

87  
29



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

"EFECTO DE LA RAZA Y LA ZONA DE  
PROCEDENCIA SOBRE LAS CARACTERISTICAS DEL  
SEMEN BOVINO EN UN CENTRO DE  
PROCESAMIENTO DE SEMEN"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA  
P R E S E N T A:

WILHELM BERNHARD REMBERG BUENO

ASESOR: MVZ. MC. ARTURO ANGEL TREJO GONZALEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1995

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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN  
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

"Efecto de la raza y la zona de procedencia sobre las características del semen bovino en un centro de procesamiento de semen".

que presenta el pasante: Wilhelm Bernhard Remberg Bueno  
con número de cuenta: 8260901-4 para obtener el TITULO de:  
Médico Veterinario Zootecnista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 18 de septiembre de 1995

PRESIDENTE M. en C. José de Lucas Trón

VOCAL MVZ. Fernando Osnaya Gallardo

SECRETARIO M. en C. Arturo Trejo González

PRIMER SUPLENTE MVZ. Carlos Humberto Flores Vázquez

SEGUNDO SUPLENTE M. en C. Rosalba Soto González

## DEDICATORIAS.

A mi Padre y a mi Madre

A mi esposa Sabina

A mis hijos Willi y Federico

A mis hermanos

A mis maestros

A mis amigos

A Dios

## INDICE.

I.- INTRODUCCION.....	1
II.- OBJETIVOS.....	12
III.- MATERIAL Y METODOS.....	13
IV.- RESULTADOS Y DISCUSION.....	21
V.- CONCLUSIONES.....	40
VI.- LITERATURA CITADA.....	41

## I.- INTRODUCCION

La inseminación artificial, se puede considerar como la primera biotecnología aplicada a la reproducción animal. En cierta forma sentó las bases para los adelantos actuales en la manipulación de gametos y embriones, entre los que destacan la genética molecular, la ingeniería genética, la producción de anticuerpos monoclonales, la transferencia embrionaria y la micromanipulación (Pashen, 1991).

### I.1.- Breve reseña histórica.

La inseminación artificial en las especies domésticas se remonta al año 1780 con Lázaro Spallanzani, fisiólogo italiano del Ateneo de Pavia, quien experimentó fecundando a una perra en celo, infundiéndole semen fresco de un macho normal, directamente en el útero, obteniéndose al final de la gestación una camada normal de cachorros (Bonadonna, 1962; Pérez y Pérez, 1966; Sorensen, 1982).

En 1856, a Kollker y Waldeyer, les corresponde el mérito de la primera dilución espermática a base de un medio de conservación orgánico, se trató de orina recién recolectada (Pérez y Pérez, 1966).

En 1876, Plönnis y Albrecht en Alemania, pusieron en práctica la inseminación artificial en los caninos (Pérez y Pérez, 1966).

En 1890, Repiquet en Francia, plantea la posibilidad de la inseminación artificial presentando a la Academia Veterinaria una interesante comunicación, para contrarrestar la esterilidad (Sorensen, 1982), pero hasta 1900, se empezaron estudios extensivos en animales domésticos en Rusia y poco después en Japón

(Bonadonna, 1962; Pérez y Pérez, 1966), teniendo que pasar 36 años para que en 1936, en Dinamarca se fundara el primer centro de inseminación artificial en el mundo (Pérez y Pérez, 1966).

Al final de los años cuarentas, se experimentó con semen almacenado a 5°C y en 1945, se comienzan a estudiar las temperaturas adecuadas para el semen refrigerado sobre cero grados centígrados. El descubrimiento del efecto crioprotector del glicerol en 1949 por Polge y colaboradores abrió las puertas para la industrialización y comercialización del semen congelado en bovinos que inicio su auge en la década de los años sesentas (Weitze y Petzoldt, 1992).

En 1938, la primera institución de inseminación artificial en Estados Unidos, fue la Cooperative Artificial Breeding Association No. 1, establecida en Nueva Jersey (Sorensen, 1982).

En 1950, Tacker y Almquist obtuvieron resultados favorables disolviendo el esperma con leche y extracto de yema. También, en este año Cassou, en Francia, puso en práctica un nuevo método de conservación en base a leche descremada en polvo, pero no fue superior al de Salisbury con citrato de sodio y yema (Pérez y Pérez, 1966).

En 1952, Polge y Rowson experimentaron incorporando glicerina al medio en la concentración de 5-10%. Diluyeron material seminal inicialmente con diluyente citrato-yema, añadieron a continuación glicerina y se mantuvo en inmersión de nieve carbónica y etanol a la temperatura de -79°C (Bonadonna, 1962; Pérez y Pérez, 1966). En este mismo año en Inglaterra, Polge y Smith congelan el primer semen con nieve carbónica (Pérez y Pérez, 1966).

El descubrimiento de los antibióticos como la penicilina, estreptomycinina y sulfanilamida, mejoró los resultados en la conservación del esperma (Bonadonna, 1962; Pérez y Pérez, 1966).

### I.2.- Ventajas de la Inseminación Artificial.

Entre las ventajas de la inseminación artificial en bovinos, destaca el mejoramiento genético en animales productores de leche debido principalmente a que el uso masivo de toros, permite realizar pruebas de progenie (Hafez, 1993).

Otras ventajas importantes pueden ser la reducción de las enfermedades venéreas y el facilitar la introducción de genotipos en ambientes no favorables para determinadas razas (McDonald, 1978).

También gracias a la inseminación artificial los criadores pueden ahorrar dinero al no tener que alimentar al toro y además el costo de un buen toro con prueba de progenie esta fuera del alcance de los medianos y pequeños propietarios (Peters y Ball, 1986).

### I.3.- Proceso de la Inseminación Artificial.

La inseminación artificial se puede dividir para su su ejercicio y estudio en tres fases:

- a) Recolección, evaluación y procesamiento del semen.
- b) Detección del estro.
- c) Manejo y aplicación del semen.

De estas tres fases, en la recolección evaluación y procesamiento del semen, intervienen profesionistas y técnicos con conocimientos amplios de fisiología animal y fisiología celular, siendo este el punto más relevante del proceso por lo que se

ampliará más adelante.

Las otras dos fases, pueden ser encomendadas a trabajadores agropecuarios con cierta responsabilidad y previo entrenamiento.

### I.3.1.- Recolección, Evaluación y Proceso del Semen.

#### I.3.1.1.- Recolección del semen.

La circunferencia escrotal debe de tomarse en cuenta a la hora de seleccionar sementales jóvenes con fines de inseminación artificial, ya que esta se relaciona con la capacidad de producción de espermatozoides, ya que el número de espermatozoides eyaculados por gramo de testículo es constante (Hopkins y Evans, 1988).

En bovinos existen dos maneras de recolectar el semen con fines de su preparación para uso en inseminación artificial:

- a) La vagina artificial y
- b) El electroeyaculador.

Dependiendo de las circunstancias cada método tiene sus ventajas. Con la vagina artificial se obtiene semen de calidad similar a la que normalmente eyacula el toro en condiciones naturales, obteniéndose en general eyaculados con menos contaminantes. Por su parte cuando se usa el electroeyaculador en toros de baja libido o con lesiones el semen obtenido es de menor calidad debido a que se incrementa el volumen, baja la concentración espermática, disminuye el nivel de fructuosa y se incrementa el pH, por lo que las muestras recuperadas por este medio tienen una mala recuperación durante el descongelado (Hopkins y Evans, 1988).

### I.3.1.2.- Evaluación del semen.

Una vez recolectado el semen y aprobado por su aspecto físico macroscópico se realizan las pruebas de rutina que son:

#### a) Volumen seminal.

Determinación cuantitativa del tamaño del eyaculado realizada generalmente mediante tubos de recolección graduados (tubos cónicos graduados para centrifuga), con capacidad de 15 ml.

Volúmenes seminales bajos pueden ser procesados, ya que el volumen esta determinado por causas individuales y diferencias entre eyaculados, además repercute el intervalo entre recolecciones (Peters y Ball, 1986).

#### b) Motilidad progresiva.

La motilidad es determinada rutinariamente por estimación visual, con la ayuda de un microscopio equipado con termoplatina regulada entre 37 y 40°C, mediante la determinación del porcentaje de espermatozoides en movimiento, lo cual es un juicio subjetivo. Información objetiva sobre motilidad espermática se puede obtener mediante la utilización de sistemas fotográficos o por sistemas procesadores de imágenes (Den Daas, 1992).

La motilidad de los espermatozoides es estimada por revisión microscópica a aumentos de 40X a 100X. El semen bovino normal presenta porcentajes de 70 o más para espermatozoides con movimiento vigoroso y progresivo. Para la estimación de motilidad individual, una cantidad determinada del eyaculado es diluida en alguna solución fisiológica y una gota de esta mezcla se coloca sobre un portaobjetos, se cubre con cubreobjetos y es analizada bajo el criterio de motilidad de espermatozoides individuales.

#### c) Concentración espermática.

La densidad o concentración del semen expresa el contenido de espermatozoides en una unidad de volumen, generalmente en milímetros cúbicos, y su apreciación tiene gran significado, no solo para la clasificación, sino para la dilución del semen. Los eyaculados de buena calidad deben de tener concentraciones de entre 800 a 1000 x 10<sup>6</sup> o más espermatozoides por mililitro.

Existen métodos subjetivos y objetivos para determinar la concentración, siendo los objetivos los de mayor utilidad en los centros de procesamiento del semen, citando a continuación algunos de ellos:

#### Cámara cuentaaglóbulos.

Se utilizan varios tipos de hemocitómetros como el de Neubauer, Burker, Thoma, Fuchs-Rosenthal, entre otros. Para este método se hace una dilución de semen que generalmente es de 1:200 y se coloca una muestra en la cámara contadora y se empieza el conteo en la cámara central para glóbulos rojos, cuando los espermatozoides se encuentren en reposo. Deben usarse soluciones espermicidas de acción rápida. A aumentos de 400-500X se hace el conteo de cabezas de espermatozoides según la técnica descrita para cada cámara (Holy, 1983).

#### Espectrofotometría.

Es un método ampliamente utilizado, que da una estimación indirecta ya que evalúa el grado de luminosidad que pasa a través de una suspensión de espermatozoides. Para calibrar estos aparatos es preciso hacer una tabla por ecuaciones de regresión, usando semen de concentración conocida, mediante conteos en el hemocitómetro (Holy, 1983; Den Daas, 1992).

La ventaja del uso del espectrofotómetro sobre el hemocitómetro es que se reduce el tiempo en que el eyaculado tiene que esperar en baño maría a 37°C antes de realizar la dilución y comenzar la refrigeración, con el consecuente gasto de energía por parte de los espermatozoides. Se sugiere que la determinación fluorométrica de la cantidad de DNA pudiera ser un método más preciso para la estimación de la cantidad de espermatozoides presentes en un eyaculado (Den Daas, 1992).

#### I.4.- Estado de la Inseminación artificial en México.

La inseminación artificial sin duda se ha desarrollado en México principalmente en las cuencas lecheras, por lo que para una reseña objetiva, es necesario separar la inseminación del ganado Holstein de otras razas.

En la figura 1, aparece la evolución de la inseminación artificial en México de 1950 a 1984, observándose un incremento sostenido hasta 1977 con una baja en 1978 para seguir creciendo en número hasta 1984.

La figura 2, muestra las dosis procesadas por el sector público en el Centro de Ajuchitlán, Querétaro y se observa una clara ventaja del Holstein sobre otras razas, debido principalmente al impacto genético de la inseminación artificial sobre la producción de leche y a los sistemas de manejo estabulados para la raza citada.

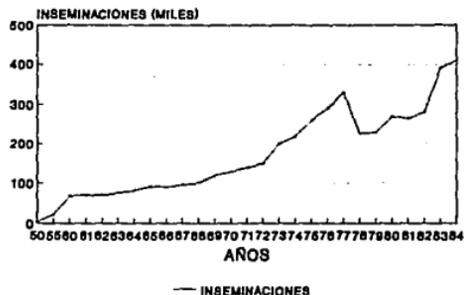
En la figura 3, se presentan las tendencias de producción y de importación de semen de ganado bovino, notándose una mayor influencia del Estado sobre la iniciativa privada en el procesamiento del semen en el país. Pero destaca una marcada preferencia por el semen importado principalmente de Estados Unidos, pero en

el total se aprecia un incremento sostenido de 1970 a 1975 con una caída en 1977-1978 para recobrar su crecimiento sostenido de 1979 a 1983 (Iniestra y Rico, 1989). Sin embargo es posible que a partir del año 1995 las tendencias se reviertan con motivo de la apertura comercial al semen importado de Europa ya que el mercado se encontraba cerrado.

En la figura 4, se presentan datos de semen de raza Holstein para los años 1986 a 1994 y se aprecia una caída en 1988, seguramente vinculada con el tipo de cambio del peso frente al dolar, de 1989 a 1992 se observa nuevamente un crecimiento en la demanda de semen para empezar a disminuir nuevamente en 1993, debido probablemente a la descapitalización del sector agropecuario. Cabe mencionar que en estas estadísticas no aparecen los productores que procesan y distribuyen semen por su cuenta. En base a las cifras presentadas es posible inferir que a cada vaca lechera le corresponderían dos dosis de semen por año. Sin embargo considerando los bajos parámetros reproductivos reportados para la mayoría del país se puede estimar que nacen por inseminación artificial entre el 50 y 60% del total de becerros Holstein (Hirsch, 1986; Iniestra y Rico, 1989).

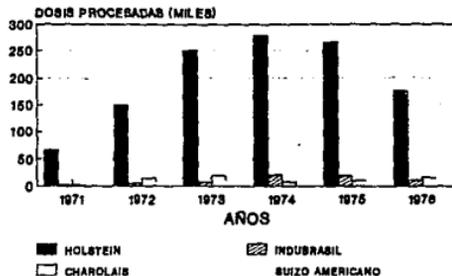
El procesamiento del semen bovino con fines de inseminación artificial puede dividirse en dos categorías, el semen que se procesa en centros de inseminación artificial debidamente equipados y aquel semen que es procesado bajo condiciones de campo en el propio rancho, ambos sistemas tienen sus ventajas y desventajas, en un centro de inseminación artificial se controlan mejor las variables que pueden afectar al semen durante su proceso, pero no siempre los sementales se adaptan a los sistemas de

**FIGURA 1. REPRESENTACION GRAFICA DEL DESARROLLO DE LA INSEMINACION ARTIFICIAL BOVINA EN MEXICO 1950 - 1984.**



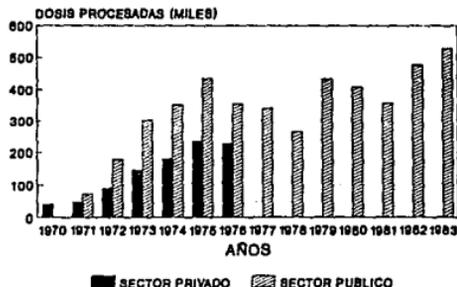
Sigrid Hirsch-Beutelspacher (1986).

**FIGURA 2. DOSIS DE SEMEN POR RAZAS PROCESADAS POR EL SECTOR PUBLICO EN AJUCHITLAN, QRO. 1971 - 1976.**



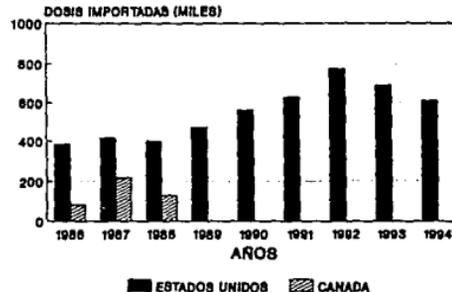
Adaptado de:  
Sigrid Hirsch-Beutelspacher (1986)

**FIGURA 3. PROCESAMIENTO DE SEMEN EN EL SECTOR PUBLICO Y PRIVADO EN MEXICO. 1970 - 1983.**



Sigrid Hirsch-Beutelspacher (1986).

**FIGURA 4. IMPORTACION EN MEXICO DE SEMEN DE LA RAZA HOLSTEIN 1985 - 1994.**



Nat. Assoc. of Animal Breeders (1994)  
Iniesta, F.J.L. y Roca, F.M.P. (1988)

manejo de dichos centros, especialmente cuando están acostumbrados al libre pastoreo, a la monta natural y a un manejo por parte de los humanos relativamente restringido.

#### I.5.- Centros de Procesamiento de semen.

La principal función de un centro de procesamiento de semen es la de brindar a los ganaderos de todo el país un servicio acorde a las necesidades de estos tiempos, la situación por la que atraviesa México y en este caso en especial el medio agropecuario, hace que los ganaderos tengan que ser lo más eficiente que puedan, hablando de costos y resultados, es por esto que los ganaderos necesitados e interesados en que algún semental de su propiedad les sean procesadas dosis de semen ya sea para consumo propio o para la comercialización de este semen, tienen la opción de recurrir a este centro.

La calidad de semen que se obtiene en un centro de inseminación es superior generalmente a la que se pueda obtener de un semental en el rancho o establo del propietario. De esto algunos de los productores actualizados ya se han dado cuenta y en vez de procesarles semen a dos o tres animales en el rancho, seleccionan al mejor de ellos y lo envían a un centro. En otros casos el ganadero adquiere algún valioso semental en el extranjero y antes de llegar al rancho pasa una temporada en el centro de procesamiento de semen, al acabar de procesar las dosis deseadas por el ganadero, el semental es removido del centro con destino a algún rancho donde sufrirá problemas de adaptación y condiciones en algunos casos sumamente adversas, pero ya el propietario tendrá semen congelado a su disposición.

Las principales razas que se manejan en el centro de proce-

samiento de semen son las europeas especializadas en la producción de carne, ya que el semen importado de estas razas siempre ha sido caro, al contrario de las razas productoras de leche donde las pruebas de progenie son más efectivas y la competencia entre las empresas extranjeras ha causado una baja de precios llegando a ser una dosis accesible para cualquier criador, además es incosteable mantener uno o varios sementales en un hato, lográndose con la inseminación mayor avance genético.

Por lo que se diseñó el presente trabajo para estudiar la raza y/o la zona agroecológica de donde provienen los toros, asociado con el manejo propio de un centro de inseminación artificial.

## II.- OBJETIVO DE LA TESIS.

Comparar si la raza y la zona agroecológica donde se encuentran los toros, pueden afectar la calidad seminal cuando se someten a la rutina de un centro de inseminación artificial.

### III.- MATERIAL Y METODOS.

Se procesaron datos de 140 toros, de 12 razas con un total de 2209 eyaculados recolectados durante los años 1993-1994 en el Centro de Inseminación RECA.

El centro esta ubicado en la ciudad de Querétaro, con temperaturas medias anuales de 18 a 22 grados centígrados, precipitación pluvial anual media de 500 mm y a una altura sobre el nivel medio del mar de 1840 m.

El centro tiene capacidad para alojar 32 sementales, cada uno en toril individual, con comedero y bebedero.

Se cuenta con área de toriles, área de recolección, área de laboratorio, bodega de implementos, bodega de forrajes y bodega de alimentos concentrados, así como una oficina.

#### III.1.- Requisitos para el ingreso de toros al Centro.

Los principales requisitos que son condicionantes para el ingreso de un semental al centro son primordialmente sanitarios, por el momento se exigen certificados oficiales y vigentes de libertad de Brucelosis y Tuberculosis, así como el certificado de libertad de garrapata. Se sugiere que los animales sean desparasitados antes del viaje, quedando a elección del propietario el producto a utilizar (McDonald, 1978; Hafez, 1984).

Existen otras enfermedades de transmisión sexual que deberían de diagnosticarse, tal es el caso de IBR, DVB, leptospirosis, trichomoniasis y campilobacteriosis. El inconveniente en realizar estas pruebas es que no existen laboratorios de diagnóstico oficiales y confiables en muchas localidades de la república (Moss et al., 1979).

El semental que ingrese al centro debe además, estar clíni-

camente sano, no presentar alteraciones de locomoción y es preferible que haya tenido manejo. Todo ésto hace posible que la obtención de semen congelable sea lo más rápido posible, acortando así la estancia en el centro, lo que acarreará un beneficio económico para el propietario, ya que se cobra una pensión mensual por alimentación, además del costo por dosis procesada y almacenada.

El certificado de registro de la asociación de criadores de la raza a la que pertenezca es necesario para la identificación del semental, así como para la impresión del envase de semen con la mayoría de datos posibles, en caso de no contar con el certificado de registro, únicamente se identifica al semental por medio de tatuajes, herrajes, aretes, el nombre con el que se conozca al semental. Suponiéndose en estos casos que el semen procesado es únicamente para consumo propio, no para su comercialización.

### III.2.- Manejo del semental.

Una vez que ingresa al centro, se verifica la identidad, así como el estado físico, que no tenga golpes, que no presente ectoparásitos. En caso de presentar ectoparásitos, inmediatamente es bañado con agua a presión y posteriormente con alguna solución ectoparasiticida. Dependiendo del tiempo y distancia que haya viajado cada semental hacia el centro, además de la condición física que presente, y su disposición a aceptar el alimento que en el centro recibe, y el grado de manejo que presente, si es o no dócil y esté acostumbrado a ser guiado con una cuerda hasta el área de recolección, lo que va a marcar la pauta de inicio en la recolección del semen.

### III.3.- Alimentación.

La ración consta de 16 k dos veces al día, de una revoltura al 50% de alfalfa y avena henificadas y molidas en las instalaciones del centro, existen forrajes disponibles de la mejor calidad durante todo el año, además de la capacidad de almacenamiento que se tiene en las bodegas.

### III.4.- Programa Sanitario.

Una vez transcurridos 60 días de que se realizó la prueba de tuberculosis previa al ingreso al centro, el semental es nuevamente revisado contra tuberculosis por medio de la prueba de intradermo-reacción con lectura a las 72 h y sangrado para el diagnóstico de brucelosis, ésto realizado por un médico veterinario acreditado oficialmente.

Cada semental es bañado con agua a presión por lo menos una vez a la semana, también se tiene un programa de recorte profiláctico de pezuñas, esto principalmente en sementales que pasan largos periodos de tiempo en el centro.

### III.5.- Manejo Reproductivo.

Hablando de un semental con parámetros de producción de semen dentro del promedio, se puede decir que la obtención de dos eyaculados semanales es lo óptimo (Robins et al., 1976).

Existen sementales que hay que recolectarse de 3 a 5 eyaculados semanales, esto condicionado por el volumen, concentración, motilidad y presencia o ausencia de espermatozoides anormales, otra condicionante para establecer el intervalo entre eyaculados es la disponibilidad del semental a la hora de la monta. Toros con buena libido, reciben más montas falsas o que el tiempo

transcurrido desde que el semental entra en la sala de monta hasta que le es extraído el semen, en algunos es de 5 minutos y en otros de hasta una hora, algunos sementales no tienen el manejo suficiente como para soportar la presencia del manejador o de la persona encargada de la recolección, lo cual hace que la estancia del semental en el centro se alargue.

La mecánica para la recolección es la siguiente, un día antes se apuntan en un pizarrón los sementales a recolectar para que los toreros los lacen y no les den de comer hasta después de la monta.

El horario de recolección en el centro es de 7:30 a 9:30 horas, ya que en esas horas se encuentran más dispuestos a la monta.

### III.6.- Proceso del Semen.

Recepción: se toman los datos del semental, se anota la fecha y el tubo con la muestra se coloca en un recipiente seco a una temperatura de 36°C.

#### III.6.1.- Evaluación.

Macroscópica: volumen, color y consistencia, ausencia de material extraño (pus, sangre, etc.).

Microscópica: al microscopio de contraste de fases equipado con platina térmica a una temperatura de 39°C se toma una muestra de semen fresco de 10  $\mu$ l con una micropipeta automática y se analiza al microscopio para observar el movimiento en masa, esto a un aumento de 37.5x, otra muestra de 5  $\mu$ l de semen fresco, es puesta al microscopio, esta vez utilizando un cubreobjetos de 22 x 22 mm con el fin de observar los espermatozoides en un solo plano y utilizando un aumento de 125x, para determinar el porcen-

taje de espermatozoides con movimiento progresivo, local e inmóvil (Rodríguez et al., 1975).

Las calificaciones que se asignan para esta evaluación son:

Movimiento masal: de 0 a 3 y el movimiento individual expresado en porcentaje, buscando como mínimo para continuar el proceso un 70% de espermatozoides con movimiento progresivo y vigoroso, al momento de la evaluación individual se puede detectar la presencia de espermatozoides anormales, en este caso la muestra es desechada inmediatamente (Robins et al., 1973).

En caso de ser aprobada la muestra para el proceso y posterior congelación, se toma una muestra de semen fresco de 100  $\mu$ l con micropipeta automática y se diluye en 7.9 ml de solución isotónica de cloruro de sodio al 0.9% (Ennen et al., 1976).

#### III.6.2.- Cálculo de dosis a procesar.

La mezcla anterior se introduce a un espectrofotómetro específicamente calibrado para medir concentraciones espermáticas y se toma lectura en base al porcentaje de transmitancia, el cual equivale en una tabla a cierta concentración espermática, expresada de millones de espermatozoides/ml de tal manera que el volumen de eyaculado se multiplica por el valor de la tabla y se divide entre el número de espermatozoides por dosis, que en este caso fue de 45 millones por dosis (Mann, 1964).

#### III.6.3.- Dilución del Semen.

En un Baño María a temperatura de 36°C se tienen tubos de mezcla conteniendo 40 ml de diluyente fracción "A" sin glicerol, el semen fresco se mezcla con el diluyente, hecha la primera dilución del semen se procede a la refrigeración, se introduce en un Baño María a 36°C a una campana de flujo laminar que está a

una temperatura de 5°C.

El periodo de refrigeración es de 2 horas, al final de este periodo la muestra se encuentra aproximadamente a 9°C y en este momento se saca el tubo del Baño María y se introduce en agua a 5°C durante 15 minutos (Foote, 1978).

El diluyente utilizado, una vez mezcladas las fracciones "A" y "B" es leche descremada, al finalizar la dilución del semen éste contiene 8% de glicerol. También se agregan al diluyente antibióticos para lograr concentraciones finales por ml de semen de: gentamicina 250 µg; tilosina 50 µg; linco-spectin 150/300 µg (Becker et al., 1977).

#### III.6.4.- Identificación del envase.

El envase utilizado es la pajilla francesa de 0.5 ml y para su impresión se cuenta con una máquina francesa marca IMV totalmente automática, con capacidad de imprimir 11,160 pajillas por hora (Almquist y Wiggin, 1973).

#### III.6.5.- Estandarización o etapa de equilibrio.

La etapa de equilibrio se denomina a el mantenimiento del semen a 5°C una vez agregado el total de la fracción "B" del diluyente y dura un mínimo de dos y media horas, durante este periodo se lleva a cabo el envase y se procede a colocar las pajillas en bastones de aluminio en una canastilla especial para su posterior congelación (Picket y Berndtson, 1974).

#### III.6.6.- Congelación.

Se realiza en una cámara de congelación BF4 con controlador de ingreso de nitrógeno y equipada con un graficador, el suministro de nitrógeno es por un termo presurizado LS-160, la congelación se hace verticalmente, a base de vapor forzado de nitrógeno

alcanzando temperaturas cercanas a las del nitrógeno líquido. La máxima capacidad de la máquina es de 2500 dosis, el tiempo que transcurre de los 5°C a los -190°C es de 4±0.5 minutos dependiendo del número de dosis contenidas en la cámara de congelación. A la temperatura de -190°C la canastilla conteniendo las pajillas se introduce a un termo conteniendo nitrógeno líquido. De este termo pasan las dosis a termos de almacenamiento.

### III.6.7.- Descongelación.

De dos a tres dosis por lote de semen se colocan en bastones aparte para no dejar ningún bastón con menos de 10 dosis, de este bastón se descongela una muestra de cada lote procesado, se dejan transcurrir por lo menos 24 horas antes de descongelar una muestra. Una vez descongelado y analizado cada lote de semen, éste es puesto a disposición del propietario para su consumo propio o para su comercialización (Almquist et al., 1982; Wiggin y Almquist, 1975; Pace et al., 1981).

Para evaluar las razas se agruparon en siete grupos de la siguiente manera:

- 1.- Suizo europeo.
- 2.- Simmental.
- 3.- Holstein.
- 4.- Brahman.
- 5.- Suizo americano.
- 6.- Otras razas cebuínas.
- 7.- Otras razas europeas.

La zona de procedencia se agrupo en tres categorías de la siguiente forma:

- 1.- Altiplano.

2.- Trópico.

3.- Extranjero.

De cada toro se tomaron los datos de dosis totales procesadas, eyaculados procesados, días transcurridos hasta la primera congelación, la raza, la zona de procedencia, y se analizaron mediante análisis de varianza con arreglo factorial (Steel y Torrie, 1980), de acuerdo al siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + R_i + Z_j + E_{ij}$$

Donde: Y es la variable de respuesta para:

- 1.- Volumen del eyaculado.
- 2.- Motilidad progresiva del primer eyaculado.
- 3.- Volumen total de semen extraído.
- 4.- Número de eyaculados desechados antes de procesar.
- 5.- Porcentaje de eyaculados desechados.
- 6.- Días transcurridos al primer eyaculado.
- 7.- Promedio de dosis por eyaculado.
- 8.- Número total de eyaculados desechados.
- 9.- Total de eyaculados obtenidos por toro.
- 10.- Estancia total del toro en semanas.
- 11.- Total de dosis procesadas por toro.

para la  $i$ -ésima raza proveniente de la  $j$ -ésima zona ( $i=1,2,3,4,5,6,7$ ) ( $j=1,2,3$ ).

E es el error aleatorio asociado a cada observación =  $NID(0, \sigma^2)$ .

#### IV.- RESULTADOS Y DISCUSION.

##### 4.1.1.- VARIABLES CON CRITERIO BIOLÓGICO.

Para el parámetro volumen de eyaculado en el cuadro 1, se aprecia, que no existieron diferencias significativas ni entre zonas ni entre razas, siendo el rango para las zonas de 5.1 ml a 6.1 ml (cuadro 2), mientras que en las razas este rango varió de 5.74 ml a 6.45 ml (cuadro 3). Este parámetro en los centros de procesamiento de semen, tiene particular relevancia ya que de él depende el cálculo de dosis a procesar, así mismo sirve para valorar la calidad del semen de los toros que llegan por primera vez al centro y después determina el intervalo entre recolecciones propio para cada toro. Los valores aquí encontrados coinciden con los valores promedio mencionados por Faulkner y Pineda (1978) y Salisbury et al., (1978) para esta especie.

Para la motilidad progresiva del primer eyaculado obtenido en el centro de inseminación, se observa en el cuadro 4, que no existieron diferencias significativas ni para zona ni para raza (cuadros 5 y 6), sin embargo los valores para el primer eyaculado están por debajo de lo publicado para la raza por Peters y Ball (1987) y Bearden y Fuquay (1992), ya que generalmente se aceptan como normales eyaculados con 60% de motilidad progresiva o más. La importancia de este parámetro radica en que se le ha atribuido la mayor correlación con fertilidad, por lo que sirve para estimar la calidad reproductiva del toro y su posible utilización en inseminación artificial. Los valores bajos obtenidos se deben a que existen animales que durante su estancia en el centro no es posible que se les congele semen (8.5%) ya que por norma del centro de inseminación artificial para que un eyaculado sea útil

se requiere que tenga 70% o más de motilidad. Este parámetro tuvo correlaciones significativas con casi todos los demás parámetros, con eyaculados desechados antes de la primera congelación ( $r=-0.62$ ), lo que significa que a mayor motilidad progresiva en el primer eyaculado, se desechan menos eyaculados, también se reducen los días a la primera congelación ( $r=-0.53$ ). También se reducen los eyaculados totales desechados tanto en número como en porcentaje ( $r=-0.46$  y  $r=-0.58$ ) respectivamente y finalmente se incrementan las dosis promedio por eyaculado ( $r=0.42$ ).

#### IV.2.- VARIABLES CON CRITERIO TECNICO-BIOLOGICO.

Para el total del volumen extraído a cada toro durante su estancia en el centro se aprecia en el cuadro 7 que no existieron diferencias de raza (cuadro 9) pero sí de zona de procedencia ( $P<0.03$ ) (cuadro 8), siendo más alta para los animales procedentes del altiplano 112.24 ml que para los animales procedentes del extranjero 40.85 ml, mientras que los animales procedentes de las zonas tropicales tuvieron un valor intermedio 76.25 ml. En el cuadro 34, se distingue que este parámetro tuvo correlaciones significativas con el total de eyaculados, con el número de eyaculados desechados, con el total de dosis procesadas y con la estancia en semanas ya que esta dependió de la habilidad de cada toro para eyacular muestras de valor aceptable. Este parámetro determina el total de dosis de semen que pueden ser preparadas de cada toro por lo que entre mayor cantidad por lo general se procesan más dosis, tomando en cuenta que el ganadero paga la estancia del toro en días, resulta más económico para el productor obtener la mayor cantidad de pajillas posibles. Las diferencias encontradas pueden atribuirse al hecho de que los toros

procedentes del extranjero generalmente pasan menos tiempo en el centro como puede observarse en los cuadros 28, 29 y 30 ya que sus dueños los requieren para presentaciones en ferias y exposiciones, lo que no ocurre con los toros del altiplano que suelen tener estancias más largas con algunas salidas planeadas. Los animales del trópico por su parte aunque están en el centro largo tiempo, su producción seminal es menor quizá por que presentan intervalos de recolección más largos.

Para el número de eyaculados desechados antes de procesar se marca en el cuadro 10 que existió un efecto significativo de la raza ( $P < 0.03$ ), pero no de la zona de procedencia (cuadro 11). En el cuadro 12 se anotan las diferencias entre razas y se aprecia que las mejores fueron la Holstein, la Suizo Americano y el Brahman, las peores fueron la Suizo Europeo y la Simmental, siendo intermedias el resto de razas europeas y cebuinas.

Este parámetro se correlacionó de manera significativa con los días transcurridos antes de congelar el primer eyaculado ( $r = 0.88$ ), lo que significa que al desecharse menos se redujeron los días antes de congelar, también se correlacionó con el total de eyaculados desechados tanto en porcentaje como en número y se correlacionó negativamente con promedio de dosis por eyaculado ( $r = -0.57$ ) por lo que se infiere que en los animales en los que menos eyaculados se desechan aumenta el promedio de dosis por eyaculado.

Estos resultados parecen comprensibles para las razas Holstein y Suizo Americano, sin embargo no pareciera ser así para la raza Brahman, que no suele trabajar en la vagina artificial, requiriendo mucho tiempo de atención, pero estos resultados

indican que los animales Brahman que llegan al centro, una vez que eyaculan, estos eyaculados son de buena calidad.

Cuando los eyaculados desechados se analizaron por porcentaje, los resultados fueron diferentes en relación al número de eyaculados, no existiendo diferencias significativas ni entre razas ni entre zonas de procedencia (cuadros 13, 14, 15). Observándose que los porcentajes de eyaculados desechados son relativamente elevados de 32.08% a 56.36%, lo que representa que de cada 10 eyaculados se desechan de 3 a 5 lo que parece alto para un centro de procesamiento de semen, pero es necesario recalcar que la mayoría de los toros provienen de explotaciones donde no se conoce el manejo previo y se ha observado que los animales residentes del centro, seis en total tienen un índice bajo de eyaculados desechados. El parámetro como podría esperarse se correlacionó significativamente con el total de dosis procesadas y con el promedio de dosis por eyaculado.

En cuanto a los días transcurridos al primer eyaculado congelado, se observa en el cuadro 16 que los efectos de raza y zona de procedencia fueron significativos ( $P < 0.0001$ ) y ( $P < 0.0004$ ) respectivamente.

Para la zona de procedencia, se aprecia en el cuadro 17 que los animales procedentes del extranjero tuvieron menos días que los procedentes del trópico o del altiplano, esto pudo deberse a que en general los requisitos de importación de animales son más estrictos que los requisitos marcados por el centro de inseminación, lo que en cierta forma garantiza una mejor salud de los animales.

Para la raza, se nota en el cuadro 18 que fueron mejores las

razas Holstein, Suizo Americano, Brahman y diversas razas europeas, mientras que tuvieron un comportamiento más pobre las razas Simmental, Suizo Europeo y diversas razas cebuínas, sin embargo no parece haber explicación biológica para esto.

Para el promedio de dosis por eyaculado se presenta en el cuadro 19 que no existieron diferencias significativas ni entre razas ni entre zonas de procedencia (cuadros 20 y 21), esta característica se correlacionó significativamente con la motilidad progresiva y los eyaculados desechados.

Esta característica tiene importancia relativa, ya que mientras más dosis se obtengan de un eyaculado, se optimizan costos por día, ya que generalmente tiene los mismos costos fijos el proceso de un eyaculado que de varios eyaculados independientemente del número de dosis.

El número de eyaculados desechados tuvo un efecto significativo de zona de procedencia ( $P < 0.02$ ), pero no hubo efecto significativo para las razas (cuadros 22, 23 y 24).

En el cuadro 23 se nota que los animales procedentes del extranjero tuvieron menos eyaculados desechados, que las razas del altiplano y del trópico, ya que en general los programas sanitarios de otros países son mejores y los toros deben cumplir además con los requisitos sanitarios de importación, lo cual ya se ha discutido con otras variables.

#### IV.3.- VARIABLES CON CRITERIO COMERCIAL.

Para el total de eyaculados se presentan los resultados del análisis de varianza en el cuadro 25 y se aprecia que no existieron diferencias significativas, siendo los rangos por zonas de 8.50 a 19.41 y por razas de 9.08 a 17.68 (Cuadros 26 y 27). Este

total de eyaculados, junto con el volumen total recolectado durante la estancia de los toros en el centro determinan el total de dosis procesadas. Este valor se correlacionó significativamente con: El total de eyaculados desechados ( $r=0.66$ ) por lo que a más eyaculados también se desecharon más o dicho de otra manera los toros que más eyaculados desechados tienen tienden a trabajar más, también aumentó el total de dosis procesadas ( $r=0.69$ ) y los animales estuvieron más tiempo en el centro ( $r=0.71$ ).

La estancia en semanas en el centro, es una variable que depende de factores como el número de dosis que se desea congelar y la capacidad de producirlas del toro, sin embargo como las dosis solicitadas suelen estar muy por debajo de la capacidad normal de los toros, salvo casos especiales los animales no superan los cuatro meses de estancia en el centro de procesamiento de semen. En el cuadro 28 se asientan los resultados para estancia en el centro en semanas y se aprecia que no existieron diferencias significativas ni entre razas ni entre zonas de procedencia. En el cuadro 29 se nota que aunque los animales procedentes del extranjero estuvieron solamente seis semanas en el centro esto se debe a lo mencionado anteriormente de su presentación en exposiciones ganaderas y sin embargo el dato no fue significativo. Los valores para las razas se asientan en el cuadro 30.

El total de dosis procesadas, es el principal indicador de productividad de un centro de inseminación artificial, ya que de ello depende el ingreso sustancial del mismo. Para esta variable se aprecia en el cuadro 31, que no existieron diferencias significativas ni entre zonas de procedencia ni entre razas. Se puede

apreciar en el cuadro 32 que no hubo diferencias entre valores de más del doble de diferencia, lo que indica una gran variabilidad de los toros en cuanto a su comportamiento, además esta variable más que biológica depende de lo que solicitan los dueños por lo que ningún toro se trabaja al máximo de su capacidad. El mismo efecto de variabilidad se puede observar para las razas en el cuadro 33 donde el rango va de 853.3 a 2643.80 sin que existan diferencias significativas. Además casi no tuvo correlaciones significativas con los parámetros biológicos (cuadro 34).

-----  
**CUADRO 1. CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA VOLUMEN DEL EYACULADO DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN.**  
 -----

Variable	gl	Cuadrados Medios.	Significancia
Raza	6	0.98	0.77
Zona	2	4.46	0.08
Error	123	1.79	

-----

-----  
**CUADRO 2. EFECTO DE LA ZONA DE PROCEDENCIA SOBRE EL VOLUMEN DEL EYACULADO EN MILILITROS DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN (MEDIA ± ERROR ESTANDAR).**  
 -----

Zonas

Altiplano	6.17 ± 0.18
Trópico	5.97 ± 0.15
Extranjero	5.18 ± 0.53

-----

NO EXISTIERON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS.

-----

-----  
**CUADRO 3. EFECTO DE LA RAZA SOBRE EL VOLUMEN DEL EYACULADO EN MILILITROS, DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN (MEDIA ± ERROR ESTANDAR).**  
 -----

Razas.

Suizo Europeo	5.84 ± 0.18
Simmental	6.45 ± 0.30
Holstein	5.87 ± 0.29
Brahman	5.90 ± 0.35
Suizo Americano	6.14 ± 0.40
Otras Razas Cebuinas	5.74 ± 0.38
Otras Razas Europeas	6.17 ± 0.37

-----

NO EXISTIERON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS.

-----

-----  
**CUADRO 4. CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA LA MOTILIDAD PROGRESIVA DEL PRIMER EYACULADO DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN.**  
 -----

Variable	gl	Cuadrados Medios.	Significancia
Raza	6	433.20	0.27
Zona	2	21.77	0.93
Error	123	337.99	

-----  
**CUADRO 5. EFECTO DE LA ZONA DE PROCEDENCIA PARA LA MOTILIDAD PROGRESIVA DEL PRIMER EYACULADO DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN (PORCENTAJE, MEDIA  $\pm$  ERROR ESTANDAR).**  
 -----

Zonas

Altiplano	55.00 $\pm$ 2.51
Trópico	54.33 $\pm$ 2.07
Extranjero	58.33 $\pm$ 7.34

-----  
 NO EXISTIERON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS.  
 -----

-----  
**CUADRO 6. EFECTO DE LA RAZA PARA LA MOTILIDAD PROGRESIVA DEL PRIMER EYACULADO DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN (PORCENTAJE, MEDIA  $\pm$  ERROR ESTANDAR).**  
 -----

Razas

Suizo Europeo	48.30 $\pm$ 2.58
Simmental	42.89 $\pm$ 4.18
Holstein	56.90 $\pm$ 3.98
Brahman	61.78 $\pm$ 4.87
Suizo Americano	59.54 $\pm$ 5.50
Otras Razas Cebuínas	58.75 $\pm$ 5.26
Otras Razas Europeas	61.15 $\pm$ 5.06

-----  
 NO EXISTIERON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS.  
 -----

CUADRO 7. CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA EL TOTAL DE SEMEN EXTRAIDO EN VOLUMEN DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN.

Variable	gl	Cuadrados Medios	Significancia
Raza	6	2605.60	0.85
Zona	2	20606.89	0.03
Error	123	6090.03	

CUADRO 8. EFECTO DE LA ZONA DE PROCEDENCIA PARA EL TOTAL DE SEMEN EXTRAIDO EN VOLUMEN DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN (MILILITROS, MEDIA  $\pm$  ERROR ESTANDAR).

Zonas

Altiplano	112.24 $\pm$ 11.22 a
Trópico	76.25 $\pm$ 9.25 b
Extranjero	40.85 $\pm$ 32.72 b

LETRAS DIFERENTES REPRESENTAN SIGNIFICANCIA ESTADISTICA ( $P < 0.05$ ).

CUADRO 9. EFECTO DE LA RAZA PARA EL TOTAL DE SEMEN EXTRAIDO EN VOLUMEN DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN (MILILITROS, MEDIA  $\pm$  ERROR ESTANDAR).

Razas.

Suizo Europeo	100.42 $\pm$ 11.39
Simmental	98.08 $\pm$ 18.48
Holstein	93.62 $\pm$ 17.58
Brahman	77.21 $\pm$ 21.53
Suizo Americano	83.21 $\pm$ 24.29
Otras Razas Cebuinas	44.58 $\pm$ 23.25
Otras Razas Europeas	87.06 $\pm$ 22.34

NO EXISTIERON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS.

CUADRO 10. CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA EL NUMERO DE EYACULADOS DESECHADOS ANTES DE PROCESAR DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN.

Variable	gl	Cuadros Medios.	Significancia
Raza	6	74.94	0.03
Zona	2	125.56	0.20
Error	123	31.21	

CUADRO 11. EFECTO DE LA ZONA DE PROCEDENCIA PARA EL NUMERO DE EYACULADOS DESECHADOS ANTES DE PROCESAR DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN (MEDIA ± ERROR ESTANDAR)

Zonas	
Altiplano	4.07 ± 0.63
Trópico	3.54 ± 0.52
Extranjero	2.83 ± 1.85

NO EXISTIERON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS.

CUADRO 12. EFECTO DE LA RAZA PARA EL NUMERO DE EYACULADOS DESECHADOS ANTES DE PROCESAR DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN (MEDIA ± ERROR ESTANDAR)

Razas	
Suizo Europeo	6.34 ± 0.85 b
Simmental	7.52 ± 1.38 b
Holstein	2.47 ± 1.31 a
Brahman	1.64 ± 1.61 a
Suizo Americano	2.90 ± 1.82 a
Otras Razas Cebuñas	3.91 ± 1.74 ab
Otras Razas Europeas	3.84 ± 1.67 ab

LETRAS DIFERENTES REPRESENTAN SIGNIFICANCIA ESTADISTICA (P<0.05).

CUADRO 13. CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA EL PORCENTAJE DE LOS EYACULADOS DESECHADOS DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN.

Variable	gl	Cuadrados Medios.	Significancia
Raza	6	1224.16	0.21
Zona	2	16.21	0.98
Error	123	870.23	

CUADRO 14. EFECTO DE LA ZONA DE PROCEDENCIA PARA LOS EYACULADOS DESECHADOS DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN (PORCENTAJE, MEDIA  $\pm$  ERROR ESTANDAR).

Zonas

Altiplano	39.69 $\pm$ 4.01
Trópico	42.69 $\pm$ 3.31
Extranjero	33.78 $\pm$ 11.71

NO EXISTIERON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS.

CUADRO 15. EFECTO DE LA RAZA PARA LOS EYACULADOS DESECHADOS DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN (PORCENTAJE, MEDIA  $\pm$  ERROR ESTANDAR).

Razas

Suizo Europeo	51.73 $\pm$ 4.27
Simmental	56.36 $\pm$ 6.93
Holstein	34.95 $\pm$ 6.59
Brahman	32.08 $\pm$ 8.08
Suizo Americano	32.71 $\pm$ 9.11
Otras Razas Cebuinas	42.97 $\pm$ 8.73
Otras Razas Europeas	39.46 $\pm$ 8.38

NO EXISTIERON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS.

CUADRO 16. CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS DIAS TRANSCURRIDOS AL PRIMER EYACULADO CONGELADO DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN.

Variable	gl	Cuadrados Medios.	Significancia
Raza	6	7924.42	0.0001
Zona	2	10932.45	0.0004
Error	123	178.05	

CUADRO 17. EFECTO DE LA ZONA DE PROCEDENCIA PARA LOS DIAS TRANSCURRIDOS AL PRIMER EYACULADO CONGELADO DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN (MEDIA  $\pm$  ERROR ESTANDAR).

Zonas

Altiplano	21.29 $\pm$ 3.93 b
Trópico	25.49 $\pm$ 3.24 b
Extranjero	16.66 $\pm$ 11.46 a

LETRAS DIFERENTES REPRESENTAN SIGNIFICANCIA ESTADISTICA (P<0.05).

CUADRO 18. EFECTO DE LA RAZA PARA LOS DIAS TRANSCURRIDOS AL PRIMER EYACULADO CONGELADO DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN (MEDIA  $\pm$  ERROR ESTANDAR).

Razas

Suizo Europeo	36.40 $\pm$ 6.02 b
Simmental	43.15 $\pm$ 9.83 b
Holstein	17.14 $\pm$ 9.35 a
Brahman	16.85 $\pm$ 11.45 a
Suizo Americano	21.09 $\pm$ 12.92 a
Otras Razas Cebuínas	43.41 $\pm$ 12.37 b
Otras Razas Europeas	20.30 $\pm$ 11.88 a

LETRAS DIFERENTES REPRESENTAN SIGNIFICANCIA ESTADISTICA (P<0.05).

-----  
**CUADRO 19. CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA EL PROMEDIO DE DOSIS POR EYACULADO DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN.**  
 -----

Variable	gl	Cuadrados Medios.	Significancia
Raza	6	8952.09	0.23
Zona	2	3776.01	0.56
Error	123	6576.51	

-----

-----  
**CUADRO 20. EFECTO DE LA ZONA DE PROCEDENCIA PARA EL PROMEDIO DE DOSIS POR EYACULADO DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN (MEDIA ± ERROR ESTANDAR).**  
 -----

Zonas

Altiplano	219.82 ± 9.59
Trópico	200.86 ± 7.91
Extranjero	197.83 ± 27.98

-----

NO EXISTIERON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS.

-----

-----  
**CUADRO 21. EFECTO DE LA RAZA PARA EL PROMEDIO DE DOSIS POR EYACULADO DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN (MEDIA ± ERROR ESTANDAR).**  
 -----

Razas

Suizo Europeo	180.74 ± 11.33
Simmental	188.56 ± 18.38
Holstein	234.02 ± 17.48
Brahman	215.25 ± 21.41
Suizo Americano	228.67 ± 24.15
Otras Razas Cebuínas	146.09 ± 23.12
Otras Razas Europeas	203.57 ± 22.22

-----

NO EXISTIERON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS.

-----

-----  
**CUADRO 22. CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA EL NUMERO DE EYACULADOS DESECHADOS DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN.**  
 -----

Variable	gl	Cuadrados Medios.	Significancia
Raza	6	77.65	0.37
Zona	2	277.07	0.02
Error	123	71.36	

-----  
**CUADRO 23. EFECTO DE LA ZONA DE PROCEDENCIA PARA EL NUMERO DE EYACULADOS DESECHADOS DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN (MEDIA ± ERROR ESTANDAR).**  
 -----

Zonas

Altiplano	8.56 ± 1.17 b
Trópico	5.64 ± 0.96 b
Extranjero	3.83 ± 3.41 a

-----  
 LETRAS DIFERENTES REPRESENTAN SIGNIFICANCIA ESTADISTICA (P<0.05).  
 -----

-----  
**CUADRO 24. EFECTO DE LA RAZA PARA EL NUMERO DE EYACULADOS DESECHADOS DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN (MEDIA ± ERROR ESTANDAR).**  
 -----

Razas

Suizo Europeo	9.68 ± 1.25
Simmental	10.00 ± 2.03
Holstein	4.52 ± 1.93
Brahman	4.85 ± 2.37
Suizo Americano	4.09 ± 2.67
Otras Razas Cebuinas	5.00 ± 2.56
Otras Razas Europeas	8.76 ± 2.46

-----  
 NO EXISTIERON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS.  
 -----

-----  
**CUADRO 25. CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA EL TOTAL DE EYACULADOS DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN.**  
 -----

Variable	gl	Cuadrados Medios.	Significancia
Raza	6	137.68	0.59
Zona	2	467.20	0.07
Error	123	178.65	

-----

-----  
**CUADRO 26. EFECTO DE LA ZONA DE PROCEDENCIA PARA EL TOTAL DE EYACULADOS DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN (MEDIA ± ERROR ESTANDAR).**  
 -----

Zonas

Altiplano	19.41 ± 1.92
Trópico	13.26 ± 1.58
Extranjero	8.50 ± 5.61

-----

NO EXISTIERON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS.

-----

-----  
**CUADRO 27. EFECTO DE LA RAZA PARA EL TOTAL DE EYACULADOS DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN (MEDIA ± ERROR ESTANDAR).**  
 -----

Razas

Suizo Europeo	17.68 ± 1.96
Simmental	17.15 ± 3.18
Holstein	15.52 ± 3.03
Brahman	14.50 ± 3.71
Suizo Americano	14.00 ± 4.18
Otras Razas Cebuinas	9.08 ± 4.01
Otras Razas Europeas	15.92 ± 3.85

-----

NO EXISTIERON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS.

-----

CUADRO 28. CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA LA ESTANCIA TOTAL EN SEMANAS DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN.

Variable	gl	Cuadrados Medios.	Significancia
Raza	6	115.18	0.65
Zona	2	324.44	0.14
Error	123	166.96	

CUADRO 29. EFECTO DE LA ZONA DE PROCEDENCIA PARA LA ESTANCIA TOTAL DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN (SEMANAS, MEDIA  $\pm$  ERROR ESTANDAR)

Zonas

Altiplano	14.88 $\pm$ 1.78
Trópico	15.38 $\pm$ 1.47
Extranjero	6.83 $\pm$ 5.20

NO EXISTIERON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS.

CUADRO 30. EFECTO DE LA RAZA PARA LA ESTANCIA TOTAL DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN (SEMANAS, MEDIA  $\pm$  ERROR ESTANDAR).

Razas

Suizo Europeo	16.32 $\pm$ 1.82
Simmental	17.84 $\pm$ 2.95
Holstein	13.95 $\pm$ 2.81
Brahman	14.42 $\pm$ 3.44
Suizo Americano	14.45 $\pm$ 3.89
Otras Razas Cebuínas	13.16 $\pm$ 3.72
Otras Razas Europeas	11.69 $\pm$ 3.57

NO EXISTIERON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS.

CUADRO 31. CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA EL TOTAL DE DOSIS PROCESADAS DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN.

Variable	gl	Cuadrados Medios.	Significancia
Raza	6	7078377.02	0.27
Zona	2	3456436.14	0.53
Error	123	5570371.66	

CUADRO 32. EFECTO DE LA ZONA DE PROCEDENCIA PARA EL TOTAL DE DOSIS PROCESADAS DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN (MEDIA  $\pm$  ERROR ESTANDAR).

Zonas

Altiplano	2416.27 $\pm$ 332.00
Trópico	1667.60 $\pm$ 273.78
Extranjero	943.33 $\pm$ 967.96

NO EXISTIERON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS.

CUADRO 33. EFECTO DE LA RAZA PARA EL TOTAL DE DOSIS PROCESADAS DE TOROS TRABAJADOS EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN (MEDIA  $\pm$  ERROR ESTANDAR).

Razas

Suizo Europeo	1753.20 $\pm$ 335.15
Simental	1549.47 $\pm$ 543.69
Holstein	2643.80 $\pm$ 517.15
Brahman	1969.28 $\pm$ 633.38
Suizo Americano	2112.72 $\pm$ 714.54
Otras Razas Cebuínas	853.33 $\pm$ 684.12
Otras Razas Europeas	1560.76 $\pm$ 657.28

NO EXISTIERON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS.

CUADRO 34. COEFICIENTES DE CORRELACION SIGNIFICATIVOS PARA VARIABLES DE CALIDAD SEMINAL Y CRITERIOS TECNICOS DE ORIGEN BIOLOGICO O COMERCIAL EN UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE SEMEN.

	YACULADOS DESECHADOS ANTES DE PROCESAR.	DIAS TRANSCURRIDOS AL PRIMER YACULADO DE CONGELADO	YACULADOS DESECHADOS (NUMERO)	YACULADOS DESECHADOS (%)	DOSIS POR YACULADO (PROMEDIO)
MOTILIDAD PROGRESIVA DEL PRIMER YACULADO	- 0.62 0.0001	- 0.53 0.0001	- 0.46 0.0001	- 0.58 0.0001	0.42 0.0001
NUMERO DE YACULADOS DESECHADOS ANTES DE PROCESAR.		0.88 0.0001	0.73 0.0001	0.72 0.0001	- 0.57 0.0001
PROMEDIO DE DIAS TRANS- CURRIDOS AL PRIMER YEA- CULADO CONGELADO			0.59 0.0001	0.67 0.0001	0.53 0.0001
	YACULADOS DESECHADOS (NUMERO)	YACULADOS DESECHADOS (%)	TOTAL DE DOSIS PROCESADAS	ESTANCIA EN EL CENTRO EN SEMANAS	VOLUMEN TOTAL YACULADO
TOTAL DE YACULADO	0.66 0.0001		0.69 0.0001	0.71 0.0001	0.94 0.0001
NUMERO DE YACULADOS DESECHADOS		0.65 0.0001			0.57 0.0001
PORCENTAJE DE YACULADOS DESECHADOS			- 0.41 0.0001		
TOTAL DE DOSIS PROCESADAS				0.61 0.0001	0.74 0.0001
PROMEDIO DE DOSIS POR YACULADO		- 0.54 0.0001			

ESTA TESIS  
NO DEBE  
BIBLIOTECA

## V.- CONCLUSIONES.

En base a los resultados anteriores se puede concluir lo siguiente:

La zona de procedencia de los toros afectó más el trabajo del centro de procesamiento de semen que la raza. Siendo más eficientes los animales procedentes del extranjero que los residentes en México, ya que en menor tiempo de estancia de estos animales en el centro de procesamiento de semen se obtuvo mayor cantidad de dosis.

Con respecto a las razas trabajadas, las que tuvieron mejor desempeño dentro del centro de procesamiento de semen fueron la Holstein, la Suizo Americano y la Brahman.

No existieron interacciones entre la raza del toro y la zona de procedencia.

Debido a que los propietarios de los toros solicitan que se prepare un número de dosis de semen de acuerdo a la capacidad de comercialización y/o consumo propio, los toros en el centro de procesamiento de semen no se trabajan a su máximo nivel biológico.

## VI.- LITERATURA CITADA.

- 1.- Almquist, J.O., K.E. Grube y J.L. Rosenberger. (1982). Effect of thawing time on fertility of bovine spermatozoa in french straws. *J. Dairy Sci.* 65:824.
- 2.- Alquimst, J.O. y H.B. Wiggin. (1973). Survival of bull spermatozoa frozen and thawed by different methods in plastic straws. *A.I. Digest*, 21:6.
- 3.- Bearden, H.J. y Fuquay, J.W., (1992). *Applied Animal Reproduction*. 3th ed. Prentice Hall. N.Jersey. U.S.A.
- 4.- Becker, W.C., P.L. Senger, E.P. Aalst y C.E. Mashall. (1977). Influence of glycerol levels, diluent and post-thaw temperature on motility and acrosomal maintenance in bovine semen frozen in plastic straw. *J. Anim. Sci.* 44(6):106.
- 5.- Bonadonna, T. (1962). *Fisiopatología de la Reproducción y fecundación artificial ganadera*. 1ª Edición. Tomo I y II. Salvat Editores S.A. Barcelona, España.
- 6.- Den Daas, N.,(1992). Laboratory assessment of semen characteristics. *Anim. Reprod. Sci.* 28: 87-94.
- 7.- Ennen B.D., W.E. Berudtson, R.G. Mortimer y B.W. Pickett. (1976). Effect of processing procedures on motility of bovine spermatozoa frozen in 0.25 ml straws. *J. Anim. Sci.* 43(3):651.
- 8.- Faulkner, L.C. y Pineda, M.H., (1978). Artificial Insemination. En: *Veterinary Endocrinology and Reproduction*. Ed. McDonald, L.E. 2nd Ed. Edit. Lea & Febiger. U.S.A.:304-341.
- 9.- Foote, R.F., (1978). Diluyentes y dilución del semen sin congelar. En *Fisiología de la Reproducción e Inseminación Artificial de los Bóvidos*. Ed. Salisbury, G.W., Van Denmark, N.L. y Lodge J.R. Editorial Acribia, Zaragoza. España.: 463-517.
- 10.- Hafez, E.S.E. (1984). *Reproducción e Inseminación Artificial en animales*. 1ª Edición. Nueva Editorial Interamericana. S.A. de C.V. México, D:F:
- 11.- Hafez, E.S.E.,(1993). Artificial Insemination. En: *Reproduction in Farm Animals*. ed. Lea and Febiger. Estados Unidos.: 424-439.
- 12.- Hirsch, B.S.,(1986). *Geschichtliche Entwicklung und heutiger Stand der instrumentellen Insemination beim Rind in Mexiko*. Inaugural Dissertation. Tierärztliche Hochschule Hannover.
- 13.- Holy, L., (1983). *Bases Biológicas de la Reproducción Bovina*. ed. Diana. México. 463pp.
- 14.- Hopkins, S.M. y Evans, L.E.,(1988). Artificial Insemination. En. *Veterinary Endocrinology and Reproduction*. Lea and Febiger. Estados Unidos.: 355-388.
- 15.- Iniestra, F.J.L. y Rico, F.N.P.,(1989). Aspectos generales y estado actual de la inseminación artificial del ganado bovino Holstein-Friesian en México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Cuauritlán. Universidad Nacional Autónoma de México.
- 16.- Mann, T., (1964). Influence of ion concentration, dilution, temperature and other extraneous factors, on semen *in vitro* En. *The Biochemistry of semen and of the Male Reproductive Tract*. 2nd Ed. Methuen and Co. L.T.D. Reino Unido.: 339-364.
- 17.- McDonald, L.E. (1978). *Reproducción y Endocrinología Veterinarias*. 2ª Edición. Nueva Editorial Interamericana S.A. de C.V. México, D.F.

18.- Moss, J.A., Melrose, D.R., Redd, H.C.B. y Vandesplasse, M.. (1979). Spermatozoa, semen and artificial insemination. En. *Fertility and Infertility in Domestic Animals*. 3th ed. Bailliere Tindall. Londres.: 59-91.

19.- Pace, M.M., J.J. Sullivan, F.I. Elliott, E.F. Graham y G.H. Coulter. (1981). Effects of thawing temperature, number of spermatozoa and spermatozoal quality on fertility of bovine spermatozoa packaged in 0.5ml french straws. *J. Anim. Sci.* 53(3):693.

20.- Pashen, R.,(1991). Biotecnología. En. *Clínicas Médicas de Norte América*. ed. Bondurant, R.H. ed. Saunders Co. Estados Unidos. 3(3):209-221

21.- Pérez y Pérez, F. (1966). *Reproducción e Inseminación Artificial Ganadera*. 1ª Edición. Editorial Científicomédica. Barcelona, España.

22.- Peters A.R. y Ball, P.J.H., (1986). 6.- Artificial Insemination. En: *Reproduction in Cattle*. ed. Butterworth Co. Reino Unido.: 63-74.

23.- Pikett, B.W. y W.E. Berndtson. (1974). Preservation of bovine spermatozoa by freezing in straws: A Review. *J. Dairy Sci.* 57(11):1287

24.- Robbins, R.K., M.L. O'Connor, P.T. Chandler y R.G. Saacke. (1973). Freezing of bovine semen in "French straws". *J. Anim. Sci.* 37:327 (Abstr).

25.- Robbins, R.K., R.G. Saacke y P.T. Chandler. (1976). Influence of freeze rate, thaw rate and glycerol level on acrosomal retention and survival of bovine spermatozoa frozen in french straws. *J. Anim. Sci.* 42(1):145.

26.- Rodríguez, O.L., W.E. Berndtson, B.D. Eppen y B.W. Pickett. (1975). Effect of rate of freezing, thawing and level of glycerol on the survival of bovine spermatozoa in straws. *J. Anim. Sci.* 41(1):129.

27.- Salisbury, G.W., VanDemark, N.L. y Lodge, J.R., (1978). *Fisiología de la Reproducción de los Bovidos*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

28.- Sorensen, A.M. Jr. 1982. *Reproducción Animal*. 1ª Edición. Editorial McGraw-Hill de México. S.A. de C.V. México, D.F.

29.- Stell, R.G.D. y Torrie, H., (1980). *Statistical Methods*. McGraw-Hill. Estados Unidos.

30.- Weitze, K.F. y Petzoldt, R.,(1992). Preservation of semen. *Anim. Reprod. Sci.* 28:229-235.

31.- Wiggin, H.B. y J. O. Almquist. 1975. Effect of glycerol equilibration time and thawing rate upon acrosomal maintenance and motility of bull spermatozoa frozen in plastic straws. *J. Anim. Sci.* 40(2):302.