



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
División de Estudios de Posgrado



**ESTUDIO SOBRE LAS CARACTERISTICAS DEL SEMEN Y  
EVALUACION DE LA LIBIDO EN TOROS BOS INDICUS**

**T E S I S**

Presentada para la obtención del grado de:  
**MAESTRO EN PRODUCCION ANIMAL**

Por :

**José Ernesto Hernández Pichardo**

**1989**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DATOS BIOGRAFICOS

El autor nació en la Ciudad de México, Distrito Federal, el día 7 de Noviembre de 1954. Graduándose en la Universidad Nacional Autónoma de México y obteniendo el título de Médico Veterinario y Zootecnista en el año de 1982, en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

De 1979 a 1984 prestó sus servicios como Profesor de Tiempo Completo en la Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Guerrero.

En 1984 se inscribió como estudiante de posgrado en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de México para obtener el grado de Maestro en Producción Animal: Area Reproducción Animal.

Participa de 1985 a 1987 como profesional en la Compañía de Reproducción e Inseminación Artificial.

Desde 1987 colabora como Profesor de Tiempo Completo en la Universidad Autónoma Metropolitana-Ixtapalapa.

## LISTA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
I INTRODUCCION .....	1
II REVISION DE LA LITERATURA .....	5
2.1 ESPERMIOGRAMA Y FACTORES QUE LO AFECTAN .....	5
2.1.1 VOLUMEN DEL EYACULADO .....	7
2.1.2 CONCENTRACION ESPERMATICA .....	10
2.1.3 MOTILIDAD ESPERMATICA .....	12
2.1.4 MORFOLOGIA ESPERMATICA .....	13
2.1.5 VIABILIDAD ESPERMATICA .....	15
2.2 CONGELACION DE SEMEN .....	16
2.2.1 EDAD PARA INICIAR LA CONGELACION DE SEMEN ..	17
2.2.2 EFECTOS DE LA CONGELACION SOBRE LAS CARACTERISTICAS SEMINALES .....	19
2.3 COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DEL MACHO .....	24
2.3.1 IMPORTANCIA DEL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DEL MACHO .....	29
2.3.2 TIEMPO DE REACCION .....	30
2.3.3 CAPACIDAD DE SERVICIO .....	32
2.3.4 EVALUACION DE LA LIBIDO .....	35
2.3.5 EVALUACION INDIRECTA DE LA LIBIDO .....	39
III MATERIAL Y METODOS .....	42
3.1 ESTUDIO RETROSPECTIVO .....	42
3.2 EVALUACION DE LA LIBIDO EN TOROS <u>BOS INDICUS</u> .....	50
IV RESULTADOS .....	55
4.1 RESULTADOS DE LA EVALUACION DE SEMEN .....	55

## LISTA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
4.2 RESULTADOS DE LA EVALUACION DE LA LIBIDO .....	68
V DISCUSION .....	78
VI LITERATURA CITADA .....	93

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro</u>	<u>Página</u>
1. Distribución de los datos evaluados (diez años), por raza en cada región.....	44
2. Distribución de los datos evaluados (diez años), por raza en cada época.....	44
3. Cuadrados medios de los análisis de varianza de las características del semen.....	61
4. Promedio de las características del semen en cada raza .....	61
5. Promedio de las características del semen en relación a la época.....	62
6. Promedio de las características del semen en cuanto a la región.....	62
7. Eyaculados de diferentes razas de toros que se eliminaron a la recolección y después del enfriamiento a 5°C.....	63
8. Eyaculados que se eliminaron a la recolección y en el enfriado (5°C), en relación a la época.....	63
9. Eyaculados que se eliminaron a la recolección y enfriado (5°C), en relación a las regiones.....	64
10. Eyaculados aprobados después de la congelación en relación a la raza.....	64
11. Eyaculados aprobados después de la congelación en relación a la época.....	65
12. Eyaculados aprobados después de la congelación en relación a la región.....	65
13. Pajillas obtenidas por eyaculado, en relación a la raza.....	66
14. Pajillas obtenidas por eyaculado, en relación a la época.....	66

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro</u>	<u>Página</u>
15. Pajillas obtenidas por eyaculado, en relación a la región.....	66
16. Coeficientes de Correlación para las medidas: volumen, motilidad, concentración y porcentaje de espermatozoides vivos.....	67
17. Precisión esperada al repetir la evaluación de las diferentes características del semen.....	67
18. Porcentaje de actividades sexuales desarrolladas por los toros durante cada periodo de 10 minutos de la prueba de libido. Los datos se expresan como porcentaje del total de actividades desarrolladas durante los 30 minutos de la prueba.....	73
19. Distribución de la actividad sexual de los toros en prueba en corral y prueba en potrero.....	73
20. Distribución de la actividad sexual de los toros de acuerdo a si las hembras que recibían la actividad se encontraban o no en estro.....	74
21. Distribución de las actividades sexuales de los toros durante la prueba en corral, entre las hembras en estro y las que no manifestaban estro.....	75
22. Distribución de las actividades sexuales de los toros durante la prueba en potrero, entre las hembras en estro y las que no manifestaban estro.....	76
23. Correlación de la prueba de corral con la de potrero, y entre periodos de la misma prueba, una vez habiendo calificado a los toros.....	77

## RESUMEN.

HERNANDEZ PICHARDO JOSE ERNESTO . Estudio sobre las características del semen y evaluación de la libido en toros Bos indicus (Bajo la dirección de Dr. CARLOS GALINA H.)

Se hizo un estudio retrospectivo con el fin de estimar los principales parámetros del espermiograma de toros Bos indicus y el efecto de la raza, época y región sobre la calidad del semen. Estos efectos fueron estudiados indirectamente por medio del porcentaje de eyaculados desechados antes y después de la congelación. Además se realizó un experimento para valorar la conducta de los toros cebú hacia las vacas, tanto en corral como en potrero, pretendiendo establecer una prueba para la evaluación de la libido en toros Bos indicus.

Para el estudio retrospectivo se contó con los registros de diez años (1974-1983) de una empresa privada dedicada a la recolección, procesamiento y congelación de semen, que incluían toros de las razas Indobrasil, Brahman, Gyr y Guzerat. Los registros analizados provenían de once estados de la República Mexicana, los cuales se dividieron en tres regiones: Sureste, Centro y Norte. El año fue dividido en cuatro épocas: Invierno, Primavera, Verano y Otoño.

La raza influyó sobre las características del semen (volumen, motilidad, concentración espermática y porcentaje de espermatozoides vivos), no así la época del año, ni la región en que se colectó dicho semen. En relación con los eyaculados que se eliminaron en la colección (3.2%), se encontraron diferencias significativas entre las razas. En el enfriado fue la región en donde se observaron diferencias significativas en cuanto al porcentaje de eyaculados desechados, siendo esto último de 11.1%. En total se desechó el 14.3% de los eyaculados obtenidos antes de su congelación.

La raza, época y región influyeron en el porcentaje de eyaculados rechazados una semana después de su congelación; que fue donde más eyaculados se desecharon (29.9%).

El estudio de la libido se hizo en un rancho ubicado en la zona de San Rafael, Veracruz. Se realizaron pruebas con cinco lotes de cuatro toros con experiencia sexual, que se expusieron a seis hembras adultas no gestantes de la misma raza, a las cuales se les aplicó una inyección intramuscular de 25 mg. de prostaglandina F2 alfa, setenta y dos horas antes de la prueba, previa palpación para verificar la existencia de un cuerpo luteo. Tanto las hembras que manifestaron estro como aquellas que no lo presentaron se introdujeron en un corral, previa identificación. Los toros se probaron de manera sucesiva e individual, registrándose durante treinta minutos las manifestaciones de interés

sexual del semental. El mismo día más tarde, se hizo la prueba en el potrero.

En las pruebas de la libido se observó que el estado de la hembra afecta la conducta del toro, el 83% de las actividades sexuales se realizaron con hembras en estro; algunas actividades, como monta incompleta y monta completa, sólo se efectuaron con hembras en celo.

Se concluye que para evaluar la libido de toros Bos indicus es necesario que se expongan a hembras en estro, siendo deseable que para realizar dicha evaluación se tenga que considerar otras actividades tales como el oler y lamer órganos genitales, además de monta y topes de atracción y no únicamente monta completa, debido a que fué una de las actividades que menos se presentó.

## I. INTRODUCCION.

La región tropical de México ocupa aproximadamente el 37% de la superficie nacional, encontrándose en esta zona cerca del 31.5% de los bovinos del país (82). La población bovina está formada por varias razas, la gran mayoría de los animales son el resultado de cruzamientos entre ellas durante varios años. Las razas de mayor influencia son las cebuinas como la Indobrasil, Brahman y la Gyr (82). En esta región se encuentran bajos índices reproductivos: vaquillas que alcanzan la pubertad a una edad avanzada (17.2 meses), lo mismo que el primer servicio (24.5 meses). Todo esto se refleja en la edad al primer parto (35.3 meses o 2.9 años), y en el número de partos que tenga una vaca en su vida productiva (3.4 partos) (6).

Llama la atención el desconocimiento de muchas de las características reproductivas de los bovinos en el trópico. Frecuentemente se extrapola información del ganado europeo en el altiplano, hacia el ganado asiático en clima tropical, sin considerar que son especies diferentes y que, probablemente, no responden de la misma manera, aún en condiciones similares. (69).

Además de que la información existente sobre el comportamiento reproductivo del toro bajo las condiciones tropicales es muy escasa (38, 44), se ha demostrado que existen variaciones en cuanto al comportamiento sexual entre

los sementales de razas productoras de leche y los de razas productoras de carne (66).

En general, se detecta una menor eficiencia reproductiva de los sementales Bos indicus, en relación a los Bos taurus. La pobre fertilidad de los toros Bos indicus, se manifiesta en el reducido porcentaje de gestación en los hatos comerciales productores de carne, que se atribuye a un eyaculado de baja calidad, un modelo endócrino diferente, testículos pequeños, menor agresividad sexual y un patrón social selectivo (61).

Se dice que los toros productores de carne generalmente exhiben una menor actividad sexual que los toros de razas lecheras (43, 48, 71) y que, para lograr la misma frecuencia de eyaculaciones se requiere una mayor variación en el tipo de estímulo (31). Asimismo, los toros Bos taurus pueden llegar a montar a vacas que no están en celo y a otros toros, mientras que los toros cebú exhiben una marcada lentitud sexual y una tendencia a montar solamente vacas en completo estro (29, 47). Sin embargo, se debe tener muy en cuenta que estas observaciones en los cebuinos están fuertemente influidas por su temperamento nervioso y resistencia a efectuar el acoplamiento bajo la vigilancia del hombre (71).

Algunas estimaciones de libido y habilidad de monta de toros usados en Centros de Inseminación Artificial indican que el comportamiento de monta del toro cebú puede mal

interpretarse, ya que algunas veces, la menor actividad de investigación sexual previa a la monta puede ser confundida con una indiferencia de monta (98).

La producción eficiente de alimentos por medio de la ganadería, depende en gran parte de la eficiencia reproductiva. El macho contribuye con la mitad del material genético de un hato. La importancia de la aportación genética de un toro aumenta en la inseminación artificial porque su calidad se difunde a muchos hatos. Sin embargo, hay que considerar que la labor más importante de un toro productor de carne es preñar el mayor número de hembras en un tiempo determinado; si esta labor no se lleva a cabo satisfactoriamente, otras características, como por ejemplo una conformación ideal o características genéticas superiores, son de poca consideración (84). Así que la selección de machos genéticamente superiores debe acompañarse de una selección por alta libido y buena calidad seminal (41, 61).

Los estudios del efecto racial sobre las características seminales en los toros Bos indicus han dado resultados contradictorios así tenemos que mientras que algunos autores (9, 50) no encontraron diferencias significativas en la calidad seminal, otros investigadores si lo han encontrado (22, 89) sucediendo lo mismo en relación al efecto de la época del año sobre las características del semen, ya que mientras que unos

mencionan un efecto significativo (9, 51, 59) otros investigadores no lo encontraron (22, 50, 55). Con lo que respecta a investigaciones para evaluar la libido de los toros, éstas se han realizado principalmente en toros Bos taurus (14, 27, 29, 30, 40) y considerando que existen variaciones en cuanto al comportamiento sexual entre los semestrales Bos indicus y Bos taurus (66) se plantean los siguientes objetivos:

El primer objetivo de este trabajo es estimar los principales parámetros del espermiograma de toros Bos indicus; así como estudiar los efectos de la raza, época del año y región sobre la capacidad del espermatozoide para sobrevivir a los cambios térmicos que se producen durante la congelación y descongelación del semen.

El segundo objetivo fue valorar la conducta de los toros cebú hacia vacas en celo, tanto en corral como en potrero, pretendiendo establecer una prueba rápida y práctica para la evaluación de la libido en toros Bos indicus.

## II REVISION DE LA LITERATURA.

### 2.1 ESPERMIOGRAMA Y FACTORES QUE LO AFECTAN.

Para la evaluación de la fertilidad potencial de los toros, es esencial un espermiograma bien interpretado (3). Sin embargo, la gran variabilidad en los parámetros que se utilizan para evaluar el semen hacen difícil el realizar una buena interpretación diagnóstica (3). Los estudios del efecto racial sobre las características seminales han dado resultados contradictorios, así Herrera (50), trabajando con cuatro razas de toros Bos indicus, y Avila (9), evaluando semen de toros Gyr, Charolais y Angus no encontraron diferencias significativas en la calidad seminal de diferentes razas. En contraste, Bartlett (11), en la evaluación durante dos años de 14 razas de bovinos, observó que los toros cebú tuvieron un valor significativamente menor para el porcentaje de motilidad espermática, volumen del eyaculado y concentración espermática, y un porcentaje significativamente más alto de espermatozoides anormales que las razas de tipo europeo. Otros autores también encontraron diferencias significativas (22, 83, 89), pero sugirieron que esto no es un efecto puramente genético, sino que algunas razas son explotadas más rústicamente que otras, y que esto influye en la alimentación y manejo, y por lo tanto en su comportamiento como reproductores (22).

De manera similar, Calderón (20) y Sorensen (93), evaluando toros Bos taurus y Bos indicus observaron que la

raza tiene una influencia altamente significativa sobre el volumen del eyaculado. Hardin *et al* (49), obteniendo el semen por electroeyaculación encontraron que los toros Bos taurus tuvieron mayor volumen de eyaculado que los toros Bos indicus, variando en las diferentes épocas del año, siendo la media significativamente más alta durante el otoño e invierno que en primavera y verano (Bos taurus: 7.8, 7.6 cm vs. 6.6, 6.8 cm y Bos indicus: 6.3, 6.2 cm. vs. 5.2, 5.4 cm. respectivamente). En contraste, Herrera (50) encontró que el volumen es mayor en las razas cebuínas que en las razas europeas, trabajando con el mismo método de extracción (electroeyaculación).

Los resultados de evaluación de semen producido en varias épocas del año han sido contradictorios; Mientras algunos autores observaron un efecto de la época del año sobre las características del semen en ganado Bos taurus (60), Bos indicus (9, 51, 59), cruza (36) y criollos (54, 60), otros autores no observaron diferencias significativas en las características del semen de toros Bos indicus en diferentes épocas del año (22, 50, 55). Sharma *et al* (91) y Amir *et al* (5) tampoco encontraron diferencias estacionales al trabajar con ganado Bos taurus, y sugirieron que esto fue debido al manejo que tenían los toros, que incluía alimentación suplementaria y cobertizos que contrarrestaban el efecto adverso del medio ambiente (5). Kumi-Diaka y Zemjanis (54) estudiaron durante un año la espermatogénesis en toros nativos de Nigeria, concluyendo que el clima

tropical y otros factores del medio ambiente no alteran el patrón de la espermatogénesis. Sin embargo en 1981, al evaluar el espermiograma de cinco toros Bos indicus y cinco Bos taurus durante un año, Kumi-Diaka *et al* (56) encontraron que la variación estacional de las características del semen no fue significativa para los toros Bos indicus, pero sí para los Bos taurus. En algunos de éstos estudios puede ser que no se hayan detectado diferencias significativas debido al pequeño tamaño de las muestras evaluadas, problema que suele ocurrir en la investigación dirigida a bovinos, por el alto costo de las unidades experimentales.

#### 2.1.1 VOLUMEN DEL EYACULADO.

Es interesante que aún entre las mismas razas cebuinas existe variación en cuanto al volumen de acuerdo a la época del año en que el semen sea colectado. Así, Igboeli *et al* (51), trabajando con vagina artificial a diez toros Angoni cuatro veces por semana durante las épocas de lluvia, frío y calor, observaron diferencias altamente significativas ( $P < .01$ ) en el volumen eyaculado en las distintas épocas, disminuyendo dicho volumen de la estación de lluvias hacia la estación fría y calurosa. Estos investigadores atribuyeron la variación a factores como temperatura, humedad y nutrición, ya que durante la estación calurosa es cuando se observo una baja calidad del eyaculado, reflejada en pobre volumen, alta incidencia de espermatozoides anormales y bajo índice de fructolisis. Las bajas

concentraciones de proteína y de fructosa encontradas en el semen durante la estación calurosa pueden implicar una disminución en la contribución de las vesículas seminales al volumen eyaculado. Mientras que las concentraciones normales de cloro y el ligero incremento en la concentración espermática en los eyaculados sugieren que las glándulas bulbouretrales, los epididimos y los testículos hacen una contribución normal a los eyaculados.

Alva et al (1) encontraron en 20 toros Brahaman Americanos una notable variación individual en el volumen eyaculado. Similares conclusiones fueron obtenidas por Amir et al (5), quienes determinaron que el componente que ocasiona la mayor fuente de variación en el volumen del eyaculado es la individualidad de los toros, así como las diferencias en edad. Los resultados anteriores contrastan con lo encontrado por Menéndez et al (59), ya que ellos han indicado que existe poca variación del volumen en los eyaculados de toros cebú. Sin embargo en este caso los 34 sementales cebú trabajados se encontraban en un centro de inseminación artificial y se les suministró durante todo el año que duró la investigación una dieta balanceada a base de forraje verde, heno y concentrado.

Para evaluar experimentalmente el efecto del stress calórico sobre la producción de semen se llevó a cabo un experimento (25) con toros Bos indicus divididos en dos grupos; a los animales del primer grupo se les proporcionó

un cobertizo para protegerlos contra las radiaciones solares, además de rociarles agua cinco veces al día. Mientras que a los animales del grupo testigo no se les proporcionó cobertizo ni fueron rociados. No se encontraron diferencias significativas en el volumen entre los dos grupos (3.22 y 3.50 ml. respectivamente). Al usar el mismo diseño experimental con ganado Bos taurus tampoco se encontraron diferencias entre el grupo tratado y testigo, siendo su promedio de volumen de 4.58 y 4.48 ml. respectivamente (24).

Tierney et al (95) evaluaron el semen de 522 toros Hereford y Brangus durante dos años, y encontraron que el volumen del semen obtenido por medio de electroeyacuación estuvo correlacionado en forma significativa ( $P < .01$ ) con motilidad, concentración espermática, porcentaje de espermatozoides anormales y el nivel de testosterona ( $r = 0.39, 0.29, 0.30$  y  $-0.25$  respectivamente). Saxena y Tripathi (85), al trabajar con toros Jersey también obtuvieron una correlación del volumen con motilidad espermática inicial, concentración espermática y porcentaje de espermatozoides anormales. ( $-0.44, -0.36$  y  $0.52$  respectivamente).

El volumen del semen no es un factor importante para evaluar la fertilidad en los toros en servicio natural, pero la reacción de los toros a la electroeyacuación, así como la habilidad en la técnica para la colección de semen puede

posiblemente influir en el volumen del fluido seminal producido, esto a su vez afectando la concentración y el volumen del eyaculado.

### 2.1.2 CONCENTRACION ESPERMATICA.

La concentración espermática es un parametro importante ya que Pepina (73), evaluando 13,045 eyaculados de 253 toros, encontró una correlación significativa de 0.30 a 0.53 entre la concentración espermática y la viabilidad de los mismos. Asimismo Tierney et al (95), determinaron una correlación entre concentración espermática con motilidad, porcentaje de espermatozoides anormales y nivel de testosterona sérica de: 0.46, 0.64 y 0.46 respectivamente, al trabajar durante dos años, con toros Bos taurus.

La información existente con respecto a la comparación de la concentración espermática de toros Bos indicus y Bos taurus es contradictoria. Algunos autores encontraron que la concentración es inferior en los toros Bos indicus con respecto a los toros Bos taurus, siendo obtenido el semen en estos trabajos con electroeyaculador (22, 49, 50, 89). Sin embargo Michael et al (61) al trabajar con toros Brahman y Angus bajo las mismas condiciones de alimentación no encontraron diferencias significativas.

Cuando se trabajaron toros de la especie Bos indicus, se observó que la concentración espermática es mayor en el primer eyaculado y menor en el tercero, al extraer tres

muestras de semen con un intervalo de quince minutos cada uno y por el método de electroeyaculación (50).

Cuando se ha evaluado el efecto de la época del año sobre la concentración espermática también se han encontrado resultados conflictivos. Así Cuevas (22) no encontró variación de la concentración espermática en relación a la época del año al evaluar el semen de cuatro razas cebú.

Sin embargo otros autores han encontrado que la época del año si influye en la concentración del semen. Hardin *et al* (49) encontraron que la concentración fue más alta ( $P < .05$ ) durante verano y otoño que en invierno y primavera en toros Angus (498, 462 vs. 438, 457 X  $10^6$ /ml.) y Brahman (460, 462 vs. 397, 413 X  $10^6$ /ml.), trabajados con electroeyaculador. En Cuba, Menéndez *et al* (59) y Alva *et al* (1) determinaron que la concentración de semen en ganado cebú fue mejor en los meses más frescos (Diciembre- Marzo), ejerciendo el verano por la alta temperatura un efecto detrimental sobre la función espermátogénica de los testículos, y consecuentemente una disminución en la concentración, siendo este efecto más pronunciado a finales de verano, lo cual puede deberse a que los efectos del estrés térmico sobre la espermátogénesis aparecen de dos a ocho semanas más tarde (59). Similares resultados fueron encontrados en la India por Tomar y Gupta (96), en toros Haryana, en los que se observó una diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) entre la concentración espermática de

verano ( $822.7 \pm 39.9 \times 10^6/\text{ml.}$ ) y la de invierno ( $1193.3 \pm 51.2 \times 10^6/\text{ml.}$ ). Similares datos fueron informados por Chalapathy y Ramamohana en toros Bos indicus en verano al encontrar una diferencia significativa entre los toros a los que se les proporcionó un cobertizo y un medio refrescante y aquéllos que no estuvieron en cobertizos ni fueron refrescados (25), sucediendo lo mismo al trabajar con toros Bos taurus (24) bajo las mismas condiciones. Los autores atribuyeron lo anterior al estrés climático, que puede trastornar el mecanismo termoregulador de los testículos y conducir a disturbios en la espermatogénesis, como es el daño de ciertas proteínas espermatogénicas termo-lábiles así como espermátidas jóvenes.

Cardoso et al (21), estudiando la producción espermática diaria en toros Bos indicus mediante estudios histológicos de los testículos, determinaron que la producción diaria de espermatozoides por gramo de parénquima testicular es menor que en los toros Bos taurus, y que no únicamente la especie, sino también las condiciones climáticas, pueden contribuir a las diferencias mencionadas.

### 2.1.3 MOTILIDAD ESPERMÁTICA.

La motilidad es otra de las características que se estudia en la evaluación del semen. Varios investigadores han encontrado que la raza tiene una influencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) sobre la motilidad espermática (19, 20, 61). Hardin et al (49), determinaron diferencias

significativas entre los toros Bos taurus y los Bos indicus, y se ha mencionado que el semen del cebú no se mueve tan vigorosamente como el semen del Bos taurus (12). La motilidad se encuentra altamente correlacionada con el porcentaje de espermatozoides vivos, variando el coeficiente de correlación de 0.55 a 0.87 (22, 46, 96). También se correlaciona con la fertilidad, siendo el coeficiente de 0.40 (97) a 0.97 ( $P < 0.05$ ) (35).

Se ha observado que durante los meses más frescos (Diciembre- Marzo) se encuentran los mejores resultados para la motilidad espermática en ganado Bos indicus (59), sucediendo lo mismo en ganado Bos taurus (24). El efecto de la estación se reduce significativamente si se les proporciona alojamiento y un medio refrescante a los animales (24).

#### 2.1.4 MORFOLOGIA ESPERMÁTICA.

Con respecto a las anomalías, que es otra de las características que se evalúa en el semen, también se han obtenido resultados variables. Igboeli et al (51) trabajando con diez toros Bos indicus de tres a cuatro años de edad durante las estaciones de lluvia, frío y calor, determinaron que la incidencia de anomalías primarias no varió entre las tres estaciones, implicando que la espermatogénesis se realizó normalmente. En cambio hubo una alta incidencia de anomalías secundarias, tales como espermatozoides con gotas citoplasmática durante la estación calurosa, y

mencionan que ésto puede ser debido a una disfunción epididimal o de las glándulas accesorias como resultado de la alta temperatura ambiental.

Kumi-diaka et al (56), evaluando el espermograma de cinco toros Bos indicus y cinco Bos taurus en Nigeria no encontraron una variación estacional significativa entre las anomalías espermáticas para los toros Bos indicus, pero sí para los toros Bos taurus, siendo mayor durante el periodo caluroso, concluyendo que el estrés térmico tiene un efecto significativo adverso sobre la espermatogénesis únicamente en toros Bos taurus (exóticos) debido posiblemente a que además del conocido mecanismo termoregulador de los testículos algunos otros mecanismos han sido adquiridos por los toros Bos indicus. Wilden y Entwistle citados por Rhodes (81), compararon las características seminales de toros Bos indicus y Bos taurus en Australia, no encontrando diferencias significativas en la morfología de los espermatozoides de los dos genotipos durante la estación seca y de lluvia, aunque el porcentaje de cabezas y de colas anormales fue más alto en las muestras de los toros Bos taurus durante la estación seca debido al estrés térmico que afecta el índice de desintegración acrosomal. Este efecto posiblemente fue menor en el genotipo Bos indicus, debido a la mayor adaptación al medio ambiente. Munro (63) utilizó muestras de semen de 17 toros, encontrando que al aumentar la incidencia de anomalías primarias y secundarias disminuyó el porcentaje de

concepción a primer servicio, aunque con menos de 23% de espermatozoides anormales la fertilidad no era afectada.

#### 2.1.5 VIABILIDAD ESPERMÁTICA.

Otra de las características que se evalúan en el semen es el porcentaje de espermatozoides vivos. Tomar et al (96), en la India, no encontraron diferencias significativas entre las estaciones de Verano e Invierno en cuanto a esta característica en toros Bos indicus. Otro estudio informa diferencias significativas entre razas de ganado Bos taurus para ésta característica (19). Los valores del porcentaje de espermatozoides vivos varían, así tenemos para los toros Bos indicus de 80.7-82.7% (25, 96), en los toros Bos taurus 85.6% (85), y en toros híbridos 82.7% (86). Otros experimentos (24, 25) informan que en regiones tropicales y ganado Bos taurus la motilidad espermática fue mayor en toros a los que se les protegió contra el estrés térmico comparados con aquellos a los que no se les protegió (81.4 y 69.0% respectivamente). Este efecto no se observó al realizarse el experimento anterior con toros Bos indicus, protegidos y sin proteger (82.8 y 81.2% respectivamente). Avila (9), al evaluar durante un año el semen de toros de la raza Gyr, Charolais y Brangus observó que el porcentaje de espermatozoides vivos tiene una correlación negativa con anomalías secundarias ( $r=-0.21$ ,  $P<0.01$ ) y positiva con espermatozoides normales ( $r=0.21$ ,  $P<0.01$ ). De manera similar en otro experimento con toros Harijana hubo una correlación

de 0.56 entre el porcentaje de espermatozoides vivos y motilidad inicial (96). El porcentaje de espermatozoides vivos es una característica importante ya que por abajo del 70%, se ha observado una reducción en la fertilidad (63).

Herrera (50) al evaluar registros de semen de cuatro razas de toros Bos indicus, encontró que el porcentaje de espermatozoides vivos varía de acuerdo al número de eyaculados, siendo menor en el primer eyaculado en relación con el segundo y el tercer eyaculado. A su vez, el total de espermatozoides vivos por eyaculado fue mayor para el segundo eyaculado, siendo hecha la recolección con electroeyaculador. Otro estudio (49) informó que el total de espermatozoides vivos por eyaculado se incrementó ( $P < .05$ ) de primavera a verano, con pico en otoño y declinando en invierno, para la raza Angus (930, 1147, 1340, y 946  $\times 10^6$ /ml. respectivamente) y Brahman (695, 1139, 1348 y 848  $\times 10^6$ /ml. respectivamente). Mientras que Dede (34) colectando semen de seis toros Holstein dos veces por semana durante treinta y seis semanas en un medio tropical determinó  $1.15 \pm 0.26 \times 10^9$  de espermatozoides vivos por eyaculado.

## 2.2 CONGELACION DE SEMEN.

Cada día es más aceptado que la aplicación de la Inseminación Artificial es una condición imprescindible para el desarrollo de cualquier programa de mejora en la productividad del ganado vacuno. Los grandes adelantos en la técnica de congelación y conservación del semen permiten

explotar al máximo el efecto del semental (59). La Inseminación Artificial está ampliamente difundida en el mundo, aunque con desigual intensidad en diferentes regiones geográficas, correspondiéndole al trópico las menores proporciones (59).

#### 2.2.1 EDAD PARA INICIAR LA CONGELACION DE SEMEN.

Desde el punto de vista reproductivo sería ventajoso recoger, congelar y almacenar el semen de los toros jóvenes mientras se encuentran en la espera de su prueba de progenie. Foote citado por Picket (75), señaló las ventajas de realizar este tipo de programas:

1.- Los toros se encuentran normalmente en su mejor estado físico.

2.- Los toros tienen generalmente buen apetito sexual durante este período.

3.- La calidad del semen es tan alta o superior en comparación con la calidad que tendrá cuando los toros sean más viejos.

4.- En este período se espera que la fertilidad alcance su nivel máximo.

5.- Se reduce el número total de toros necesitados.

6.- La ventaja genética de tener un suministro ilimitado del cual se pueda disponer en cuanto el toro sea

probado, reduciendo de esta forma el intervalo entre generaciones.

Menéndez et al (59), al analizar el volúmen, motilidad y concentración espermática de 9084 eyaculados producidos por 34 sementales cebú con edades que fluctuaban entre 2 a 6.5 años, encontraron una similitud en los valores de éstos parámetros entre los dos y los tres años de edad. Esto permite utilizar al máximo la producción seminal y por ende, la acumulación de dosis para la Inseminación Artificial, aspecto éste de particular aplicación en los programas de selección de sementales, indicando la posibilidad de escoger sementales jóvenes, buenos productores de semen lo más temprano posible.

Lunstra y Echterkamp (57) trabajaron con 31 toros de las razas Hereford, Aberdeen-Angus, Hereford X Aberdeen-Angus, Red Poll y Brown Swiss. Ellos consideraron que la pubertad se alcanzaba a la edad en que se obtuvo el primer eyaculado, que contenía como mínimo  $50 \times 10^6$  de espermatozoides, con un mínimo de motilidad progresiva de 10%. Sus resultados mostraron que la concentración espermática, motilidad progresiva, concentración de proteína seminal, porcentaje de espermatozoides con cabeza y cola normal, y porcentaje de espermatozoides con morfología acrosómica normal se incrementaron ( $P < 0.01$ ) entre la pubertad y las 16 semanas después de la pubertad en todos los toros y todas las razas. Durante las primeras 6 semanas

después de la pubertad se observó un incremento rápido ( $P < 0.01$ ) en el porcentaje de espermatozoides con morfología normal (excluyendo el acrosoma) y con motilidad progresiva, así como un descenso ( $P < 0.01$ ) en el porcentaje de espermatozoides con gota citoplasmática proximal, siendo similares los valores observados seis semanas después de la pubertad a los reportados para toros maduros. El porcentaje de espermatozoides con morfología acrosómica normal y concentración espermática mejoró más lentamente, pero no alcanzó niveles maduros 16 semanas después de la pubertad.

### 2.2.2 EFECTOS DE LA CONGELACION SOBRE LAS CARACTERISTICAS SEMINALES.

La Inseminación Artificial se ha incrementado entre el ganado de carne en el trópico (81). Numerosos factores influyen en el éxito de un programa de cruzamiento artificial, incluyendo la heredabilidad de la fertilidad, salud, nutrición y manejo, tanto de la hembra como del macho. Otro factor a considerar es la habilidad de procesar, almacenar y entregar dosis de semen viable (81), ya que se ha demostrado que las características del semen pueden modificarse en forma importante durante el proceso de congelado y descongelado, por lo que es importante evaluar el semen no solamente antes de la congelación, sino también después de congelarlo y descongelarlo.

Existe un considerable número de investigaciones que han sido conducidas en función de describir y refinar los procedimientos para procesar y descongelar semen empacado en

pajillas de plástico (3, 4, 12, 81, 88). Con este objeto se han utilizado diferentes tipos de diluyentes para el procesamiento en la congelación del semen, como son: yema de huevo-tris-glicerol, yema de huevo-citrato-glicerol, leche descremada-glicerol, leche fresca descremada y leche entera homogeneizada (3, 26).

Varios investigadores (3, 4, 81) han demostrado que la motilidad post-descongelado se incrementa con el aumento del tiempo del descongelado (30 seg. contra 60 seg.; 12 seg. contra 30 seg. y 9 seg. contra 40 seg., cuando el agua para descongelar la pajilla se encontraba entre 35-37°C), siendo la fertilidad significativamente más alta. Pickett (75), al llevar a cabo una revisión bibliográfica encontró que la motilidad media anterior a la congelación de 132 muestras de semen provenientes de 43 toros de seis razas, alcanzó un promedio de 62%, mientras que después de la congelación la motilidad media bajó a 44%. Todos los toros fueron seleccionados por su fertilidad y pertenecían en su mayoría a la raza Holstein. Al trabajar 22 toros de la raza Angus no seleccionados los resultados obtenidos para la motilidad pre y postcongelación fueron de 43 y 15.2% respectivamente.

En la mayoría de los laboratorios la motilidad se reduce en un 50-66% durante la congelación, antes de que se deseche el semen (75). Elliot, citado por Pickett (75), informó que la motilidad media postcongelación, obtenida para los toros de razas productoras de carne, toros de razas

lecheras no pertenecientes a la raza Holstein y toros Holstein fue de 29.3, 34.7 y 36.6% respectivamente, indicando que menos de un 10% de las muestras de semen, independientemente de la raza, tienen una motilidad postcongelación superior a un 50%. Lo anterior es importante, ya que según una investigación realizada por Sullivan, citado por Picket (75), al inseminar 57,130 vacas con toros de la raza Holstein, el porcentaje de no retorno a estro o concepción aparente de 60 a 90 días fue significativamente más bajo en el caso de las dosis de inseminación con 5 millones de espermatozoides móviles postcongelación en comparación con las dosis con 10 y 15 millones de células móviles.

Pandit y Garg (72) evaluaron eyaculados de toros híbridos, determinando una motilidad espermática inicial de 69.8%, la cual disminuyó significativamente después de la glicerinización y del descongelamiento a 59.8 y 35.2% respectivamente. Mientras que Raja y Rao (77) estudiaron los datos colectados durante nueve años de toros híbridos (62.5% de Pardo Suizo), en los que solamente se procesó el semen con motilidad inicial de más de 60%, diluyéndose en tris-yema de huevo y descongelándose. El 39.80% de los 6679 eyaculados fueron desechados. De los eyaculados desechados el 71.7% fueron eliminados antes del congelamiento y el 28.2% después del congelamiento, encontrando que la motilidad post-descongelado fué en promedio de 36.8%. Los porcentajes de eliminación precongelamiento,

postcongelamiento y eliminación total variaron significativamente entre las estaciones y entre los grupos de edades de los toros, siendo la eliminación menor de Mayo a Noviembre y en toros viejos. Raju y Rao (79), estudiaron el efecto de diferentes periodos de equilibrio (2, 4, y 5 horas), así como diferentes temperaturas de descongelamiento ( en agua a 35 o 28°C y en el aire a 28°C ), sobre el semen de toros Brown Swis X Ongole, Brown Swis, Jersey y Ongole, usando como diluyente tris-yema de huevo y conteniendo 40 X10<sup>6</sup> espermatozoides por dosis. Unicamente las muestras de semen con una motilidad inicial de más de 65% y una motilidad post-descongelado de más de 35% fueron usadas. En las cuatro razas el porcentaje de eyaculados rechazados con base en la motilidad inicial fue de 36.1, 13.3, 8.3 y 25% respectivamente (P<0.01), y con base en la motilidad posdescongelado 5.2, 3.8, 3.5 y 4.4% respectivamente. La motilidad promedio post-descongelado fue de 51.3, 55.4, 58.4 y 56.3% respectivamente (P<0.01). El periodo de equilibrio y la temperatura de descongelado no tuvieron efecto significativo sobre la motilidad post-descongelado en ninguna de las razas de toros.

Picket (75), al llevar a cabo una revisión bibliográfica de los factores que afectan la utilización del semen congelado de bovino, encontró que el nivel de fertilidad obtenido con el semen recogido en los meses de Mayo a Octubre fue considerablemente inferior en comparación con el nivel logrado con el semen recogido durante los otros

meses. Estos resultados fueron confirmados por Sullivan y Elliott, citados por Picket (75), los cuales al realizar un experimento utilizando nueve toros de la raza Holstein reportaron que el índice de no retorno a estro a 60 o 90 días, fue superior con el semen obtenido en el Otoño y el Invierno (76.3%) que con el semen obtenido en la Primavera y el Verano (74.2%). Debido a lo anterior estos autores recomendaron la obtención del semen para su congelación durante los meses de Otoño e Invierno, con el objeto de lograr una eficiencia reproductiva máxima.

Aunque todas las variables anteriores tienen un efecto en cuanto a la calidad seminal, la mayor fuente de variación es la individual, aún dentro de la misma raza (75).

Aún siendo los toros una importante fuente de variación, también se ha encontrado que existen diferencias en la calidad espermática post-descongelado entre los toros de la raza Bos taurus y los Bos indicus. Así, Rhodes et al (81) y Barwise et al (12), encontraron que los toros Bos taurus tuvieron valores significativamente mayores que los toros Bos indicus para motilidad (46.7 vs. 27.9%) y porcentaje de espermatozoides vivos (45.7 vs 21.2%), y menores para anomalías (7.9 vs. 12.3%). Sin embargo hay que considerar que existen algunos factores que pueden haber afectado estos resultados, como por ejemplo que el semen de los Bos indicus fue colectado por electroeyaculación, mientras que para colectar el de los Bos taurus se usó

vagina artificial. Además los toros Bos indicus fueron mantenidos en un medio tropical, mientras que los Bos taurus estuvieron en una zona templada de México.

Vale-Filo y colaboradores (98), dividieron a los toros cebú que producen semen para Inseminación Artificial en tres categorías: La primera categoría consiste de toros que muestran de 80 a 90% de motilidad espermática, con un alto vigor y concentración de 1.0 a 1.2 millones de células espermáticas por ml. y de 5 a 10 ml. de eyaculado. Esta categoría exhibe una buena morfología espermática con menos de 5% de anomalías de la cabeza y no más del 10% de anomalías totales de espermatozoides. Este tipo de eyaculado, produce más del 80% de semen apto post-congelación, y lo producen aproximadamente el 25% de los toros cebú. La segunda categoría presenta un modelo intermedio de calidad de semen, con un 60-80% de semen utilizable después de congelado y comprende el 50% de los toros cebú. El tercer grupo que sería el 25% restante, únicamente el 40 al 60% de semen es disponible después de congelado.

### 2.3 COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DEL MACHO.

Dentro del sistema para evaluar la capacidad reproductiva del semental se han incluido recientemente la libido (deseo de un toro para montar y servir a una hembra), capacidad de servicio (número de servicios completos que realiza un toro durante un tiempo determinado) y el tiempo

de reacción (lapso desde que se expone al toro con la vaca, hasta el momento de realizar un servicio completo) (27, 29, 31, 42). Usualmente no se incluían estas pruebas en la evaluación de la capacidad reproductiva ya que el semen generalmente es colectado por electroeyaculación, que es igualmente efectivo para toros con una alta o baja libido (28). Esto propiciaba la aprobación de algunos toros de calidad inferior (30),

La libido y habilidad de monta en los toros están fuertemente influenciadas por factores genéticos, Bane, citado por Chenoweth (31), encontró que al trabajar con toros gemelos monocigóticos estos exhibieron grandes similitudes en cuanto a la libido y habilidad de monta, independientemente del manejo y régimen nutricional a que fueron sometidos.

Lunstra (58) reportó una correlación de  $r=0.71$  ( $P<0.01$ ), entre toros jóvenes y toros adultos en relación a la libido; así como, entre ésta última y la fertilidad de  $r=0.90$  ( $P<0.01$ ).

La heredabilidad de la libido en ganado productor de carne ha sido establecida en  $0.59 \pm .16$  (30, 31).

Chenoweth (31) comprobó que el modelo básico del comportamiento sexual en el ganado es innato, ya que al exponer animales criados en aislamiento a hembras en estro, exhibieron un comportamiento de monta normal.

Aunque la libido está fuertemente influenciada por factores genéticos, la habilidad de monta puede ser influida por el aprendizaje. En general, las hembras juegan el mayor papel en solicitar la actividad sexual, formando un grupo activamente sexual que permanece al alcance de la vista del toro o grupos de toros. Los toros son usualmente atraídos hacia el grupo por la actividad de monta dentro de este grupo. La visión es generalmente lo más importante en despertar el interés sexual inicial en el toro(31).

El toro prueba la receptividad de una hembra mediante tentativas de monta, descansando el mentón en la grupa, lamiendo y huñmeando cerca de la región perineal, siendo la inmovilidad de la hembra el estímulo mayor de un toro para montarla y servirla (31, 43, 68). El olfato es muy importante para estimular el comportamiento de monta (47), sin embargo el toro es incapaz de detectar por olfato a hembras distantes en estro, ya que se requiere que el toro utilice la lengua para lograr que una muestra del fluido genital de la hembra llegue al órgano vomeronasal, donde se detectan las feromonas (44).

También se ha observado que el toro investiga de manera regular el estado fisiológico de la mayoría de las hembras, esta exploración se efectúa lamiendo y olfateando la región perineal de las vacas (47), ya que se ha demostrado que el olor sexualmente atractivo proviene de los genitales (8).

Chenoweth (31) menciona que se ha mostrado la ventaja de la monta natural sobre la Inseminación Artificial y que parte de esta ventaja puede ser causada por la estimulación de la hembra por el toro antes y durante el servicio, el estímulo del toro puede inducir el comportamiento del estro y preparar el aparato genital femenino para el óptimo transporte de los gametos; dicha estimulación obviamente no ocurre en la Inseminación Artificial.

Varios autores (74, 62) han encontrado que el número de hembras en estro para cada toro parece no tener influencia sobre el porcentaje de vacas a las que se les da servicio. Mientras que Chenoweth (32) menciona que el aumento en el número de hembras en celo simultáneamente tiene como consecuencia que el toro investigue a una menor proporción de las hembras.

Nwakalar e Igboeli (66), al evaluar el comportamiento sexual de tres razas de toros maduros (Muturu, N, Dama, Holstein-Friesian) utilizando una vaca sujeta en una jaula de servicio y colectando el semen con vagina artificial, encontraron que el comportamiento sexual de los toros se caracterizó por seis eventos importantes: 1.- husmear y lamer a la hembra 2.- levantamiento de la cabeza con postura de flehmen 3.- erección del pene sin monta, con o sin movimiento rítmico pélvico 4.- goteo de fluido preeyaculado 5.- tentativa de monta 6.- monta y eyaculación. Todas estas exhibiciones sexuales ocurrieron dentro de los primeros

minutos de observación, disminuyendo su frecuencia casi linealmente hacia los seis minutos. Cuando la frecuencia de los eventos se relacionó con las semanas de entrenamiento, se observó que con exposiciones repetidas a la hembra, algunas de las manifestaciones sexuales que preceden a la monta y eyaculación tienden a disminuir. Los toros Bos indicus exhibieron menos manifestaciones sexuales pre-eyaculatorias, resultando en un tiempo de reacción más corto a la primera monta. Como conclusión de este experimento se indicó, que si en los primeros seis minutos de la prueba no manifiestan algún interés sexual, es probable que no muestren interés después de este tiempo.

Craig (23) dice que los machos con mayor experiencia tienden a abreviar la conducta de cortejo, sobre todo si son empleados con hembras receptivas o en situaciones de colección artificial, donde no se requiere la búsqueda y elección de un animal inmóvil para montar.

Orihuela en 1982 (69) encontró que al utilizar hembras cebú sincronizadas, el toro siguió al 83.3% de las vacas pero sólo montó al 33.3% de las vacas que había seguido. De la misma manera el toro olió al 72.2% y copuló con el 34.6% de las hembras que había olfateado. Sin embargo, aunque solo lamó al 27.7% del total de las hembras, montó al 70% de las hembras a las que había lamido, lo que indica que la lengua juega un papel muy importante en la identificación y excitación de los bovinos y que lamer es una conducta mucho

menos frecuente que seguir y oler, pero de mayor valor en cuanto a predecir la cópula.

Chenoweth (32) menciona que antes de realizarse una monta completa suelen observarse varios intentos, que pueden consistir en movimientos rápidos de la cabeza del macho hacia la hembra, con elevación de las patas delanteras del piso. En este momento una vaca no receptiva toma una actitud evasiva, por lo que el estímulo final que va a motivar al toro a montar e intentar dar servicio es la inmovilidad de la hembra.

### 2.3.1 IMPORTANCIA DEL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DEL MACHO.

La libido y la capacidad de servicio son importantes características que pueden afectar la reproducción animal. Estas características están sujetas a factores genéticos y de manejo, variando ampliamente en su expresión entre individuos, pero pueden ser estimadas o medidas (28, 29, 42, 87).

Se ha mencionado que la libido del toro y la fertilidad de la hembra pueden estar genéticamente vinculadas, como ocurre en el caso de la circunferencia escrotal y la edad a la pubertad en las hijas (30). En trabajos con ovejas se ha demostrado que las hijas de machos con alta libido tuvieron periodos de anestro más cortos y mayor prolificidad que las hijas de machos con baja libido. En ganado bovino productor de carne también existen algunas indicaciones de que las

hijas de toros con alta libido son más fértiles (29). Se ha demostrado además que los toros con alta libido dejan más hembras gestantes al principio de la época de empadre, mejorando por lo tanto el porcentaje de partos tempranos, el peso de los becerros al destete, la detección de más hembras en estro y la frecuencia de montas, así como produciendo grupos de becerros más uniformes (29, 30). Datos similares fueron encontrados en un experimento en que se evaluó la influencia de la libido y capacidad de servicio en relación al número de vacas gestantes al final de la época de empadre, encontrándose un porcentaje de gestación de 63.4%, 48.6% y 25.6% para los grupos con toros de libido y capacidad de servicio calificados como buenos, regular y malo respectivamente (99). Lo anterior también se ha encontrado en toros Hereford a los cuales se les había realizado una prueba de libido antes de exponerlos a hembras durante 21 días en potrero (62).

### 2.3.2 TIEMPO DE REACCION.

Frazer (42) hizo una revisión bibliográfica sobre los factores que afectan el tiempo de reacción en el toro, encontrando entre éstos: la estación del año, genético, salud corporal, hormonal, raza y el temperamento del animal o factor psicológico. Sobre este último factor, Frazer (42) realizó un experimento con 102 toros de las razas Holstein, Ayrshire, Jersey, Shorton, Brahman, Hereford y Aberdeen Angus con edades de 1 a 14 años, concluyendo que el promedio de tiempo de reacción fue de 12.5 minutos, siendo

los toros de razas productoras de carne significativamente más lentos que los de razas lecheras a partir de los cuatro años de edad. Este autor también encontró una asociación entre el temperamento y el tiempo de reacción, siendo mayor éste en aquellos animales más agresivos, este hecho también fue encontrado por Nwakalar (66), mostrando el efecto inhibitorio específico que ejerce la aprehensión sobre la actividad copulatoria. Los resultados de Almquist citado por Nwakalar e Igboeli (66) confirman los hallazgos de Frazer (42), ya que encontraron una diferencia marcada en el tiempo de reacción en el ganado de carne (rango 3.9-22.4 minutos) en comparación con los toros productores de leche (rango 1.5-7.9 minutos).

Nath et al (64) evaluando 8 toros Holstein-Friesian (14-17 meses de edad) determinaron un tiempo de reacción de  $166.5 \pm 26.72$  seg. en la estación de lluvias contra  $89.24 \pm 4.45$  seg. en invierno, en cambio en otros estudios no se encontraron diferencias significativas entre el tiempo de reacción en diferentes estaciones del año en toros Bos indicus (2,96).

Otro factor que afecta el tiempo de reacción es la edad de los toros, así Rao (80) al trabajar con toros Ongole encontró que después de una estimulación de diez minutos el tiempo de reacción fue de 1.6 minutos en toros jóvenes (3-4.5 años) contra 2.1 minutos en toros viejos (7 o más años).

Zemjanis, citado por Sekoni (87), en la evaluación del comportamiento de monta en los toros indicó que el estado preparatorio raramente excede de 5 minutos, y que cuando es más de 15 minutos la habilidad del toro es altamente cuestionable, siendo el corto tiempo de reacción un indicativo de una buena libido del animal.

Dede (34), al trabajar con 6 toros Holstein-Friesian criados en Nigeria y con una edad de 26-33 meses encontró que el tiempo de reacción estuvo inversamente correlacionado con la concentración espermática (0.87), número de espermatozoides por eyaculado (0.85), número de espermatozoides móviles por eyaculado (0.90) y motilidad (0.65). Indicando que la libido y la calidad seminal están directamente correlacionadas.

### 2.3.3 CAPACIDAD DE SERVICIO.

Otra forma de evaluar la capacidad reproductiva del semental ha sido mediante la capacidad de servicio de los toros. La importancia de este parámetro se manifiesta en el trabajo llevado a cabo por Blockey (15), quien realizó un experimento para determinar el efecto de la capacidad de servicio de los toros sobre la fertilidad del hato. Cuatro grupos de tres toros cada uno de la raza Angus fueron puestos con 114 vaquillas, cada uno durante un período de seis semanas. Dos grupos fueron formados con toros con alta capacidad de servicio, que en las pruebas realizaron en promedio 10.3 y 9.3 servicios. Los otros dos grupos se

formaron con toros con una capacidad de servicio de 3 y 2.3 servicios respectivamente. Las vaquillas mantenidas con toros de capacidad alta de servicio parieron primero ( $P < .01$ ) dentro del periodo de partos en comparación con las vaquillas mantenidas con toros de capacidad media de servicio. Estos autores concluyeron que las diferencias entre los grupos en el porcentaje de concepción, fueron debidas a las diferencias en la capacidad de servicio de los toros, que resultaron en diferencias en: 1) la proporción de vaquillas en estro que no son montadas y 2) la proporción de vaquillas en estro servidas dos o más veces. Ambos factores están altamente correlacionados con la medida de capacidad de servicio de los toros mantenidos en los grupos ( $r=0.94$  y  $r=0.98$  respectivamente).

Farin, citado por Chenoweth (31), establece que el porcentaje de preñez en hembras con estro sincronizado se incrementó linealmente a medida que aumentaba el número de servicios por hembra. Por lo anteriormente expuesto, se ha tratado de desarrollar una prueba simple para predecir la capacidad de servicio de los toros durante el empadre en pastoreo. Así tenemos los trabajos realizados por Osborne et al (70), quien evaluó la capacidad de servicio de 60 toros sin experiencia sexual, siendo la duración de la prueba de corral de cinco minutos, o menos tiempo si se realizaba antes un servicio completo, llevando a cabo solo el 30% de los toros un servicio completo durante este tiempo. Blockey, M.A. (15), llevó a cabo una prueba similar en un potrero de

dos hectareas, durante 7.5 horas, usando hembras ovariectomizadas e induciéndoles el estro, reportándose una variación de 0 a 15 servicios durante este tiempo. Mientras que Chenoweth *et al* (27), evaluó dos veces a 113 toros para determinar su capacidad de servicio. En la primera vez se indujo a las vaquillas a mostrar estro, no así en la segunda prueba, encontrándose que el número de servicios en ambas pruebas estaba altamente correlacionado ( $r=0.60$ ). El 57% de los toros no realizó un servicio tanto en prueba con vaquillas en estro como con vaquillas sin manifestación de estro, variando la prueba de 40 minutos a 7.5 horas.

Blokey (16) simuló un apareamiento en pastoreo para determinar la capacidad de servicio de 20 toros de 2.5 a 3.5 años de edad, usando noventa hembras ovariectomizadas e induciéndolas a presentar estro. Se observó una gran variación entre los toros en cuanto a su capacidad de servicio, con un rango de 2 a 105 servicios realizados durante el experimento que duró 19 días. Posteriormente con estos mismos toros se llevaron a cabo pruebas en corral utilizando vaquillas en estro, algunas veces libres y otras veces inmovilizadas dentro de un corral, siendo la duración de la prueba de tres horas, dividida ésta a su vez en cada hora para determinar su capacidad de servicio, existiendo una alta correlación entre la prueba de capacidad de servicio en potrero (19 días), con la primera, segunda y tercera hora de la prueba en corral ( $r=0.91$ ,  $0.82$  y  $0.90$  respectivamente).

Blockey (17, 18) realizó una serie de experimentos con la finalidad de encontrar una prueba que no únicamente fuera confiable para determinar la capacidad de servicio de los toros, sino que fuera práctica y de corta duración. Para lo anterior utilizó 422 toros, entre los cuales había cinco parejas de gemelos idénticos, llegando a la conclusión que la prueba de corral para determinar la capacidad de servicio de los toros se puede llevar a cabo en treinta minutos sin sacrificar la confiabilidad de la prueba. Además, concluyó que toros de dos años de edad y sin experiencia sexual manifiestan su capacidad de servicio en la primera prueba, existiendo una alta correlación con la segunda prueba que se realizó dos semanas después, encontrándose además, que el rango social no influye significativamente en la capacidad de servicio que manifiestan los toros en la prueba de corral, y que si las vacas que se utilizan para estas pruebas están sujetadas en una jaula de servicio no es necesario que estén en estro, siendo importante solamente el que los toros sean estimulados sexualmente antes de la prueba (diez minutos mirando a otros toros montar a las vacas).

#### 2.3.4 EVALUACION DE LA LIBIDO.

Una de las primeras tentativas para desarrollar una prueba confiable y estandarizable para evaluar la libido fue hecha en Suecia en 1950, usando una vaca sujeta a una jaula de servicio y recolectando semen con una vagina artificial durante un periodo de diez minutos, siendo

evaluada la libido con una escala de 0 (no interes sexual) a 7 (extremadamente deseoso a montar). Retomando lo anterior Osborne et al (70), evaluaron a 60 Angus de 15 meses de edad sin previa experiencia heterosexual, reportando que el 20% mostraron baja libido, 50% mostraron una libido satisfactoria pero no completaron un servicio y el 30% restante exhibieron una libido satisfactoria y completaron un servicio. Cada toro fue evaluado introduciéndolo en un corral con una hembra en estro durante un lapso de cinco minutos o por menos tiempo si el servicio era realizado antes. El comportamiento de cada toro fue calificado de acuerdo a la siguiente escala:

- 0.- No interés sexual.
- 1.-Algun interés = pero no tentativa de monta.
- 2.-Una monta o tentativa de monta.
- 3.-Mas de una monta o tentativas de monta, Pero no completo el servicio.
- 4.-Un servicio completo.

En este experimento se consideró a los toros con calificación de 0 a 1 como baja libido, de 2 a 3 buena libido y valor de 4 como excelente libido. Los resultados demuestran que los toros jóvenes que no han sido expuestos a hembras exhiben un interes sexual inmediatamente cuando se exponen a vacas en estro, y que una exposición de cinco

minutos con una vaca en estro es adecuada para determinar el comportamiento sexual de toros jóvenes.

Chenoweth et al (27) midieron el vigor sexual de 113 toros productores de carne, de un año de edad, con respecto a su capacidad de servicio, escala de libido y tiempo de reacción al primer servicio. Los toros fueron probados dos veces para cada método, utilizando vaquillas ovariectomizadas y sujetadas en jaulas de servicio, en la primera vez se les indujo a las vaquillas a mostrar estro, no así para la segunda prueba. El 56% de los toros no realizaron un servicio en ambas pruebas de capacidad de servicio de 30 minutos, por lo cual no recibieron puntuación, la puntuación de la libido estuvo significativamente correlacionada en las dos pruebas, siendo éste método más repetible y requiriendo un menor tiempo (diez minutos). La técnica de evaluación de la libido fue modificada, extendiéndose a una puntuación de 11 categorías:

- 0.- No muestra interés sexual.
- 1.- Muestra interés sexual únicamente una vez, por ejemplo flehmen.
- 2.- Interés sexual hacia la hembra en más de una ocasión.
- 3.- Activa atención a la hembra, con persistente interés sexual.

- 4.- Una monta o tentativa de monta, no servicio.
- 5.- Dos montas o tentativas de monta, no servicio.
- 6.- Más de dos montas o tentativas de monta, no servicio.
- 7.- Un servicio seguido por un período de no interés sexual
- 8.- Un servicio seguido por un período de interés sexual, incluyendo montas o tentativas de monta.
- 9.- Dos servicios seguidos por un período de no interés sexual.
- 10.- Dos servicios seguidos por un período de interés sexual, incluyendo montas, tentativas de monta o más servicios.

Otra escala de evaluación de la libido ha sido utilizada por Nath et al. (64) quienes clasificaron a los toros en cuatro categorías según su comportamiento ante una hembra en estro:

- 1.- Excelente; toros que montaron con una total erección del pene y eyacularon.
- 2.- Bueno; toros que montaron con una total erección del pene, pero que no eyacularon a la primera tentativa.

3.- Regular; toros que no montaron pero que mostraron interés sexual.

4.- Pobre; toros que no manifestaron interés sexual durante todo el tiempo.

Por otra parte Smith et al (92) llevaron a cabo un experimento para determinar la relación entre fertilidad, circunferencia escrotal, calidad seminal y la libido en 40 toros Santa Gertrudis de dos años de edad, que fueron expuestos a 100 vaquillas que estaban ciclando, durante un periodo de 4 días, encontrando que la circunferencia escrotal, anormalidades y motilidad espermática no están correlacionadas significativamente con el porcentaje de hembras preñadas, mientras que la libido sí. En este trabajo la libido de los toros fue evaluada como el número de vaquillas montadas, comparadas con el número de vaquillas detectadas en estro.

#### 2.3.5 EVALUACION INDIRECTA DE LA LIBIDO.

Otra forma que ha sido utilizada para medir la libido de los toros es a través de la determinación de los niveles de testosterona. Foote et al (40) realizaron una investigación con 197 y 195 toros de la raza Holstein, en la época de primavera y otoño respectivamente, para determinar si había o no relación entre la libido y el nivel de testosterona en toros con una edad de 8 meses a 13.5 años, determinando que la concentración de la testosterona circulante no está correlacionada con la libido o calidad

del semen. Este mismo resultado lo encontraron Chenoweth et al (27) en toros de raza productora de carne, de un año de edad, así como Kozumplik (53), quien encontró que la concentración de testosterona en suero sanguíneo de 66 toros con excelente libido fue de 19.4 nmoles/litro, mientras que en 17 toros con pobre libido fue de 20.6 nmol/litro, no habiendo diferencia significativa. Sin embargo, en estudios realizados por Smith et al (92) en 40 toros de la raza Santa Gertrudis de dos años de edad, fué posible encontrar una correlación positiva entre la concentración de testosterona periférica y la libido. Las anteriores contradicciones pueden ser debidas a que los niveles de testosterona fluctúan durante el día en los toros, por lo cual el valor de una sola muestra de testosterona es cuestionable (92). Blockey, citado por Smith et al (92), reporta que es necesario un nivel umbral de testosterona para mantener la capacidad de servicio.

Debido a la importancia que representa la libido se han buscado pruebas simples e indirectas para evaluarla y que puedan constituir un valor adicional al examen de capacidad reproductiva. Folman y Drori, citado por Berry et al (14), reportaron que el tamaño de las glándulas sexuales accesorias en ratas macho estaba asociado con la intensidad del comportamiento sexual. Por esta razón Berry et al (14) investigaron la relación entre el tamaño de las vesículas seminales y la libido en toros de raza productora de carne de un año de edad, concluyendo que no hay correlación

significativa entre el tamaño de las vesículas seminales y la puntuación dada de la libido en toros de un año de edad, pero si una correlación de 0.67 ( $P < .01$ ), entre la primera prueba de la libido y la segunda prueba, siendo esta característica repetible.

Diferentes estudios (28, 30, 31, 67, 87), han establecido lo siguiente:

1.- No hay correlación entre la libido y el tamaño testicular o calidad seminal, por lo cual un toro con gran circunferencia escrotal y buena calidad seminal puede tener pobre libido y viceversa.

2.- La dominancia y la libido son diferentes características.

3.- El tamaño corporal, índice de crecimiento y masculinidad no están relacionadas con la libido.

Ologun et al (67) al trabajar con 90 toros productores de carne de un año de edad, determinaron que no hay una correlación entre las características de producción tales como: promedio de ganancia diaria y peso al final de la prueba (140 días de prueba), con la puntuación de la libido dada a toros jóvenes, estando la conducta dominante correlacionada negativamente con la libido ( $r = -0.30$ ,  $P < .05$ ).

### III MATERIAL Y METODOS.

#### 3.1 ESTUDIO RETROSPECTIVO.

Este trabajo consta de dos partes: en la primera se hace un estudio retrospectivo con el fin de estimar los principales parámetros del espermiograma de toros Bos indicus y el efecto de la raza, época y región sobre la calidad del semen. En la segunda parte se realizó un experimento para evaluar la libido en toros Bos indicus tanto en corral como en potrero.

La primera parte de la investigación se llevó a cabo mediante un estudio retrospectivo de los registros de una empresa privada dedicada a la recolección, procesamiento y congelación de semen de toros de diferentes razas cebuinas y europeas.

Se contó con los registros del semen trabajado a lo largo de diez años (1974-1983), durante los cuales dos personas realizaron la evaluación del semen. Se utilizaron los datos de toros de las razas Indobrasil, Brahman, Gyr y Guzerat. Los datos tomados fueron: identificación del semental, localidad, fecha de recolección, raza, número de eyaculado (se obtienen tres eyaculados cada vez que se trabaja un toro). En cada eyaculado se consideró: motilidad, concentración espermática, volumen y porcentaje de espermatozoides vivos. También se anotó si algún eyaculado se eliminó debido a baja calidad al recolectarse (cuando presenta menos del 55% de motilidad espermática en masa) o

después de enfriarse a 5°C (aquellos con menos de 60% de células móviles y con una motilidad rectilínea inferior a 70%). Además se registró la aprobación o no del eyaculado una semana después de su congelamiento. Para realizar esto, se consideraron adecuadas aquellas dosis con una motilidad espermática individual progresiva superior a 30% y por lo menos 10 millones de espermatozoides vivos por dosis.

Los registros analizados provenían de once estados de la República Mexicana, los cuales se agruparon en tres regiones por su ubicación y condiciones climatológicas. La región 1 ubicada en la parte Sureste del país (Veracruz, Tabasco, Chiapas y Yucatán), clasificada como una zona cálida húmeda con una temperatura media anual superior a los 22°C, precipitación anual de 1,600 a 3,200 mm con lluvias en verano. La región 2 correspondió a la parte centro del país (Distrito Federal, Puebla y Jalisco) considerada como zona templada húmeda con lluvias en verano con una temperatura media anual de 12°C a 18°C. y precipitación anual de 800 a 1,600 mm. La región 3 comprendió los estados de Tamaulipas, Nuevo León, Sinaloa y Nayarit, ubicados en la parte Norte del país, clasificada según García (45) como una zona semiseca o esteparia con lluvias en verano, con una temperatura media anual de más de 22°C y precipitación anual de 400-1600 mm.

El año fue dividido en cuatro épocas: Invierno (Diciembre, Enero y Febrero), Primavera (Marzo, Abril y

Mayo), Verano (Junio, Julio y Agosto) y Otoño (Septiembre, Octubre y Noviembre).

Cuadro 1.- Distribución de los datos evaluados (diez años), por raza en cada región.

REGION	RAZA			
	Indobrasil	Brahman	Gyr	Guzerat
Sureste	438	102	191	40
Centro	155	28	108	20
Norte	54	29	45	0
<b>TOTAL</b>	<b>647</b>	<b>159</b>	<b>344</b>	<b>60</b>

Cuadro 2.- Distribución de los datos evaluados (diez años), por raza en cada época.

EPOCA	RAZA			
	Indobrasil	Brahman	Gyr	Guzerat
Invierno	148	40	67	18
Primavera	195	57	80	10
Verano	154	36	99	19
Otoño	150	26	98	13
<b>TOTAL</b>	<b>647</b>	<b>159</b>	<b>344</b>	<b>60</b>

El procesamiento del semen en esta empresa es el siguiente: El semen se extrae mediante el método de electroeyaculación y se valora:

a) Volumen: la recolección se hace en tubos de 15 cc graduados, observándose este dato en forma directa.

b) Motilidad en masa: se evalúa con base en los tipos de movimiento de onda que presentan los espermatozoides, y

se expresa en porcentaje, en términos de 5 en 5 en el rango de 45 a 65%. Para esto se emplea una platina caliente, observando al microscopio una gota de semen sin diluir colocada en un portaobjeto tibio.

La medición de la motilidad se basa en el aspecto al microscopio de las ondas microscópicas del semen:

Escala descriptiva	Escala porcentual	Aspecto del modelo de ondas microscópicas
Muy pobre	45	No hay ondas, células espermáticas inmóviles
Pobre	50	No hay ondas, células espermáticas móviles.
Aceptable	55	Ondas en movimiento, apenas perceptible.
Bueno	60	Ondas aparentes, movimiento moderado.
Muy bueno	65	Ondas oscuras, marcadas en cada movimiento

c) Concentración espermática: se valora mediante el método del hematocitómetro o cámara de Spencer (22).

d) Porcentaje de espermatozoides vivos: se determina empleando colorantes para la diferenciación de acuerdo con la técnica de Swanson y Bearden, con un colorante a base de eosina-nigrosina (100).

Al semen aprobado en la evaluación in situ se le agrega la misma cantidad que se obtuvo de semen de un diluyente con 20% de yema de huevo, 2.9% de citrato de sodio, 0.6% de

fructosa, 0.2% de estreptomisina y 200 U.I. de penicilina por ml. de agua bidestilada a 34°C, de tal manera que el semen aprobado junto con este diluyente sea la mitad del total de diluyente que se agrega al semen para su congelación, posteriormente se enfria gradualmente hasta llegar a 5°C, en una hora. Al llegar a 5°C, los eyaculados se evalúan de nuevo, pero ahora por medio del movimiento individual, debido a que ya esta diluido el semen. En este paso sólo se aceptan los eyaculados con más de 60% de células móviles y con motilidad rectilínea superior a 70%.

La escala numérica y descriptiva para expresar la motilidad microscópica de células espermáticas de toros, es:

Células móviles (%)	Valor descriptivo	Valor numérico
80-100	Muy bueno	5
60-80	Bueno	4
40-60	Regular	3
20-40	Pobre	2
0-20	Muy pobre	1

Los eyaculados del mismo toro y del mismo trabajo que se aprobaron se mezclan y se les agrega un diluyente igual al anterior, pero con 14% de glicerina. Este diluyente se añade en la cantidad necesaria para que cada dosis de 0.5 cc contenga 30 millones de espermatozoides vivos y que el semen diluido tenga el 7% de glicerol. El total de diluyente para agregar se divide en cuatro porciones, agregándose cada una

a intervalos de 15 minutos. Después de aplicar el diluyente y antes de congelarla, la mezcla se mantiene de 4 a 6 horas a 5°C., para permitir que las células espermáticas se equilibren con el diluyente, de modo que los espermatozoides estén bien protegidos al momento de congelar. Posteriormente se envasa en pajillas francesas, que contienen 0.5 cc de semen diluido, esta operación se hace en un cuarto frío a 5°C.

Una vez envasado el semen, se colocan las pajillas a 15 cm de la superficie del nitrógeno líquido durante 30 minutos para que con los vapores de éste, el semen baje a -70°C. Posteriormente se colocan las pajillas en el nitrógeno líquido a -196°C. A la semana de congelado el semen, se evalúa una pajilla de cada toro trabajado, descongelándola a 36°C durante 10 segundos. Se aprueba el semen que tenga una motilidad individual mayor de 30% y por lo menos 10 millones de espermatozoides vivos por dosis.

El envasado del semen se lleva a cabo en las instalaciones que tiene la empresa en el Distrito Federal, independientemente de la región geográfica en donde se colectó el eyaculado. También es en este lugar donde se evalúa el semen una semana después de congelado

El transporte del semen al Distrito Federal se lleva a cabo en vehículo o en avión, dependiendo de la distancia a que se encuentren del Distrito Federal, ya que el semen debe ser congelado a más tardar 24 horas después de su

recolección. Durante el transporte el semen se enfria gradualmente hasta llegar a 5°C, tratando de mantener esta temperatura, colocando el semen en matraces y depositándolos dentro de cajas de poliuretano que contienen hielo.

Para la evaluación de las características del semen, se utilizó un análisis de varianza basado en un modelo factorial:

$$Y_{ijkl} = M + R_i + RE_j + E_k + R^*RE_{ij} + R^*E_{ik} + RE^*E_{jk} + R^*RE^*E_{ijk} + e_{ijkl}$$

Donde:  $Y_{ijkl}$  = una observación de características seminales.

$M$  = la media general.

$R_i$  = efecto de la  $i$ -ésima raza ( $i = 1,4$ ).

$RE_j$  = efecto de la  $j$ -ésimo región ( $j = 1,3$ ).

$E_k$  = efecto de la  $k$ -ésimo época del año ( $k = 1,4$ ).

$R^*RE_{ij}$ ;  $R^*E_{ik}$ ;  $RE^*E_{jk}$ ;  $R^*RE^*E_{ijk}$  = interacciones de primer y segundo orden entre los efectos principales.

$e_{ijkl}$  = error aleatorio.

Para comparar la proporción de eyaculados que se eliminarón al colectar, al enfriar o al descongelar el semen, se utilizó la prueba de Ji-cuadrada, haciendo las comparaciones múltiples como lo describe Navarro (65).

Se calcularon los coeficientes de correlación lineal simple entre las características estudiadas del semen y se calculó la concordancia entre la eliminación de los tres eyaculados que corresponden a cada trabajo, utilizando la Kappa de Cohen (65).

Para valorar la repetibilidad de las características del semen, entendiéndola como la similitud entre los resultados de la valoración seminal en dos colecciones del mismo toro efectuadas en tiempos distintos, se escogieron los registros de los sementales que tenían cuatro o más colecciones de semen, quedando 85 toros con un total de 668 registros. Esta información se evaluó con un modelo de efectos mixtos, en el que se incluyó al semental como fuente de variación:

$$Y_{ijkl} = M + R_i + T_{h(i)} + RE_{jk} + E_k + R^*RE_{ijk} + R^*E_{ik} + RE^*E_{ijk} + e_{ijkl}$$

Donde:  $Y_{ijkl}$  = una observación de características seminales

$M$  = la media general.

$R_i$  = efecto de la  $i$ -ésima raza ( $i = 1,4$ ).

$T_{h(i)}$  = efecto del  $h$ -ésimo toro, anidado en la  $i$ -ésima raza.

$RE_{jk}$  = efecto de la  $k$ -ésima región ( $k = 1-3$ ).

$E_k$  = efecto de la  $k$ -ésima época del año ( $k = 1-4$ ).

$R^*RE_{ijk}$ ;  $R^*E_{ik}$ ;  $RE^*E_{ijk}$  = interacciones de primer orden entre los efectos principales.

$e_{ijkl}$  = error aleatorio.

Con base en el cálculo de las esperanzas de cuadrados medios se estimó la magnitud de los componentes de varianza de cada uno de los factores incluidos en el modelo. Para la estimación de la repetibilidad se utilizaron los componentes de varianza estimados, como se indica:

$$R = \sigma^2_{\text{a}} / \sigma^2_{\text{f}} = \text{repetibilidad estimada}$$

Donde:

$\sigma^2_{\text{a}}$  = componente de varianza del semental.

$\sigma^2_{\text{f}}$  = varianza fenotípica.

El error estándar de la estimación de repetibilidad se obtuvo siguiendo las indicaciones de Becker (13).

### 3.2 EVALUACION DE LA LIBIDO EN TOROS BOS INDICUS.

En la segunda parte se llevaron a cabo pruebas para determinar la libido. Se realizaron pruebas con cinco lotes de 4 toros Indobrasil con experiencia sexual, propiedad de un rancho particular de la zona de San Rafael, Veracruz, con una altitud de 60 m. sobre el nivel del mar, 20°4' de latitud norte y 97°3' de longitud oeste. La temperatura media anual es de 24°C y la precipitación de 1743.4 mm. La clasificación climática corresponde al tipo AF (m) (e), caliente húmedo con lluvias todo el año (45), no hay una estación seca bien definida y la temperatura media es mayor a 18°C durante todos los meses del año (69).

Las pruebas se llevaron de la siguiente manera: se formaron grupos de cuatro toros que se expusieron a seis hembras de la raza Indobrasil. Las hembras eran adultas, secas, no gestantes y sin cría al pie. Con la finalidad de que se encontraran en estro al ser expuestas a los machos, 72 horas antes de dicha exposición a cada hembra se le aplicaron 25 mg. de prostaglandina F2 alfa (PGF2) por vía intramuscular, previa palpación rectal para verificar la presencia de un cuerpo luteo. Tanto las hembras que manifestaron el estro como aquellas que no lo presentaron se introdujeron en un corral, previa identificación mediante un número pintado en sus costados en color sobresaliente. Se introdujeron los toros a probar de manera sucesiva de uno en uno, registrándose durante treinta minutos las manifestaciones de interés sexual del semental. En el mismo día se repitió la prueba en un potrero para ver si existe relación entre el comportamiento de un semental en el corral y el comportamiento en el campo.

La prueba de corral se llevó a cabo en una superficie de aproximadamente 1,000 m<sup>2</sup> y la de potrero en una superficie cercana a las 4 hectáreas.

Los sementales volvieron a probarse de la misma manera quince días después con la finalidad de determinar la repetibilidad en su comportamiento sexual.

Las conductas registradas fueron:

a) Ademán de monta. - Movimientos rápidos de la cabeza y de las patas delanteras del macho hacia la hembra.

b) Intento de monta. - Movimientos de monta en los que el toro no logra apoyarse sobre la grupa de la hembra o ésta se mueve.

c) Monta incompleta. - El toro se apoya sobre la grupa de la hembra pero no logra eyacular, aún cuando haya penetrado a la hembra.

d) Monta completa. - El toro monta a la hembra, esta se queda completamente quieta, y el macho eyacula (lo que se infiere por el movimiento de propulsión del semental).

e) Lamer. - El toro lame la región genital de la hembra.

f) Olfateo. - El semental olfatea la región genital de la hembra.

g) Seguir. - El toro sigue a una hembra que se separa del hato.

h) Tope de atracción. - El macho topetea a la vaca con la intención de llamar su atención. Se distingue del tope de tipo agresivo o competitivo, porque éstos son mucho más violentos.

Las observaciones se realizaron aproximadamente a 15 m de distancia, con el fin de identificar a los animales sin

que la presencia de los observadores alterara el comportamiento sexual.

Se asignó una calificación a cada una de las actividades realizadas por el toro siendo de valor inferior aquellas actividades que se consideraron de inspección, en comparación con las propiamente sexuales. La calificación final que se le dió a cada toro durante los 10, 20 y 30 minutos fue la suma de los puntos que acumularon en función de las actividades realizadas durante cada periodo de acuerdo a la siguiente escala:

Conducta	Calificación
Sigue a la hembra	1
Lame órganos genitales	2
Huele órganos genitales	2
Tope de atracción	4
Ademán de monta	5
Intento de monta	7
Monta incompleta	9
Monta completa	10

Para examinar los resultados de las pruebas se hicieron estadísticas descriptivas y se obtuvo la correlación del resultado en la prueba en corral con la de potrero (correlación de Spearman), así como entre los distintos periodos (diez, veinte y treinta minutos) en cada tipo de prueba. Así como la prueba binomial para comparar la

frecuencia con que se registró cada conducta en la prueba de libido en corral y en potrero.

## IV RESULTADOS.

### 4.1 RESULTADOS DE LA EVALUACION DE SEMEN.

Para conocer que efectos inciden sobre las variables estudiadas se llevó a cabo un análisis de varianza (Cuadro 3), las medidas porcentuales como son motilidad y espermatozoides vivos, fueron transformadas al Arco Seno de la raíz cuadrada de la proporción para su análisis (94). Se observa que para la variable volumen se encontró un efecto significativo ( $P < 0.05$ ), de la región únicamente. Con respecto a la concentración espermática del semen, solamente la raza tiene efecto ( $P < 0.05$ ), no así las demás fuentes de variación. Lo anterior también se encontró al analizar el porcentaje de espermatozoides vivos, existiendo un efecto altamente significativo ( $P < 0.01$ ), de la raza. Esto mismo se observó en cuanto al porcentaje de motilidad, teniendo un efecto la raza y la interacción época-región ( $P < 0.01$ ).

Como se puede observar en el cuadro 4, existe una tendencia del ganado Gyr y Guzerat a presentar un menor volumen de eyaculado en comparación a las demás razas, aunque la diferencia no fue significativa ( $P > 0.05$ ). En contraste la concentración espermática fue superior en la raza Gyr y Guzerat que en la Brahman, observándose una diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.01$ ) entre estas razas. En cuanto al porcentaje de espermatozoides vivos existe la misma tendencia del ganado Brahman a ser inferior junto con la raza Indobrasil, siendo

mayor el número de espermatozoides clasificados como vivos en la raza Gyr, existiendo una diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.01$ ). En el caso de la motilidad la raza Gyr fue superior a las demás razas, determinándose una diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) con la raza Indobrasil

En el cuadro 5, puede apreciarse que el volumen eyaculado, concentración, porcentaje de espermatozoides vivos y motilidad fueron similares en las cuatro épocas. El análisis estadístico indicó que no existe diferencia significativa ( $P > 0.05$ ), de las características del semen en relación a la época.

Al evaluarse las características del semen de acuerdo a la región donde éste fue colectado se observa en el cuadro 6 que la única diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ), se dio en la característica del volumen, que fue mayor en los sementales que se encuentran en el Sureste en comparación a los del Centro y el Norte del país. No se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ) en concentración, porcentaje de espermatozoides vivos y motilidad entre las regiones.

Como se aprecia en el cuadro 7, se eliminaron 117 eyaculados en el momento de la recolección del semen de un total de 3630 eyaculados, correspondiendo esto al 3.2% del total de los eyaculados. Al analizarse por raza se encontró que la raza Brahman fue la que tuvo mayor porcentaje de eliminación de eyaculados a la recolección (4.6%) siendo en

los toros Gyr en los que menos eyaculados se eliminaron (2%) observándose una diferencia significativa entre estas dos razas ( $P < 0.05$ ). En cuanto a la eliminación al enfriado ( $5^{\circ}\text{C}$ ), las diferencias entre raza no fueron tan marcadas, se encontró que de los 3513 eyaculados se eliminaron 404, que corresponden al 11.5%. Se observa una diferencia porcentual entre la raza Brahman y Guzerat, sin embargo el análisis estadístico indica que no existe diferencia significativa ( $P > 0.05$ ).

En el cuadro 8, se presenta el porcentaje de eliminación de eyaculados en el momento de la recolección así como en el enfriado, en relación a las épocas. No se encontraron diferencias significativas en los porcentajes de eliminación a nivel de recolección y de enfriado en relación a la época ( $P > 0.05$ ).

Cuando se analizó la cantidad de eyaculados que se eliminaron al recolectarse en función de las regiones (Cuadro 9), no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). Con lo que respecta a nivel de enfriado ( $5^{\circ}\text{C}$ ), se eliminó más en la región del Sureste con un 12.9%, siendo menor en la región del Centro con un 8.7%, ( $P < 0.01$ ).

En cuanto a la eliminación de los eyaculados una semana después de congelados, en la raza Guzerat se aprueba un menor porcentaje (56.6%), que en la raza Gyr (74.4%) ( $P < 0.05$ ). En el caso de las razas Indobrasil y Brahman no hubo diferencias (Cuadro 10). Al analizar en relación a la

época del año en que se obtuvo el eyaculado se encontró que en Primavera se acepta un menor porcentaje de eyaculados una vez congelados (66.0%), siendo la época de Otoño donde se acepta un mayor porcentaje (75.2%). La diferencia entre primavera y otoño fué altamente significativa ( $P < 0.01$ ).

El porcentaje de eyaculados aceptados fue significativamente mayor ( $P < 0.01$ ) en la región del Centro (79.1%) que en la del Sureste (66.5%) (Cuadro 12).

Como quedó explicado en la sección de material y métodos, cada vez que se trabaja un toro se extraen tres eyaculados, los eyaculados del mismo toro que se aprueban en el enfriamiento se mezclan para envasar y congelar. Debido a esto son 1210 congelaciones, de las cuales el 70% se aprobaron al llevarse a cabo otra evaluación una semana después de su congelación. Siendo rechazado el 29.9% o sea 362 congelaciones. Esto quiere decir que del total de eyaculados obtenidos en diez años, el 3.2% se eliminó cuando el semen fue colectado, el 11.5% en el enfriado ( $5^{\circ}\text{C}$ ) y el 29.9% una semana después de haber sido congelados los eyaculados. Esto indica que la mayor eliminación de eyaculados ocurre después de congelado el semen.

Se encontró que 108 de los 117 eyaculados que se eliminaron a la recolección fueron del primer eyaculado, mientras que solamente se eliminaron 3 segundos eyaculados y 6 terceros eyaculados. En el caso del enfriado se eliminaron 404 que correspondieron a 348, 25 y 31 primeros,

segundos y terceros eyaculados respectivamente. Esto indica que el mayor porcentaje de los eyaculados eliminados corresponden a la primera colección de semen.

Al determinarse la concordancia Kappa de Cohen, ésta fue de  $K = 18.25\%$  ( $P < 0.01$ ), o sea que si uno o dos de los eyaculados de un toro son eliminados antes de la congelación, la posibilidad de que se elimine el ó los eyaculados restantes después de congelados es de 18.25% más que si no se eliminara ningún eyaculado.

En el cuadro 13, se observa que la raza que produjo un mayor número de pajillas por eyaculado es la Indobrasil, con un promedio de 77 dosis por eyaculado, siendo la raza Guzerat la que proporcionó un número menor de pajillas por eyaculado ( $n=66$ ), sin embargo la diferencia no fue estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ).

Al analizar el número de pajillas obtenidas por eyaculado en función a las épocas, se observa una tendencia a que la época en la que se obtuvo un mayor número de pajillas por eyaculado fue en Verano, siendo menor en la época de Otoño, aunque la diferencia no fue significativa ( $P > 0.01$ ), (Cuadro 14).

El cuadro 15 contiene la comparación de las pajillas obtenidas de acuerdo a la región geográfica, el número de pajillas fue mayor en la región del Norte, siendo menor en la zona Centro. La diferencia no fue significativa ( $P > 0.05$ ).

Los resultados del análisis de correlaciones (Cuadro 16), muestran una correlación alta y positiva ( $r=0.74$ ) entre motilidad y porcentaje de espermatozoides vivos, existiendo también una correlación positiva de  $r=0.29$  entre motilidad y concentración espermática, así como concentración y porcentaje de espermatozoides vivos, siendo esta de  $r=0.31$ . A su vez se encontró una correlación negativa de  $r=-0.06$  entre volumen y motilidad espermática, siendo esta misma correlación entre volumen y concentración espermática. No se encontró una correlación significativa entre volumen del eyaculado y porcentaje de espermatozoides vivos.

Se encontró una repetibilidad de  $0.07 \pm 0.01$ ,  $0.08 \pm 0.03$  y  $0.17 \pm 0.04$  para las características de concentración espermática, motilidad y volumen del eyaculado respectivamente, si el semental es trabajado una sola vez. Para el porcentaje de espermatozoides vivos el error estándar de la repetibilidad estimada fue demasiado grande para considerar que es un estimador útil (cuadro 17).

**Cuadro 3.- Cuadrados medios de los análisis de varianza de las características del semen.**

Variable	g.l.	Volumen	Concentración	Vivos % <sup>1</sup>	mot <sup>1</sup>	# pajillas
Raza	3	2148.50	568.270*	0.06553**	0.01215**	614.97
Región	2	4334.87*	160.804	0.01055	0.00218	5243.80
Epoca	3	816.49	414.328	0.01119	0.00374	4820.19
Raza*Región	5	1901.56	336.093	0.01325	0.00353	1031.26
Epoca*Raza	9	911.50	202.365	0.00471	0.00235	1890.73
Epoca*Región	6	2362.33	436.858	0.02156	0.00754**	4660.04**
Epoca*Raza*Región	14	1020.33	233.660	0.01717	0.00233	1376.21
Error	1167	1132.65	214.874	0.01463	0.00255	2049.19

\*\* Altamente significativo (P<0.01)

\* Significativo (P<0.05)

<sup>1</sup> Analizado con base en la transformación de Bliss (94).

**Cuadro 4.- Promedio de las características del semen en cada raza.**

RAZA	#	VOLUMEN <sup>(1)</sup>	CONCENTRACION <sup>(2)</sup>	VIVOS(%) <sup>(3)</sup>	MOTILIDAD <sup>(3)</sup>
Indobrasil	647	11.7±3.5*	340.9±148.6**	69.4±9.4*	57.7±4.5*
Brahman	159	11.5±3.5*	314.9±148.0*	68.4±9.6*	57.7±4.0**
Gyr	344	10.3±3.1*	376.4±146.6*	72.0±8.4*	58.9±3.7*
Guzerat	60	10.7±3.5*	376.4±140.3*	70.7±8.3**	57.5±4.2**

(1) Unidades expresadas en cc

(2) Millones de espermatozoides por cc

(3) Unidades expresadas en porcentaje.

\*\* En cada columna, los promedios que no comparten por lo menos una literal difieren significativamente (P<0.01)

**Cuadro 5.- Promedio de las características del semen en relación a la época.**

EPOCA	#	VOLUMEN <sup>(1)</sup>	CONCENTRACION <sup>(2)</sup>	% VIVOS <sup>(3)</sup>	MOTILIDAD <sup>(3)</sup>
Invierno	273	11.4±3.4	354.0±149.0	69.7±8.8	58.0±4.0
Primavera	342	11.3±3.5	339.9±145.4	69.9±9.2	58.1±4.2
Verano	308	11.1±3.6	355.4±146.8	70.4±9.4	58.4±4.1
Otoño	287	11.2±3.4	349.6±154.9	70.2±9.4	57.7±4.8

- (1) Unidades expresadas en cc  
 (2) Millones de espermatozoides por c.c.  
 (3) Unidades expresadas en porcentaje.  
 No hubo diferencia significativa (P>0.05)

**Cuadro 6.- Promedio de las características del semen en cuanto a la región.**

REGIONES	#	VOLUMEN <sup>(1)</sup>	CONCENTRACION <sup>(2)</sup>	% VIVOS <sup>(3)</sup>	MOTILIDAD <sup>(3)</sup>
Sureste	771	11.7±3.5 <sup>a</sup>	356.5±153.3	69.7±8.9	57.7±4.2
Centro	311	10.3±3.2 <sup>b</sup>	342.3±136.4	71.3±9.5	58.8±4.2
Norte	128	10.7±3.5 <sup>b</sup>	323.0±147.4	69.3±10.2	58.4±4.7

- (1) Unidades expresadas en cc  
 (2) Millones de espermatozoides por cc  
 (3) Unidades expresadas en porcentaje.  
 Letras diferentes indican diferencia altamente significativa en volumen (P<0.01).  
 No hubo diferencias significativas en concentración, porcentaje de vivos y motilidad.

**Cuadro 7.- Eyaculados de diferentes razas de toros que se eliminaron a la recolección y después del enfriamiento a 5°C**

RAZA	#	ELIMINACION DESPUES DE			
		RECOLECCION		ENFRIADO (5 °C)	
		#	%	#	%
Indobrasil	1941	69	3.5 <sup>ab</sup>	215	11.5
Brahman	477	22	4.6 <sup>b</sup>	48	10.5
Gyr	1032	21	2.0 <sup>a</sup>	112	11.0
Guzerat	180	5	2.7 <sup>ab</sup>	29	16.5
<b>Total</b>	<b>3630</b>	<b>117</b>		<b>404</b>	

En recolección letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ )

En enfriado no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ )

**Cuadro 8.- Eyaculados que se eliminaron a la recolección y en el enfriado (5°C), en relación a la época.**

EPOCA	#	ELIMINACION DESPUES DE			
		RECOLECCION		ENFRIADO (5 °C)	
		#	%	#	%
Invierno	819	33	4.0	79	10.0
Primavera	1026	34	3.3	110	11.0
Verano	924	29	3.1	117	13.0
Otoño	861	21	2.4	98	11.6
<b>Total</b>	<b>3630</b>	<b>117</b>		<b>404</b>	

No se encontró diferencia estadística significativa ( $P > 0.05$ )

**Cuadro 9.- Eyaculados que se eliminaron a la recolección y enfriado (5°C), en relación a las regiones**

REGIONES	ELIMINACION DESPUES DE				
	#	RECOLECCION		ENFRIADO (5 °C)	
		#	%	#	%
Sureste	2313	73	3.1	289	12.9 <sup>a</sup>
Centro	933	27	2.8	79	8.7 <sup>b</sup>
Norte	384	17	4.4	36	9.8 <sup>ab</sup>
<b>Total</b>	<b>3630</b>	<b>117</b>		<b>404</b>	

En recolección no se observaron diferencias estadísticas significativa (P>0.05).

En enfriado letras diferentes indican diferencia estadística altamente significativa (P<0.01)

**Cuadro 10.- Eyaculados aprobados después de la congelación en relación a la raza**

RAZA	#	APROBADOS		RECHAZADOS #
		#	%	
Indobrasil	647	446	68.9 <sup>ab</sup>	201
Brahman	159	112	70.4 <sup>ab</sup>	47
Gyr	344	256	74.4 <sup>a</sup>	88
Guzerat	60	34	56.6 <sup>b</sup>	26
<b>Total</b>	<b>1210</b>	<b>848</b>		<b>362</b>

Valores que no comparten literal son estadísticamente diferentes (P<0.05).

**Cuadro 11.- Eyaculados aprobados después de la congelación en relación a la época.**

EPOCAS	#	APROBADOS		RECHAZADOS
		#	%	#
Invierno	273	200	73.2 <sup>ab</sup>	73
Primavera	342	226	66.0 <sup>a</sup>	116
Verano	308	206	66.8 <sup>ab</sup>	102
Otoño	287	216	75.2 <sup>b</sup>	71
<b>Total</b>	<b>1210</b>	<b>848</b>		<b>362</b>

Valores que no comparten literal son estadísticamente diferentes ( $P < 0.01$ )

**Cuadro 12.- Eyaculados aprobados después de la congelación en relación a la región**

REGIONES	#	APROBADOS		RECHAZADOS
		#	%	#
Sureste	771	513	66.5 <sup>a</sup>	258
Centro	311	246	79.1 <sup>b</sup>	65
Norte	128	89	69.5 <sup>ab</sup>	39
<b>Total</b>	<b>1210</b>	<b>848</b>		<b>362</b>

Valores que no comparten literal son estadísticamente diferentes ( $P < 0.01$ ).

**Cuadro 13.- Pajillas obtenidas por eyaculado,  
en relación a la raza**

RAZA	# DE PAJILLAS
Indobrasil	77.0±45.7
Brahman	74.3±40.1
Gyr	73.9±48.9
Guzerat	66.7±31.2

No se encontró diferencia estadística significativa (P>0.05)

**Cuadro 14.- Pajillas obtenidas por eyaculado,  
en relación a la época**

EPOCA	# DE PAJILLAS
Invierno	76.9±50.7
Primavera	75.0±38.7
Verano	77.1±53.3
Otoño	72.1±37.5

No se encontró diferencia estadística significativa (P>0.05)

**Cuadro 15.- Pajillas obtenidas por eyaculado,  
en relación a la región**

REGIONES	# DE PAJILLAS
Sureste	76.9±47.9
Centro	69.7±38.2
Norte	79.1±44.3

No se encontró diferencia estadística significativa (P>0.05)

**Cuadro 16.- Coeficientes de Correlación para las medidas:  
volumen, motilidad, concentración y  
porcentaje de espermatozoides vivos**

Variables correlacionadas:	r
Motilidad-Concentración espermática	0.29**
Motilidad-Porcentaje de vivos	0.74**
Concentración-Porcentaje de vivos	0.31**
Volumen-Motilidad espermática	-0.06*
Volumen-Porcentaje de vivos	-0.03 ns.
Volumen-Concentración espermática	-0.06*

\*\* Altamente significativo (P<0.01)

\* Significativo (P<0.05)

ns. No significativo

**Cuadro 17.- Precisión esperada al repetir la evaluación de  
las diferentes características del semen.\***

Precisión esperada en cada característica			
# de pruebas	Concentración espermática	Motilidad espermática	Volumen eyaculado
1	.07	.08	.17
2	.13	.14	.25
3	.18	.20	.38
4	.23	.25	.45
5	.27	.30	.50
6	.31	.34	.55
10	.42	.46	.67
25	.65	.68	.83
50	.80	.81	.91

\* El cálculo se basa en la reducción del error de medición de acuerdo a la repetibilidad estimada.

#### 4.2 RESULTADOS DE LA EVALUACION DE LA LIBIDO.

El cuadro 18 muestra que la mayor actividad realizada por los toros durante la prueba en corral se llevó a cabo en los primeros diez minutos, disminuyendo sucesivamente a los 20' y 30 minutos de la prueba. Del total de cada una de las actividades sexuales, desarrolladas en la prueba en corral, las principales actividades durante los primeros diez minutos fueron: monta completa (70%), lamer órganos genitales (62%), seguir a la hembra (60%) y oler órganos genitales (58%). Entre los 10 y los 20 minutos las principales actividades fueron: Ademán de monta (41%), topes de atracción (36%), monta incompleta (33%) y oler órganos genitales (30%). En el lapso de veinte a treinta minutos, éstas actividades fueron: tope de atracción (40%), ademán de monta (35%), intento de monta (29%) y lamer genitales (20%).

En el cuadro 18, pueden apreciarse también las actividades desarrolladas por los toros en las pruebas en potrero, notándose una actividad similar entre los primeros diez minutos y el lapso comprendido entre los 10 y los 20 minutos, disminuyendo posteriormente. Del total de cada una de las actividades sexuales de las pruebas en potrero, las principales durante los primeros diez minutos fueron: oler genitales (62%), tope de atracción (44%), lamer genitales (42%) e intento de monta (41%). Entre los diez y veinte minutos, las principales actividades fueron: monta completa (67%), ademán de monta (45%), seguir a la hembra (44%) e

intento de monta (44%), y en el tiempo transcurrido entre los veinte y treinta minutos en la prueba en potrero las principales actividades fueron: monta incompleta (33%), lamero genitales (31%), además de monta (26%) y tope de atracción (20%).

El mayor número de montas completas (n=7) se realizaron durante los primeros diez minutos en la prueba en corral, no así para la prueba en potrero que se realizó entre el lapso de diez y veinte minutos (n=2), apreciándose además un mayor número de montas completas en la prueba en corral que en potrero (10 vs 3 respectivamente). Las conductas de lamero y oler genitales son de las actividades realizadas con más frecuencia por los toros durante los primeros diez minutos tanto en la prueba en corral como en potrero, siendo el además de monta para los subsecuentes minutos en ambas pruebas una de las conductas más frecuentes.

Al realizarse la comparación entre las frecuencias de las actividades que se desarrollaron en la prueba en corral y las realizadas en la prueba en potrero, se observa en el cuadro 19 que durante la prueba en corral fue más frecuente que el toro oliera los genitales de las hembras ( $P < 0.05$ ). Si bien la frecuencia de monta no fue significativamente distinta entre ambos tipos de pruebas, ocurrió más en corral que en potrero (10 vs 3 veces). Siendo en potrero significativamente más frecuente ( $P < 0.05$ ) la monta

incompleta (64%), seguir a la hembra (62%) y el ademán de monta (59%).

Las actividades sexuales desarrolladas por los toros fueron principalmente con las hembras en estro, como se demuestra en el cuadro 20, así tenemos que monta completa y monta incompleta solo lo realizaron con hembras en estro, y más del 90% de las actividades de ademán de monta, intento de monta y tope de atracción fueron realizadas con hembras que manifestaban estro, siendo con estas mismas hembras en que realizaron más del 60% de las demás actividades sexuales. Es interesante observar la selectividad que tiene el toro para interactuar con las hembras que mostraron signos de celo, en relación con aquellas que no presentaban estro.

Se observa además que si bien el 35% de las actividades de seguir son hacia hembras que no manifestaban estro, solo realizan actividades de inspección como oler (23%) y lamer (18%) los órganos genitales de estos mismos animales, no realizando ninguna monta completa en alguna de estas hembras.

Al analizarse las actividades sexuales realizadas por los toros en la prueba en corral en función de que si estaba o no en estro la hembra (cuadro 21), se aprecia una diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) entre las actividades desarrolladas por los toros entre las hembras en

estro y aquéllas que no lo presentaban exceptuando seguir a la hembra en que no hubo diferencia significativa ( $P > 0.05$ ).

El cuadro 22 muestra que las actividades sexuales de los toros durante la prueba en potrero se realizó principalmente con hembras en estro ( $P < 0.01$ ) en comparación con aquellas que no lo presentaron exceptuando monta completa y seguir a la hembra en que no se observó diferencia significativa.

Como se explicó en material y método, se le dió a cada una de las actividades sexuales desarrolladas por los toros, una calificación con el fin de obtener las correlaciones entre los diferentes lapsos en la prueba en corral así como en la de potrero, y entre ambas pruebas, el cuadro 23 contiene los valores de correlación entre las pruebas en corral y en potrero, así como la correlación entre las diferentes fracciones de cada prueba: 0 a 10 minutos, 10 a 20 y 20 a 30 minutos. Los valores son todos altos y altamente significativos, así tenemos que existe una alta correlación entre las calificaciones dadas a los 10 con los 20 minutos, así como entre los 10 y los 30 minutos y los 20 con los 30 minutos en la prueba en corral, siendo esta de  $r=0.73$ ,  $r=0.76$  y  $r=0.80$  ( $P < 0.01$ ) respectivamente. Siendo de  $r=0.90$ ,  $r=0.48$  y  $r=0.71$  para la prueba en potrero. Ocurre lo mismo al correlacionar las calificaciones dadas en la prueba en corral con la de potrero a los 10, 20 y 30 minutos, siendo esta de  $r=0.55$ ,  $r=0.80$  y  $r=0.96$  ( $P < 0.01$ ).

respectivamente. La correlación entre la primera con la segunda prueba de la libido en corral, solo fue significativa a los 20 minutos, siendo de  $r=0.67$  ( $P<0.05$ ), sucediendo lo mismo con la prueba en potrero, que fue de  $r=0.77$  ( $P<0.05$ ).

**Cuadro 18.-** Porcentaje de actividades sexuales desarrolladas por los toros durante cada periodo de 10 minutos de la prueba de libido. Los datos se expresan como porcentaje del total de actividades desarrolladas durante los 30 minutos de la prueba.

ACTIVIDADES	Prueba en Corral			Prueba en Potrero		
	10'	20'	30'	10'	20'	30'
Ademán de monta	24	41	35	29	45	26
Intento de monta	55	16	29	41	44	16
Monta incompleta	50	33	17	38	29	33
Monta completa	70	20	10	33	67	0
Lamer genitales	62	18	20	42	28	30
Oler genitales	58	30	12	62	31	7
Seguir a la hembra	60	28	12	37	44	20
Tope de atracción	24	36	41	44	36	20

**Cuadro 19.-** Distribución de la actividad sexual de los toros en prueba en corral y prueba en potrero

ACTIVIDADES	CORRAL		POTRERO	
	numero	(%)	numero	(%)
Ademán de monta*	54	(41)	77	(59)
Intento de monta**	31	(49)	32	(51)
Monta incompleta**	12	(36)	21	(64)
Monta completa**	10	(77)	3	(23)
Lamer genitales**	84	(54)	72	(46)
Oler genitales*	204	(55)	164	(45)
Seguir a la hembra*	25	(38)	41	(62)
Tope de atracción**	42	(48)	45	(52)

\* La frecuencia fue significativamente distinta entre ambas pruebas ( $p < 0.05$ )

\*\* La diferencia en el número de actividades fue altamente significativa ( $p < 0.01$ ).

\*\* El resultado de la prueba en corral y en potrero fue similar ( $p > 0.05$ )

**Cuadro 20.** Distribución de la actividad sexual de los toros de acuerdo a si las hembras que recibían la actividad se encontraban o no en estro.

ACTIVIDADES	HEMBRAS EN ESTRO		HEMBRAS SIN ESTRO	
	número	%	número	%
Además de monta	123	(94)	8	(6)
Intento de monta	59	(94)	4	(6)
Monta incompleta	33	(100)	0	(0)
Monta completa	13	(100)	0	(0)
Lamer genitales	128	(82)	28	(18)
Oler genitales	282	(77)	86	(23)
Seguir a hembra	43	(65)	23	(35)
Tope de atracción	81	(93)	6	(7)

**Cuadro 21.** Distribución de las actividades sexuales de los toros durante la prueba en corral, entre las hembras en estro y las que no manifestaban estro.

ACTIVIDADES	TIPO DE HEMBRA			
	Estro		No estro	
	número	%	número	%
Finta de monta**	53	(98)	1	(2)
Intento de monta**	28	(90)	3	(10)
Monta incompleta**	12	(100)	0	(0)
Monta completa**	10	(100)	0	(0)
Lame genitales**	64	(76)	20	(24)
Oler genitales**	157	(77)	47	(23)
Sigue a hembra**	16	(64)	9	(36)
Tope de atracción**	41	(98)	1	(2)

\*\* La diferencia en el número de actividades desarrolladas por los machos entre las hembras en estro y aquellas que no lo presentaban fue altamente significativa ( $P < 0.01$ ).

\*\* Las actividades de los machos entre las hembras que presentaban estro y aquellas que no lo presentaban fue similar ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 22.** Distribución de las actividades sexuales de los toros durante la prueba en potrero, entre las hembras en estro y las que no manifestaban estro.

ACTIVIDADES	TIPO DE HEMBRA			
	Estro		No estro	
	numero	%	numero	%
Finta de monta**	70	(91)	7	(9)
Intento de monta**	31	(97)	1	(3)
Monta incompleta**	21	(100)	0	(0)
Monta completa**	3	(100)	0	(0)
Lame genitales**	64	(89)	8	(11)
Oler genitales**	125	(76)	39	(24)
Sigue a hembra**	27	(66)	14	(34)
Tope de atracción**	40	(89)	5	(11)

\*\* La diferencia en el número de actividades desarrolladas por los machos entre las hembras en estro y aquellas que no lo presentaban fue altamente significativa ( $P < 0.01$ ).

\*\* Las actividades de los machos entre las hembras que presentaban estro y aquellas que no lo presentaban fue similar ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 23.-** Correlación de la prueba de corral con la de potrero, y entre periodos de la misma prueba, una vez habiendo calificado a los toros.

Grupo	Coefficiente de correlación*	Significancia
<b>Corral-corral</b>		
Diez-Veinte min	0.73719	0.01
Diez-treinta	0.76502	0.01
Veinte-treinta	0.80344	0.01
<b>Potrero-Potrero</b>		
Diez-Veinte min	0.90541	0.01
Diez-treinta	0.48423	0.05
Veinte-treinta	0.71970	0.01
<b>Corral-Potrero</b>		
Diez minutos	0.55738	0.01
Veinte minutos	0.80270	0.01
Treinta minutos	0.96798	0.01

\* correlación de Spearman

## V DISCUSION.

En este estudio se encontró que al comparar las características seminales entre razas, el único parámetro que no varió entre razas fué el de volumen promedio. Esto puede indicar que las poblaciones de estas razas son diferentes en sus aspectos reproductivos, no variando en volumen posiblemente debido al método de extracción de semen, aunque éste último punto merece posterior investigación. Estas variaciones han sido mencionadas por otros autores (22, 83, 89), dando como posible explicación que algunas razas son explotadas más rústicamente que otras y que esto influye en la alimentación, manejo y por lo tanto en su comportamiento como reproductores (22). En el caso del presente estudio el efecto de la raza sobre las características seminales fué significativo aun cuando los animales son explotados en condiciones similares de manejo tecnificado, lo cual sugiere que aunque las condiciones de habitat son aparentemente equiparables aun así persisten diferencias que merecen atención futura en investigación. El valor de la motilidad inicial del semen, fue similar al 60% informado por Barwise et al. (12), quienes indican además que la motilidad del semen del ganado Bos indicus es menor que la que se observa en Bos taurus. La concentración espermática varió significativamente ( $P < 0.01$ ) entre las razas, siendo esto mencionado por Herrera (50) y por Fields y colaboradores (39).

En los resultados obtenidos en el presente trabajo, no se observaron diferencias significativas de las características del semen en relación a la época del año. Esto concuerda con lo informado por Cuevas (22), Herrera (50) y Kumi-diaka (55), que trabajaron con el mismo tipo de ganado. Kumi-diaka y Zemjanis (54), concluyeron que el clima tropical y otros factores del medio ambiente no alteran el patrón de la espermatogénesis en ganado Bos indicus.

Hay estudios que establecen que la calidad del semen disminuye cuando la intensidad del verano es severa y prolongada, pero no cuando es leve y transitoria (24, 25). Así Menéndez et al. (59) no observaron diferencias significativas en las características seminales durante todo el año debido posiblemente a que los toros cebú se encontraban en un centro de Inseminación Artificial, con una dieta balanceada de forraje verde, heno y concentrado. En efecto Chalapathy y Ramamohana. (25) pusieron de manifiesto la importancia de proporcionar a los toros Bos indicus un cobertizo y un medio refrescante durante el verano, ellos encontraron diferencia significativa en cuanto a la concentración espermática de los animales protegidos y no protegidos, siendo menor en aquellos animales que permanecían a la intemperie. Los autores sugieren que las diferencias posiblemente fueron debidas a que la temperatura ambiental afectó el mecanismo termoregulador de los testículos y dañó ciertas proteínas espermatogénicas termo-lábiles, así como a las espermátidas jóvenes.

Hardin et al. (49) e Igboeli et al. (51) encontraron variaciones estacionales significativas del volumen eyaculado, concentración y morfología espermática siendo menores en la época de Verano, atribuyendo lo anterior a las altas temperaturas de esta estación en el trópico, aunado a la pobre calidad y cantidad de alimento disponible en este tiempo.

Es interesante que en nuestro estudio no se hayan encontrado diferencias estacionales. Esto puede ser debido a que la mayoría de los toros trabajados son sementales de ganaderías tecnificadas que llevan a cabo rotación de potreros, o los mantienen estabulados para su cuidado, realizándoles extracciones de semen periódicamente para congelar su semen y llevar a cabo programas de Inseminación Artificial.

En este estudio el promedio del volumen eyaculado durante las diferentes épocas del año se encuentra por encima de lo informado (6.9 ml.) en Cuba por Alva et al. (1) quienes trabajaron con ganado Brahman, pero la concentración espermática fué inferior en este estudio (349.7 millones/ml vs. 1660 millones/ml). Esto posiblemente se deba a la forma de extracción del semen, ya que Alva (1) utilizó vagina artificial y nosotros electroeyaculación. Ya se ha informado que las muestras de semen obtenidas con electroeyaculador tienen mayor volumen y menor concentración espermática que los obtenidos con vagina artificial (7, 33, 48).

La motilidad encontrada en este estudio (58.0%) fué similar a lo ya informado por Igboeli et al (51), que encontraron el 58.2%, no así para el porcentaje de espermatozoides vivos (70.0%) que fue inferior en este estudio al (82.2, 80.7 y 84.3%) encontrados por Igboeli et al. (51), Tomar et al (96) y Chalapathy et al (25) respectivamente. Como en el caso anterior, las diferencias puedan ser debidas al método de extracción del semen, con electroeyaculación el volumen seminal es mayor y existen estudios que indican el efecto dañino que produce el plasma seminal del bovino sobre la motilidad y sobrevivencia de los espermatozoides (10, 37, 90). Entre mayor sea la cantidad de plasma seminal menor será la duración de la motilidad de los espermatozoides (10). Este efecto del plasma seminal posiblemente también repercute en el congelamiento de los mismos, siendo necesario llevar a cabo estudios para esclarecer si existen variaciones en la recuperación post-congelamiento debidas al método de recolección del semen.

Los resultados obtenidos en cuanto al porcentaje total de eyaculados que son eliminados antes y después de la congelación son parecidos a los informados por Raja y Rao (77), ya que fueron 43.3% contra 39.8% respectivamente. En cuanto al porcentaje que se elimina antes del congelamiento del semen, éste fué inferior (14.3%), en relación a lo hallado por Raju y Rao (79), que fué de 25%. Posiblemente debido al criterio con que se evaluó el semen, ya que mientras que en este estudio se congelaron eyaculados con

motilidad de hasta 55%, en el experimento de Raju y Rao (79) sólo se congelaron eyaculados con más del 65% de motilidad, reflejándose también en el porcentaje de eyaculados que se eliminan después del descongelado, siendo mayor en este estudio (29%), a lo obtenido por Raju y Rao (79), que fué de 4.4%. Hay que recordar que la motilidad se reduce hasta en un 50% durante la congelación (72, 75). De ahí el alto porcentaje de eyaculados que se eliminan después de congelados, ya que sólo se aceptan aquellas muestras que tengan una motilidad superior al 30% al descongelar.

No se observaron diferencias significativas de los eyaculados que se eliminan en la colección y en el enfriado en las diferentes épocas. No así en el post-descongelado donde se encontró que se eliminan más en Primavera y Verano, siendo en Otoño e Invierno las épocas con menos eyaculados eliminados, existiendo una diferencia significativa entre Primavera y Otoño ( $P < 0.01$ ). Lo anterior es similar a lo encontrado por Amir et al. (5), quien indica una mayor proporción de eyaculados eliminados en Verano que en Invierno, pero sin ser una diferencia significativa. Una situación importante de considerar es el hecho de que existen trabajos (52, 75) que indican que el semen colectado en Otoño e Invierno y almacenado a  $-196^{\circ}\text{C}$  produce un mayor índice de concepción que el semen colectado en Primavera y Verano. El estudio más representativo es posiblemente el de Sullivan y Elliot, citados por Pickett (75), quienes al trabajar con toros de la raza Holstein encontraron que el

porcentaje de no retorno a estro a 60 o 90 días obtenido con el semen colectado en el Otoño e Invierno era superior al que se logró con el semen obtenido en las otras épocas.

La región del Centro donde el transporte del semen es mínimo se elimina un menor porcentaje de eyaculados en el enfriado y post-descongelado en relación a la región del Norte y Sureste del país, que por estar más alejados del sitio de congelación, el semen tiene mayor riesgo de verse afectado por los cambios de temperatura debido a su transportación al Distrito Federal, existiendo el problema de mantener una temperatura controlada (5°C) de los eyaculados durante este tiempo. Evidencia indirecta de éste fenómeno ha sido publicado por Rhodes et al. (81) quienes han encontrado que exposiciones repetidas a ligeros aumentos de temperatura en semen previamente congelado tiene un efecto negativo sobre la viabilidad de los espermatozoides.

Los datos obtenidos en relación a la correlación del volumen con las demás características del eyaculado concuerdan con lo informado por Saxena y Tripali (85) y por Fields et al. (39), quienes indican una correlación negativa del volumen con la motilidad y concentración espermática. La correlación negativa entre volumen y motilidad posiblemente se deba a que el aumento de volumen obedece a una mayor secreción de fluido preespermático, el cual está constituido principalmente por secreciones de las glándulas bulbouretrales, que presentan un p.H. que varía entre 7.8 y

8.0, en comparación al p.H. de 6.7 a 7.0 de la fracción rica en espermatozoides. El aumento del p.H. en el eyaculado afecta adversamente la calidad seminal, y específicamente la motilidad (7). Desafortunadamente en este estudio no fué posible evaluar el p.H. de los eyaculados. Asimismo la motilidad se encontró positivamente ( $P < 0.01$ ) relacionada con la concentración espermática, coincidiendo con lo encontrado por Tierney et al. (95) y por Fields et al. (39).

Con respecto al porcentaje de espermatozoides vivos se observó en este estudio una correlación con motilidad inicial de  $r=0.74$ , siendo altamente significativa ( $P < 0.01$ ). Esta correlación es superior a la encontrada por Tomar et al. (96), que fue de  $r=0.56$ . Se encontró también una correlación positiva entre concentración y porcentaje de espermatozoides vivos.

La baja repetibilidad de las características del semen: 0.07, 0.08 y 0.17 para concentración espermática, motilidad espermática y volúmen eyaculado respectivamente, indica una enorme variación entre los resultados obtenidos en distintos tiempos con el mismo semental. Lo anterior concuerda con lo informado por Pickett (75) quien indico que en la calidad seminal, la mayor fuente de variación es la individual, aún dentro de la misma raza. Debido a lo anterior no se puede utilizar al máximo la producción seminal y por ende la acumulación de dosis para Inseminación Artificial seleccionando a edades tempranas aquellos sementales buenos

productores de semen. En contraste, Menéndez *et al.* (59) encontraron un paralelismo marcado entre las medidas de volumen, motilidad y concentración entre los dos y tres años de edad en ganado cebú.

Es evidente que existen características del semen en toros utilizados para la inseminación artificial que necesitan ser estudiadas con mayor detalle, por ejemplo si un ganadero necesita congelar semen de un toro que considera de alto potencial zootecnico para su raza, debiera tomar en cuenta las condiciones ambientales donde se encuentra ese toro para optimizar el semen que se obtenga, ya que ha quedado demostrado a través de este estudio que aunque no existen diferencias en cuanto a las características del semen obtenido en diferentes épocas del año, si existen importantes pérdidas de eyaculados una vez que se procede a congelarlo. Por lo tanto es importante que se establezcan patrones de control de calidad en cuanto a regiones, épocas del año y manejo de sementales para optimizar la obtención y procesamiento del semen.

Seria recomendable establecer el efecto que puede tener el manejo del semen al ser transportado grandes distancias para su procesamiento y posterior congelación. Lo anterior obedece a la evidencia obtenida en nuestro estudio donde un mayor numero de eyaculados fueron eliminados en las zonas mas alejadas de Distrito Federal, donde se congeló el semen.

Por lo tanto se puede concluir que existen diferencias en las características del semen entre las cuatro razas de toros Bos indicus, las cuales no se ven afectadas por las épocas del año, ni por la región en que se colecta dicho semen, sin embargo la raza influye en cuanto al porcentaje de eyaculados que son eliminados en el momento de la colección, no así la época ni la región geográfica donde se colecto el semen. Fué notorio encontrar que en el enfriado fue la región la que influye en cuanto al porcentaje de eyaculados que son eliminados, y que la raza, época y región influyen en cuanto al porcentaje de eyaculados que son rechazados una semana después de su congelación.

Con base a estos hallazgos se puede inferir que las diferencias encontradas en el porcentaje de semen aceptado y rechazado en relación a la época y región se debe posiblemente a la manipulación que sufre, de ahí que a nivel de colección no haya diferencia, pero si en enfriado y post-descongelado.

En general sobre conducta, y en especial en ganado cebú la información con que se cuenta es escasa, no obstante en los países con clima tropical éste tipo de experimentación está recibiendo mayor importancia (69).

En lo concerniente a las pruebas de la libido en toros Bos indicus, se observó que el estado reproductivo de la hembra es muy importante para que los toros interactúen con ellas, ya que el mayor porcentaje de las actividades

sexuales ocurrieron con hembras en estro (83%), e incluso hubo ciertas actividades como la monta incompleta y monta completa que solo se realizaron con hembras en calor. Lo anterior concuerda con lo publicado por Chenoweth (29), Hafez (47), y por Ostrowski (71), quienes observaron que los toros cebú montan preferentemente a vacas en completo estro. Hay que recordar que el estímulo mayor de un toro para montar y servir a una hembra es la inmovilidad de la misma, que ocurre sólo cuando está en estro o cuando es sujeta (31, 43, 68).

En este estudio se comprueba lo indicado anteriormente (8, 31, 43, 44, 47, 68), en el sentido de que los toros investigan el estado fisiológico de las hembras, husmeando y lamiendo la región genital. Sin embargo éstas actividades fueron más frecuentes en hembras que estuvieron en celo, ya que el husmeo de los genitales fue realizado en el 77% de los casos en hembras en celo contra solo el 23% en hembras que no fueron receptivas. Similar relación se encontró al analizar la actividad de lamer los órganos genitales (82% vs. 18%). Lo anterior posiblemente sea debido a que las hembras que están o van a entrar en estro, forman un grupo sexual activo, haciendo que el toro sea atraído por la actividad de monta que se realiza dentro de este grupo.

En cuanto a las principales actividades realizadas por los toros durante las pruebas tanto en corral como en potrero, éstas son similares a las indicadas por Nwakalar e

Igboeli (66), quienes entre los seis eventos de mayor importancia en el comportamiento sexual encontraron el humear y lamer la región genital de la hembra, así como la tentativa de monta, siendo estas mismas actividades las más frecuentes en este trabajo. La mayor parte de estas actividades se realizaron durante los primeros diez minutos de la prueba.

La actividad más frecuentemente observada fue la de oler los órganos genitales de la hembra, y en segundo término la de lamer dichos órganos. Orihuela (69) refiere que lamer es una conducta menos frecuente que el oler, pero de mayor valor en cuanto a predecir la cópula.

En la prueba de corral cuando la monta completa ocurrió, se llevó a cabo generalmente durante los primeros diez minutos, mientras que en la prueba en potrero la monta se completó usualmente entre los diez y los veinte minutos. Lo anterior puede estar en función de que en la prueba en corral debido al espacio limitado el animal no requiere buscar demasiado para detectar a una hembra en estro y montarla (23), siendo esto diferente en la prueba en potrero, en la que se observa además que el seguir a la hembra es una actividad frecuente realizada por los toros, al igual que el ademán de montas y montas incompletas.

Al comparar el número de montas completas que se realizaron en la prueba en corral ( $n=10$ ) y la de potrero ( $n=3$ ) se ve que se realizaron más en la prueba en corral,

pero hay que indicar que la primera y segunda prueba de corral se llevaron a cabo en la mañana, o sea aproximadamente 72 horas después de haberse aplicado la PGF2 alfa a las vacas, mientras que la prueba en potrero se realizó en la tarde, entre las 78 y 80 horas después de la inyección. Lo anterior puede influir si consideramos los datos obtenidos por Orihuela (69), en el sentido de que obtuvo un promedio de longitud de celo de 12.87 hrs., con una media de inicio de celo de 63.17 horas luego de la inyección de PGF2 alfa, en ganado cebú en condiciones de trópico mexicano, por lo que al llevarse a cabo la prueba de la libido en potrero en la tarde, puedan existir menos hembras disponibles para ser montadas por los toros.

En este estudio los toros que llevaron a cabo un servicio completo lo realizaron generalmente durante los primeros veinte minutos de las pruebas, lo que queda dentro del rango de 3.9-22.4 minutos, mencionado por Nwakalar e Igboeli (66). Hay que señalar que esta actividad sexual no únicamente se debe de usar para determinar la libido de los toros Bos indicus en función de que fue una de las actividades que menos se presentó (diez montas completas en la prueba en corral y tres en la prueba en potrero). La relativa escasez de actividades de monta en las pruebas sugiere que la receptividad de las hembras es mandatoria; por lo cual con el fin de aumentar éste tipo de actividades, se podría recomendar estimular a las hembras con una inyección de un compuesto basado en estrógenos, previa

ovariectomía, para aumentar las posibilidades de observar montas. De ahí que si la prueba se va a realizar bajo las condiciones de éste estudio, actividades como oler y lamar órganos genitales, además de monta y topeteo de atracción podrían ser necesarias para evaluar la libido de los toros Bos indicus.

La correlación de  $r=0.73$  ( $P<0.01$ ), entre el valor dado en la prueba de corral a los 10 y los 20 minutos, así como de  $r=0.76$  ( $P<0.01$ ), entre los 10 y los 30 minutos en la misma prueba, nos indica que 10 minutos son suficientes para determinar la libido de toros Bos indicus, que son expuestos a hembras en estro, siendo similar a lo informado por Chenoweth (30), quien concluyó que la evaluación de la libido sigue siendo el método más confiable para evaluar sementales en relación a la de capacidad de servicio, siendo la duración de la prueba de la libido más corta que la prueba de capacidad de servicio, ya que la primera fue de 10 minutos y la segunda de 30 minutos. Previamente Osborne et al. (70), informaron que una exposición de 5 minutos de toros con hembras en estro es adecuada para determinar el comportamiento sexual de toros jóvenes de la raza Angus.

En lo referente a las comparaciones realizadas entre las pruebas de corral con la de potrero en diversos tiempos, se puede concluir que no existen ventajas en cuanto a realizar la prueba bajo condiciones de potrero, como tampoco si se efectúa por periodos mayores de 10 minutos.

Chenoweth et al. (27) encontraron una alta correlación entre la puntuación de la libido dada en la primera y segunda prueba, realizada con un intervalo de 8 días entre ambas, situación muy similar fué encontrada en el presente trabajo, ya que toros que fueron evaluados con diferencia de 15 días entre ambas pruebas mostraron similar conducta en sus dos evaluaciones.

Al llevarse a cabo un simulacro, en el cual se seleccionaron los 5 sementales que alcanzaron la mayor puntuación de libido a los 10 minutos, se encontró que solo 3 de los 5 sementales previamente seleccionados, permanecían en los primeros lugares a los 30 minutos de la prueba. En el caso de la segunda prueba realizada quince días después, y seleccionándose los 5 sementales con mayor puntuación de libido a los 10 minutos, 4 toros quedaron en la misma posición de la escala al evaluarse a los 30 minutos. Esto quiere decir que hipotéticamente de 10 toros con el mejor puntaje en la prueba de 10 minutos, si hubiéramos continuado las observaciones por 30 minutos solo se seleccionarían 7 de ellos. La ventaja de obviar tiempo de la prueba es que se podrían incluir un mayor número de animales por día para seleccionar sementales de acuerdo a la prueba de libido, sin embargo se sacrifica la precisión en un 30%, lo cual es detrimental para una exacta selección de sementales. En la práctica se tendrá que decidir que duración deberá tener la prueba. En contraste en la parte baja de la escala si tomamos el mismo ejemplo pero con los 5 toros que quedaron

últimos en la calificación, se observó que de los 10 toros 9 permanecieron en los últimos lugares para los 30 minutos, sugiriendo que toros con bajo libido no es necesario en el 90% de los casos esperar por 30 minutos para decidir que no responderan al estímulo de hembras en estro.

Es obvio que mayor investigación es necesaria para precisar la duración de la prueba, la calificación que deba de asignarse a cada actividad observada ya que la actividad de monta en los sementales aquí evaluados fué muy escasa, lo cual sugiere que de pretender utilizar esta prueba, necesariamente tendrá que darse mayor peso a otro tipo de actividades de inspección hacia la hembra en estro.

De acuerdo a la información de este trabajo, se puede sugerir evaluar la libido de toros Bos indicus en una prueba en corral, en un lapso de 10 minutos, siendo necesario que se expongan a hembras en estro. Además se deben de considerar otras actividades para evaluar la libido, tales como el oler y lamer órganos genitales, además de monta y topes de atracción y no únicamente monta completa, debido a que fué una de las actividades que menos se presentó bajo las condiciones del presente experimento.

VI LITERATURA CITADA

- 1.- Alva, G. L. O., Martinez, M. C., Rodriguez, F. J.: Características del semen de toros Brahman Americano (Bos indicus) en condiciones de Inseminación artificial en Cuba. Rev. al. Anim., 4 (1): 153-163 (1982).
- 2.- Ali, S. B. A., Al-hakim, M. K., Singh, B. P.: Studies on sexual behaviour of Karadi bulls. Ind. J. Anim. Heal., 20 (1): 9-13 (1983).
- 3.- Almquist, J. O., Rosenberger, J. L., Branas, R. J.: Effect of thawing time in warm water on fertility of bovine spermatozoa in plastic straws. J. Dairy Sci., 62 (5): 772-775 (1979).
- 4.- Almquist, J. O., Grube, K. E., Rosenberger, J. L.: Effect of thawing time on fertility of bovine spermatozoa in french straws. J. Dairy Sci. 65 (5): 824-827 (1982).
- 5.- Amii, D., Bar-el, M., Kalay, D., Schindler, H.: The contribution of bulls and cows to the seasonal differences in the fertility of dairy cattle in Israel. Anim. Rep. Sci., 5 (2): 93-98 (1982).
- 6.- Anta, J.E., Porras, A.A., Zarco, Q.L., Galina, H.C.: Analisis de la información publicada sobre la eficiencia reproductiva de los bovinos en el tropico Mexicano. Memorias. Reunión de Investigación Pecuaria en México : 355-356, 1987.
- 7.- Austin, J.W., Hupp, E.W., Murphree, R.L.: Comparison of quality of bull semen collected in the artificial vagina and by electroejaculation. J. Dairy Sci. 44 (111): 2292-2297 (1961).
- 8.- Austin, C.R., Short, R.V.: Patrones de reproducción. La Prensa Medica Mexicana, S.A. 1982.
- 9.- Avila, D. A.: Influencia de la temperatura ambiental sobre la calidad del semen en bovinos de razas productoras de carne en el Estado de Sonora. Tesis de licenciatura. Fac. Med. Vet. Zoot. U. N. A. M., México, D. F. 1983.
- 10.- Baas, J.W., Molan, P.C., Shannon, P.: Factors in seminal plasma of bulls that affect the viability and motility of spermatozoa. J. Reprod. Fertil. 68 : 275-280 (1983).
- 11.- Bartlett, D. C.: Semen characteristics and scrotal size of New México range bulls. Diss. Abstr. Int. B. 43 (7): 2051-2052 (1984).
- 12.- Barwise, L., Galina, C. S., Duchateau, A., Moreno, I., Soto, C., Navarro-Fierro, R.: Evaluation followings hort and long term storage of frozen semen from zebu cattle. Proc. 10th. Inter. Congr. Anim. Reprod. Artif. Insem. Urbana-Champaign, Illinois. 1984.
- 13.- Becker, E.: Manual of quantitative genetics. Washington State University Press, Pullman, Washington, 1972.

- 14.- Berry, J., Brinks, J. S., Russell, W. C.: Relationship of seminal vesicle size and measures of libido in yearling beef bulls. Theriogenology, 19 (2): 279-284 (1983).
- 15.- Blockey, M. A. de B.: The influence of serving capacity of bulls on herd fertility. J. Anim. Sci., 46 (3): 589-595 (1978).
- 16.- Blockey, M. A. de B.: Development of a serving capacity test for beef bulls. Appl. Anim. Etholog., 7: 307-319 (1981).
- 17.- Blockey, M. A. de B.: Modification of a serving capacity test for beef bulls. Appl. Anim. Etholog., 7: 321-336 (1981).
- 18.- Blockey, M. A. de B.: Further studies on the serving capacity test for beef bulls. Appl. Anim. Etholog., 7: 337-350 (1981).
- 19.- Bujarbaruah, M., Rajkonwar, C. K., Borgohain, B. N., Kakati, B. N.: Note on semen characteristics in young Jersey and Red dane bulls. Indian J. Anim. Sci. 52 (7): 589-593 (1982).
- 20.- Calderón, M. O. O.: Importancia de la determinación del potencial reproductivo de sementales activos en tres diferentes explotaciones ganaderas, por el metodo propuesto por la Sociedad de Teriogenologia. Tesis de Maestria. Fac. Med. Vet. Zoot. U.N.A.M. México, D. F. 1983.
- 21.- Cardoso, F. M., Godinho, H. P.: Daily sperms production of zebu (Bos indicus) estimad by quantitative histology of the testis. Theriogenology, 23 (6): 841-847 (1985).
- 22.- Cuevas de la H., J. M.: Contribución al estudio de las características del semen cebu (Bos indicus). Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico, Estudios Tecnológicos de Monterrey. Nuevo León, 1976.
- 23.- Craig, V.J.: Domestic animal behavior causes and implication for animal care and management. Prentice Hall U.S.A. (1981).
- 24.- Chalapathy, P.V., Ramamohana, R.: Effect of improved housing on semen characteristic of Jersey bulls. Indian. Vet. J. 59 (4): 274-280 (1982).
- 25.- Chalapathy, P.V., Ramamohana, R.: Effect of improved housing on semen quality of Murrah bulls. Indian J. Anim. Sci., 51 (7): 761-765 (1981).
- 26.- Chandler, J. E., Nebel, R.L., Adkinson, R.W.: Optimun thawing temperature and time for bovine semen processed by three methods and packaged in 1 ml. ampules. Theriogenology, 19 (2): 201-212 (1983).
- 27.- Chenoweth, P.J., Brinks, S., Nett, T.M.: A comparison of three methods of assesing sex-drive in yearling beef bulls and relationships with testosterone and L.H.levels. Theriogenology, 12 (4): 223-233 (1979).
- 28.- Chenoweth, P.J.: Bull fertility: A superior or ideal conformation means little if a beef bull is inefficient in getting females pregnant. Mod. Vet. Pract., 61 (12): 987-991 (1980).

- 29.- Chenoweth, P.J.: Libido and mating behavior in bulls, boar and rams, a review. Theriogenology, 16 (12): 155-177 (1981).
- 30.- Chenoweth, P.J.: Examination of bulls for libido and breeding ability. Vet. Clin. North. Am., 5 (1): 59-74 (1983).
- 31.- Chenoweth, P.J.: Sexual behavior of the bull: A review. J. Dairy Sci., 66 (1): 173-179 (1983).
- 32.- Chenoweth, P.J.: Considerations on behavioral aspects of the natural breeding bull. Proceedings of the annual meeting of Theriogenology Society, (1981).
- 33.- Clarke, R.H., Hewetson, R.W., Thompson, B.J.: Comparison of the fertility of bovine semen collected by artificial vagina and electro-ejaculation from bulls with low libido. Aust. Vet. J. 49: 240-241 (1973).
- 34.- Dede, T.I., Akpokodje, J.V., Odili, P.I.: Seminal characteristics and libido of Holstein-Friesian bulls raised in a tropical environment. Trop. Vet., 1 (2): 77-84(1983).
- 35.- Diaz, O.H., Erice, J.: Relación entre la variabilidad de algunos parametros del espermiograma y la fertilidad en bovinos. Proc. 10th. Inter. Congr. Anim. Reprod. Artif. Insem. Urbana-Champaign, Illinois, 2: 53 1984.
- 36.- Djimde, M., Weniger, J.H.: Semen quality of bulls in relation to breeding groups and seasons in Bangladesh. A. B.A. 52 (11): 585 (1984).
- 37.- Dott, H.M.: The effects of bovine seminal plasma on the impedance change frequency and glycolysis of bovine epididymal spermatozoa. J. Reprod. Fertil. 38: 147-156 (1974).
- 38.- Fernandez, B.S.: Aspectos de la fisiología de la reproducción del bovino en el trópico. Memorias de producción de leche en el trópico. Fac. Med. Vet. Zoot., U.N.A.M., 1981.
- 39.- Fields, M.J., Burns, W.C., Warnick, A.C.: Age, season and breed effects on testicular volume and semen traits in young beef bulls. J. Anim. Sci. 48 (6): 1299-1304 (1979).
- 40.- Foote, R.H., Nancy, M., Greene, W.A.: Testosterone and libido in Holstein bulls various age. J. Dairy Sci., 59 (11):2011-2013 (1976).
- 41.- Foote, R.H.: General evaluation of male reproductive capacity. Proc. 10th. Inter. Congr. Anim. Reprod. Artif. Insem. Urbana-Champaign, Illinois, 4: X-I 1984.
- 42.- Fraser, A. F.: The influence of psychological and other factors on reaction time in the bulls. Cornell Vet., 50: 126- 132 (1960).
- 43.- Fraser, A. F.: Farm Animal Behaviour. Bailliere Tindall, London, 1980.
- 44.- Galina, C. Saltiel, A., Valencia, J., Becerril, J., Bustamante, G., Calderón, A., Duchateau, A., Fernández, S., Olguin, A., Páramo, R., Zarco, L.: Reproducción de Animales Domésticos. Limusa, México. 1986.

- 45.- Garcia, E.: Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía, México, 1973.
- 46.- Garg, U.K., Pandit, R.K.: Studies on some seminal attributes in relation to fertility in crossbred bulls. Indian J. Anim. Reprod. 4 (1): 26-29 (1983).
- 47.- Hafez, E.S.E.: Analysis of ejaculatory reflexes and sex drive in the bull. Cr. Vet. 50 (40): 384-411 (1960).
- 48.- Hafez, E.S.E.: Reproducción e Inseminación artificial en animales. Interamericana, México 1984.
- 49.- Hardin, R.D., Chenoweth, P.J., Randel, R.D., Scott, C.R.: Effects of seasonal variations on seminal parameters and libido in Angus and Brahman bulls. J. Anim. Sci., 53 suppl. 1: 326, Abstr. 494 (1981).
- 50.- Herrera, D.J.L.: Variación de las características del semen de las razas Indobrasil, Gyr, Guzerat y Brahman en los distintos meses y épocas del año. Tesis de licenciatura. Fac. Med. Vet. Zoot. U.N.A.M., México, D.F. 1978.
- 51.- Igboeli, G., Rakha, A.M.: Seasonal changes in the ejaculate characteristics of Angoni (short horn zebu) bulls. J. Anim. Sci., 33 (3): 651-654 (1971).
- 52.- Kelly, J.W., Hurst, V.: The effect of season on fertility of the dairy bulls and the dairy cow. J. Am. Vet. Med. Assoc., 134 (1): 40-43 (1963).
- 53.- Kozumplik, J.: The concentration of plasma testosterone in relation to age, size of testes and libido. A. B. A. 52(11): 586 (1984).
- 54.- Kumi-diaka, Zemjanis, R.: Seasonal variations in spermatogenesis in bulls indigenous to Nigeria. Br. Vet. J. 134 (6): 537-540 (1978).
- 55.- Kumi-diaka., Osori, D., Nagaratnam, U.: Spermograms of Sokoto Gudali bulls in relation to season and ration supplementation in Northern Nigeria. Br. Vet. J. 136 (1-6):222-226 (1980).
- 56.- Kumi-diaka, J., Nagaratman, V., Ruwaan, J.S.: Seasonal and age-related changes in semen quality and testicular morphology of bulls in a tropical environment. Vet. Rec., 3: 13-15(1981).
- 57.- Lunstra, D.D., Echterkamp, E.: Puberty in beef bulls:acrosome morphology and semen quality in bulls of different breeds. J. Anim. Sci. 55 (3): 638-648 (1982).
- 58.- Lunstra, D.D.: Changes in libido-fertility relationships as beef bulls mature. J. Anim. Sci. 59 (Suppl. 1): 351 (Abstract).
- 59.- Menendez, A., Guerra, D., Dora, J., Morales, J.R.: El seminal cebu en I. A., I características del eyaculado. Rev. Cubana Reprod. Ania., 4 (2): 41-52 (1979).
- 60.- Menendez, A., Morales, J.R., Perez, A.P., Guerra, D.: Seasonal variation in semen production of Holstein, Zebu and criollo bulls under artificial conditions in Cuba. Reproduction des ruminants en zone tropicale, Pointe-a-Pitre:239-247 1983.

- 61.- Michael, J.F., James, F.H., Kenneth, W.C.: Aspects of the sexual development of Brahman versus Angus bulls in Florida. Theriogenology 18 (1): 17-31 (1982).
- 62.- Michael, J.F.: El temperamento del toro y la eficiencia de cría. Decimonovena conferencia anual sobre Ganadería y Avicultura en América Latina. Instituto de Ciencias Alimenticias y Agropecuarias y el Servicio de Extensión Agrícola y el Centro de Agricultura tropical de la Universidad de Florida : D6-D14 1985.
- 63.- Munro, I.B.: Bovine semen characteristics and fertility. J. Reprod. Fertil., 2: 513-515 (1961).
- 64.- Nath, S., Mishra, H.R., Singh, C.S.: Note on breeding behaviour of Holstein-Friesian bulls. Indian J. Anim. Sci. 50(12): 1124-1125 (1980).
- 65.- Navarro, F.R.: Introducción a la Bioestadística, Análisis de variables binarias. McGraw-Hill, México, 1987.
- 66.- Nwakalar, L.N., Igboeli, G.: Sexual behaviour in Muturu, N'dama and Holstein-Friesian bulls in a humid tropical environment. World Rev. Anim. Prod., XV (3): 35-46 (1979).
- 67.- Ologun, A.G., Chenoweth, P.J., Brinks, J.S.: Relationships among production traits and estimates of sexdrive and dominance value in yearling beef bulls. Theriogenology 15 (4): 379-388 (1981).
- 68.- Orihuela, T.A.: El comportamiento sexual de las especies de interés zootécnico. Tesis de licenciatura de la Universidad Autónoma de Chapingo. México (1979).
- 69.- Orihuela, T.A.: Conducta estral del ganado cebu. Tesis de Maestría de la Universidad Nacional Autónoma de México (1982).
- 70.- Osborne, H.G., Williams, L.G., Galloway, D.B.: A test for libido and serving ability in beef bulls. Aust. Vet. J., 47:465-467 (1971).
- 71.- Ostrowski, J.E.: Biología y patología de la reproducción de los bovinos. El Ateneo, Buenos Aires, Argentina. 1977.
- 72.- Pandit, R.K., Garg, V.K.: Freeze ability, GOF release and fertility of crossbred bulls semen. Indian J. Anim. Reprod. 4(1): 36-38 (1983).
- 73.- Pepina, G.D.: Measurement and inheritance of reproductive capacity in young cattle. A. B. A. 39 : 86 (1971).
- 74.- Pexton, J.E.: Using bulls to breed estrus synchronized heifers. Animal Sciences Department. Colorado State University. Fort. Collins, Colorado. U.S.A. 1978.
- 75.- Pickett, B.W.: Factores que afectan la utilización del semen bovino congelado para lograr una eficiencia reproductiva máxima. Centro de Información y documentación Agropecuaria-INRA, La Habana 1975.
- 76.- Plasse, D., Wornik, A.C., Koger, M.: Reproductive behavior of Bos indicus female in a subtropical environment. IV length of estrous cycle duration of estrous, time of ovulation, fertilization and embryo survival in grade Brahman heifers. J. Anim. Sci. 30: 63-72 (1970).

- 77.- Raja, C.K., Rao, A.R.: Freezability of sperms of crossbred bulls. Kerala J. Vet. Sci. 13 (1): 9-14 (1982).
- 78.- Raja, C.K., Rao, A.R.: Semen characteristics of Brown Swiss cross-bred bulls. Indian Vet J., 60 (1): 23-28 (1983).
- 79.- Raju, M.S., Rao, A.R.: Freezability of spermatozoa of Brown Swiss X Ongole, Brown Swiss, Jersey and Ongole bulls. Indian J. Anim. Sci. 53 (1): 59-61 (1983).
- 80.- Rao, A.V., Kotaya, K.: Studies on ejaculate characteristics of Ongole bulls. Livest. Adviser 5 (3): 26-28(1980).
- 81.- Rhodes, F., Galina, C.S., Duchateau, A., Soto, C.: An investigation into the properties of bovine semen in the Mexican tropics. World Rev. Anim. Prod. 21: 15 (1985).
- 82.- Roman, P.H.: Potencial de producción de los bovinos en el trópico de México. Ciencia Veterinaria 3: 393-431, 1981.
- 83.- Ruttle, J.L., Bartlett, D.C., Hallford, D.M.: Factors affecting semen characters of New Mexican range bulls. Proc. West. Section American Society Anim. Sci. 33: 158-161 (1982).
- 84.- Sanchez, A.R., Bourguetts, L.R., Zapien, S.A.: Evaluación de la capacidad reproductiva y de los factores que afectan en sementales bovinos de la raza productora de carne en el Estado de Sonora. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México : 631-634, 1982.
- 85.- Saxena, V.B., Tripathi, S.S.: A study of correlation and regression coefficients of bovine semen characteristics and preservability. Indian J. Anim. Health 19 (1): 1-6 (1980).
- 86.- Saxena, V.B., tripathi, S.S.: Seasonal variation in semen characteristics and preservability in crossbred bulls. Indian J. Anim. Res. 15 (1): 19-24 (1981).
- 87.- Sekoni, V.O., Osori, D.I., Nagaratnam, V.: Some ejaculate-characteristics and observations on the libido of a South Devon bull in Northern Nigeria. Brit. Vet. J. 138: 168- 173 (1982).
- 88.- Senger, P.L., Becker, W.C., Hillers, J.K.: Effect of thawing rate and post-thaw temperature on motility and acrosomal maintenance in bovine semen frozen in plastic straws. J. Anim. Sci. 42 (4): 932-936 (1976).
- 89.- Serrano, A.: Criterio para evaluar la fertilidad de toros en America Central. Proc. 10th. Inter. Congr. Anim. Reprod. Artif. Insem. Urbana-champaign, Illinois 2: 65 1984.
- 90.- Shannon, P.: Presence of a heat-labile toxic protein in bovine seminal plasma. J. Dairy Sci. 48: 1362-1365 (1965a).
- 91.- Sharma, R.K., Pareek, P.K., Vyas, K.K.: Climatic effect on sexual behaviour and semen quality of Jersey bulls in arid zone of Rajasthan. Indian J. Anim. Reprod. 2 (1): 45 (1982).

- 92.- Smith, M.F., Morris, D.L., Amoss, M.S., Parish, N.R., Williams, J.D., Wiltbank, J.N.: Relationships among fertility, scrotal circumference, seminal quality and libido in Santa Gertrudis bulls. Theriogenology, 16 (4): 379-397 (1981).
- 93.- Sorensen, Jr. A.M.: Reproducción Animal, principios y practicas. Mc. Graw-Hill, México 1982.
- 94.- Steel, D.G.R., Torrie, J.H.: Principles and procedures of statistics. A biometrical approach, 2nd ed. McGraw-Hill, U.S.A., 1980.
- 95.- Tierney, L.A., Hallford, D.M., Uttle, J.L., Bartlett, D.C., Leighton, E.A.: Serum testosterone, scrotal circumference and semen characteristics in Hereford and Brangus bulls under range conditions. Proc. West. Section American Society Anim. Sci. 33: 114-117 (1982).
- 96.- Tomar, S.S., Gupta, L.C.: Effect of season on sex desire and semen quality of Mariana bulls. Indian J. Anim. Health 23(1): 37-40 (1984).
- 97.- Wiltbank, J.N., owden, W.W., Ingalls, J.E.: Relationship between measures of semen quality and fertility in bulls mated under natural conditions. A. B. A. 35: 75 (1967).
- 98.- Vale-Filho, V.R., Pinheiro, L.E.L., Basrur, P.K.: Reproduction in zebu cattle, Current therapy in theriogenology: diagnosis, treatment and prevention of reproductive diseases in animals. Morrow, A.D., 437-442, W.B. Saunders Company, Philadelphia. 1980
- 99.- Zapien, A.S.: Influencia de la libido o capacidad de monta sobre la fertilidad de toros usados en empadre en agostaderos. Memorias de la Reunión de Investigaciones Pecuarias en México: 635-637 1982.
- 100.- Zemjanis, R.: Reproducción Animal, diagnostico y técnicas terapeuticas. Limusa-Wiley, S. A., México, 1966.