involucró la variable edad y manejo de los toros y en el movimiento masal, movimiento individual, viabilidad espermática y anormalidades no se encontraron diferencias significativas (Orantes *et al.*, 2010). Mientras que en Veracruz se encontró un volumen de eyaculado 7.4 ml en razas cebuinas (Lamo-the, 1984) y López (2007) reporta resultados de 2.78 ml (citados por Orantes *et al.*, 2010).

En el siguiente trabajo se estudió sementales de la raza San Martinero y Brahmán donde reportan diferencias en cuanto al promedio obtenido del volumen seminal,

siendo mayor en la raza SM con 9.36 ml, en relación con CB con 6.33 ml y para la motilidad masal, motilidad individual, viabilidad espermática no existió diferencias estadísticamente (Barajas, 2013).

Salamanca *et al.*, (2014) estudiaron los parámetros andrológicos en toros Brahmán y F1 (Holstein x Brahmán) en hato de cría, para el volumen del eyaculado reporta la media estimada de raza brahmán es 4.16 ml y para toros F1 fue de 2.23 ml y para la motilidad masal fue más alto en toros Brahma esto indica que los resultados obtenidos fue influenciado por el grupo genético. El volumen fue inferior al reportado por Crosby y Salamanca, (2013) pero superior al reportado por Palmeri *et al.*, (2004); citados por Salamanca *et al.*, (2014).

El siguiente estudio se realizó evaluación de 191 reproductores manejados en pastoreo extensivo de las razas Brahmán Blanco, Brahmán Rojo, Simental, Rimosinuano y cruce Simental X Cebú. Se encontró que las variables volumen seminal con valores entre 5.23 y 7.36 ml, motilidad masal, motilidad individual, vitalidad, pH y concentración espermática no presentaron diferencias significativas entre los diferentes grupos genéticos (Vélez *et al.*, 2014).

Por otro lado en el siguiente trabajo se evaluaron machos cabríos de la raza Veratos y Malagueños sobre la producción de semen, para la raza malagueños fue de 1.35 ml y veratos 1.01 ml donde se demuestra que la raza si influye sobre la producción seminal y mayor concentración espermática en los machos Veratos (Pérez, 1992).

Varios autores han encontrado diferencias significativas en cuanto a volumen y concentración entre machos cabríos de las razas Alpina y Poitevine (Corteel, 1977), Black Bengal y Saanen (Singh y col.1982) y Black Bengal y Jamnapari (Singh y col., 1985). Corteel (1977) observo en animales de la misma edad y a lo largo de dos años diferencias individuales en producción espermática en la raza Alpina y Poitevine. (Citados por Pérez, 1992).

Para Pérez y Mateos (1996) y Karagiannidis y col. (2000), encontraron diferencias estadísticamente significativas en las características espermáticas entre razas, tanto cuantitativas (volumen eyaculado, concentración espermática y total de espermatozoides vivos) (citados por Hidalgo, 2004).

El presente estudio se llevó a cabo en una región de estado de Nuevo León, donde se utilizaron machos cabríos Nubios, Alpino Franceses y Granadinos, donde se afirma que el volumen del eyaculado, motilidad espermática y concentración espermática no se vio afectado entre razas (Mellado y Gómez, 1990).

En un estudio sobre semen de tres machos cabríos Saneen y cuatro Barbari que fueron colectados dos veces semanalmente. Se obtuvieron 49 y 51 eyaculaciones de las dos razas mencionada anteriormente. Para el volumen del eyaculado de la raza Saneen obtuvieron 0.96 ml y para Barbari fue de 0.79 ml, esto indica un efecto significativo para estas dos razas (Pandey *et al.*, 1985).

En el siguiente estudio se utilizaron machos cabríos de razas Verata y Malagueños. Las muestras de semen fueron colectadas semanalmente con vagina artificial, con edad entre los 12 y 23 meses y fueron analizados inmediatamente después de la colección. Encontrando diferencias entre razas sobre la producción de semen siendo mayor el macho cabrío malagueño (Pérez y Mateos, 1997).

Se estudiaron un grupo de machos cabríos de la raza Bóer y otros nativos de Zambia, seleccionaron ocho animales de cada raza, y el semen fue obtenido mediante un electro eyaculador. Para el volumen del eyaculado de los machos cabríos Bóer fue dos veces más alto que los machos nativos, indicando una diferencia significativa entre estas dos razas (Igboeli, 1974).

En el siguiente estudio se evaluaron machos cabríos de la raza Black Bengal y Saneen, donde reportaron resultados para el volumen de eyaculado fue de 0.45 de B.B y 0.72 ml para Saneen, indicando un diferencia significativa entre estas dos razas (Sinha y Singh, 1982).

3.1.3 Edad

La edad influye sobre la producción espermática, la cual aumenta de forma paralela al desarrollo testicular a medida que crezca el animal. El número de espermatozoides producidos, el volumen y la motilidad por eyaculado se incrementan desde la pubertad (López et al., 2007; citado por Vallecillo, 2011)

En la siguiente investigación se evaluaron 120 futuros sementales Holstein para Inseminación Artificial de 8 a 12 meses de edad, con el objetivo de observar variables para un buen desempeño reproductivo. Los valores del volumen seminal se consideran normales, presentando un aumento de 2.4 a 3.6 ml, la motilidad, concentración aumentaron conforme la edad avanza y anomalías morfológicas disminuyeron (Tamayo, 2013). El volumen debe continuar en ascenso hasta los 60 meses de edad en los toros Holstein.

El siguiente estudio fue evaluar la funcionalidad de 60 toros (*Bos indicus*, *B. indicus* X *B. taurus* y *Bos taurus*) reproductores analizando el efecto de la edad sobre características reproductivas bajo condiciones de monta natural, donde no se observó relación estadística significativa entre 24 a 48 meses edad, pero se observa una tendencia al incremento del volumen con respecto a la edad (Vejarano *et al.*, 2005).

En el presente trabajo se estudiaron los efectos de la edad de los toros sobre las características seminales. Se evaluaron 66 toros que tenían entre 14 meses y 14 años de edad. Predominante la raza Holstein (47 animales) y los restantes toros se distribuyeron entre otras 5 razas: Hereford, Polled Hereford, Angus, Brangus y Limousine. Concluyendo que la edad de los toros afectó significativamente la concentración espermática, motilidad masal y el volumen de eyaculado, se incrementaron desde la pubertad hasta los 3 o 4 años cuando alcanzaron sus máximos valores, los que se mantuvieron hasta 7 u 8 años para luego volver a decaer (López et al., 2007).

La edad del toro a la colecta del semen afecta el volumen del eyaculado, su concentración, y la motilidad de la esperma. Diversos trabajos apuntan a que

todas estas características del eyaculado aumentan con la edad (Almquist y col., 1976; Fuente y col., 1984; Taylor y col., 1985; Boldman y col., 1995; Diarra y col., 1997), si bien no de forma indefinida. Así, Taylor y col. (1985) encuentran que el volumen por eyaculado en toros aumentó con la edad hasta los 7,5 años y a partir de esa edad descendió, mientras que la motilidad y concentración disminuían con la edad. El resultado final fue de un aumento en la producción de espermatozoides hasta los 6,3 años de edad. Sin embargo, en otros estudios encuentran que la edad tiene un efecto negativo sobre el volumen y el número de espermatozoides (Fuerst-Waltl y col., 2006; David y col., 2007); citados por Karoui (2009).

El siguiente estudio realizado por Karoui (2009), los efectos de la edad sobre los parámetros reproductivos, los resultados para el volumen eyaculado y concentración espermática hay un incremento más importante en los primeros meses en producción 12-24 meses y un aumento más lento y continuado hasta las edades más avanzadas 24-96 meses, entonces nos indica que la edad no influye sobre volumen de eyaculado.

Las investigaciones realizadas por Almquist (1982), Bishop (1954), Cunningham et al., (1982); Ruttle, Ezaz y Sceery (1975) y Taylor et al., (1985) han reconocido los efectos de la edad sobre el volumen de eyaculado y la concentración espermática, así como sobre los espermias totales, movilidad individual y espermias móviles por eyaculado.

Los trabajos de Almquist (1982), Baker, Vandemark y Salisbury (1955) y Cunningham et al., (1967) han evaluado el efecto de la edad sobre el volumen de eyaculado en toros hasta los dos años de edad, iniciándolos a partir de la pubertad alcanzada aproximadamente a las 38 semanas en toros Holstein y a las 44 en toros Hereford y Angus, reportando incrementos en el volumen eyaculado.

En trabajos de mayor duración se ha encontrado incrementos en el volumen del eyaculado a medida que aumenta la edad de los toros. Sobre el particular, Almquist (1982) sugiere que estos incrementos se presentan hasta

aproximadamente los 6 a 7 años. Después de esta edad Taylor et al (1985), señalan que el volumen permanece constante hasta los 9 a 10 años, a partir de los cuales disminuye gradualmente.

Hahn et al., (1969) reportaron que el grado de asociación entre la edad y el volumen eyaculado en toros Holstein, calculado a través del coeficiente de correlación, fue de 0.52 ($P < 0.01$).

Por otro lado la repercusión de la edad sobre la calidad y cantidad de los eyaculados de la especie caprina se ha demostrado en algunas razas, tales como la Jamunapari (Sinha et al., 1912), la Mancha (Muhuyi et al., 1982) y Nubiana (Skalet et al., 1988). Coincidiendo con los autores anteriores, en el presente estudio se observa que machos cabríos de la raza Murciano Granadina el volumen eyaculado de edad 9-10 meses fue de 0.88 ml, mientras que a la edad de 21-22 meses fue de 1.26 ml, observando diferencia significativa (citados por Roca et al., 1991).

El presente trabajo se utilizaron 8 machos cabríos de raza Serrana ecotipo Transmontano, siendo 4 adultos con más de 18 meses en el inicio del estudio y 4 jóvenes con 6-10 meses de edad. Realizaron recogidas de semen semanalmente con vagina artificial, se observó una influencia significativa de la edad del macho sobre el volumen del eyaculado, la concentración, motilidad masal y motilidad individual (Almendra et al., 2005).

La edad de los machos cabríos influye sobre la producción espermática, la cual aumenta de forma paralela al desarrollo testicular a medida que crece el animal. El número de espermatozoides producidos por eyaculado durante el primer año de vida de la raza Poitevine y Alpinos, representan solo el 60 % en el segundo año (Corteel, 1977).

Souza (1983) en un estudio en machos de la raza Moxoto concluyen que la calidad y producción espermática mejoran a la pubertad a los 12 meses de edad. Igualmente, los machos de la raza Murciano-Granadina experimentan un aumento

de volumen, concentración, número de espermatozoides/eyaculado, motilidad individual y acrosomas normales y una disminución de formas anormales desde 4 a los 14 meses de edad (Zubieta, 1990; citado por Pérez, 1992).

3.1.4 Nutricionales

La nutrición, tiene mayor impacto sobre las funciones endocrinas más las espermatogénicas, provocando retardo la pubertad, afecta la producción y características del semen (Chacón, 2002; citado por Gualancañay, 2012).

Cuando los toros, borregos, caprinos y cerdos adultos son alimentados con raciones bajas en energía por periodos prolongados, la libido y la producción de testosterona son afectados mucho antes que las características del semen. Los efectos de la desnutrición pueden corregirse en animales maduros, pero es más difícil en animales jóvenes por el daño permanente causado al epitelio germinal de los testículos (Hafez, 1993).

Si la condición corporal de los machos cabríos antes del empadre no es adecuada, y si la proporción de machos a hembras es elevada, la suplementación alimenticia es aconsejable. Lo anterior se debe a que un plano nutricional adecuado incrementa el peso corporal, circunferencia escrotal y el volumen del eyaculado de los machos cabríos (Fimbres et al., 1997; citado por Mellado, 2008).

Toros en crecimiento alimentados con una dieta alta en concentrado (80% concentrado, 20% de forraje) tuvieron una reducción en las reservas de esperma en el epidídimo comparados con toros alimentados únicamente con forrajes (Coulter y Kozub, 1984; Coulter et al., 1987; Coulter y Bailey, 1988; citados por Fimbres, 1996).

Los testículos de los animales afectados con pérdida de peso disminuyeron su producción de esperma por unidad de masa parénquima (Dunn y Moss, 1992). La obesidad y la subalimentación reduce la libido y la actividad sexual en borregos, cerdos y toros. Particularmente durante la temporada de calor, la deficiencia de

proteína afecta a los machos jóvenes como a los adultos. Toros jóvenes con una dieta deficiente en proteína presentaron una baja en la libido y características del semen. Dietas altas en proteínas no son esenciales para una producción óptima de esperma en el borrego. A pesar de la habilidad natural del macho para mantener la producción de espermatozoides y la secreción de testosterona dentro de los niveles bajos de nutrición, los machos jóvenes presentan retardo en el desarrollo sexual y retraso en la aparición de la pubertad (Hafez, 1993). El consumo de proteína bajo resultaron en una disminución en la producción de esperma en toros (Rekwot et al., 1988; citados por Fimbres 1996).

En el siguiente estudio se realizó con sementales caprinos de los cuales se seleccionaron 22 de los 100 de acuerdo a uniformidad y conformación corporal de tres razas caprinas (Alpina, Nubia y Saanen). La composición de las dietas del experimento en base a materia seca fueron: dieta baja en energía y proteína (2.1 Mcal/kg y 12.5 PC); dieta alta en energía, baja en proteína; dieta baja en energía y alta en proteína y dieta alta en energía y proteína (2.8 Mcal/kg y 18 PC). Las dietas altas en energía previas al empadre permiten mantener en mejores condiciones las características seminales de los machos cabríos reproductores. Donde se observó que el nivel de proteína alta se correlacionó positivamente con los aumentos de volumen del eyaculado (Fimbres, 1996).

La alimentación influye cualitativa y cuantitativamente sobre la capacidad reproductiva de los pequeños rumiantes. Por tanto, para lograr un óptimo aprovechamiento reproductivo es necesario mantener a los sementales caprinos correctamente alimentados (Almeida et al., 2006). Los niveles de energía de la dieta, así como la calidad de los forrajes influyen considerablemente en las características del eyaculado y actúan como moduladores de su calidad (Delgadillo et al., 2000a) y las situaciones de subalimentación tiene un efecto más negativo que las de sobre alimentación (Araki et al., 2000, Walkden-Brown et al., 1997, Lincoln, 2001) citados por (Martínez y Perón, 2010).

En zonas tropicales, la nutrición es considerada el factor limitante de la actividad reproductiva (Bronson y Heideman 1994, Walkden-Brown et al., 1994 a, b). Martínez et al., (2001) en sementales caprinos mestizos Nubios, con un régimen de extracción de semen continuo (2 veces por semana) y una alimentación controlada durante todo el año, observaron un mejor comportamiento en cuanto a la producción y calidad seminal en los meses de junio-noviembre (etapa de actividad reproductiva) con respecto a diciembre-mayo (etapa de actividad reproductiva reducida) (citados por Martínez y Perón, 2010).

Para la producción de semen se requiere de una extensa división celular y esto requiere grandes cantidades de zinc (Zn). Este elemento está involucrado en el metabolismo del ácido nucleico y de las proteínas, y es fundamental para la diferenciación celular y su replicación. El Zn es esencial en la producción de muchas hormonas sexuales incluyendo la testosterona y la hormona liberadora de gonadotropinas. También es importante para la formación de la cola de espermatozoide y se requiere para la producción de un compuesto antibacterial que se libera desde la próstata al semen. El Zn se requiere para el crecimiento testicular y su desarrollo para la espermatogénesis. Y actúa en el crecimiento corporal y en el apetito (Neathery et al., 1973; Kendall et al., 2000).

En un estudio realizado por Neathery et al., (1973), donde sometieron a machos cabríos a una dieta deficiente en zinc, observaron que las 8 semanas los testículos eran más pequeños que el grupo control; estos animales no presentaron libido en 77.2% de las oportunidades, los animales trataron de montar, pero al intentar pararse sobre sus patas traseras presentaban espasmos musculares posiblemente consecuencia de la deficiencia sobre el sistema nervioso.

3.1.5 Efecto de la estación

En la especie bovina no está considerada como estacional, en el caso de las especies ovina y caprina son consideradas como estacionales que afecta tanto la cantidad como la calidad del semen (Ortavant, 1965).

En el siguiente trabajo se utilizaron toros con 75 % *Bos indicus* y 25 % de *Bos taurus* de la cuales tenían una edad de 20.5-27 meses, estos fueron estudiados el efecto de invierno y verano sobre las características seminales. Donde el resultado demostró que no hay influencia estacional sobre el volumen del eyaculado (Prieto, 2007).

El siguiente estudio se utilizaron machos cabríos de la raza Alpinos del subtropical Mexicano con la finalidad de observar el efecto estacional sobre las características seminales, como resultado final mostraron variaciones estacionales sobre el volumen del eyaculado fue de 0.2 ml/eyaculado de febrero a julio, mientras que este fue alrededor de 0.6 ml/eyaculado en los meses de agosto y septiembre (Castañeda, 2008).

Se estudiaron 3 machos cabríos Nubios en diferentes estaciones del año, revelo que el volumen del semen fue mayor en otoño con 1.68 ml y menor en verano 1.30 ml, donde consideran que la época no influyo mucho sobre la producción del eyaculado (Vinha, 1979b).

En el siguiente estudio fue determinar un posible estacionalidad reproductiva de los machos cabríos de la raza Alpino-Francés adaptados a condiciones intensivas. El estudio considero 11 machos, los cuales fueron sometidos a las variaciones naturales del fotoperiodo. Para el volumen del eyaculado fue de 0.1 ml de enero a julio, observando un incremento a 0.5 ml durante agosto, septiembre y diciembre, y la concentración de espermatozoides disminuyo en septiembre y diciembre este estudio demuestra que los machos cabríos jóvenes de 1 año de edad muestran un patrón estacional con respecto a las características y la calidad seminal (Carrillo, et al., 2010).

El siguiente trabajo fue estudiar las características del semen en un periodo de 12 meses en 10 machos cabríos después de la pubertad (7-19 meses de edad). El semen fue recogido dos veces por semana usando una vagina artificial. Observaron que el volumen del eyaculado fue decreciendo de 0.96 ml en el mes

de octubre al valor mínimo de 0.39 ml en abril y de 0.38 ml en julio; posteriormente hubo un claro incremento con el valor más alto en septiembre (1.04 ± 0.05 ml), donde el efecto de las estaciones del año fueron significativos (Ahmad y Noakes, 1996).

En el siguiente trabajo estudiaron machos cabríos de la raza Alpinos y Nubios con el objetivo de evaluar los cambios estacionales sobre la producción de semen, la cual para el volumen del eyaculado de los machos cabríos Alpinos y Nubios aumento durante la estación reproductiva y declino durante la estación de inactividad (Jennrong et al., 2003).

El presente trabajo se llevó a cabo en la unidad caprina de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", donde se utilizaron 5 machos cabríos adultos Bóer con la finalidad de conocer el grado el efecto de fotoperiodo en la calidad del semen, mantenidos en estabulación. De estos machos cabríos se obtuvieron eyaculados en los meses de diciembre, enero, febrero y mayo. En el mes de enero y febrero solo uno de los machos cabríos eyaculo. En los meses de marzo, abril y mayo no hubo ningún eyaculado, a pesar de que los machos cabríos fueron expuestos a una cabra en celo. Este efecto se le atribuye al incremento del fotoperiodo, como resultado de la entrada de la primavera, estación del año en la cual la actividad sexual de los machos se ve afectada y se concluye que los machos no se deben de utilizarse como reproductores durante la primavera en el norte de México (Domínguez, 2006).

En el siguiente trabajo se estudiaron 19 machos cabríos Verata y malagueña de dos razas españolas. Se estudió el efecto del fotoperiodo sobre las características del semen (volumen, concentración, número total de espermatozoides por eyaculado). Las muestras de semen fueron colectados una vez por semana con una vagina artificial, la cual una influencia sobre la producción de semen fue observada en la raza de verata, con un incremento en casi todas las características del semen durante el fotoperiodo corto. Sin embargo, los machos

cabríos malagueña fueron afectados en menor grado por el fotoperiodo (Pérez y Mateos, 1996).

En el siguiente estudio utilizaron machos cabríos de las razas Alpinos (n=8), Saanen (n=7) y Damasco (n=8). Los machos cabríos fueron utilizados para estudiar el efecto de fotoperiodo sobre la producción de semen, donde las muestras fueron colectadas una vez por mes a través de una vagina artificial y examinada inmediatamente después de la colección. A pesar de la variación en casi todas las características del semen estudiadas entre las 3 razas, hubo una variación estacional significativa en el volumen del eyaculado y concentración espermática. El mejor semen fue producido durante la estación reproductiva verano tardío y otoño (Giri et al., 1994).

CAPITULO IV

4.1 Características físicas de un semental como estimación de su fertilidad en bovinos y caprinos

El semental es responsable de la tasa de gestación y una proporción de la producción de becerros, si falla una vaca en un lote la producción se reducirá en la pérdida de un becerro, mientras que si falla un semental en ese mismo lote la producción de becerros será del 0% el semental debe producir espermatozoides fértiles y mantener esta producción adecuada según la demanda, ser capaz de identificar a las hembras en estro, montarla y servir las (León, 1990, Pimentel, 2001).

Las características físicas también juega un papel muy importante sobre la reproducción caprina ya sea para explotar el vigor híbrido, mejoramiento genético y también evitar la consanguinidad.

Por eso la selección es la mejor elección de los padres de la próxima generación, en el mejoramiento animal la selección no es tan simple como se ve, pero los conceptos sobre todo son fáciles de comprender. Básicamente, los rasgos o características que se ven en el ganado están influenciados por dos factores la herencia y el ambiente. El incremento de la producción de los animales se logra por lo tanto a través de dos vías: mejorando el ambiente en que vive y mejorando la capacidad genética para producir (Müller, 1985).

La selección del semental de machos cabríos esta entre escoger el más sobresaliente por su capacidad productora y reproductora así como la definición de la importancia económica y la variabilidad hereditaria.

Es fundamental tener en cuenta las estimaciones de las características de un buen semental donde se refleja su capacidad reproductiva lo cual es la importancia económica de producir becerros con características deseables para un productor. Para eso se toma en cuenta los siguientes puntos a calificar (Cervantes *et al.*, 2008).

4.1.1 Examen físico general

Se trata de una revisión del estado físico general del animal en cuanto a su condición física, el toro no deberá estar obeso. Cuando se evalúen toros jóvenes que acaban de salir de una prueba de comportamiento debe conocerse que estos animales van a preñar menos vacas en su primera temporada esto es porque cuando se manda al potrero con las vacas el cambio brusco de alimentación pierden peso rápidamente a menos que se les proporcione un suplemento. La revisión del aparato locomotor se debe observar detalladamente ya que al realizar la monta carga todo su peso hacia el tren posterior y eso influye mucho en la reproducción (Sánchez *et al.*, 1999).

La evaluación del semental (carnero y macho cabrío) determina reproductores potencialmente fértiles. Con este examen se puede detectar la baja eficiencia reproductiva de los rebaños. El examen de la salud reproductiva de un macho

consiste en realizar examen físico general y luego examen del aparato reproductor. Se observa de manera general el tamaño de los testículos (características asociadas con la fertilidad), el tamaño y estado corporal, aparato locomotor, aplomos y cualquier anomalía apreciable a distancia (observar a los animales en movimiento y estáticos) Balcázar y Porras (2013).

La detección de enfermedades es muy importante al evaluar a los posibles reproductores; se recomienda mantener programas preventivos para detectar ciertos padecimientos como tuberculosis, brucelosis, tricomoniasis, entre otros, y así evitar el uso como reproductores de animales que padezcan enfermedades que alteren la función reproductiva o que impliquen un riesgo de transmisión al resto del hato (Porras y Paramo, 2009).

Dientes

El estado de la dentadura puede determinarse por inspección, los problemas en la dentadura o en la boca disminuye la capacidad de los animales para consumir adecuadamente el alimento, sobre todo si se trata de forrajes groseros y pueden provocar una pérdida de peso que en ocasiones dificulta el desarrollo de función reproductiva. Otros aspectos en los que se debe poner atención durante el examen de la boca son la existencia de problemas de actinomicosis o actinobacilosis, que pueden afectar los maxilares o los tejidos blandos de la boca (Porras y Paramo, 2009).

Se deben observar para relacionarlos con la edad teniendo en cuenta que en razas británicas un toro de 2 años debería tener 2 dientes de leche, a los 2 años y medios 4 dientes y 6 dientes a los 3 años aproximadamente (Acuña, 2008).

Para los machos cabríos se determina la edad a fin de descartar animales viejos (menor capacidad de servicio y fertilidad), se observa la coloración de la mucosa que debe tener color rosáceo y que no exista alteraciones mandibulares (Balcázar y Porras, 2013).

La determinación de la edad por la cronometría dentaria tiene importancia en los casos que no exista controles productivos y reproductivos confiable y se precise su establecimiento para la aplicar cualquier práctica de manejo u alimentación (Álvarez, 2005).

Prognatismo en los machos cabríos es el crecimiento anormal de los maxilares, lo que dificulta la aprehensión de los alimentos durante la alimentación. Este defecto es de alta heredabilidad, por lo que se debe tener muy en cuenta a la hora de elegir los padres reproductores (De la Rosa, 2011).

Ojos

Los ojos son otro factor importante en el proceso de evaluación, ya que el toro se guía por el estímulo visual para detectar las hembras en celo (Capandeguy y Mattos, 2014; Dávalos y Ortiz, 2005; Escudero, 2015; citados por Páez y Corredor, 2014). Por lo tanto, son fundamentales en toros utilizados en programas de monta natural. Se debe tomar la selección de toros que tengan los ojos bien ubicados dentro de la órbita y que no tenga algún grado de síntomas de exoftalmia, ya que es un factor predisponente de carcinosoma ocular; asimismo, evitar toros que tenga cualquier tipo de patología o problema que cause disminución o pérdida parcial o total de la visión.

La condición de los ojos pueden determinarse hasta cierto punto por su inspección cuidadosa. Poseer una visión normal es de suma importancia para un toro reproductor, ya que el animal se sirve tanto de la vista como del olfato para localizar hembras en celo, se ha observado que la falta de visión inhibe en mayor grado la capacidad de los animales para reaccionar a la presencia de hembras sexualmente receptivas, que la falta de olfato. El carcinoma del ojo y la queratitis infecciosa se encuentra entre los problemas que pueden afectar la visión de los animales y reducir su capacidad reproductiva (Porrás y Paramo, 2009).

Las principales causas son agentes mecánicos, queratoconjuntivitis y carcinoma ocular que además de inferir puede anular la visión. La ausencia total de pigmento

en los párpados y cornea de los bovinos en un factor predisponente para aparición de cáncer de ojo o carcinoma ocular (Boggio, 2007). No se puede considerar en la ausencia de lesiones en toros sin pigmentación pueda comprometer su eficiencia reproductiva futura. Es un factor predisponente y es hereditario lo cual debe ser manifestado al propietario. Mientras más pigmento tenga a nivel ocular mejor será, ya que bajara la probabilidad de contraer carcinomas (McGowan y Col, 1995); citados por Capandeguy y Mattos, (2014).

Para los machos cabríos se observa que no presenten ninguna alteración, en especial descartan los que presentan inversión del párpado, afección de carácter hereditario predisponente a conjuntivitis (Balcázar y Porras, 2013).

Auditivos

Los receptores auditivos proporcionan información para la excitación sexual del macho. Excepto para distancias largas puede darse condicionamientos secundarios, es decir, es relativamente fácil que un toro que está en un centro de inseminación artificial aprenda una asociación de sonido específico de la sala de recogida con la inminente estimulación sexual, igualmente en condiciones extensivas el toro puede asociar rápidamente el olor o el gusto de la orina de la vaca en celo.

En los caprinos se revisa que no presenten laceraciones o inflamaciones del pabellón auricular (principalmente en razas de orejas largas, como la Nubia, Bóer etcétera.), descartar otitis, ya que ello puede ocasionar problemas de audición y de equilibrio (Balcázar y Porras, 2013).

Las garrapatas de la oreja afecta a todos los animales donde se localiza en el interior del pabellón auricular produciendo una gran inflamación y secreciones de cera que llega a taponar el oído (Bedotti y Rossanigo, 2011).

En cuanto a las vocalizaciones emitidas por el carnero y machos cabríos durante el cortejo, existen estudios que indican su participación en la estimulación de las

hembras (Banks, 1964; Rivas-Muñoz *et al.*, 2007). Por ejemplo, McComb *et al.*, (1987) demostraron que la vocalización de los venados reproducidas en “playback” adelantaban el inicio de la estación sexual de las hembras. En otro trabajo realizado en cabras de la Comarca Lagunera se demostró que las vocalizaciones del macho registrado durante el apareamiento y reproducidas en “playback” para que las percibieran las hembras anestrícas, no estimularon la secreción de LH (Vielma *et al.*, 2008). Sin embargo, cuando las vocalizaciones de los machos sexualmente activos fueron transmitidas en “tiempo real” a través de altavoces, estas estimularon el comportamiento estral en el 83% de hembras anovulatorias. Esta respuesta estral estuvo acompañada con ovulación únicamente en el 33% de las hembras. En otro estudio, la exposición durante 5 días a las vocalizaciones de los machos incremento significativamente la pulsatilidad de LH, únicamente en las hembras que tuvieron un contacto previo con machos, mientras que la amplitud de los pulsos no fue modificada (Delgadillo *et al.*, 2012). Lo anterior podría indicar que las vocalizaciones por si no parecen ser capaces de sustituir completamente en el estímulo que representa la presencia de los machos (Delgadillo *et al.*, 2012; citados por Cedillo, 2014).

Pezuñas

En los toros, los problemas que pudiesen presentar por largo tiempo, siendo argumentos por ideas de ser hereditarios. Aunque no hay hasta el momento publicaciones científicas que justifiquen tal afirmación. Algunos de estos efectos pueden predisponer al animal a otros problemas, tales como afecciones en las articulaciones e infecciones en los tejidos internos del pie. Esto a su vez provoca menor libido en los toros, lo cual resulta en importantes pérdidas económicas (Dalton y Stirling, 1993).

Otro de los motivos que generan esos problemas en las pezuñas es el manejo de los animales. Las pezuñas crecen por estímulo cuando más se mueve más crece pero si no mueve también crece, y si no se desgasta aparecerá el problema. Lo

normal es que una pezuña crezca entre 1.8 y 2 milímetros por semana. Por otra parte, ha incidido mucho en la importancia que tiene la selección genética para eliminar estos problemas. “si tienes un semental o una vaca con estos problemas, por muy bueno que sea es recomendable no dejar crías porque es un problema muy heredable y casi con toda la seguridad se tendrán malos aplomos o defectos en las pezuñas en la descendencia (Angel-Garcia, 2016).

Para los machos cabríos en condiciones de pastoreo, se desgastan naturalmente al estar en constante movimiento con el suelo. Sin embargo, en confinamiento el desgaste es mucho menor, las pezuñas crecen constantemente hacia un lado y hacia delante provocando un andar incomodo en el animal, asumir posturas anti álgidas y provocar cojera permanente, y esto repercute en la vida útil (Álvarez, 2005).

El examen deber ser meticuloso a fin de descarta animales con diferentes grados de lesiones, abscesos, etc. En los sementales sanos se realizara despezuzado higiénico para mejorar el apoyo y la función de la almohadilla plantar permitiendo una correcta irrigación y amortiguación que eviten lesiones en el pie, y luego se pasan por un pediluvio con sulfato de zinc al 10% (Balcázar y Porras, 2013).

Otra de las causas que producen un crecimiento y deformidad de las pezuñas son los exceso de concentrados que se le ofrece en la ración diaria de los animales. También es importante que el suelo se encuentre seco porque la humedad suaviza las pezuñas facilitando la entrada de agentes infecciosos (Álvarez, 2005).

Ausencia de cuernos en machos cabríos

En el ganado caprino existe una relación entre la presencia y ausencia de cuernos que condiciona en gran medida los índices reproductivos del rebaño. La ausencia o presencia de cuernos es debida a un gen P dominante para la ausencia de cuernos. Los animales mochos, especialmente los homocigotos PP van a presentar problemas reproductivos por infertilidad, principalmente por

hermafroditismo. Por ello, es una norma generalizada utilizar siempre como sementales machos con cuernos para evitar la presencia de acornes homocigotos (Sánchez, 2013).

Numerosos autores han relacionado a los hermafroditas caprinos con el carácter “ausencia de cuernos” controlado por un gen autosómico dominante (P). La práctica de seleccionar “acornes” ha provocado una pérdida de rentabilidad en las explotaciones caprinas por la aparición de animales hermafroditas. Y casi la totalidad de los machos homocigotos (PP) son total o parcialmente estériles (Ricordeau y Lauvergne, 1967; Weber, 1969; Boya-jean, 1969; Lauvergne, 1969; citados por Fernández *et al.*, 1990).

El hermafroditismo y la intersexualidad se define: uno, como el término que se refiere a aquellos animales que presentan órganos genitales con características de macho y hembra; y el otro, a animales con sexo gonadal diferente del genético. Estos dos términos se consideran generalmente como sinónimos. Son muy frecuentes en cabras domésticas y sobre todo, en las razas que poseen el carácter “ausencia de cuernos” (Moreno y Rodero, 1988).

Las anomalías del desarrollo genital, incluidas en los denominados síndromes de inter-sexualidad o de reversión sexual aparecen con diferente prevalencia en varias especies de mamíferos (Pajares *et al.*, 2009). De las especies domésticas, la cabra es una de las más frecuentemente afectadas por estas patologías (Bosu y Basrur, 1984; Vaiman *et al.*, 1999; Batista *et al.*, 2000; Hafez *et al.*, 2005), entre las que destaca el denominado Síndrome Intersexual Acorné o PIS, de sus siglas en inglés Polled Intersex Syndrome. Se trata de una anomalía congénita que aparece con relativa frecuencia en la especie caprina, causando infertilidad (Bosu y Basrur, 1984). Esta mutación se caracteriza por la supresión de la formación de los cuernos junto con una diferenciación sexual anormal (Asdell 1944; Pailhoux *et al.*, 1994; Vaiman *et al.*, 1999), por lo que los animales afectados presentan caracteres sexuales tanto femeninos como masculinos (citados por Chávez *et al.*, 2011).

En esta patología, sobre la que existen datos desde 1943, existe una completa asociación entre la ausencia de cuernos y la intersexualidad (Asdell 1944), lo que ha conducido a sugerir que ambos fenotipos se encuentran bajo el control de un único gen pleiotrópico o dos genes íntimamente ligados (Schibler et al., 2000). La ausencia de cuernos se comporta de forma autosómica dominante, mientras que la intersexualidad lo hace de forma recesiva (Vaiman et al. 1996). Como resultado, los individuos XX afectados por el síndrome son masculinizados (Pailhoux et al 1994; Monteagudo et al., 2008; citado por Chávez et al., 2011).

Los individuos que genéticamente son machos y que presentan el estado homocigoto dominante del gene P pueden presentar infertilidad por obstrucción del epidídimo, sin embargo también individuos normales bajo estas condiciones. Varios autores han encontrado que las hembras heterocigóticas para el gen P han sido 6-7% más prolíficas que hembras con cuernos y que machos homocigóticos dominantes para el mismo gen han sido 7-8% más prolífico que los que se han encontrado en cualquiera de las otras condiciones. Sin embargo, no es conveniente conservar animales carentes de cuernos ya que a medida que su proporción aumente dentro de un hato, los problemas de hermafroditismo e infertilidad se incrementaran reduciendo consecuentemente el rendimiento productivo del mismo (Ducoing, S/F).

4.1.2 Examen del aparato locomotor

Es esta la parte más importante del examen físico, que el toro tenga un funcionamiento adecuado de su aparato locomotor dependerá su capacidad para realizar adecuadamente la monta.

La revisión del aparato locomotor se hace por dos motivos principales: El primero de ellos, es detectar algún problema que en ese momento pudiera estar afectando la capacidad física del toro para realizar la monta y el segundo, es para detectar fallas en la estructura física del toro que pueden reducir la vida útil del semental. Respecto a esto último, se ha visto que de los toros que ven interrumpida de

manera prematura su capacidad reproductora, un 75% es por motivo de problemas en el aparato locomotor y que en la mayoría de los casos la causa original fue una pobre estructura del tren posterior y/o del tren anterior. Por lo anterior, la revisión del aparato locomotor debe hacerse de manera muy minuciosa para detectar cualquier problema real o potencial. El toro deberá examinarse tanto parado como caminando, trotando y hasta montando; debe observarse al animal en movimiento para apreciar la armonía de movimientos y detectar alguna posible cojera; el toro debe realizar la monta sin que ello le signifique un esfuerzo mayor; toros que hacen intentos de monta y los interrumpen, frecuentemente tienen problemas en el tren posterior que se reflejan cuando el toro va a montar y carga todo su peso atrás y es cuando sienten dolor y suspenden la monta. Se debe poner especial cuidado en observar el tren posterior del animal de pie para detectar defectos de aplomo, ya que estos son motivo frecuente de reducciones significativas en la vida útil de los sementales. En la figura 6 y 7 se esquematizan los aplomos normales así como los principales defectos del tren posterior, tanto en vista lateral (Figura 6) como en vista posterior (Figura 7). Si se detecta algún problema del aparato locomotor se debe valorar si ese problema es pasajero o permanente, o bien si es un problema potencial que de momento no le impida al toro trabajar pero que posteriormente lo hará, para determinar si dicho problema es motivo de descalificación del animal. Se debe recordar que sobre todo cuando se está evaluando un toro para decidir su compra es muy importante no solo pensar en si el toro puede trabajar en ese momento, sino también en cuánto tiempo va a tener de vida útil lo cual es importante para darle valor a la inversión. Es decir, si un toro ya se encuentra en el hato y tiene un problema de aplomo que se sabe le va a causar problemas posteriores, probablemente se deba dejar en el hato mientras pueda trabajar, pero si se está decidiendo la compra de ese toro, definitivamente se deberá optar por elegir otro animal. Otro hecho importante que se debe considerar es que los defectos de conformación del tren posterior son por lo general heredables; entonces, la decisión de utilizar toros con estos problemas

deberá ser bien analizada, sopesando esta desventaja con otras ventajas que pudiera tener ese semental en particular (De la Torre, 1999).

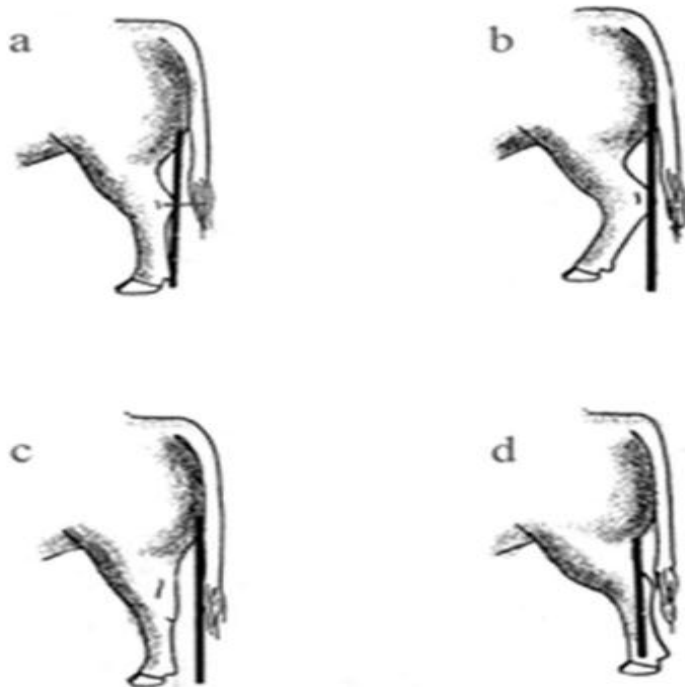


Figura 8. Tren posterior vista lateral

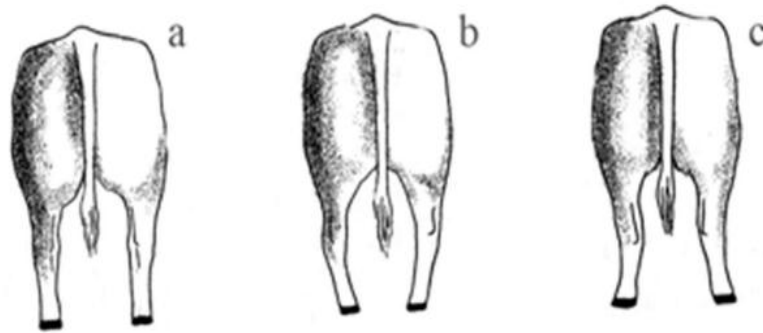


Figura 9. Tren vista posterior

Mellado (2008) recomienda hacer pruebas para caracterizar la capacidad reproductiva del macho cabrío, como la revisión del aparato locomotor del animal, poniendo particular atención en las patas y pezuñas.

4.1.3 Órganos genitales externos

4.1.3.1 Testículos

En el macho los testículos son de gran importancia ya que es el lugar donde se produce los gametos masculinos (espermatozoides) así como la testosterona que determina el comportamiento sexual, crecimiento genital y corporal (Castillo y Col, 2012). Se debe en primer término, verificar la presencia de ambos testículos en el escroto (De los Reyes, 1999). Estos tienen una forma ovoide turgente y elástico. Luego de algún proceso inflamatorio la consistencia puede ser dura o fibrotica mientras que una consistencia muy blanda puede señalar una alteración en el curso de la espermatogénesis (Castillo y Col, 2012) citados por Capandeguy y Mattos, (2014).

Los animales criptorquidias deberán ser eliminados del rodeo ya que se trata de un factor hereditario transmisible a la descendencia. Animales con testículos

asimétricos deben ser sospechosos de hipoplasia o degeneración testicular, esto puede corroborarse en el caso de los animales viejos con una evaluación seminal (Castillo y Col, 2012). En la permanencia de uno o ambos testículos en la cavidad abdominal es una anormalidad de tipo genético debido a un gene recesivo que inhibe su descenso. Este efecto se presenta en forma más común en machos caprinos Angora (Ducoing, S/F).

La hipoplasia testicular será evidente a la palpación cuando la diferencia en tamaño entre ambos testículos sea de por lo menos un 20 % y con menor tono en relación al otro testículo (McGowan y Col, 1995; De la Torre, 1999). La hipoplasia testicular es una causa de refugio de los toros ya que se trata de una característica heredable (Hopkins, 1997).

Cuando se examinan los testículos se debe de ser muy cuidadoso, ya que son los órganos que más reaccionan a las agresiones, una excesiva presión puede llevar a una degeneración; se ha observado hematomas circulares en el parénquima testicular luego de la palpación en manos inexpertas (Boggio, 2007).

El testículo debe desplazarse libremente dentro de la bolsa escrotal, sin adherencias. Consistencia testicular debe ser siempre medida siendo lo normal una consistencia firme y resistente. La degeneración testicular es probablemente la anormalidad más comúnmente hallada durante la palpación testicular y es característica conjuntamente con una disminución en la firmeza y resistencia de los mismos, lo cual con el pasar de tiempo se manifestara como un aumento en la consistencia producto de un cuadro de fibrosis y ocasionalmente calcificación del parénquima testicular. Es una patología común en toros que son preparados para exposiciones los cuales son sometidos a alimentaciones muy altas en energía y la prevalencia aumenta con el paso del tiempo. La causa es por una ineficiencia en la termorregulación del testículo (McGowan y Col, 1995).

El testículo será palpado para detectar posibles abscesos, tumores, hematoceles o calcificaciones. En algunos casos la ultrasonografía testicular puede ser útil para el diagnóstico de anomalías testiculares (Barth, 2007).

Un cuidadoso examen por palpación del escroto y de los testículos es tan importante como la circunferencia escrotal. Igualmente no es poco común en principiantes concentrarse solo en la circunferencia escrotal y pasar por alto el examen de escroto y testículos (Barth, 2007).

El otro parámetro es la consistencia de los testículos; entre más firmes y turgentes estén los testículos mejor calidad de semen y entre más flácidos peor calidad. Al respecto, se ha hecho una clasificación de la firmeza de los testículos en cuatro categorías: 1= Firmes y turgentes. 2= Firmes y poco turgentes. 3= Suaves y 4= Flácidos. Toros con clasificación 1 y 2 producirán semen de buena calidad en el 98 a 99% de los casos; toros en clasificación 4 siempre producirán semen malo y deben desecharse. Toros en clasificación 3 se recomienda evaluar el semen, ya que de un 50 a un 75% de esos toros tienen semen de mala calidad (De la Torre, 1999).

El tercer y último punto a evaluar es si el sistema de drenaje del semen está trabajando, lo cual se verifica palpando tanto la cabeza como la cola del epidídimo; si se palpa en alguna de estas estructuras hinchazón o endurecimiento, significa que el sistema de salida de los espermatozoides del testículo se encuentra bloqueado y que por lo tanto el toro no estará produciendo semen de buena calidad. En este caso, se deberá revisar la causa de esto y definir si el problema tiene solución; pero si esta condición se observa en un toro joven será mejor descartarlo como posible semental. El tamaño testicular es importante, pues tiene alta correlación con la fertilidad y es importante característica heredable que se refleja en incremento de la precocidad sexual de la progenie (De la Torre, 1999).

Para los machos cabríos las alteraciones del testículo de los pequeños rumiantes tienen gran importancia porque repercuten en la reproducción de esta especie.

Existe una gran variedad de factores que pueden afectar el aparato reproductor masculino de los caprinos y con frecuencia se encuentran asociados a una baja fertilidad (Valero et al., 1987).

En México los datos sobre la patología del testículo caprino son muy escasos, existen pocos estudios realizados a nivel macroscópico (Gutiérrez y Trejo, 1982) y microscópico (Madrigal y Valero, 1983) citados por Valero et al., (1987).

Los machos cabríos para completar la evaluación de su capacidad reproductiva es la palpación de los testículos. Al tacto, los testículos deberán sentirse firmes sin protuberancia y libres en el escroto sin adherencia. Tono de los testículos debe ser firme. Una textura muscular o carnosa suave denota defectos en la masa de los tubos seminíferos, y por ende, una pobre producción de espermatozoides (Mellado, 2008).

4.1.3.2 Examen del pene

Es el órgano copulador de los machos y se debe realizar una evaluación anatómica y funcional identificando a nivel anatómico presencia de lesiones, traumas o inflamaciones. En cuanto a su funcionalidad se debe prestar atención a los mecanismos de extracción, erección y reintroducción del pene (Castillo, 2007). Para el pene poderse introducir en la vagina de la hembra se requiere de una erección total, siendo esto de gran importancia para que no se vea afectada la fertilidad del rodeo. Así es que se hará una evaluación a través de la inspección y palpación del pene para determinar si el desarrollo es acorde a la edad del animal y si son equivalentes a lo esperado a encontrar en cuanto a forma, tamaño, posición y consistencia (Rutter y Russo, 2006).

El hematoma de pene es una de las causas más frecuentes frente a la incapacidad copulatoria (Blockey y Col, 1978). Cuando el pene está en completa erección durante la monta se hacen evidentes algunas anomalías como desviación en "S" arco iris o en espiral. El infantilismo del pene así como pene

bífido y pene flácido son afecciones menos comunes siendo la última producida por una deficiencia en el llenado sanguíneo del órgano (Boggio, 2007).

En general a muy pocos toros jóvenes de un año o dos años de edad se les detectan anomalías a nivel de pene durante la evaluación. La mayoría de los defectos incluyendo los congénitos se desarrollan luego de algunas épocas de monta (McGowan y Col, 1995). Los anillos de pelo se forman durante la monta cuando el pene roza contra el pelo suelto del cuerpo de otro animal. Eventualmente se forma un anillo de pelo en la vuelta de la mucosa del pene, pudiendo este comprometer la circulación sanguínea del órgano produciendo así una necrosis lo que lleva a una fistula uretral (Wolfe y Col, 1983).

Estas situaciones predisponen a problemas más severos como son la Fimosis (Cuando el toro no puede desenvainar bien el pene) y la Parafimosis (Cuando el pene se queda desenvainado y el toro no lo puede envainar de nuevo). Otros problemas que se pueden observar en relación a estos órganos son: Hematomas (Moretones) en pene y prepucio, Frenillo persistente sobre todo en toros jóvenes y algunas malformaciones del glande o cabeza del pene, como puede ser el glande de tirabuzón, en la figura 8 se muestran los diferentes tipos de malformaciones del pene en los machos reproductores (De la Torre, 1999).

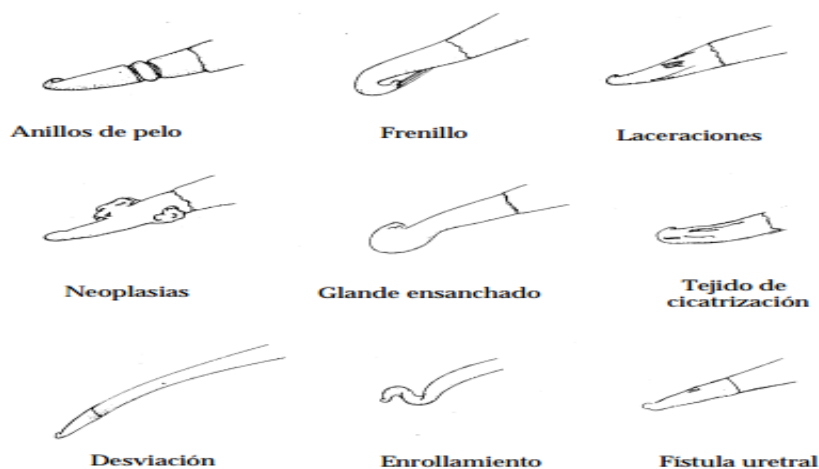


Figura 10. Tipos de malformaciones en el pene de los machos reproductores

El pene del macho cabrío también debe revisarse y asegurarse de que este no tenga laceraciones, adherencia o procesos inflamatorio. Además, se debe asegurar que el macho cabrío esté libre de fallas en la erección, cuadro que se presenta como secuela de urolitiasis obstructiva (Todhunter et al., 1996; citado por Mellado, 2008).

El pene tiene dos funciones, la expulsión de la orina y la deposición de los espermatozoides en la vagina. Se divide en cuerpo, glande y proceso uretral, en este caso en machos cabríos se diferencian por el proceso uretral el cual tiene una extensión de la uretra de unos 3 a 4 cm gira rápidamente durante la eyaculación y proyecta el semen en la parte de la vagina de la hembra. Al igual que los demás exámenes se evalúa su color (rosa pálido), que no tenga heridas o alguna otra patología. En animales pre púberes cuando se quiere saber de manera práctica si ya han alcanzado la pubertad como se muestra en las figuras 9, 10 y 11, una manera sencilla es desvainar el pene, si el animal es pre púber el proceso uretral aun esta adherido al glande y este se libera cuando por efecto de andrógenos se produce una enzima proteolítica (Balcázar y Porras, S/F).



Figura 11. Macho cabrío pre púber



Figura 12. Proceso uretral desprendiendo



Figura 13. Proceso uretral desprendido completamente

4.1.3.3 Examen del escroto y epidídimo

La función del escroto no es solo de protección también forma parte de la termorregulación de los mismos. Cualquier tipo de lesión puede influir de distinta manera en la termorregulación ocasionando alteraciones de diversa índole en los testículos y como consecuencia en la espermatogénesis. Se inspecciona la forma, tamaño, integridad de la piel y grosor. Las lesiones más frecuentes son producidas por ectoparásitos, hongos, traumatismo y alopecias; estas lesiones producirán la

inflamación y edema correspondiente que alterara la espermatogénesis en diverso grado. Es muy frecuente observar en el escroto costras circulares de 2 a 10 mm a veces aún más; pueden ser únicas o estar diseminadas frecuentemente en la zona distal del escroto. Estas costras son producidas, la mayoría de las veces por *Dermatophyllum congolensis*. Cuando las costras se desprenden queda una zona húmeda y según la profundidad de la lesión distintos grados de úlceras de la piel (Boggio, 2007).

Para los machos cabríos su inspección descarta diversas patologías, como la sarna que en casos extremos provoca inflamación con engrosamiento de la piel y elevación de la temperatura pudiendo generar infertilidad por degeneración testicular. La presencia de heridas, fistulas o cicatrices amerita un minucioso estudio pues estas son indicadores de otros procesos patológicos o complican la función de termorregulación que cumple el escroto (Balcázar y Porras, S/F).

El epidídimo es el órgano donde madura y almacena los espermatozoides. El epidídimo está compuesto por tres porciones: cabeza, cuerpo y cola. Debe comprobarse presencia y tamaño de cada porción. En la inspección se comprobara el tamaño y simetría de la cola del epidídimo. A la palpación se determina tamaño, forma, simetría, posición, tono y reacción de dolor. Para hacerla se eleva el testículo contra lateral. En algunos toros es relativamente frecuente observar que las colas de los epidídimos están cruzadas como se observa en la figura 12; no se ha visto incidencia en la fertilidad de estos toros (Boggio, 2007).



Figura 14. Epidídimos cruzados en toros sementales

Los epidídimos pueden presentar problemas de oclusión, de hipoplasia o aplasia e inflamatorios, así como tumores, abscesos y granulomas que pueden afectar en consecuencia, la fertilidad de los animales (Porrás y Paramo, 2009).

Para los machos cabríos la adenomiosis, que consiste en la presencia de porciones de epitelio dentro de la capa muscular puede presentarse en el epidídimo asociada a inflamaciones severas con regeneración irregular del epitelio o por administración de estrógenos (McEntee, 1978). En general, la espermioestasis es más frecuente en la cabeza del epidídimo pero pueden estar involucrados el cuerpo y la cola de esta estructura; es muy común en animales domésticos y al parecer es una causa seria de infertilidad en ganado caprino (Hemeida, et al., 1978; citados por Valero *et al.*, 1987). En un caprino adulto sacrificado en el rastro de Capulhuac, estado de México, se encontró un granuloma en la cabeza del epidídimo izquierdo con un contenido de consistencia semi-sólida de color amarillo. La concentración de células inflamatorias en este epidídimo fue menor a la encontrada en los otros casos de epididimitis estudiados.

A pesar de que la apariencia externa de la bolsa escrotal era normal y no era fácil de detectar algunas anomalías por palpación externa, las lesiones encontradas

este caso tenían severidad suficiente como para comprometerse la fertilidad del animal (Valero *et al.*, 1987).

4.1.3.4 Circunferencia escrotal

Actualmente, está bien establecido que las mediciones del tamaño testicular, particularmente circunferencia escrotal (CE) se correlaciona altamente con el peso del par de testículos en toros lecheros (Coulter y Foote, 1976; Coulter y Foote, 1979; Hahn *et al.*, 1969) y en toros para carne de diferentes edades.

Investigaciones iniciales realizadas en toros Holstein, mostraron que tanto la CE como el peso testicular se correlaciona positivamente con el número total de espermatozoides observados en eyaculados frecuentes y con las reservas de células espermáticas gonadales obtenidas de sementales sacrificados (Almquist y Amann, 1961; Amann y Almquist, 1961).

Dado que la CE estima acertadamente la cantidad y calidad del eyaculado en el toro, esta medición ha sido considerada como uno de los mayores componentes dentro del examen para evaluar toros para carne como aptos o no para la reproducción, así descrito por la Sociedad de Teriogenología de Norteamérica (Simons *et al.*, 1983).

En la tabla 7 se muestra las mediciones mínimas recomendadas para circunferencia escrotal (cm) para toros de carne *Bos taurus* de diferentes edades (Coulter y Keller, 1982; Coulter *et al.*, 1987; citado por Rojero, 1993).

Tabla 7. Circunferencia escrotal para *Bos taurus* (cm)

Edad (Meses)	Raza de toro			
	Simmental	Angus y Charoláis	Hereford y Shorthorn	Limousine
12 a 14	33	32	31	30
15 a 20	35	34	33	32
21 a 30	36	35	34	33
> 30	37	36	35	34

La circunferencia escrotal mínima recomendada para toros Cebuinos bajo condiciones extensivas se muestra en la tabla 8 (Müller, 1991; citado por Rojero, 1993).

Tabla 8. Circunferencia escrotal en toros Cebuinos (cm)

Edad (Meses)	Circunferencia Escrotal (cm)		
	Muy Buena	Buena	Deficiente
< 24	33	30 - 32	< 29
< 36	34	31 - 34	< 30
< 48	36	33 - 35	< 32
< 52	38	35 - 37	< 34
< 72	38	35 - 37	< 35

La probabilidad de un toro de ser un reproductor satisfactorio se incrementa en la medida en que la CE es más grande. Wiltbank et al., (1981) observaron que el aparear vaquillas con sementales de CE mayor de 30 cm condujo a que se alcanzaran más altos porcentajes de pariciones dentro del hato, mientras que Smith et al., (1981) encontraron que toros con CE menor de 30 cm, lograron preñar únicamente 31% de las vacas servidas.

Trabajos realizados por Toelle y Robinson, (1985) sugiere que al seleccionar como reproductores a toros con CE grande, puede contribuir a mejorar la reproducción en sus hijas particularmente con un aumento en la tasa de pariciones y un decremento en la edad al primer servicio.

El crecimiento testicular en toros jóvenes es una característica considerada como altamente heredable. Sin embargo, coeficientes de heredabilidad de medianos y altos con valores que van desde 0.26 hasta 0.78 han sido estimados para CE en toros productores de carne por varios investigadores (Troconiz et al., 1991; Bourdon y Brinks, 1986; Brinks, 1984; Latimer et al., 1982; Neely et al., 1982).

La circunferencia escrotal está asociada con la capacidad de producción espermática, volumen de eyaculado, numero de vacas que el toro puede servir

durante los primeros 21 días de la temporada de empadre, la edad, el rango de ganancia de peso, peso al nacimiento, la cantidad de tejido productor de espermias y la calidad seminal. La dieta es el factor más importante en el desarrollo testicular (Coe y Gibson, 1993; Colter y Bailey, 1988; Lunstra et al., 1978; citados por González, 1996).

Los toros que muestran una circunferencia escrotal pequeña al año de edad no incrementan de forma importante por lo general, la talla a los dos años de edad. La BIF (Beef Improvement Federation) ha recomendado hacer la consideración de que un toro elegible para semental deberá poseer una circunferencia escrotal mínima de 30 cm al año de edad (Schramm et al., 1989).

Un estudio en el estado de Veracruz donde se muestrearon tres ranchos de la zona centro y un total de trece toros. Las razas de los mismos fueron: Suizo Pardo (4), Sardo Negro (2), Holstein (2), Brangus (2), un toro Cebú y un toro de cada de los siguientes cruza, Indo Brasil X Holstein y Suizo X Cebú. Donde reportan las medidas de la circunferencia escrotal de los toros evaluados, notándose que presentan una calificación de buena a excelente en la tabla 9 (Lagunés, 2013).

Tabla 9. Evaluación Circunferencia escrotal

Raza	Circunferencia escrotal (cm)
Suizo Pardo	34, 30,33 y 42.5
Sardo Negro	37 y 34
Holstein	37 y 42
Cebú	31.3
Indo Brasil X Holstein	42
Brangus	36 y 39
Suizo Pardo x Cebú	40

La siguiente investigación realizada en el estado de Táchira utilizaron 14 toros de un rebaño Brahmán con edades de 24 meses, las muestra de semen fueron recolectados en un periodo de 9 años. Con la finalidad de estimar el índice de

herencia (h^2) sobre la circunferencia escrotal. Donde ellos reportan un valor máximo de h^2 0.46 ± 0.30 sobre circunferencia escrotal estimada por regresión del peso y la edad (Yáñez et al., 1997). En general, observaron que los valores de h^2 obtenidos son un poco más bajos que algunos reportados en la literatura en relación a los resultados de (Latimer et al., 1982).

Otro estudio se llevó a cabo en la región centro de Chiapas donde se evaluaron 564 sementales de diferentes razas con el objetivo de evaluar la edad sobre circunferencia escrotal. En la tabla 10 se observan los resultados encontrados de cada raza evaluada respecto a la edad y circunferencia escrotal en promedio (Zebadua et al., 2010), de igual manera menciona que los resultados encontrados en el presente trabajo son similares a lo reportado (Ruiz, 2007); en Colombia (Vejarano et al., 2005).

Edad y circunferencia escrotal por razas sementales evaluados en el programa “Ganado Mejor” de la región centro de Chiapas (n=564).

Tabla 10. Edad y circunferencia escrotal

Variables	Suizo Americano	Suizo Europeo	Simmental	Brahmán	Sardo Negro	Simbrah	Otras*
Edad (meses)	19.5±4.2	20.9±3.9	19.2±4.5	25.0±4.2	24.6±2.5	21.5±3.7	24.1±4.0
CE (cm)	33.3±1.1	34.0±1	34.1±1.2	33.6±0.9	33.5±1.1	33.8±1	34±1
* Nelore, Gyr, Indo Brasil, Guzerat y Suiz-Bu.							

La circunferencia escrotal es un buen indicador de la pubertad en los machos cabríos jóvenes y de la cantidad y calidad del semen de los machos cabríos adultos (Borgohain et al., 1983). Independientemente de la raza, la pubertad de los machos cabríos se alcanza cuando la circunferencia escrotal llega a los 24 cm. En

machos cabríos adultos independientemente de la raza, la circunferencia escrotal debe ser de > de 24 cm (Mellado y Gómez, 1990).

En la tabla 11 muestra los criterios para calificar machos cabríos adultos (todas las razas utilizadas en México), de acuerdo a sus características testiculares (Mellado, 2008).

Tabla 11. Criterios para evaluar machos cabríos circunferencia escrotal (cm) y consistencia testicular

Criterios	Satisfactorio	Cuestionable	No Satisfactorio
Circunferencia Escrotal	24-27 cm	20-23 cm	< 20 cm
Consistencia testicular	Firme	Duro o suave	muy duro o muy suave

Los caprinos son reproductores estacionales influenciados por el fotoperiodo, que determina variaciones anuales de la libido, la calidad seminal y el tamaño testicular. Un trabajo de investigación donde se utilizó un lote de dieciocho animales Criollo de origen Serrano adultos. El objetivo es observar la variación anual de la circunferencia escrotal (CE). Encontrando resultados promedios mensuales de CE van de 24.97 cm en mayo (otoño) a 28.11 en octubre (primavera) las mediciones más alta, ambos presentaron diferencia significativa con el verano y el invierno, los valores medios 26.09 y 26.02 cm respectivamente (Vega et al., 2006).

En el siguiente trabajo fue medir la circunferencia escrotal para machos cabríos de la raza Florida en 4 machos estudiados. El valor promedio anual de la CE fue de 31.74 ± 0.13 cm, encontrándose diferencia significativa según la estación del año. En otoño se registraron los menores tamaños (30.84 ± 0.24), con una progresiva disminución desde septiembre hasta noviembre. Desde noviembre hasta marzo los valores fueron inferiores, coincidiendo con la menor duración del día. Luego comenzaron a elevarse, de manera que en primavera se alcanzaron los valores

máximos (32.79 ± 0.22 cm) hasta el mes de mayo (33.29 ± 0.27 cm) (Dorado et al., 2002).

Otro estudio realizado en la región semiárida del centro-oeste de la provincia de Formosa. Se trabajó con un grupo de machos caprinos Bóer (2), Anglo Nubia (2) y Criollo (3) de un año de edad. Evaluando el parámetro de la circunferencia escrotal. Los resultados encontrados para Bóer es 25 cm, Criollo 27.00 cm y Anglo Nubia 28.00 cm (Revidatti et al., 2011).

En el siguiente trabajo se utilizaron 38 machos cabríos Nubios, 9 Alpinos Francés y 8 Granadinos. Para cada raza se encontró la siguiente CE medias: Nubios (26.1 cm), Alpinos (25.4 cm) y Granadinos (26.0 cm). El resultado del diámetro testicular respecto la estación fue menor en octubre con 25.6 cm y julio 26.1 cm. La diferencia, sin embargo fue solo de 0.35 cm, lo cual es menor que la variación reportada por Chemineau (1986) en machos cabríos criollos en el Caribe. El autor anterior no encontró diferencias significativas entre estaciones para este atributo, aunque el número de animales en el trabajo de Chemineau fue mucho menor que el número de machos cabríos utilizados en el presente estudio (Mellado y Gómez, 1990).

El siguiente estudio, formado por un grupo de 12 machos cabríos Criollos de un año de edad. Las mediciones de circunferencia escrotal se realizaron cada 14 días durante 9 meses. Los valores promedio obtenidos y su error estándar fue 24.4 ± 0.14 cm y también encontraron una diferencia significativa en relación de la circunferencia escrotal con el volumen del eyaculado (Vega et al., 2001).

Por último, el siguiente estudio se realizó en la región de Nuevo León. Donde se cuenta con un lote de alrededor de 100 sementales caprinos, de los cuales seleccionaron 22 de acuerdo a uniformidad y conformación corporal de tres diferentes razas (Alpina, Nubia y Saanen) se estudió la diferencia de circunferencia escrotal. Resultados encontrados para la circunferencia escrotal fue

diferente entre sementales con una circunferencia escrotal de 30.6 cm, siendo un 10 % mayor que en las otras razas.

4.1.3.5 Examen de la capacidad de servicio

Desde 1976, investigadores Australianos empezaron a señalar la importancia de incluir en las evaluaciones de los sementales bovinos las pruebas sobre conducta de monta. En un estudio realizado con 548 toros, se detectó a 113 animales con algún impedimento para preñar vacas y de estos 31 fueron detectados con signos clínicos de anormalidades; estas incluyeron tanto problemas de pene y prepucio como problemas en aparato locomotor. Pero hubo todavía un grupo más de 17 toros que tuvieron que ser desechados por su pobre capacidad de servicio, es decir aunque no manifestaron problema aparente alguno para montar mostraban poco o ningún interés en realizar la monta. De lo anterior se desprende que si en este grupo de toros solo se hubiera revisado el semen y se hubiera hecho una revisión física del aparato locomotor y de los órganos reproductores pero no se hubieran probado los sementales en la monta se hubieran pasado como satisfactorios 48 toros que hubieran tenido un pobre comportamiento en el empadre. Por otro lado, investigaciones recientes han demostrado que no existe una relación muy clara entre libido o apetito sexual y los parámetros que se acaban de mencionar en la revisión de los testículos y tampoco con niveles de la hormona testosterona.

Por lo anterior, resulta importante que como complemento al examen físico del semental se realice una prueba de monta para determinar por un lado si el toro es o no capaz de llevar a buen término una cubrición y por otro lado, dependiendo de la intensidad con que desarrolle esta prueba, se puede determinar junto con la información que se obtiene de los testículos que capacidad tiene ese semental para atender satisfactoriamente a un determinado número de vacas.

Es importante volver a mencionar que la prueba de capacidad de servicio es el resultado de la capacidad física del toro para montar y penetrar a la vaca más el

deseo sexual del animal que lo impulsa a realizar tal acción. En este sentido, la primera parte va a depender de factores que ya fueron explicados, como son el correcto funcionamiento del aparato locomotor del toro y de su órgano de copulación el pene. Lo segundo, dependerá de la libido que tenga cada animal y este es un parámetro que se ve influenciado tanto por factores de medio ambiente (clima, nivel de alimentación y enfermedades) como por factores de raza (se dice que los toros de razas europeas tienen más libido que los de razas cebuinas y que entre los primeros, los de razas productoras de carne requieren más estímulos para realizar la monta que los de razas lecheras). Una calificación de 0 a 2, indica una capacidad de servicio pobre; si es de 3 a 5, será considerada como regular y si la calificación es 6 a 8, el toro se considerará con capacidad de servicio satisfactoria y si es de 9 a 10, será un toro de alta capacidad de servicio (De la Torre, 1999).

Además puede ser pronosticada con un 90 % de seguridad mediante la cantidad de servicios efectuados durante una prueba de capacidad de servicio realizada a corral. La importancia de la capacidad de servicio radica también que tiene una heredabilidad alta de 0.60 % (Bavera y Peñafort, 2005).

Blockey, (1984) informa que en una prueba encontró que de las vacas servidas una sola vez, quedo preñada el 63 % y de las servidas dos o más veces en el mismo celo quedaron preñadas el 77.8 %. Entonces concluye que las vacas servidas 2 o más veces durante el celo tiene un 15 % más de probabilidades de concebir que aquellas fueran una sola vez, y que los toros de capacidad copulatoria alta sean más eficientes por servir en más veces en un mismo celo que los de capacidad copulatoria media. Esto tiene una gran importancia económicamente, pues si bien dos toros (de alta y media capacidad de servicio) pueden al cabo de tres meses de servicio y dejar el mismo número de crías, los de la alta capacidad de servicio tendrán mayor edad y más peso al destete y por lo tanto tendrá mayor valor de venta. En la tabla 12 se presenta la relación entre capacidad de servicio de toros y distribución de preñez (Acuña, Apellanis y Canosa, citado por Peñafort, 1993).

Tabla 12. Capacidad de servicio (toro) y distribución de preñez

Capacidad de servicio	% de preñez en los primeros 21 días	% preñez en 90 días
Alta	85	96
Media	65	90
Baja	6	*
* A los 22 días cambiaron por toros de Alta CS.		

La evaluación de la conducta sexual del macho de las especies domesticas se efectúa generalmente con base en sus dos componentes: la libido y la capacidad de servicio (Chenoweth, 1981; Kilgour, 1985; Silva-Mena et al., 2000). Ambos aspectos se evalúan de la siguiente forma: A) tiempo de reacción a la primera eyaculación, que se refiere al tiempo que pasa entre la presentación de la hembra en el celo y la ejecución del primer servicio; B) el número y el tipo de manifestaciones de interés sexual mostradas durante un periodo de observación; C) el número de montas por servicio; y D) el número de servicios proporcionados durante 20 o 30 minutos (Chenoweth, 1981; Kilgour, 1985, Perkins y Fitzgerald, 1994). Los rasgos A, B y C se usa como indicadores de la libido en carneros (Kilgour, 1985), aunque el C también se ha usado en toros como indicador de la capacidad de servicio (Silvia-Mena et al., 2000), y la D se usa generalmente como indicador de la capacidad de servicio (Chenoweth, 1981; Kilgour, 1985). Estos aspectos se refieren a la especie ovina, pero se han usado también en la especie caprina a pesar de que existen algunas diferencias en la conducta de las dos especies debido a que no se han establecido indicadores precisos para la evaluación de la libido en caprinos (Kilgour, 1985). La evaluación apropiada de la libido y la capacidad de servicio, y el uso en la reproducción únicamente de los machos con característica satisfactoria o sobresaliente aumentan las probabilidades de obtener un mejor comportamiento reproductivo del rebaño (Chenoweth, 1981; Perkins y Fitzgerald, 1994).

CAPITULO V

5.1 Principales factores que influyen en la fertilidad y en la viabilidad del semen bovino y caprino

5.1.1 Medio ambiente

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 (Chacón, 2001; Brito y Silva, 2002). Se ha reportado que la temperatura ambiental y la lluvia están correlacionadas positivamente con el porcentaje de anomalías espermáticas tanto en *Bos indicus* como cruza con *Bos taurus* a una temperatura superior a los 31 °C. Mathevon et al., (1998) han reportado que los toros Holstein producen semen más concentrado durante la primavera y el invierno, mientras que Godfrey y Lunstra (1990) reportan que toros *Bos indicus* sufrieron de estrés térmico por frío, lo que se reflejó en la calidad del semen colectado en esa época del año.

Se reportan igualmente diferencias entre individuos en cuanto a la capacidad de tolerancia al estrés calórico, algo muy importante de tener en cuenta además de la temperatura del día de la colecta es la temperatura promedio de los días previos y especialmente cuando los espermatozoides se encuentra en la última fase de maduración a nivel epidídimo (Fuerst y Schwarzenbacher, 2006).

La siguiente investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad seminal de toros Pampa Chaqueño con relación a las variaciones de temperatura en las diferentes estaciones climáticas del año. Se utilizaron de 60 toros adultos y resultados obtenidos de la motilidad individual en las diferentes estaciones y temperaturas fueron las siguientes: primera colecta en Invierno 6 °C y 70.5 % MI; primavera 32.5 °C y 67.8 % MI; Verano 42.5 °C y 66.9 % MI; Otoño 22.5 °C y 68.9 % MI. En la segunda colecta de semen observaron valores 71.5 %, 69.8 %, 69.1 % y 70.4 % MI en las estaciones respectivas mencionadas anteriormente. Cabe descartar que

las diferencias encontradas entre la primera y la segunda colecta no fueron estadísticamente significativas y no se encontraron diferencias significativas entre las colectas realizadas bajo oscilaciones de temperaturas propias de diferentes estaciones climáticas presentadas en invierno, primavera, verano y otoño. Esto permite demostrar que probablemente la influencia de variaciones de temperatura en toros Pampa Chaqueño no afecta la calidad seminal, demostrándose así la capacidad de adaptación y resistencia (Oka et al., 2012).

Otro estudio de dos grupos de 5 toros Holstein y Pardo Suizo, como objetivo fue encontrar la influencia de factores climáticos sobre las características seminales respecto a la calidad. Donde reportan que los toros reproductores en la época seca se disminuyen todos los valores de las características seminales afectando su poder fecundante en especial el número de espermatozoides vivos y su concentración. El porcentaje de anomalías fue mayor en las épocas secas con 3.18% y temperatura promedio 30.27 °C (Abril) que en la época de lluvia 0.94% y temperatura promedio 26.81 °C, con diferencias significativas ($P < 0.05$), correspondiendo el 94.6 % a malformaciones de la cola. Entonces la temperatura ambiental promedio superior o igual a los 30 °C afecta las características seminales y la fertilidad de los toros Holstein y Pardo Suizo (Valle et al., 2005). Al respecto, Bidot (1989) señala una disminución de más del 10% en la fertilidad debido a las condiciones climáticas, mientras que Aranguren-Menez et al., (1994), indican una menor motilidad individual de los espermatozoides en la época de mayor calor ambiental.

La presente investigación se realizó en fincas ganaderas de doble propósito. Se utilizaron 8 toros pertenecientes al grupo racial cebuinos realizadas durante al año 1998 abarcando así las épocas de máxima y mínima precipitación. Donde reportan resultados que a medida que incrementa el índice de temperatura y humedad (ITH) la concentración espermática disminuye, ocurriendo lo contrario cuando el ITH disminuye la concentración espermática aumenta, a su vez se hace evidente que la concentración se vio más afectada en los primeros meses de mayo –

agosto. Caso similar ocurre en los parámetros de anomalías primarias, el ITH tuvo una influencia más constante ya que en éstas se generan un incremento como consecuencia de las altas temperaturas ambientales (Ríos et al., 2013). Hafez y Hafez (2000), los bovinos sometidos a altas temperaturas ambientales presentan menor calidad seminal puesto que los espermatozoides en desarrollo en los testículos en el momento del calentamiento experimentan daños (como muerte y falta de cola), mientras los espermatozoides epididimarios no son afectados.

Por otra parte autores como Mathevon et al., (1998) reportan que los efectos del estrés por calor en el macho reproductor tiene repercusión en parámetros seminales tales como: concentración, número de espermatozoides y células motiles siendo estos más bajos en verano que en invierno y primavera, así mismo Nichi et al., (2006), reportaron alto porcentaje de espermatozoides con defectos mayores durante el verano con respecto al invierno.

El estudio que se realizó en el estado de Sonora con la finalidad observar el efecto de temperatura ambiental sobre la calidad seminal. La época 1 las constituyeron los meses de noviembre y diciembre; enero a marzo la época 2; junio a agosto época 3 y los meses de septiembre y octubre la época 4. Se analizó en este trabajo el efecto de época-temperatura sobre algunas características seminales. En toros de la raza Gyr, Charoláis y Brangus. El efecto de mayor importancia en este estudio (época-temperatura) mostro significancia estadística en todas las variables estudiadas, observándose variaciones entre las diferentes épocas donde la más cálida junio-agosto tuvo un efecto adverso y este se mejoró notablemente al disminuir la temperatura obteniéndose los mejores valores al llegar a la época fría. Para junio-agosto en anomalías primarias fue 2.7% y secundarias fueron 17.2%, a comparación noviembre-diciembre para las anomalías primarias fue 1.8% y la secundaria es de 12.7 Ávila et al., (1984).

Y para los caprinos, la temperatura ambiente elevada ha sido considerada como un importante factor que afecta la calidad espermática de los rumiantes así, en

áreas de altas temperaturas generalmente se observa un incremento en la proporción de espermatozoides anormales (Colas, 1980; Corteel, 1981; Dorado, 2003; Dorado y col, 2003 a). Sin embargo, en estudios sobre la calidad espermática del macho Murciano-Granadino en la región Mediterránea, se ha observado que la calidad del esperma fue mejor durante la época más calurosa lo que demuestra que no se encuentra afectada por las altas temperaturas en estas latitudes (Roca y col., 1992 a).

El siguiente trabajo se utilizaron animales de ganado caprino de raza Florida con edades comprendidas entre los 22 y 23 meses, la cual se sometieron a un ritmo de colecta de semen 2 veces por semana y con una temperatura mínima de 7.09 y máxima de 31.93 °C. Como resultado, la temperatura ambiental no mostro una influencia significativa sobre la las características espermáticas como volumen, concentración, motilidad y morfología espermática a lo largo del estudio, aunque se registraron concentraciones inferiores cuando las temperaturas fueron más elevadas concretamente a partir de 31 °C (Hidalgo, 2004).

Elevadas temperaturas ambientales tienen un efecto adverso en la fertilidad de caprinos machos y hembras. Por lo anterior, Al-Hosab y Basiouni (1998) llevaron a cabo un estudio cuyo principal objetivo fue examinar los efectos de la variación de la temperatura ambiental sobre las características del semen de machos cabríos de la raza locales de Arabia Saudita. Muestras de semen fueron colectadas de 12 machos cabríos adultos. Diferencias no significativas fueron encontradas en la calidad del semen de los machos cabríos durante el mes de julio comparado con el mes de diciembre. Sin embargo, la densidad espermática fue mayor en el semen colectado durante el mes de julio (2.5×10^9), comparado con lo colectado en diciembre (1.5×10^9). Estos resultados sugieren que los machos cabríos Árabes están adaptados a elevadas temperaturas ambientales, sin que se haya detectado ningún efecto adverso en la calidad aparente del semen.

5.1.2 Genética

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. 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 (Nichi y Bols, 2006). 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* (Fields y Cornelisse, 1982). Hoflack et ál. (2007), encontraron mayores porcentajes de motilidad progresiva evaluada por el método CASA (Computer-assisted motility analysis) en toros de la raza Holstein comparados con toros de la raza Belga Azul.

La presente investigación se realizó en un hato de cría con un sistema de monta estacional durante los cuatro primeros meses del año. Los datos correspondieron a los registros andrológicos de 111 toros (98 Brahmán y 13 F1 Holstein X Brahmán). El objetivo fue estudiar las características andrologías sobre la edad y grupo racial de los animales mencionado anteriormente. Los resultados encontrados fue que el grupo racial tuvo efecto significativo sobre la motilidad masal y no tuvo efecto sobre las anomalías del espermatozoides (Salamanca et al., 2014).

Para este estudio se utilizaron 119 toros, 61 de la raza Rubia Gallega y 58 de raza Frisona. La extracción de semen se realizó mediante el uso de vagina artificial. Tras la obtención del semen se realizó la valoración de la calidad seminal. Los resultados obtenidos fue que la raza tuvo efecto significativo sobre los parámetros de eyaculado tales como: número de espermatozoides, concentración espermática y porcentaje de motilidad. La concentración y la motilidad espermática media fue mayor para la raza Rubia que para la Frisona. Para el método sistema CASA se observó que en toros frisonos la subpoblación de espermatozoides clasificados como rápidos describía un movimiento de mayor velocidad y de trayectoria más rectilínea que dicha subpoblación espermática en eyaculados de toros rubios (Muiño et al., 2006).

En el siguiente trabajo fue comparado la funcionalidad reproductiva de los toros de diferentes grupos genéticos de la región central de Urabá, departamento de Antioquia, Colombia. Se evaluaron 191 toros de raza Brahmán Blanco y rojo, Simental, Romosinuano y cruce Simmental X Cebú con edades entre 24 y 156 meses. En los resultados se encontró que las variables volumen, motilidad masal, motilidad individual, vitalidad y concentración espermática no presentaron diferencias significativas entre los diferentes grupos genéticos evaluados (Vélez et al., 2014).

En un trabajo realizado por Trujillo et al., (2005) en el departamento del Huila-Colombia, no encontró diferencia significativa con respecto al volumen pero encontraron diferencia significativa ($P=0.05$) con respecto a la concentración espermática en las razas Bos indicus (802.6 millones/ml) frente a los Bos indicus X Bos taurus con (402.8 millones/ml).

Por otro lado en un estudio donde se colectó el semen de 24 machos cabríos Nubios, Marota y Moxoto, con una edad de 1 a 6 años. Para los machos de las tres razas la concentración de espermatozoides fue de $1,559 \pm 154$; $1,107 \pm 222$ y $803 \pm 448 \times 10^6$ espermatozoides/mm, respectivamente. Para la motilidad progresiva fue de 76.22, 62.75 y 75.66 %, y el porcentaje de espermatozoides anormales fue de 11.05, 11.21 y 16.38. Las diferencias entre los machos cabríos Moxoto y las otras razas fueron estadísticamente significativas (Vinha, 1979a).

El presente trabajo se estudiaron 33 eyaculaciones que fueron colectadas semanalmente de 2 machos cabríos Black Bengal y 2 Saneen. Los resultados obtenidos para la concentración de espermatozoides (1×10^6) fue de 2440.15 y 2780.30, para el porcentaje de espermatozoides anormales fue de 7.0 y 6.2. La edad fue significativamente en cuanto a la concentración de espermatozoides (Sinha y Singh, 1982).

En el siguiente trabajo se estudiaron la calidad seminal de 3 machos cabríos Saneen y 4 Barbari fueron colectados dos veces semanalmente. Se obtuvieron 49

y 51 eyaculaciones de las dos razas respectivamente. Los resultados para la motilidad masal fueron de 89.66 y 78.85 %, y el porcentaje de espermatozoides vivos fue de 82.32 y 71.44 para cada una de las razas. Todas las variables medidas presentaron diferencias significativas. El porcentaje de preñez de las hembras inseminadas con el semen de las razas antes indicadas fue de 66.6 y 59.0 % respectivamente, esto compromete la fertilidad de los machos cabríos (Pandey et al., 1985).

Por otro lado se estudió un grupo de machos cabríos maduros Bóer y otros nativos de Zambia, ocho animales de cada raza fueron seleccionados y el semen fue obtenido por medio de un electroyaculador. Dos eyaculaciones fueron obtenidas cada semana durante un total de 6 semanas. Los resultados obtenidos en cuanto la movilidad de los espermatozoides no fue diferente entre razas. Aproximadamente el 65 % de todos los espermatozoides en las eyaculaciones de ambas razas presento morfología normal y el 87 % eran espermatozoides vivos. La concentración de las células espermáticas fue mayor en las eyaculaciones de machos Bóer cuando se comparó con los machos cabríos nativos (Igboeli, 1974).

5.1.3 Edad

En general, las razas Bos taurus son más precoces 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 Brahmán de 2 años de edad puede ser el resultado de inmadurez sexual de este tipo de razas comparadas con toros europeos bajo condiciones tropicales (Chacón, 2001). Toros Holstein de 7 años de edad mostraron una mayor morfología espermática normal en comparación con grupos de la misma raza de 3 y 5 años, mientras que para los mismos grupos no hubo diferencia significativa respecto a la motilidad espermática (Hallap y Haard, 2007). Por otro lado, investigadores de este mismo grupo encontraron que la

motilidad espermática en toros Swedish red and White fue significativamente mayor en animales de 4 que de 1 año de edad.

Los toros mayores generalmente más de 10 años presentan lesiones fibróticas en los testículos lo cual se traduce en una mala calidad espermática especialmente en elevados porcentajes de morfología anormal y en disminución de la concentración. Una de las posibles explicaciones de esta fibrosis para toros criados en condiciones de trópico es la distensión testicular y escrotal como componente del mecanismo de termorregulación generado en trauma permanente a nivel de parénquima testicular (Angarita, 2000). Otros autores no relacionan los grados de fibrosis testicular con mala calidad seminal y aducen la presentación de este tipo de fibrosis a la aplicación de algunos tipos de vacunas para controlar entidades respiratorias (Barth y Alisio, 2008). Así mismo, cualquier causa de degeneración testicular presenta inicialmente fibrosis a nivel del parénquima testicular y en caso de que sea progresiva terminará haciendo parte en todo el parénquima testicular y desarrollará atrofia del testículo afectado (Lozano y Jiménez, 2007).

En otro trabajo se estudiaron los efectos de la edad de los toros y de la época de colección del semen sobre las características macroscópicas y microscópicas. Se evaluaron 66 toros que tenían entre 14 meses y 14 años de edad. La raza predominante fue la Holstein. Los restantes toros se distribuyeron entre otras 5 razas: Hereford, Polled Hereford, Angus, Brangus y Limousine. Los resultados indican que la edad de los toros afectó significativamente a todas las variables estudiadas. Se observó que la cantidad y la calidad del semen incrementaron desde la pubertad hasta los 3 o 4 años cuando alcanzaron sus máximos valores los que se mantuvieron hasta los 7 u 8 años para luego volver a decaer. En la figura 13 se muestra la concentración de espermatozoides respecto a la edad. El efecto de la edad sobre las variables espermáticas es un reflejo de las variaciones de las condiciones fisiológicas de los toros que como es sabido se manifiesta por un incremento en la cantidad y calidad de los espermatozoides desde la pubertad

hasta la madurez sexual para luego volver a caer sobre el final de la vida útil de los toros (López et al., 2007).

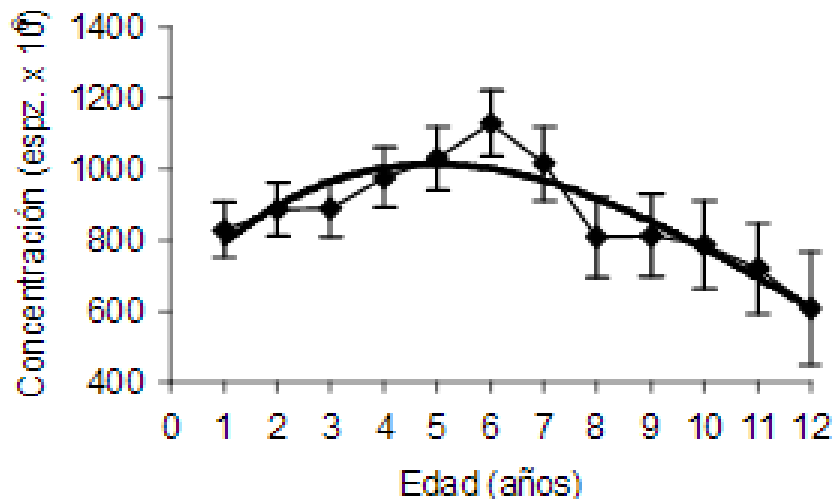


Figura 15. Concentración espermática respecto la edad

En una investigación el objetivo fue evaluar la funcionalidad reproductiva de toros analizando el efecto de la edad y la raza sobre la calidad del semen y otras características reproductivas. Utilizaron 60 toros de diferentes razas y edades los cuales fueron evaluados bajo condiciones de monta natural y sin reposo sexual previo al examen. La edad de los toros varió entre 12 y 103 meses con un promedio de 42.3 ± 21.4 meses, peso promedio fue de 484.3 ± 143.1 Kg y una condición corporal en toros tipo carne 7 y tipo lechero de 4. Los resultados obtenidos para estos animales estudiados no mostraron diferencia significativa sobre movilidad y morfología espermática en relación con la edad (Vejarano et al., 2005).

En el presente trabajo se evaluaron 120 futuros sementales Holstein con edades de 8 a 12 meses pertenecientes a un centro genético de cría y selección de

sementales. Con el objetivo de evaluar la calidad seminal, se realizaron extracciones de semen semanalmente mediante vagina artificial. Los resultados obtenidos para la motilidad espermática fue influenciada por efecto de la edad de los toros mostrando incremento de 16.5 ± 10.3 a 64.0 ± 16.9 % entre los 8 y 12 meses de edad, de igual manera valores de la concentración espermática se incrementó de 68.7 ± 32.1 a $701.5 \pm 243.0 \times 10^6$ espermatozoides/ml entre los 8 y 12 meses de edad afectado por la edad y también se refleja una disminución de las anomalías morfológicas espermáticas 40.5 ± 10.3 a $18.4 \pm 6.1\%$ (Tamayo, 2013).

Las formas anormales, muy numerosas los primeros meses van disminuyendo conforme la edad avanza, de tal forma que los valores de este parámetro cuando los animales alcanzan el primer año de su vida son similares a los encontrados en animales adultos. En macho cabrío Nubiano se ha estudiado dicha evolución, presentando a los 4-5 meses de edad un 76% de formas anormales que bajaron a 17 % a los 8-9 meses, valor comparable al obtenido a los 2-3 años (15 %) lo que indica que estos animales comenzaron a producir semen de buena calidad a los 8-9 meses (Hibbert, 1986). Skalet y col. (1988) con machos de la misma raza no encontraron diferencias significativas entre el porcentaje de formas anormales observados a las edades de 8 meses (12.5 %), 10-22 meses (12 %) y 3-4 años de edad (12.7 %).

En un estudio sobre la especie caprina, Manfredi y col. (1998) encuentran que la edad tiene un efecto positivo sobre los caracteres que se miden antes de la congelación pero no tenía ningún efecto sobre la motilidad post-congelación.

La edad influye sobre la producción espermática, la cual aumenta de forma paralela al desarrollo testicular a medida que crece el animal. El número de espermatozoides producidos por eyaculado durante el primer año de vida en machos cabríos Poitevine y Alpinos representa solo el 60% del obtenido en el segundo año (Corteel, 1977).

Los machos de la raza Moxotó mejoran su calidad y producción espermáticas desde la pubertad a los 12 meses de edad (Souz, 1983). Los machos de la raza Murciano-Granadina experimentan un aumento de volumen, concentración,

numero de espermatozoides/eyaculado, motilidad individual y acrosomas normales y una disminución de formas anormales desde a los 4 meses a los 14 meses de edad (Zubieta, 1990; citados por Pérez, 1992).

La repercusión de la edad sobre la calidad y cantidad de los eyaculados en la especie caprina se ha demostrado en algunas razas, tales como la Jamunapari (Sinha et al., 1981), la Mancha (Muhuyi et al., 1982) y Nubiana (Skalet et al., 1988). Coincidiendo con los autores anteriores, en el presente estudio se observa que la calidad del eyaculado mejora, en líneas generales, con la edad de los machos. Para la concentración espermática aumenta ($P < 0.05$) con la edad, ya que la concentración espermática es un dato importante al valorar la calidad de un eyaculado. Según Evans y Maxwell (1987), no es conveniente en inseminación artificial utilizar eyaculados cuya concentración sea inferior a 2.5×10^9 espermatozoides/ml. En la morfología espermática se ha observado que el porcentaje de acrosomas dañados sigue una evolución diferente a la de los demás valores ya que aumenta con la edad, si bien de manera no significativa. Concluyen que hay una importante influencia de la edad en los parámetros reproductivos de los machos cabríos de raza Murciano-Granadino (Roca et al., 1991).

El siguiente trabajo se estudió 16 eyaculados semanalmente los cuales fueron colectados de cada uno de 5 machos cabríos Pashmina con edades de 2 a 3 años. Los resultados encontrados fueron el índice de motilidad (escala 1-5) de 4.19 ± 0.04 , la concentración total de espermatozoides por eyaculación fue de 21.51 ± 0.922 , y la proporción de espermatozoides vivos fue de $80-63 \pm 0.29$ %. Hubo diferencias significativas entre machos para todas las características del semen y entre colecciones para la motilidad masal e individual y la concentración de espermatozoides (Mohán et al., 1980).

5.1.4 Nutrición

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. El peso corporal ayuda a predecir la edad de pubertad en razas cebuinas, donde es importante tener en cuenta la tasa de crecimiento antes y después del destete la cual se determina en forma importante con base en el crecimiento esquelético. En los casos de toros subalimentados se retrasa la pubertad debido a que se disminuye la producción de IGF-1 (factor de crecimiento insulínico tipo 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 (Lozano, 2009).

Por otra parte, la desnutrición tiende a atrasar el inicio de la pubertad así como las dietas no balanceadas por exceso (sobre condicionamientos), 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. El gossypol, que es un compuesto fenólico producido por el algodón (*Gossypium spp*), causa en el toro reducción en el número de espermatozoides en el eyaculado debido a alteraciones en la membrana basal de los túbulos seminíferos siendo la lesión específica de la pieza media del espermatozoide una aplasia de la envoltura mitocondrial. Esta alteración conlleva una falla a nivel de la motilidad espermática y es difícil de apreciar por medio de microscopio de luz (Chenoweth y Chase, 2000).

La restricción proteica en la ración de los terneros tiene un efecto deletéreo en las funciones sexuales. El peso de las glándulas seminales, epidídimo y testículos fueron marcadamente menores en toros alimentados con niveles proteicos deficientes y el diámetro de los túbulos seminíferos y su epitelio fue menor también (Barth et al, 2008). Cuando se comparan animales que han sido alimentados con raciones isocalóricas con niveles bajos (8%) y altos (14%) de proteína se observó que la C.E., la condición corporal y el conteo de espermatozoides totales fue mayor en los que recibieron la ración alta en proteína, no habiendo diferencias significativas en cuanto a motilidad, porcentaje de espermatozoides muertos y anormalidades entre grupos. Los altos niveles de proteína en la dieta se corresponden con altos niveles de testosterona (Rekwot et al., 1997).

El efecto deletéreo más grave para la espermatogénesis es la sobrealimentación, el depósito de grasa en bolsa y cuello escrotal alteran la termorregulación. Por ello se debe evitar trabajar con toros gordos. Toros relativamente flacos no mostraron efectos negativos en la calidad seminal, por lo tanto se busca un estado corporal normal de 5 a 7 administrando la alimentación necesaria para suplir las necesidades de mantenimiento (Sara, 2013).

La acidosis ruminal, producto del consumo de alimentos de alta energía que puede ser clínica o subclínica al inflamar la mucosa del rumen la vuelve permeable a microorganismos habituales que por vía sanguínea colonizan las vesículas seminales provocando severas seminovesiculitis que afectan la calidad seminal. La acidosis altera la composición de la flora bacteriana ruminal, estas bacterias producen endotoxinas que por vía sanguínea provocan la congestión de los tejidos blandos de la pezuña, laminitis o infosura. Los animales aparecen rengos surgen deformaciones de la pezuña, chapinudos o pezuñas con forma de zapato chino y actitudes posturales anormales lo que compromete la rutina de extracción del semen. El hígado graso producto también de la sobrecarga energética es la degeneración grasa del tejido hepático que afecta el metabolismo general y por lo tanto también el de las hormonas esteroides sexuales (progesterona, estrógenos,

testosterona). El tejido graso produce hormonas esteroideas que participan del desequilibrio hormonal y afectan la gametogénesis. Como ya se ha mencionado la grasa escrotal afecta la termorregulación testicular y la normal espermatogénesis. Impotencia copulatoria por exceso de peso, dolores esqueléticos y pezuñas debilitadas por secuelas de infosura, libido disminuida por combinación de todos los factores mencionados también hace difícil la obtención de semen de calidad en los centros de colecta y procesamiento de semen (Munar, 2005)

En una investigación donde se evaluó el efecto que ejerce la dieta sobre la calidad seminal de toros Brahmán y los niveles séricos de proteínas totales. Se seleccionaron 12 reproductores con edades entre 36 y 66 meses, se distribuyeron en tres grupos, el primer grupo recibió una dieta a base de pasturas (*Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola*) y concentrado con 36.9 % nutrientes digestibles totales, 7.08 % proteína curda y 1.5 Mcal de energía metabolizable. El segundo grupo (estabulado) alimentado a base de concentrado y heno con 57.8 % NDT, 12.5 % de proteína cruda y 2.1 Mcal EM. Y el último grupo (pastoreo alimentado a base de pastura *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria Humidicola* con 38.3 % NDT, 6 % proteína cruda y 1.3 Mcal EM. En los resultados reportados fue mayor porcentaje de motilidad individual rápida progresiva ($4.46 \pm 0.10\%$) y porcentaje de vivos ($72.7 \pm 5.62\%$) alimentadas con la dieta 3, igual efecto encontrado por Swanepoel y col (2008) quienes observaron mayor motilidad individual rápida progresiva en el semen de toros Brahmán alimentados con niveles bajos de energía. Para las anormalidades mayores existió diferencia entre dietas donde los reproductores de raza Brahmán que recibieron dieta 1 y 2. En toros Angus se encontró el mismo efecto, donde animales a los que se les suministró una dieta con mayor contenido energético presentaron mayor porcentaje de anormalidades (Coulter et al., 1997). El aporte de dietas que ofrecen elevados niveles de energía y proteína pueden deteriorar la concentración espermática, la motilidad progresiva, la vitalidad y la morfología espermática y con el tiempo la capacidad fecundante de reproductores Brahmán (Pinto et al., 2012).

Los cambios agudos en la nutrición tienen efectos marcados en los testículos de los caprinos con cambios en el tamaño testicular que es acompañado en la misma forma por el peso vivo (Walkden-Brown y col, 1994b). Este incremento está asociado a un incremento en la producción diaria de esperma que se debe tanto a un incremento total en la masa testicular como a un incremento en la eficiencia de la producción de esperma por gramo de tejido testicular (Graeme y Georgget, 1999).

La nutrición es un factor íntimamente ligado con el peso vivo lo que implica que un animal mal nutrido presenta una disminución en su libido y afecta la calidad seminal. Para el norte de México son comunes bajos niveles reproductivos en hatos de caprinos en agostaderos, esto debido a que la temporada de empadre coincide con la época seca del año, además en estos sistemas de producción no se suplementa con concentrado ni con minerales (Mellado et al., 2004a). Dentro de los nutrientes que los machos requieren en mayor cantidad está el calcio, fósforo y la vitamina A (Arbiza y De Lucas, 2001).

El cobre (Cu) es un elemento esencial para la reproducción, su deficiencia presenta una sintomatología con anemia, diarrea, depresión del crecimiento, cambio de color de pelo, ataxia neonatal, infertilidad temporal, debilidad, huesos frágiles. Describiendo los síntomas en los machos en producción les disminuye la libido y la espermatogénesis. Para la deficiencia de manganeso (Mn) aumenta el porcentaje de espermatozoides anormales (Paterson et al., s/f; citado por Pastor, 2005).

Una severa restricción de zinc en la dieta se asocia con la ausencia de espermatozoides en los túbulos seminíferos y en el epidídimo (Neathery et al., 1973). La temporada de empadre y la poligamia en caprinos puede producir que los requerimientos de semen sean altos en un periodo de tiempo corto por lo que la calidad del semen disminuye y también la producción (Kendall et al., 2000).

El presente estudio se utilizaron 22 sementales caprinos de tres diferentes razas (Alpina, Nubia y Saanen). La composición de las dietas del experimento en base a

materia seca fueron: dieta 1 (12.5% PC y 2.1 Mcal EM), dieta 2 (12.5% PC y 2.8 Mcal EM), dieta 3 (18.0% PC y 2.1 Mcal EM) y dieta 4 (18.0% PC y 2.8 Mcal EM). Los resultados obtenidos fue que en nivel de energía tuvo efecto significativo ($P < 0.05$) en la producción de las células totales (3978×10^6 células) el cual fue 33.3 % mayor en los sementales que consumieron la dieta alta en energía comparados con los animales que recibieron la dieta baja en energía (2653×10^6 células). Las dietas altas en energía previas al empadre permite mantener en mejores condiciones las características seminales de los machos cabríos reproductores aun después de la época de empadre (Fimbres, 1996).

El presente estudio se realizó en un el noreste de México, se utilizaron machos cabríos adultos de raza indefinida mantenidos en agostadero para evaluar el efecto de la composición botánica de la dieta sobre las características del semen. Los resultados sobre la motilidad de la células espermáticas se redujo ($P < 0.05$) al incrementarse la utilización de *Larrea tridentata*, lo cual se atribuye al abundante y complejo contenido de alelo químicos de esta planta. Uno de los forrajes con el mayor impacto negativo sobre la calidad del semen de los machos cabríos fue *Cowania plicata*. Una gran cantidad de compuestos químicos identificados en este arbusto aparentemente fueron los causantes del deterioro de las características del semen. El incremento en la ingestión de *Acacia greggii*, *Dalea bicolor*, *Opuntia rastrera* y *Cowania plicata* redujo el porcentaje de espermatozoides vivos (Mellado et al., 2003).

Se utilizaron tres machos cabríos de las razas Saanen y Criollo en una investigación, los cuales oscilan en edades de 2 a 4 años. El objetivo fue observar el efecto de cromo sobre la calidad de semen lo cual se suministró como suplemento alimenticio a razón de 1 y 1.2 mg diario por 45 días. Se tomaron 3 colectas de semen con intervalo de 15 días entre toma. Como resultado el nivel de cromo en la dieta tuvo un efecto significativo ($P < 0.05$) en la motilidad masal, la cual fue mayor cuando los animales tratados consumieron un 1 mg de cromo con relación cuando consumieron 0 mg y 1.2 mg, el nivel de cromo más alto influyo negativamente en la calidad seminal esto pudo deberse a que el cromo es un

factor de mejoramiento para la absorción de glucosa, en exceso de energía esta se acumuló como grasa escrotal la cual interfiere con los mecanismos de termorregulación en el testículo y para el porcentaje de espermatozoides móviles, es decir la motilidad individual no fue estadísticamente significativa ($P > 0.05$) (Peñaranda, 2015).

5.1.5 Estrés

Existen diferentes tipos de estrés o tensión que puede afectar a un toro en su calidad reproductiva y en particular en la calidad seminal. Hay estrés calórico, social, por dieta (exceso o defecto), entre otros (Lozano, 2009).

El principal mecanismo por medio del cual el estrés puede dar lugar a una inadecuada calidad seminal se basa en la hormona conocida como CRH- factor liberador de la hormona corticotropa (ACTH), el cual desencadena la cascada del estrés con acciones de tipo inhibitorio tanto a nivel testicular como central con la inhibición de la hormona LH (Dufau y Tinajero, 1993).

El CRH es secretado a nivel hipotalámico, pero en situaciones estresante también es producido por las células intersticiales o de Leydig a nivel testicular actuando en los receptores en la membrana de las células de Leydig como un potente regulador negativo para la LH cuyos principales receptores se encuentra en estas células dando lugar a un bloqueo por medio de una proteína kinasa C como respuesta al estrés. Así se impide la producción de andrógenos por dichas células, recordando el papel fundamental que la testosterona y la dihidrotestosterona ejercen a nivel de la espermatogénesis (Lozano, 2009).

Las células de Sertoli en su actividad de moldeadoras y activadoras de las células primordiales (Espermatogonias en adelante), requieren como hormonas de estímulo tanto la hormona FSH como los andrógenos mencionados. En caso de que algo de este mecanismo falle la consecuencia se ve reflejada en la cantidad y calidad de espermatozoides producidos (Dufau y Tinajero, 1993).

El estrés ambiental puede provocar baja calidad seminal en el ganado vacuno, la cual está íntimamente relacionada con la baja fertilidad debida probablemente a

una combinación de bajas tasas de fertilización. Los testículos al estar suspendidos en el escroto, la espermatogénesis es afectada al exponerse a altas temperaturas en el exterior lo que provoca baja calidad espermática lo cual también está directamente relacionado con la calidad del semen del eyaculado (Nezhad et al., 2013; Wechalekar et al., 2010; Rodríguez, 2007; Coubrough, 1985; chemineau, 1993). Esta baja calidad seminal es debida principalmente a las afectaciones que sufren las células de Sertoli por el estrés calórico; este a su vez induce apoptosis, estrés oxidativo en dichas células, el cual puede inducir a la fertilidad por el daño que ocasiona en los lípidos y proteínas de la membrana del espermatozoide también por el daño que provoca en el ADN del espermatozoide, esto se traduce a un pobre desarrollo embrionario y abortos involuntarios (Nezhad et al., 2013; Aitken y De Luliis, 2010; Tremellen, 2008; Jung y Schuppe, 2007).

5.1.6 Estacionalidad

A pesar de que no son considerados reproductores estacionales, el ganado bovino está sujeto a influencias estacionales sobre la reproducción que pueden estar asociadas con temperatura ambiental, disponibilidad de alimento y carga de parásitos (Chenoweth, 2003).

Kumi et al., (1981) no encontraron en *Bos indicus* variaciones estacionales significativas en concentración de espermatozoides, porcentaje de espermatozoides vivos y anomalías espermáticas, pero en razas europeas (*Bos taurus*) si hubo fluctuaciones estacionales significativas con más alto número de células espermáticas anormales y más bajo porcentaje de espermatozoides vivos así como baja concentración espermática (citados por Ávila et al., 1984).

Costa et al., (2015) mencionan que los toros *Bos indicus* presentaron mejor rendimiento en la temporada más calurosa del año presentando calidad de semen satisfactoria en comparación con toros *Bos taurus*. Esto es debido a mayor resistencia del ganado cebú a las altas temperaturas.

El objetivo del presente estudio fue determinar un posible patrón de estacionalidad reproductiva de los machos cabríos de la raza Alpino-Francés adaptados a

condiciones intensivas en la región de Coahuila. Se consideró 11 machos, los cuales fueron sometidos a las variaciones naturales del fotoperiodo. Los animales tuvieron libre acceso a heno de alfalfa (17 % PC) y 200 g de concentrado comercial (14 % PC) por animal/día. En los resultados obtenidos se observó una disminución ($P < 0.05$) en la motilidad progresiva y el porcentaje de espermatozoides vivos al pasar de 1.4 ± 0.1 y 21 ± 2 % de enero a junio, a valores de 2.5 ± 0.2 y del 49 ± 4 % durante julio a diciembre, respectivamente. Los resultados del estudio demuestran que machos cabríos Alpino-Francés jóvenes criados con esquema intensivo mexicano muestran un patrón estacional con respecto a calidad espermática (Evaristo et al., 2010).

En Brasil se llevó a cabo un estudio donde se analizaron las muestras de semen de 3 machos cabríos de la raza Anglo-Nubia de 3 años de edad obteniéndose la concentración espermática más alta en verano (1752 ± 380 espermatozoides/mm³); las diferencias en concentración no fueron significativas. La motilidad espermática fue más alta en primavera (86.87%) y más baja en verano (67.76%) y el porcentaje de las anomalías espermáticas fue más alto en primavera (13.72%) y el más bajo del otoño e invierno (9.92 y 9.61% respectivamente); las diferencias fueron significativas en las estaciones del año (Vinha, 1975).

Para este otro trabajo se utilizaron seis machos Saanen maduros importados de países bajos para mejorar genéticamente las cabras locales Sudanesas y seis machos cabríos maduros de la raza Nubia fueron elegidos del norte de Khartoum, Sudan. El experimento fue diseñado para investigar el efecto del clima y estación sobre las características seminales de los machos cabríos. Se observó que los machos cabríos Saanen presentaron una estación reproductiva definida (principios de otoño e invierno), y los machos Nubios mantuvieron (verano y otoño). Para las características seminales como concentración espermática los machos Saanen es de 2.77×10^9 y Nubios de 2.08×10^9 espermatozoides/ml, movimiento masal de 3.19 y 3.42 %, motilidad espermática individual de 68.7 y 82.78 %, porcentaje de espermatozoides muertos fue de 15.49 y 6.1 y los espermatozoides anormales fueron de 8.56 y 5.68 %, respectivamente. El semen de mala calidad se colectó

durante el verano con una alta incidencia de anomalías espermáticas de 19.32 % (Kamal et al., 2005).

Ahmad y Noakes (1996) estudiaron las características físicas del semen en un periodo de 12 meses en 10 machos cabríos después de la pubertad (7-19 meses de la edad). Estos animales fueron mantenidos bajo condiciones climáticas naturales. El semen fue recogido dos veces por semana usando una vagina artificial. Los resultados para la concentración espermática fueron bajos durante el mes de noviembre ($3.66 \pm 0.16 \times 10^9$) y el más alto en mayo ($6.56 \pm 0.29 \times 10^9$). Sin embargo, el total de espermatozoides por eyaculado fue más alto durante el mes de septiembre y más bajo en diciembre. La motilidad masal individual fue alta durante agosto-diciembre que en el resto del año. Los porcentajes de espermatozoides muertos y morfológicamente anormales fueron altos durante el mes de mayo significativamente tuvo efecto estacional.

Para el siguiente trabajo se conformó por 10 machos caprinos adultos Criollo-Neuquinos con dos años de edad, la finalidad fue observar efecto del fotoperiodo sobre la calidad espermática. Los animales fueron mantenidos bajo condiciones de pastoreo extensivo y expuesto a condiciones naturales de fotoperiodo. Los resultados obtenidos para el total de espermatozoides eyaculado presento su mínimo valor promedio en el mes de septiembre (1476 millones) y su máximo valor promedio en el mes de abril (5792 millones). El valor del total de espermatozoides eyaculados obtenido en primavera-verano difirió significativamente del hallado en el periodo otoño-invierno ($P < 0,05$). El macho caprino Criollo Neuquino en el área de Sierra y Mesetas Occidentales exhibió una variación de la actividad sexual a lo largo del año. Durante el periodo de estudio todas las características evaluadas presentaron una variación de tipo estacional alcanzando valores significativamente diferentes para las distintas épocas del año (Silvestre et al., 2012).

El presente trabajo se llevó a cabo en una región de Nuevo León. Se utilizaron 38 machos cabríos Nubios, 9 Alpinos Franceses y 8 Granadinos. El objetivo es observar la influencia estacional sobre las características de semen de las tres

razas mencionada anteriormente. En los resultados obtenidos para este estudio no se observaron variaciones estacionales significativas en la concentración espermática y células normales o vivos. Se concluye que las características del semen de los machos cabríos mantenidos bajo un buen plano nutricional varían muy poco del verano al otoño en el norte del país (Mellado y Gómez, 1990).

Maina et al., (2006) también observaron en machos caprinos de la raza Sahel en Nigeria un mejor comportamiento para la motilidad espermática entre los meses de noviembre a febrero (82.2% en época seca) al compararlos con meses de junio a septiembre (60.7% en época lluviosa) encontrando diferencia significativas ($P < 0.05$) en cuanto la calidad espermática en la dos épocas también obtuvieron un mayor porcentaje de patologías totales en la estación seca (17.69% vs 6.48 %), siendo los indicadores de mayor influencia gotas protoplasmática (3.06% vs 0.85%), cola espiral (3.64 vs 0.06%), cola doblada (3.40 vs 1%) y cabeza suela (3.15 vs 0.84%).

En Grecia, en el Instituto de Reproducción e Inseminación Artificial, Karagiannidis et al., (2000) evaluaron el efecto del fotoperiodo en la producción espermática en 23 machos caprinos de diferentes razas (8 Alpinos, 7 Saanen y 8 Damasco) y observaron variaciones estacionales significativas en la calidad seminal ($P < 0.01$), los porcentajes más bajos de patologías espermáticas se presentaron durante el final del verano y el otoño, en general el semen de mejor calidad se produjo en este periodo. De igual manera, Gundogan y Elitok (2004) en sementales de la raza Daglic en Turquía observaron los porcentajes de patologías totales más bajos durante otoño (citados por Martínez y Perón, 2010).

Para este estudio se utilizó 19 machos cabríos de dos razas españolas con una edad entre 12 y 23, con la finalidad de observar efecto del fotoperiodo sobre las características seminales. La influencia del fotoperiodo sobre la calidad del semen fue observada en la raza de Verata con un incremento en casi todas las características del semen durante el fotoperiodo corto y los machos cabríos Malagueña fueron afectados en menor grado por el fotoperiodo pues tuvieron una mayor producción y calidad más uniforme del semen durante todo el año. La baja

influencia del fotoperiodo en la producción y de la calidad del semen de los machos cabríos Malagueña permite que estos puedan ser utilizados como reproductores en cualquier estación del año. Sin embargo, es recomendable controlar el uso de los machos cabríos Verata como reproductores durante el invierno debido a la influencia del fotoperiodo largo en la producción y calidad del semen de estos machos cabríos (Pérez y Mateos, 1996).

5.1.7 Patológicos

5.1.7.1 Virales

Los virus han sido detectados a nivel testicular y 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 herpes virus bovino (BHV-1) causante de la Rinotraqueitis bovina infecciosa (IBR) puede estar presente en el semen de toros subclínicamente infectados y los cuales son seronegativos (Chenoweth, 2007). La familia de herpes virus ha sido detectada dentro del espermatozoide de especies como el hombre y se pueden replicar a nivel testicular pero no necesariamente dentro del epitelio seminífero. Siendo un virus que sobrevive a la crio preservación se ha planteado tratamiento del semen previo a la congelación con elementos como tripsina en forma similar a los embriones con el inconveniente de que se altera la membrana plasmática de los espermatozoides. Igualmente se plantea el uso de diluyentes para crio preservación con gammaglobulinas donde se reduce el riesgo de infección de semen contaminado y no se afectan los espermatozoides en motilidad y morfología (Silva y Solana, 2000).

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 (Fray y Patón, 2000). Se ha reportado cómo un toro seropositivo y aun no virémico, evacúa persistentemente virus en el semen. Esta

situación permitiría que en un toro que se infecta antes de la pubertad donde aún no se ha terminado de formar la barrera hemato-testicular el virus se replique dentro de los testículos evadiendo al sistema inmune. Este virus (BVDV) puede sobrevivir la crío preservación causando infección en hembras y se asocia con infertilidad especialmente en novillas causando fallas a nivel de la concepción y permitiendo adicionalmente una mayor difusión del virus (Niskanen y Alenius, 2002). Otro virus que a la fecha es exótico en Colombia es el orbivirus de la Lengua azul (BTV), el cual se elimina en el semen en alta concentración y se asocia con defectos de los espermatozoides siendo detectadas partículas virales en el núcleo de los espermatozoides del toro afectado (Chenoweth y Chase, 2000).

En el presente trabajo se realizó en la región de Coahuila, donde se utilizaron 31 toros Charoláis con un promedio de edad de 18 meses provenientes del rancho de la Rueda. Al momento de la evaluación del semen detectaron animales con fibropapilomas en el pene, lo cual se optaron formar dos grupos: infectados y no infectados. La enfermedad tiene una rápida diseminación eso se debe a que el virus del papiloma se adquiere por contacto entre los animales. Los resultados encontrados fueron que la papilomatosis del pene en los toros afecta adversamente la ganancia de peso diaria de peso de los animales infectados. Esta enfermedad repercute además en la calidad del semen provocando azoospermia temporal la cual desaparece algunas semanas después de la infección, además resulto una menor motilidad de la células espermáticas y una mayor cantidad de anomalías de los espermatozoides (Hernández, 2001).

La enfermedad Artritis Encefalitis Viral Caprina es producida por un virus de la familia Retroviridae. La transmisión horizontal entre ellos es limitada y puede ocurrir en aquellas que comparten las instalaciones. Aunque la transmisión sexual no ha sido demostrada, la detección de virus de AEC en semen de machos sugiere la posibilidad de esta forma de transmisión (Travassos et al., 1999; citados por Callapiña y Rivera, 2002). No obstante, otras formas de transmisión son a través de secreciones respiratorias, secreciones urogenitales, heces, saliva,

sangre y semen (Adams, et al., 1983; East et al., 1993; Greenwood et al., 1995; Travassos et al., 1998; citados por Martínez *et al.*, 2002).

Fue evaluado el efecto del virus de artritis encefalitis caprina en el aparato reproductor de machos caprinos, al mismo tiempo se evaluaron las características seminales y diámetro testicular. Se utilizaron 14 machos caprinos con edades de 7 a 12 meses. Los datos encontrados en las evaluaciones testiculares y de semen no demostró variaciones significativas durante el experimento ($P > 0.05$) donde la motilidad espermática vario entre 80-90%. Por PCR fue detectado el virus de AEC en líquido seminal al final del experimento (Martínez et al., 2005).

La Lengua Azul es una enfermedad infecciosa que está dentro de la familia Reoviridae, afectando principalmente a ovinos pero también al ganado bovino y caprino y los rumiantes de vida libre normalmente han mostrado como hospedadores asintomáticos. La transmisión vertical y mediante el coito por presencia de virus en el semen también ha sido descrita ocasionalmente (Parsonson, 1990; citado por Sánchez et al., 2008).

5.1.7.2 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; aunque no está completamente determinado si el semen puede o no transmitir la enfermedad vía uterina (Herthnek et al., 2006).

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 (Sanderson y Gnad, 2002).

Tanto Urea plasmas como Mycoplasmas se adhieren al espermatozoide por medio de receptores específicos que en el caso del Urea plasma diversum es un

sulfoglicolipido, y pueden inducir fragmentación del DNA ya sea por condensación, denaturación, o por rompimiento de bandas de DNA, lo cual no muestra un daño espermático inmediato pero sí problemas en el desarrollo y la implantación embrionaria (Miller y Chelmonska-Soyta, 1994). Se ha comprobado que semen infectado con *Mycoplasma mycoides* durante el proceso de incubación para realizar fertilización in vitro redujo la eficiencia del tratamiento con Calcio ionoforo (proceso rutinario). Adicional a esto, los espermatozoides a nivel de sus microtúbulos del axonema muestran alteración morfológica y defectos estructurales. Esto representa una franca disminución en la motilidad espermática como consecuencia de anomalías de la pieza media (Sylla y Stradaoli, 2005).

Se han realizado diferentes tratamientos antibióticos en toros infectados con *Mycoplasma bovis*, tanto en forma parenteral como a nivel del semen fresco previo a llevar a cabo crio preservación dando resultados poco alentadores y apreciando una reducida disminución en las colonias del microorganismo una vez el semen fue descongelado (Visser y Laak, 1999).

En lo que hace referencia a la flora bacteriana a nivel del semen antes y después de la congelación, Givens (2008) encontró como bacterias más frecuentes *E. Coli*, *Staphylococcus aureus* y otros *Staphylococcus*. En el semen descongelado se encontró que el 80% de las muestras fueron negativas a unidades formadoras de colonias (UFC), pero un 20% de las muestras resultaron positivas. Asimismo, en las mejores condiciones de recolección de semen se presenta una contaminación superior. No hay datos que permitan correlacionar este tipo de crecimiento bacteriano y alteraciones de la fertilidad del toro. Dentro de la calidad bacteriológica aceptada para pajillas de semen congelado se espera obtener un recuento menor a 500 UFC totales. Es importante tener en cuenta que el nitrógeno líquido se considera una fuente de alta contaminación de patógenos no específicos (Chandler, 2006).

El rápido desarrollo de las vesículas seminales al llegar los toros a la pubertad predispone a la presentación de infección de origen hematógeno en estas glándulas sexuales accesorias siendo observadas vesiculitis entre 2-10% en

toretos entre 1 y 2 años de edad. Habiéndose postulado como dietas ricas en energía y con consecuentes episodios de ruminitis, son causa primaria de vesiculitis en toretos (Martínez y Barth, 2007). La evaluación del semen de estos animales y de cualquiera que presente vesiculitis muestra pus y/o leucocitos dando lugar a una alteración en la calidad por un marcado aumento de ROS (reactive oxygen species), y el semen se ve sometido a un alto grado de estrés oxidativo. El caso más crítico es cuando la vesiculitis se debe a *Brucella* sp, con el impacto que presentaría sobre la salud pública. Existen otra serie de agentes infecciosos tales como PI3 (Parainfluenza 3), *Trichomona* f, *Campylobacter* f, *Brucella*, entre otros, los cuales afectan de una u otra forma la calidad seminal. El *Haemophilus* provoca a nivel reproductivo cuadros de infertilidad, abortos nacimientos de terneros débiles. En toros cuyo tracto genital también puede actuar como reservorio cepas patógenas de *Haemophilus somnus* puede presentar infertilidad con presencia de hipomotilidad e inmadurez espermática. En los machos cabríos la infección por *B. melitensis* puede producir en castrones (machos cabríos) orquitis que cursa con la inflamación de las túnicas vaginales y escroto distendido por la presencia de un exudado hemorrágico y/o fibrinopurulento. También pueden estar afectados los epidídimos siendo común la presencia de granulomas espermáticos. *Brucella* también es causal de procesos inflamatorios en vesículas seminales. El efecto de la infección por *Brucella* en al tracto reproductivo del macho se refleja en semen de mala calidad que finalmente se traduce en una pérdida temporal o permanente de la fertilidad (Robles, 2009).

Conclusiones

La presente investigación bibliográfica procedente de la información consultada sobre los parámetros reproductivos de los sementales bovinos y caprinos y el efecto de los principales factores que influyen en la calidad del semen permitirá servir como material de apoyo para las futuras generaciones interesadas en el tema.

También es de interés tener el conocimiento de que sementales deban cumplir ciertas características relacionadas con la reproducción es por eso que se considera de importancia antes de adquirir un semental bovino y caprino en el hato.

De acuerdo a la literatura revisada para el semental bovino el factor con mayor relevancia sobre la calidad seminal es la nutrición y el factor ambiental. La nutrición es el factor más importante que contribuye al desarrollo de la pubertad y a la formación espermática durante su vida productiva esto refleja que animales alimentados adecuadamente tienen mayor producción de semen de buena calidad mientras que un animal mal nutrido presentará una disminución en su libido y afecta la calidad seminal. Por otro lado, el factor ambiental tiene un efecto adverso sobre las características seminales a temperaturas altas. Siendo que a mayor temperatura ambiente provoca el estrés térmico como consecuencia disminuye la capacidad de servicio.

Para los machos cabríos el factor de mayor interés que se debe tener en cuenta es la estacionalidad producto del fotoperiodo es decir, que no presentan deseo sexual ciertos periodos del año ya que diversos autores confirman que algunos machos no presentan eyaculado mientras se encuentran fuera de su estación reproductiva. Y sobre todo la calidad seminal presenta menor concentración y

mayor porcentaje de espermatozoides anormales y/o muertos, de tal manera que no es recomendable utilizar machos cabríos fuera de su estación reproductiva.

En este trabajo de investigación se concluye que los sementales bovinos y caprinos juegan un papel muy importante y determinante en la reproducción por lo cual es necesario tener los conocimientos precisos y prácticos sobre la selección de sementales de tal manera que garantice un resultado favorable.

Bibliografía

1. Acuña Carlos Martin 2008. Examen de fertilidad en toros. Sitio Argentino de Producción Animal. Pp. 1-9.
2. Agüero Gloria, 2012. Evaluación de las características seminales de sementales bovinos mediante el analizador seminal computarizado (CASA). Tesis pregrado. Universidad Alberto Hurtado.
3. Ahmad, M., M. T. Asmat, N. U. Rehman and M. Z. Khan. 2003. Semen characteristics of Sahiwal Bulls in relation to age and season. Pak. Vet. J. 23(4): 202-206.
4. Ahmad, N., Noakes, D.E. 1996. Seasonal variations in the semen quality of young British goats. British Veterinary Journal. Vol. 152, N°. 2: 225-236.
5. Ahmed, M.M.M, S.A. Makawi, A.A. Gadir. 1997. Reproductive performance of Saanen buscks under tropical climate. Facultad de producción animal. Universidad de Khartoum, norte de Sudan. Small Rumin Res. 26: 151-155.
6. Aisén E. y Ventiruno A. 2004. Reproducción ovina y caprina. Primera ed. Buenos Aires: Inter-Medica S.A.I.C.I.
7. Aitken, R.J., y De Luliis, G.N., 2010. On the possible origins of DNA damage in human spermatozoa, Molecular Human Reproduction, 16, 3-13.
8. Ali, B.H. and A.I. Mustafa. 1986. Semen characteristics in Nubian goats in the Sudan. Anim. Reprod. Sci. 12: 6368.
9. Almela Veracruz Laura. 2014. Aportaciones a la crío conservación de gametos masculinos en la raza bovina Murciano Levantina: recongelacion de espermatozoides. Tesis doctoral. Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia.

10. Almendra L., Capela J., Pires D y Mascarenhas R. 2005. Características seminales de los machos cabríos Serrano Transmontano. Vol.VI, N^o 12: 1-6.
11. Almquist J O, Amann R P. 1961. Reproductive capacity of dairy bulls. II. Gonadal and extragonadal sperm reserves as determined by direct counts and depletion trials; dimensions and weight of genitalia. J. Dairy Sci. 44(9)1668.
12. Álvarez Calvo Jorge Luis y Zaldívar Pedroso Israel de Jesús 2005. Manual del caprino cultor. Asociación Cubana de Producción Animal. IV edición. Pp. 8-22.
13. Amann R P, Almquist J O. 1961. Reproductive capacity of dairy bulls, V. Detection of testicular deficiencies and requirements for experimentally evaluating testis function from semen characteristics. J. Dairy Sci. 44(12)2283.
14. Andrabi, S. M. H., S. Haheed, L. A. Khan and N. Ullah. 2002. Semen characteristics of crossbred (Friesian x Sahiwal) Bulls at livestock research station, National Agricultural Research Centre, Islamabad. Pak. Vet. J. 22(4): 181-187.
15. Angarita E. 2000. El uso del ultrasonido en pruebas de fertilidad en los toros. El Cebú; 314: 59-66.
16. Angelino Olivera José Nicolás 2009. Manual de evaluación de semen en bovinos. Tesis licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, México.
17. Aranguren-Méndez, J., N. MadridBury y C. González-Stagnaro. 1994. Factores genéticos y ambientales que afectan la pubertad en toretes mestizos. Desarrollo corporal y testicular. VIII Cong. Venez. Zootecnia. I004.
18. Arbiza, A. y De Lucas, T. 2001. La leche caprina y su producción. México. 13-15p.

19. Ariel Guarie Emiliano. 2013. Nutrición del toro y calidad seminal. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires.
20. Ávila Duran Alfonso, Rodríguez Rivera Oscar L., Zapién Solís Antonio, Sanchez Arce Rafael y Vázquez Peláez Carlos 1984. Influencia de la temperatura ambiental sobre la calidad del semen en tres razas de bovinos productores de carne. Tec. Pec. Méx. 47; 95-101.
21. Balcázar Sanchez Juan Alberto y Porras Almeraya Antonio I. 2013. Manual de práctica en manejo reproductivo de ovinos y caprinos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. Pp. 41-63.
22. Barajas Pardo Diana Patricia 2013. Expresión Proteómica del plasma seminal del toro Criollo San Martinero y su relación con la fertilidad y desarrollo embrionario *in Vitro* en condiciones del trópico Bajo Colombiano. Tesis doctoral. Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia.
23. Barth A.D. 2001. Evaluation of potential breeding soundness of the bull. Youngquist. Current therapy large animal theriogenology. Saskatchewan, Saunders Elsevier-Interamericana.
24. Barth A.D., Brito L.F.C, Kastelic J.P. 2008. The effect of nutrition on sexual development of bulls; Theriogenology 70: 485-494.
25. Barth AD, Alisio L. 2008. Fibrotic lesions in the testis of bulls and relationship to semen quality; Anim Reprod Sci; 106: 274- 288.
26. Barth AD. 1995. Evaluation of frozen semen by the Veterinary Practitioner. Proc. Of. Bovine short Course. Society for Theriogenology. Pp. 105-110.
27. Barth, A. (2007). Evaluation of potential breeding soundness of the bull. Youngquist, R. S., Threlfall, W. R. Current therapy in large animals Theriogenology, 2a ed. Philadelphia: Saunders. p 222-236.
28. Barth, A. D. and R. J. Oko. 1989. Abnormal morphology of bovine spermatozoa. Iowa State University Press. P. 285.

29. Batista R., Ceiro F., Grimon M., Brea O., y Neira S. 2006. Evaluación de la capacidad fecundante del semen caprino congelado. Rev. Electron. Vet. Vol. VII, Nº 07.
30. Bavera, G. A. y C. Peñafort. 2005. Examen reproductivo en toros. Curso de producción bovina de carne.
31. Bernal García Félix, 1953. Valoración de la aptitud en la reproducción. Archivo del seminario de Ciencias Veterinarias, Barcelona. Pp. 17-20.
32. Bidot, A, 1989. Relación entre la época de extracción del semen y de inseminación de la hembra con la fertilidad. Rev. Cub. Reprod. Anim., 15(1):63-71.
33. Blanco RA. y García MJ. 2004. Aparato genital masculino. Tratado de histología veterinaria. España: Masson. Pp. 363-379.
34. Blockey, M. A. DE B, Straw, W. M, Nones, L. P. (1978). Heritability of serving capacity and scrotal circumference in beef bulls. Journal of Animal Science. 47 (suppl 1): 253 p.
35. Boggio, D. J. C. (2007). Evaluación de la Aptitud Reproductiva Potencial y Funcional del toro. Capacidad de Servicio. Disponible en: http://www.biblioteca.uach.cl/biblioteca_virtual/libros/2007/636.20824BOG.pdf fecha de consulta: 1 de octubre del 2016.
36. Bonet S, Briz M, Pinart E, Sancho S, García-Gil N y Badia E. 2000. Morfología espermática en porcino. Institut d'Estudis Catalans, España.
37. Borgohain, B.N., Benjamín, B.R., Baruah, B., Joshi, B.C.1983. The testicular consistency and scrotal circumference in relation to the seminal characteristics among goats (*Capra hircus*). Indian J. Anim. Sci. 53, 1233-1235.
38. Bourdon R M, Brinks J S. 1986. Scrotal circumference in yearling Hereford bulls: adjustment factors, heritabilities and genetic, environmental and phenotypic relationship with growth traits. J. Anim. Sci. 62(4)958.
39. Brinks J S. 1984. Scrotal circumference. Brangus. 143-145.

40. Brito LF, Silva AE. 2002. Effects of environmental factors, age and genotype on sperm production and semen quality in *Bos indicus* and *Bos taurus* AI bulls in Brazil. *Anim Reprod Sci*; 70 (3-4): 181-90.
41. Callapiña E. Eric y Rivera G. Hermelinda. 2002. Seroprevalencia de artritis encefalitis viral caprina en el noreste de la provincia de Yauyos, Lima. *Rev. Investig. Vet.* Vol. 13 (1).
42. Capandeguy Istebot Juan Ignacio y Mattos Amorim Bernardo 2014. Principales hallazgos en la evaluación andrológicas en toros de campo. Tesis doctoral. Facultad de Veterinaria, Universidad de la Republica, Uruguay.
43. Cardona Maya W., Berdugo J. y Cadavid A. 2008. Comparación de la concentración espermática usando la cámara de Makler y la cámara de Neubauer. *Actas Urol. Esp.* 32 (4): 443-445.
44. Carpio Chuchuca Samantha Vanessa 2015. Evaluación de dos diluyentes para la crío conservación de semen bovino: yema de huevo vs leche descremada. Tesis licenciatura. Medicina Veterinaria Zootecnia, Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, Ecuador.
45. Carrillo Evaristo, Meza Herrera Cesar Alberto y Veliz Francisco Gerardo 2010. Estacionalidad reproductiva de los machos cabríos de la raza Alpino Francés adaptados al subtrópico Mexicano. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 1 (2): 169-178.
46. Castañeda Alday, Dalia Elena 2008. Estacionalidad de la producción espermática de los machos cabríos de la raza alpino del norte de México. Tesis licenciatura. Ciencia Animal, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Saltillo, Coahuila.
47. Cedillo Ramírez Laura Maribel 2014. En los machos cabríos fotoestimuladores de bajo rango social no disminuye su habilidad para estimular la actividad ovulatoria de las cabras mediante el efecto macho. Tesis maestría. Ciencia Animal, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Saltillo, Coahuila.

48. Ceiro F., Batista R., Grimon M., Brea O., y Neira S. 2006. Evaluación de las características seminales del semental cabrío y su respuesta ante la crío conservación. Rev. Electron. Vet. Vol. VII, N° 07.
49. Cervantes González Francisco Javier, Jaimes Jaramillo Everardo, Rómulo Uribe Viviana y Jaimes Jaramillo Isael 2014. Manejo de la reproducción y el empleo de algunas biotecnologías en ganado caprino en la región sur del estado de México. Desarrollo Rural Mexiquense Fundación Sustentable. Pp. 1-34.
50. Chacon J. 2001. Assessment of sperm morphology in zebu bulls, under field conditions in the tropics. *Reprod Domest Anim*; 36 (2): 91.
51. Chaves Vélez Esperanza, Pardo G., Jareño S., Sanchez V., Milazzo J., Torre L., Villaescusa A., Manso G. y Parrilla G. 2011. Intersexualidad en la especie caprina. Serie Congresos Alumnos. 3 (3): 84. Pp. 42-45.
52. Chemineau P. 1993. Medio ambiente y reproducción animal. Disponible En: [Www.Acontece.Com.Ar/0113.Htm](http://www.Acontece.Com.Ar/0113.Htm)
53. Chemineau, P. 1986. Sexual behavior and gonadal activity during the year in the tropical Creole meat goat. II. Male mating behavior, testis diameter ejaculate characteristics and fertility. *Reprod. Nutr. Develop.* 26. 453-460.
54. Chenoweth P.J. 2003. Impulso sexual del toro y comportamiento reproductivo. *Med. Vet. Zootc.* Pp. 1-6.
55. Chenoweth PJ, Chase CC Jr. 2000. Characterization of gossypol induced sperm abnormalities in bulls. *Theriogenology*; 53 (5): 1193.
56. Chenoweth PJ. 2007. Influence of the male on embryo quality. *Theriogenology*; 68 (3): 308-15.
57. Chenoweth, P.J. 1981. Libido and mating behavior in bulls, boars and rams. A review *Theriogenology*. 16:155-177.
58. Cisneros Prado Jadiel Leonel 2011. Desarrollo de un método para la determinación rápida de la concentración espermática en eyaculados de

- bovino, ovino y cerdo. Tesis licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, México.
59. Colas, G. (1980). Variations saisonnières de la qualité du sperma ches la béliier Ile-deFrance. I. Etude de la morphologie cellulaire et de la qualité du massale. *Reprod. Nutr. Develop* 20(6), 1789-1799.
60. Córdova Izquierdo Alejandro, Saltijeral Oaxaca Jorge A., Xolalpa Campos Víctor Manuel, Ruiz Lang Claudio Gustavo, Cortes Suarez Saúl, Méndez Mendoza Maximino, Huerta Crispín Rubén, Villa Mancera Abel, Sanchez Aparicio Pedro, Juárez Mosqueda Ma. De Lourdes y Guerra Liera Juan Eulogio. 2011. Efecto del tiempo conservación del semen fresco de macho cabrío sobre la motilidad y viabilidad espermática.
61. Corteel J.M. 1977. Production, storage and insemination of goat semen. Management of reprod. In sheep and goat's symposium. Univ. Of Wisconsin, Madison, Wisconsin.
62. Corteel, J.M. (1981). Goat Production: Collection, Processing and Artificial Insemination of Goat semen. Ed. Academic Press, London, 171-191.
63. Costa Filho, Luis Carlos Cesar D.A; Costa-e-Silva, Eliane Vianna da; Queiroz, Vanessa López Díaz; Rosa, Lorena da Silva; Zúccari, Carmen Estefanía Serra Neto. 2015. Estacionalidad en congelamiento de semen bovino. *Arq. Cien. Vet. Zool. J.* 18 (1).
64. Coubrough R.I. 1985. Stress and fertility. A Review. *Onderstepoort J. Vet. Res.*; 52 (3):153.
65. Coulter G H, Foote R H. 1976. Relationship of testicular weight to age and scrotal circumference of Holstein bulls. *J. Dairy Sci.* 59 (5): 730.
66. Coulter, G.H.; Cook, R.B.; Kastelic, J.P. 1997. Effects of dietary energy on scrotal surface temperature, seminal quality, and sperm production in young beef bulls. *J. Anim. Sci.* 75:1048-1052.

67. Crespilho A.M., Papa F.O., Martins A. y Dell'Aqua Junior J.A. 2009. Evaluation of frozen bovine semen: how do semen collection and processing centers evaluate the quality of commercialized samples. *Veterinaria y Zootecnia*. 16 (2): 335-342.
68. Crespo, Edward; Quintero-Moreno, Armando. 2014. Calidad Seminal de Toros Criollo Limonero. *Revista Científica, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Zulia, Estado Zulia, Venezuela*. Vol. XXIV, N° 6, 518-525.
69. Cruz Domínguez, Grisel. 2004. Características del semen de machos cabríos en función de los días de periodo de monta. Tesis licenciatura. División de Ciencia Animal, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México.
70. Dalton D.C. y Stirling J. 1993. Problemas en las pezuñas. Folleto de la Asociación Australiana de Santa Gertrudis, 28 (89): 26-27.
71. Das, K. K, C.K. Rajkonwar. 1993. Studies of characteristics and factibility of semen Beetal Bucks. *J. Vet. Physiol. Allied Sci.* 12; 6-16.
72. De Alba Romero, M. 2014. Valoración de la calidad del semen bovino. Jornada ANEMBE Problemas Reproductivos de las vacas nodrizas. Pp. 40-44.
73. De la Rosa Carbajal Sebastián 2011. Manual de producción caprina. 1ª ed. 90 p.
74. De la Torre Sanchez José Fernando 1999. Evaluación de sementales bovinos. Folleto técnico No. 6. Pp. 1-36.
75. De la Vega Adolfo, Ruiz Rodrigo y R. Wilde Oscar, 2001. relación de la circunferencia escrotal con algunos parámetros de calidad seminal en caprinos Criollos de la provincia de Tucumán (Argentina). *Zootecnia Tropical*, Vol. 19, N° 3, pp. 455-463.

76. De la Vega, A.C., P. Morales, M. Zimerman y O. Wilde. 2006. Variación anual de la circunferencia escrotal en caprinos criollos Serranos. Arch. Zootec. 55 (209): 113-116.
77. Domínguez Habacuc Gabriel 2006. Efecto de la estación del año sobre las características seminales de machos cabríos Bóer. Tesis licenciatura. Ciencia Animal, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Saltillo, Coahuila.
78. Dorado Martin Jesús Manuel, 2003. Respuesta a la congelación-descongelación del espermatozoides de macho cabrío. Tesis doctoral. Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba, Córdoba.
79. Dorado Martin, J., C. Pérez Martin, M. Hidalgo Prieto, I. Rodríguez Artilles, J. Sanz Parejo, J. Santiago Moreno y M. Sanchez Rodríguez. 2002. Medidas de circunferencia scrotal y rubor inguinal sexual en el macho cabrío de raza Florida. Arch. Zootec. 51: 393-396.
80. Dorado, J., Rodríguez, I., Hidalgo, M., Pérez, C.C., Corral, S., Sanz, J., Sánchez, M. (2003a). Estudio del efecto de la estación sobre la calidad del espermatozoides del macho cabrío de raza Florida. XXVIII Jornadas Científicas y VII Internacionales de la SEOC, Badajoz, España, 165-168.
81. Ducoing Watty Adres E. (S/F). Mejoramiento genético en el ganado caprino. Pp. 1-12. <http://amaltea.fmvz.unam.mx/textos/Mejoramiento%20genetico%20PAPIME.pdf> citado de 13/agosto/2016.
82. Dufau ML, Tinajero JC. 1993. Corticotropin-releasing factor: an antireproductive hormone of the testis. FaseB J. 7 (2): 299-307.
83. Dunn T.G and G.E Moss 1992. Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. J. Anim. Sci. 70: 1580.
84. Evans G. y Maxwell WMC. 1987. Salamon's Artificial Insemination of Sheep and Goats. Semen and its characteristics. Pp. 22-29.
85. Evans G. y Maxwell WMC. 1990. Inseminación artificial de ovejas y cabras. Pp. 23-29.

86. FAO, 2009. El ganado y el medio ambiente. Estado mundial de la agricultura y la alimentación. Pp. 61-63.
87. Fernández García J.L., Martínez Trancón Rabasco y Padilla J.A. 1990. Caracterización anatomohistológica y citogenética de hermafroditas caprinos. Arch. Zootec. 39: 135-143.
88. Fiaz, M., R. H. Usmani, M. Abdullah and T. Ahmad. 2010. Evaluation of semen quality of Holstein Friesian and Jersey Bulls maintained under subtropical environment. Pak. Vet. J. 30(2): 75-78.
89. Fields MJ, Cornelisse KM. 1982. Aspects of the sexual development of Brahman versus Angus bulls in Florida. Theriogenology; 18: 17-31.
90. Fimbres Durazo Héctor 1996. Efecto de la energía y proteína sobre la aptitud reproductiva de sementales caprinos antes y después del empadre de otoño. Tesis maestría. Facultad Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León.
91. Flore H. 2005. Efecto del enfriamiento lento hasta -5 0C previo a la congelación sobre la estructura y funcionalidad de la membrana plasmática del espermatozoide porcino. Tesis maestría. Universidad Autónoma de México, México.
92. Folch J. 2000. Manejo del morueco. XXV Jornadas Científicas SEOC, Producción ovina y caprina, 61-64.
93. Fray MD, Paton DJ. 2000. The effects of bovine viral diarrhoea virus on cattle reproduction in relation to disease control. Anim. Reprod. Sci. 60-61: 615-27.
94. Fuerst-Waltl B, Schwarzenbacher H. 2006. Effects of age and environmental factors on semen production and semen quality of Austrian Simmental bulls. Anim Reprod Sci; 95 (1-2): 27-37.
95. Gadea J. 2005. Sperma factors reated to in vitro and in vivo porcine fertility. Theriogenology, 63: 431-444.

96. Galina C y Valencia J. 2006. Colección de semen bovino. Reproducción de Animales Domésticos. 5 ed. Mc Graw-Hill interamericana. Pp. 217-219.
97. Gallegos J., German C., y Camacho J. 2005. La cabra. Colegio de postgraduados. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, México.
98. García C. Maritza. 2015. Análisis de las características seminales de toros de la raza criolla colombina Blanco Orejinegro (BON). Artículo Científico. Pp. 1-7.
99. García Miguel Ángel 2016. La mala alimentación, clave en problemas de pezuñas de sementales bovinos. Asociación Nacional de Criadores de Vacuno Charoles. Jornadas profesionales de Salamaq. 16.
100. Garner D. y Hafez E. 2000. Spermatozoa and Seminal Plasma. Reproduction in farm animals, 7 edition. Lippincott Williams y Wikins Company, Philadelphia, pp. 96-109.
101. Gibbons, A., M., Cueto, P. Willems. 1992. Inseminación artificial con semen congelado en cabras de raza Angora, sobre los celos concentrados pots incorporación del efecto macho. Rev. Med. Vet. 73(3): 122-128.
102. Giri, S.C., B.N. Mohanty, S.K.H Ray, D.N. Mohanty. 1994. Biometry of scrotum and testicles in Black Bengal and Ganjam breed of buck with relation to fertility. Indian Vet. J. 71: 561-564.
103. Givens D. 2008. Pathogens that cause infertility of bulls or transmission via semen. Theriogenology. 70 (3):504-507.
104. Godfrey RW, Lunstra DD. 1990. Effect of location and season on body and testicular growth in Brahman and Hereford bulls. J Anim Sci; 68 (6): 1520.
105. González Geraldina. 1996. Evaluación de una prueba de comportamiento de toretes Beefmaster en pastoreo. Tesis maestría. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León.

106. Graeme B. Martin y Georggrt Banchemo Hunziker. 1999. Investigación Australiana en Reproducción de Caprinos. Symposium on goat reproduction, Colegio de Postgraduados, Programa de Ganadería, Montecillo, México.
107. Gualancañay Blanca Victoria 2012. Manejo de toros donadores de semen. Tesis licenciatura. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
108. Hafez B y Hafez ESE. 2002. Reproducción e inseminación artificial en animales. Ed. Interamericana Mc GRAW-HILL; ed. 7ª; México, D.F.
109. Hafez B. 2003. Reproduction in farm animals. 8 th edition. Baltimore/USA. LEA y FEBIGER. Pp. 9.
110. Hafez E. S. E. 2000. Reproducción e inseminación artificial en animales. Editorial Mc Graw-Hill, Pp. 98-110.
111. Hafez E.S.E y Hafez B. 2000. Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. (Séptima Edición) Capitulo 7 “espermatozoides y plasma seminal” (pp. 98-112). Andrology International kiawah Island, South Carolina, USA.
112. Hafez E.S.E. 1993. Reproduction in farm animals reproductive Health Center IVF/ Andrology International Kiawah Island. Sexta edición South Carolina, USA. Lea y Febiger Filadelfia pp. 405-423.
113. Hahn J, Foote R H. Seidel Jr G E. 1969. Testicular growth and related sperm output in dairy bulls. J. Anim. Sci. 29(1)41.
114. Hallap T, Haard M. 2004. Variations in quality of frozen-thawed semen from Swedish Red and White AI sires at 1 and 4 years of age. Int J Androl; 27 (3): 66-71.
115. Hernández Cerón Joel y Zavala Rayas Jesús. 2007. Reproducción bovina. Universidad Nacional Autónoma de México. Ira. Ed. México, D.F.
116. Hernández Hernández Luz María. 2001. Efecto de la papilomatosis del pene en el crecimiento, circunferencia escrotal y características del semen de toros Charoláis. Tesis licenciatura. División de Ciencia

Animal, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Saltillo, Coahuila.

117. Herthnek D, Englund S, Willemsen PTJ. 2006. Sensitive detection of subsp. In bovine semen by realtime PCR.
118. Hibbert, L.M.; Rodrigues, H.D.; Noble, RC.; Vig, M.M. y Goyal, H.O. (1986). “Effects of age and season on sperm abnormalities in Nubian goats”. *Anal. Histol. Embryol.* 15 (2), 173.
119. Hidalgo Ordoñez Carlos Olegario, Carolina Tamargo Miguel y Diez Monforte Carmen, 2005. Análisis del semen bovino. *Tecnología Agroalimentaria: Boletín informativo del SERIDA*, (2), 39-43.
120. Hidalgo Prieto Manuel 2004. Estudio del efecto de la congelación-descongelación sobre los parámetros morfo métricos del espermatozoides de macho cabrío. Tesis doctoral. Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba, Córdoba.
121. Hoflack G. y Opsomer G. 2007. Comparison of computer-assisted sperm motility analysis parameters in semen from Belgian blue and Holstein-Friesian bulls. *Reprod Domest Anim*; 42 (2): 153-61.
122. Hopkins, F. (1997). Diseases of the reproductive system of the bull. Roberts, S. Younquist, R. S. *Current therapy in large animal. Theriogenology.* Philadelphia. Saunders. Pp. 237-239.
123. Igboeli G. 1974. A comparative study of semen and seminal characteristics of two breeds of goats. *East. Afr. Agric. Forest. J.* 40: 132-137.
124. Irons, P. C., J. O. Nothling and H. J. Bertschinger. 2007. Bull breeding soundness evaluation in Southern Africa. *Theriogenology.* 68: 842-847.
125. Jung, A. y Schuppe, H.C., 2007. Influence of genital heat stress on semen quality in humans, *Andrologia*, 39, 203-215.
126. Kamal, A.G. Ahmed, A. Amel, O.B. Babiker, A. 2005. Comparative studies on reproductive of performance of nubianand Saanen bucks

- under the climatic conditions of Khartoum. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. Vol. 4, N^o. 11: 942-944.
127. Karoui Mohamed. 2009. Estudios de efectos genéticos y ambientales de caracteres seminales de toros Holstein. Tesis maestría. Universidad Politécnica de Valencia.
 128. Kilgour, R. 1985. Libido-The sexual responsiveness of Male Farm Animals. *Ethology of Farm Animals*. Elsevier Science Publishers. B.V. Amsterdam. 313-324.
 129. Knobil E. Neil J.D. 2003. Male Reproductive Sistem, Nonhuman Mammals. *Encyclopedia of reproduction, M-Pri*. San Diego California. Vol. 3, Pp. 49-59.
 130. Lagunés Oliver. 2013. Estudio epidemiológico de cuatro enfermedades que podrían afectar la reproducción del semental bovino de la zona centro de Veracruz. Tesis licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Veracruz, Veracruz.
 131. Latimer F G. Wilson L. Cain M F. 1982. Scrotal measurements in beef bulls: Heritability estimates, breed and test station effects. *J. Anim. Sci.* 54(3)473.
 132. López A., Pérez Clariget R., Álvarez F., Queirolo D. y Burgueño J. 2007. Influencia de factores medioambientales sobre las producción espermática en toros del Uruguay. APPA-ALPA- Cusco, Perú. Pp. 1-3.
 133. López Brea Julián Garde 1992. Congelación de semen en la especie ovina: características biológicas de las dosis descongeladas.
 134. López Javier, 2014. Semen. Anatomía y fisiología del machó. *Revista Veterinaria*.
 135. Lozano H. 2009. Factores que afectan la calidad seminal en toros. *Rev. Med. Vet. Zoot.* 56: 258-272.
 136. Lozano H. y Jiménez C. 2007. Seguimiento de la circunferencia escrotal, calidad seminal y ecotextura testicular en toros Brahmán entre

- 18 y 24 meses de edad. Memorias VII Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba, Argentina.
137. Maina, V.A., Chaudhari, S.U.R., Mshelia, G.D., Williams, A. 2006. Influence of season on semen characteristics of Sahel bucks in Borno state. *J. Applied Sci.* 6: 353-356.
138. Martínez Josefa y Perón N. 2010. Influencia de la estacionalidad en las características del eyaculado caprino. *Ciencia y Tecnología Ganadera* Vol. 4 N0. 3, p. 129-136.
139. Martinez MF, Barth A.D. 2007. Early detection and treatment of vesicular adenitis in bulls. *Anim. Reprod. Sci.* 101 (3-4): 252-6.
140. Martínez Rodríguez Humberto Alejandro, Ramírez Álvarez Hugo, Tortora Pérez Jorge, Aguilar Setien Álvaro, Garrido Fariña German Isauro y Montaraz Crespo Juan Antonio. 2005. Efecto del virus de artritis encefalitis caprina en el aparato reproductor de achos caprinos. *Vet. Mex.* 36 (2): 159-176.
141. Martínez, B.; Celda, M^a. F.; Roche, M^a L.; Caballero, C. 2002. Prevalencia de artritis encefalitis caprina en rebaños de cabras de raza Murciano-Granadina en la Comunidad Valenciana. Influencia de la edad. XXVII Jornadas Científicas de la SEOC. Valencia.
142. Mathevon M, Buhr MM, Dekkers JCM. 1998. Environmental, management, and genetic factors affecting semen production in Holstein bulls. *J. Dairy Sci*; 81: 3321-3330.
143. McGowan, M., Galloway, D., Taylor, E., Entwistle, K, Johnston, P. (1995). *The Veterinary Examination of Bulls*. Indooroopilly. Australian Association of Cattle Veterinarians. 81 p.
144. Medina-Robles VM, Sanchez-Carvajal E, Velasco-Santamaría YM, Cruz Casallas PE. 2007. Crio conservación de semen bovino usando un congelador programable y determinación de su calidad

- postdescongelacion por medio de un Sistema de análisis espermático asistido por computador (CASA). *Rev. Orinoquia*. 11: 75-86.
145. Mellado Bosque Miguel y Gómez Sierra Alejandro, 1990. Influencia de dos estaciones del año sobre las características del semen y dimensiones testiculares de tres razas de machos cabríos en el norte de Nuevo León. *Revista científica UAAAN*. Vol. 6: 43-50.
146. Mellado M., Valdez R., Lara L.M., García J.E. 2004. Risk factors involved in conception, abortion, and kidding rates of goats under extensive conditions. *Small Rumin. Res.* 55:191-198.
147. Mellado Miguel 2008. Goat reproductive management under rangeland conditions. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 9: 47-63.
148. Mellado Miguel, Pastor Francisco y Mellado Jesús. 2003. Relación entre la calidad del semen y la dieta de machos cabríos en agostadero. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, Departamento de Nutrición y Alimentos. Saltillo, Coahuila.
149. Miller R, Chelmonska-soyta A. 1994. Urea plasma diversum as a cause of reproductive disease in cattle. *Vet. Clin. North. Am Food. Anim. Pract.* 10 (3): 479.
150. Mitall, J.P. and Grosh P.K. 1985. Characteristics of Parbistar breed of goat from rajasthan desert. *Indian, J. Anim. Sci.* 55: 673-678.
151. Mohan G, N.K. Mazumder and K.K. Goshwani. 1985. Note on semen characteristics of Pashmina Goats. *Indian J. Anim. Sci.* 50: 898-900.
152. Moncada Jaitul Franco Alberto 2006. Caracterización de algunas variables reproductivas de caprinos de la zona del cajón del Maipo, región metropolitana. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencia Veterinaria y Pecuarias, Universidad de Chile.
153. Moncayo Picerno Stephanie Abigail 2016. Evaluación de la calidad seminal de reproductores bovinos antes y después del proceso de crío

preservación. Tesis de licenciatura. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito.

154. Moreno Alfonso de Jesús, Ibarra Martínez Carlos Enrique y Villalobos Enciso Alfonso 2010. Caracterización reproductiva de toros *Bos taurus* y *Bos indicus* y sus cruzas en un sistema de monta natural y sin reposo sexual en el trópico Mexicano. Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas. Revista científica UDO Agrícola 10 (1): 94-102.
155. Moreno Millán M. y Rodero Franganillo A. 1988. Estudio citogenético de cabras hermafroditas de la raza Malagueña. Archivos de Zootecnia, Vol. 37, num. 137, p. 97.
156. Morillo Milangela, Salazar Saúl y Castillo Enayarix, 2012. Evaluación del potencial reproductivo del macho bovino. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícola, Pp. 5-7.
157. Muhuyi, W., E.Z. Drobnis, E.A. Nelson and T.Y. Lin. 1982. Season, breed and age influences on production and freezability of dairy goat semen. Int. Conf. Goat. Tucson.
158. Muiño R., Fernández M., Areán H., Viana JL., López M., Fernández A. y Peña A.I. 2005. Nuevas tecnologías aplicadas al procesado y evaluación del semen bovino en centros de inseminación artificial. Vol. 101. (3), Pp. 175-191.
159. Muiño-Blanco T. Pérez-Pe R, Cebrian-Perez JA. 2008. Seminal plasma proteins and sperm resistance to stress. Reproduction in domestic animals 43 (Suppl. 4): 18-31.
160. Munar C. 2005. Efectos de la alimentación y la condición corporal sobre la fertilidad de toros. Centro Biotecnológico de Reproducción Bovina.
161. Neathery, M.W.; Miller, W.J.; Blackmon, D.M.; Gentry, R.P. 1973. Zinc-65 metabolism, secretion into milk, and biological half-life in lactating cows. J. Dairy Sc. 1526-1530.

162. Neely J D, Johnson B H, Dillar E U, Robison D W. 1982. Genetics parameters for testes size and sperm number in Hereford bulls. *J. Anim. Sci.* 55(5)1033.
163. Nezhad, F.S., Lavvaf, A. y Karimi, S., 2013. Effect of heat stress on oxidative reactions in the sheep Sertoli cells, *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 6, 833-839.
164. Nichi M, Bols PE. 2006. Seasonal variation in semen quality in *Bos indicus* and *Bos Taurus* bulls raised under tropical conditions. *Theriogenology*; 66 (4): 822-828.
165. Nieto-Escorcía Miguel Ángel, Ruiz Zarate Fernando, López Trujillo Ramiro y García Elizondo Roberto. 2012. Calidad espermática postcongelación de semen del macho cabrío Saanen en dos épocas del año. *Revista Agraria Vol. 9, No 2: 57-62.*
166. Nieto Escorcía Miguel Angel. 2010. Calidad espermática postcongelación de caprinos Saanen en dos diferentes épocas del año. Tesis maestría. Departamento de Producción Animal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
167. Niskanen R, Alenius S. 2002. Insemination of susceptible heifers with semen from a non-viraemic bull with persistent bovine virus diarrhoea virus infection localized in the testes. *Reprod. Domest. Anim.* 37 (3): 171-5.
168. Oka, Y. A., H. A. Oka, C. Prieto y L. N. Branda. 2012. Efecto de la temperatura ambiental en la calidad seminal de toros Pampa Chaqueño criados bajo condiciones de campo en la región occidental, Chaco Paraguayo, en las diferentes estaciones del año. *Act. Iber. Conser. Anim.* 2: 181-184.
169. Olivera J. 2009. Manual de evaluación de semen en bovinos. Tesis licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, México.

170. Olmos Castillo Saúl 2007. Catedra de reproducción y genética en ovinos y caprinos "Evaluación reproductiva del macho caprino". Servicio social. Facultad de estudios superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México.
171. Orantes Zebadua Miguel Ángel, Manzur Cruz Alberto, Ruiz Rojas Jorge Luis, Sanchez Muñoz Bernardo, Cruz López José Luis, Ortega Jiménez Eusebio, Vilaboa Arroniz Julio y Córdoba Avalos Víctor 2010. Evaluación de sementales bovinos en el programa "Ganado Mejor" de la región centro de Chiapas, México. Revista Científica 1 (10) 34-38.
172. Ordaz Vidal, 2005. Efecto de la composición botánica de la dieta de machos cabríos en pastoreo, sobre características del semen. Tesis licenciatura. División de Ciencia Animal, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Saltillo, Coahuila.
173. Orus, A., Ventós A., Tabares A., García W., Osuagwuh U. y Palomo M.J. 2015. Calidad de eyaculados frescos de la raza cabra Blanca de Rasquera. AIDA, VXI Jornadas sobre Producción Animal, Tomo II, 349-351.
174. Páez Barón Edwin Manuel y Corredor Camargo Emma Sofía 2014. Evaluación de la aptitud reproductiva del toro. Ciencia y Agricultura Vol. 11 N° 2, p. 49-59.
175. Palma, G. 2009. Inseminación artificial. Biotecnología de la reproducción.
176. Palmeri, R., D. Suarez, A. Espitia, M. González y E. Prieto. 2004. Variables seminales en toros criollos Colombianos Con Cuernos y Romosinuano. Rev. MVZ Cordoba 9(1): 381-385.
177. Pandey, R.P., S.N. Sinha, B. Sinh, M.H. Akhtar. 1985. Characters of semen and fertility rate in Saanen and Barbari buks. Indian J. Anim. Sci. 55: 773-774.
178. Pastor López Francisco Javier 2005. Características del semen de machos cabríos y parámetros productivos y reproductivos de cabras en

- el norte de México. Tesis maestría. Ciencia Animal, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Saltillo, Coahuila.
179. Peñaranda Soto Yeferson. 2015. Evaluación de la calidad seminal de los reproductores caprinos de la Universidad Francisco de Paula Santander suplementados con cromo. Tesis licenciatura. Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente, Universidad Francisco de Paula Santander.
180. Perez B. and Mateos E. 1997. Effects of photoperiod on semen production and quality in bucks of Verata and Malagueña breeds. *Small Rumin. Res.* 23: 23-28.
181. Pérez Llano Begoña 1992. Estudio de los parámetros de valoración del rendimiento reproductivo en macho cabrío de las razas Verata y Malagueña. Tesis doctoral. Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid.
182. Pérez Llano, B., Mateos, E. 1996. Effect of photoperiod on semen production and quality in bucks of Verata and Malagueña breeds. *Small Ruminant Research.* 22:163-168.
183. Perkins, A. y Fitzgerald, J.A. 1994. The behavioral component of the ram effect. The influence of ram sexual behavior on the induction of estrus in anovulatory ewes. *J. Anim. Sci.* 72:51-55.
184. Pineda D. 2002. Biotecnología en la reproducción de animales domésticos. ISBN. UNARIÑO.
185. Porras Almeraya Antonio I. y Páramo Ramírez Rosa María 2009. Manual de Practicas de Reproducción Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. Pp. 77-106.
186. Prieto M. Esperanza, Espitia P. Amado y Cardozo N. Jaime 2007. Efecto del invierno y verano sobre el comportamiento reproductivo de toros cruzados. *Rev. MVZ Cordoba* 12(1): 921-928.

187. Rekwot P., Oyedipe E. O., D Awuda P. M., Sekoni V. O. Age and Hourly. 1997. Related Changes of Serum Testosterone and Spermogram of Prepubertal Bulls Fed Two Levels of Nutrition; The Veterinary Journal, 153: 341-347
188. Rekwot, P.Y., E.O. Oyeddipe, O.O. Akerejola and J. Kumi Diaka, 1988. The effect protein intake on body weight, scrotal circumference and semen production of Bunaji Bulls and their Friesian Crosses in Nigeria. Anim. Reprod. Sci. 16:1.
189. Revidatti María A., De la Rosa Sebastián A., Benítez Diego M., Revidatti, Fernando, Orga Antonio, Tejerina Emilse R. y Cappello Villada Juan S. 2011. Datos preliminares de la circunferencia escrotal y parámetros de calidad seminal en caprinos en la provincia de Formosa, Argentina. AICA, 1. Pp. 90-93.
190. Ríos Carmona Víctor Eduardo, Ortiz Bravo Niza Mariel, Valencia Hernández Andrés Felipe y Orjuela Chaves José Alfredo 2013. Estrés calórico y su relación con las variables reproductivas en machos bovinos en la Amazonia Colombia. Revista veterinaria. Vol. 14 N^o 4.
191. Rivera Rey Magda y Trujillo Aramburo Luis Emilio 1990. Evaluación de algunas características del eyaculado en toros Holstein. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellin. Vol. 43, N^o 1y 2. P. 3-27.
192. Roa Noris, D'Endel D'Enjoy, Linares Tiburcio, Martínez Nelson y Marín R. Carlos 2014. Características seminales de toros Brahmán y Mestizos (*Bos indicus* x *Bos taurus*). Mundo Pecuario, X, N^o 1, 01-08.
193. Robles Carlos A. 2009. Brucelosis caprina. Ciencias veterinarias, Sanidad Animal. 1ra edición. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Pp. 6-25.
194. Roca J., Martínez E. Vázquez J.M., Ruiz S. y Coy P. 1991. Influencia de la edad sobre los parámetros reproductivos de machos cabríos de raza Murciano Granadina. Arch. Zootec. 40: 173-179.

195. Roca, J., Martínez, E., Sánchez-Valverde, M.A., Ruiz, S., Vázquez, J.M. (1992a). Seasonal variations of semen quality in male goats: study of sperm abnormalities. *Theriogenology* 38(1), 115-125.
196. Rodríguez Martínez H. 2006. Can we increase the estimative value of semen assessment. *Animal Reproduction Domestic* 41: 2-10.
197. Rodríguez Sergio Hugo. 2007. Respuesta hormonal de los organismos superiores ante el estrés calórico. *Red. Vet.* 8 (12): 1-8.
198. Rojero Rubén Darío. 1993. La circunferencia escrotal como un indicador potencial de la fertilidad en el toro y su progenie. *Tec. Precu. Méx.* Vol. 31 N0 2. Pp. 84-96.
199. Rubio, L., Quintero, A. y González, D. 2009. Efecto de la crío preservación sobre la integridad de la membrana plasmática y acrosomal de espermatozoides de toros. *Rev. Cientif. FCV-LUZ XIX* (4): 382-389.
200. Rúgeles Pinto Clara, Almanza Loaiza Roberto, Linares Arias Juan, Luna González José, Castaño Villad Faider y Vergara Garay Oscar. 2012. Efecto de los niveles de proteína y energía dsobre la calidad seminal y los perfiles metabólicos de toros Brahmán. *Revista Científica*, Vol. XXII, N° 2. Pp. 163-170.
201. Ruiz B, Ruiz H, Mendoza P, Oliva A, Gutiérrez FA, Rojas RI, Herrera JG, Ruiz DL, Aguilar G, León H, Bautista G, Ruiz A, Ibarra CE, Villalobos A. 2010. Caracterización reproductiva de toros *Bos Taurus* y *Bos indicus* y sus cruzas en un sistema de monta natural y sin reposo sexual en el trópico Mexicano. *Rev Cient UDO Agrícola.* 10: 94-102.
202. Ruiz H. y León H. 2015. Reproducción animal. 1ª edición. Capítulo 9; Evaluación de la capacidad reproductiva de los sementales bovinos.
203. Ruiz Sesma Benigno, Ruiz Hernández Horacio, Mendoza Nazar Paula, Aguilar Tipacamu Gabriel, León Velasco Horacio y Ruiz Moreno Alfonso de Jesús. 2008. Comportamiento reproductivo de sementales bovinos de la raza pardo suizo (*Bos Taurus*) activos, en un sistema de

- monta abierta en la región Central del estado de Chiapas. Revista Científica. Pp. 35-40.
204. Ruiz, H.H. (2007). Valoración de la Capacidad Reproductiva de los Sementales Bovinos en los Grupos GGAVATT'S y Asociación ganadera en la depresión central del estado de Chiapas.
205. Rutter, B., Russo, A. (2006). Bases para la Evaluación de la Aptitud Reproductiva del Toro. 2ª. Ed. Buenos Aires. Agro Vet. 270 p.
206. Salamanca C.A., Aguirre O.D.O., Colmenares G.J.C. y Sarmiento A.Y.F. 2014. Factores genéticos y ambientales que afectan los parámetros andrológicos en toros cebú y F₁ en un hato de cría. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal (AICA) 4: 336-337.
207. Salisbury G.W., Van Demark N.L. y Lodge J.R., 1987. Physiology of reproduction and artificail insemination of cattle. W. H. Freeman and company.
208. Sanchez Cordón P.J., Rodríguez Sanchez B., Pedrera M., Rivalde M.A., Molina V., Ruiz Villamor E. Sanchez Vizcaíno J.M. y Gómez Villamandos J.C. 2008. El virus de la lengua Azul como modelo para el estudio de los Orbivirus. Real Academia Vet. Vol. 21 (1): 52-64.
209. Sanchez Rodríguez Manuel 2013. La reproducción en el ganado bovino. Producción animal e higiene veterinaria grupo (A). P. 12.
210. Sanderson MW, Gnad DP. 2002 Biosecurity for reproductive diseases. Vet. Clin. North. am Food. Anim. Pract.18 (1): 79-98.
211. Schramm, P. L, W. V. Osborne and W. R. Thayne. 1989 Phenotypic relationships of scrotal circumference to frame size and body weight in performance-tested bulls. Theriogenology 3:495-503.
212. Sharma C. 2004. Breeding Prolific Garole with Malpura Sheep for Increased Reproductive Efficiency in Semi Arid Tropicsof India Asian Aust, in J Anim Sci 17 (6): 737-742.

213. Silva N. y solana A. 2000. Inactivation of bovine herpesvirus 1 in semen using a hyperimmune egg yolk semen extender. *J. vet. Med. B infect dis vet Public Health*; 47 (1): 69-75.
214. Silva-Mena, C. Aké-López, R. y Delgado-León, R. 2000. Sexual behavior and pregnancy rate of *Bos indicus* bulls. *Theriogenology*. 53:991-1002.
215. Silvestre, M.A., Salvador, J.P., Sanchez, E.A. Gómez. 2004. Effect of changing female stimulus on intensive semen collection in Young Murciano-Granadina male goats. *J. Anim. Sci.* 82: 1641-1645.
216. Silvestre, P., Naim, P., Cueto, M. y Gibbons, A. 2012. Estacionalidad reproductiva en machos caprinos criollo-neuquinos de la Patagonia Argentina. *Arch. Zootec.* 61 (233): 119-128.
217. Simonetti Laura, Lynch Gloria M. y McCormick Mercedes 2014. Aspectos reproductivos de los carneros. *Agroindustrial y Ambiental Facultad de Ciencias Agraria. Revista técnica Agropecuario*, Vol.1 (1): 15-20.
218. Sinha, M.P. and B.K. Singh. 1982. Studies on the semen characteristics of Black Bengal and Saanen Bucks. *Indian Vet. Med. J.* 6: 253-257.
219. Sinha, N.K., G.M. Wani and K.L. Sahni. 1981. Effect of seasons and age on seminal attributes of Jamunapari buck. *Indian. Vet. J.* 58 (12): 963-965.
220. Skalet, L.H.; Rodrigues, H.D.; Goyal, H.O.; Maloney, M.A.; Vjg, M.M. y Noble, RC. (1988). "Effects of age and season on the type and occurrence of sperm abnormalities in Nubian bucks". *Am. J. Vet. Res.* 49 (8), 1284-1289.
221. Smith M F, Morris D L, Amoss M S, Parish N R, Williams J D, Wiltbank J N. 1981. Relationship among scrotal circumference, fertility, seminal quality and libido in Santa Gertrudis bulls. *Theriogenology*. 16(4)379.

222. Squires E., Keith S. y Graham J. 2004. Evaluation for protective cryoprotectants for preserving stallion spermatozoa. *Theriogenology* 62, pp. 1056-1065.
223. Swanepoe, F.J.C.; Taylor, G.J.; Webbstroebel, A. Effect of nutrition on testicular tropically adapted yearling beef bulls. *Austr. J. Agric.* 48 (7): 950-953. 2008.
224. Sylla L, stradaoli G. 2005. The effect of *Mycoplasma mycoides* ssp. *mycoides* LC of bovine origin on in vitro fertilizing ability of bull spermatozoa and embryo development. *Anim. Reprod. Sci.* 85 (1-2): 81-93.
225. Tamayo Torres Manuel 2013. Calidad de la producción seminal en futuros sementales Holstein, relación con el desarrollo testicular. *Revista Electrónica de Veterinaria*, Volumen 14 N^o 1: 1-22.
226. Toelle V D, Robison D W. 1985. Estimates of genetic correlations between testicular measurements and female reproductive traits in cattle. *J. Anim. Sci.* 60(1): 89.
227. Torretta M.E., Rabaglino M.B. y Ferrero S. 2010. Caracterización cuali-cuantitativa de patologías espermáticas estudio comparativo de la incidencia de anormalidades espermáticas en semen porcino fresco y refrigerado. *Redvet.* 11 (12): 1-20.
228. Tremellen, K., 2008. Oxidative stress and male infertility a clinical perspective. *Human Reproduction Update*, 14, 243–258
229. Troconiz J F, Beltrán J, Bastidas H, Larreal H, Bastidas P. 1991. Testicular development, body weight changes, puberty and semen traits of growing in Guzerat and Nellore bulls. *Theriogenology.* 35(4)815.
230. Tuli, R.K and Holtz, W. 1994. Effect of season on the freezability of Boer goat semen in the northern temperate zone. *Theriogenology.*, Vol. NO. 43: 359-1363.

231. Urbina CE. 2012. Utilización de semen bovino sexado en inseminación artificial, transferencia de embrionaria y fertilización in vitro. Tesis licenciatura. Universidad de Cuenca, Ecuador.
232. Vale W. 2011. Avances biotecnológicos en reproducción de búfalos. Revista Especial, Vol. 24, N° 5, pp. 89-104.
233. Valero Elizondo German, Ramírez Casillas Carolina y Madrigal Sanchez Víctor M. 1987. Espermioestasis y adenomiosis en epidídimo de macho cabrío. Tec. Pec. Méx. Vol. 25, No 1. Pp. 95-97.
234. Valle A., Fuentes A. y Puerta M. 2005. Influencia de factores climáticos sobre las características seminales de toros Holstein y Pardo Suizo nacidos en el trópico. Rev. Fac. Agorn. (LUZ) 22: 52-61.
235. Vallecillo A. 2011. Caracterización reproductiva de toros de la raza Marismeña como base a su conservación. Tesis doctoral. Universidad de Cordoba, España.
236. Vejarano OA, Sanabria L RD y Trujillo L GA 2005. Diagnóstico de la capacidad reproductiva de toros en ganaderías de tres Municipios del alto Magdalena. Rev. MVZ Córdoba vol. 10 n° 2.
237. Velez Castañeda Leonardo, Rúgeles Pinto Clara y Vergara Garay Oscar, 2014. Efecto de la raza sobre las características reproductivas de toros manejados en sistema extensivos. Rev. Científica. Vol. XXIV, No 4, pp. 341-346.
238. Vera O. 2001. Evaluación seminal comparativa pre y postcongelacion en machos bovinos. Reproducción Bovina. Edics. Astro Data S.A. fundación GIRARZ. Maracaibo, Venezuela. Cap. XII: 1-11.
239. Villatoro Salinas Roberto de Jesús 2013. Características seminales de toros criollo lechero tropical. Tesis de maestría. Colegio de postgraduados, Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agraria.

240. Vinha, N.A. 1975. Seasonal variation in the production and quality of goat semen. *Arquivos da Escola de Veterinaria da Universidade Federal de Minas Gerais*. Vol. 27, N0. 1, 23-28.
241. Vinha, N.A. 1979a. Aspectos físicos y morfológicos del semen de machos cabríos. *Memorias de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal*. Panamá, 23-29 septiembre 1979. 14: 103-104.
242. Vinha, N.A. 1979b. variación estacional en la reproducción y calidad de semen de *Capra hircus*. *Memorias de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal*. Panamá, 23-29 septiembre 1979. 14: 104.
243. Visser I.J, ter Laak E.A. 1999. Failure of antibiotics gentamycin, tylosin, lincomycin and spectinomycin to eliminate *Mycoplasma bovis* in artificially infected frozen bovine semen. *Theriogenology*; 51 (4): 689.
244. Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J. & Scaramuzzi, R.J. (1994b). Reproductive seasonality in male Australian cashmere goats. *Anim Prod Aust* 20, 366.
245. Webb, E.C., Dombo, M.H., Roets, M. 2004. Seasonal variation in semen quality of gorno altai cashmere goats and South African indigenous goats. *South African Journal of Animal Science*. Supplement. Vol. 1, 240-243.
246. Wechalekar, H., Setchell, BP., Peirce, E.J., Ricci, M., Leigh, C., y Breed, W.G., 2010. Whole body heat exposure induces membrane changes in spermatozoa from the cauda epididymidis of laboratory mice. *Asian Journal of Andrology*, 12, 591-598
247. Wiltbank J N, Smith M F, Parish N R. 1981. Improving calf crop by buoll selection. *Seminars. Tex. Agric. Sta. Beeville-Cow-Calf*. 80-81.
248. Wolfe, D. F., Hudson, R. S., Walker, D. F. (1983). Common penile and preputial problems of bulls. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian* 5: 447-455.

249. Wrobel KH y Bergmann 2006. Male reproductive system. In: Eurell JA, Frappier BL. Dellmann's editors. Textbook of veterinary histology. 6a ed. EU: Blackwell. Pp.233-255.
250. Yáñez Cuellar Luis, Contreras Duran Ricardo, Arriojas de Canelón Milagros, Montoni D'Aversa Darío, Rincón Urdaneta Edmundo y Madrid Bury Ninoska. 1997. Heredabilidad de la circunferencia scrotal en toros Brahmán. Revista científica, FCV-LUZ. Vol. VII, N^o 3, pp. 175-183.
251. Zamiri, M.J., Heidari, A.H. 2006. Reproductive characteristics of Rayini male goats of Kerman province in Iran. Anim. Reprod. Sci. 93: 128-135.