

60



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

"ESTADO ACTUAL DEL PROCESAMIENTO DE  
SEMEN DE BOVINO Y LA INSEMINACION  
ARTIFICIAL EN LA REPUBLICA MEXICANA"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

HUMBERTO SANCHEZ ORTIZ

ASESORES: M.V.Z. HERIBERTO CONTRERAS ANGELES

DR. REMIGIO ESPINOSA GALINDO

DR. BENITO LOPEZ BAÑOS

CUAUTITLAN IZCALLI, ESTADO DE MEXICO. 2000

280307



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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 esta 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.



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

U. N. A. M.  
 FACULTAD DE ESTUDIOS  
 SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE  
 EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
 P R E S E N T E

AT'N. Q. Ma. del Carmen García Mijares  
 Jefe del Departamento de Exámenes  
 Profesionales de la FES Cuautitlán

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

"Estado actual del procesamiento de semen de bovino y la

Inseminación Artificial en la República Mexicana"

que presenta el pasante Humberto Sánchez Ortiz

con número de cuenta: 9036697-0 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 ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo de Méx. a 07 de Abril de 2000

PRESIDENTE	M.V.Z. Heriberto Contreras Angeles	
VOCAL	M.V.Z. Carlos Humberto Flores Vázquez	
SECRETARIO	M.V.Z. Rafael Pérez González	
PRIMER SUPLENTE	M.V.Z. Martha Elizabeth Pérez Arias	
SEGUNDO SUPLENTE	M.V.Z. Elanca Moreno Cardenti	

## **DEDICATORIAS**

### **A mi papá y a mi mamá,**

Gracias por ayudarme tanto, por entenderme y por escucharme, son el mejor ejemplo de mi vida, lo que les entrego hoy se los debo a ustedes, los quiero mucho.

### **A Lidia**

Por el gran ejemplo que nos ha puesto siempre.

### **A Rocío**

Para que pronto realices la tuya.

### **A mis amigos**

Victor por acompañarme siempre en los buenos y malos momentos, Sandra por todo lo que pasamos y hemos compartido juntos. Gracias también a todos los que no aparecen en esta hoja, pero si están presentes en mi corazón.

### **Vero**

A ti, porque sin saberlo me has enseñado el verdadero significado de la palabra amor, gracias.

### **A todo el equipo de RASA**

Con un especial agradecimiento al Doctor Remigio Espinosa por su orientación y apoyo en la realización de este trabajo, gracias también a los Doctores José Vergara, Guillermo Escamilla y Carlos Bertoni.

### **A mis maestros**

Especialmente a los Doctores Heriberto Contreras, Benito López y Juan A. Monroy.

**A Dios, por estar cerca SIEMPRE.**

## **INDICE**

RESUMEN .....	1
SUMMARY .....	2
INTRODUCCIÓN .....	3
OBJETIVOS .....	22
MATERIAL Y METODOS .....	23
DISCUSIÓN Y RESULTADOS .....	24
CONCLUSIONES .....	67
LITERATURA CITADA .....	71

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo, caracterizar la cantidad y calidad de las dosis de semen utilizadas para los diferentes programas de Inseminación Artificial en la República Mexicana. Considerando que la ganadería en México cuenta con pocas estadísticas actuales sobre Inseminación Artificial. Se realizó un estudio utilizando la información de los Centros de Inseminación y Laboratorios de procesamiento de semen dentro de la República Mexicana, con el fin de describir el estado actual y las características generales de este proceso, además de conocer el seguimiento que tiene cada laboratorio y centro de inseminación artificial a la NOM-027-Z00-1995 "Proceso zoonosanitario del semen de animales domésticos" que rige desde Enero de 1996. Los datos para esta investigación se recopilaron mediante la aplicación de un cuestionario que contenía 23 reactivos entre Diciembre de 1998 a Julio de 1999 a una población de 14 Centros de I.A. y 20 Laboratorios Independientes. Con los datos obtenidos se realizó una descripción de las condiciones en que se lleva a cabo el procesamiento de semen congelado para bovino ponderando los resultados de acuerdo al número de dosis que procesa cada Centro o Laboratorio. Estimándose un total de 1,330,600 dosis procesadas dentro del país, que corresponde al 53% del semen disponible. Por otra parte las dosis importadas en el mismo periodo se estimaron en, 1,171, 241 (47% del semen disponible), asumiendo que el número de hembras puede determinar la cantidad de vacas aptas para ser inseminadas artificialmente en el país se estima que tan solo un máximo de 4.3% de las vacas en el país son inseminadas artificialmente. Así mismo se calculó la cantidad de dosis que provienen de toros con prueba de comportamiento o de toros probados genéticamente, estimándose un total de 1,145,929 dosis; de las cuales 91,812 dosis son de procedencia nacional y 1,054,117 dosis de semen importado, encontrando que tan sólo un 1.97% de las vacas en el país son inseminadas con sementales que cuentan con algún índice genético. El número de dosis reportadas con este trabajo, nos demuestra que el procesamiento de semen nacional es de gran importancia, y que por lo tanto el ganado que se insemina con semen nacional tiene un alto porcentaje. Pero quedaría en duda si estos toros ayudan a mejorar genéticamente el hato nacional, ya que no existen en el país programas de pruebas de progenie que permitan elegir a los mejores sementales, que contribuyan a desarrollar un procesamiento de semen nacional de alta calidad genética.

## SUMMARY

There are only few statistics about bovine artificial insemination in Mexico. A research was carried out in order to identify and locate artificial insemination centers and independent laboratories that process bovine semen in Mexico. The main purpose was to understand the general characteristics of this process in the country and to evaluate the impact of the sanitary regulation (NOM-027-ZOO-1995 sanitary process of semen in domestic animals) that has been in effect since January 1996. The data for this study were collected from December 1998 to July 1999. Fourteen insemination centers and twenty independent laboratories are included in this study. With the information obtained, a description about the processing of bull semen in the country was possible. Results were weighed according to the units processed in each center or laboratory. A quantification of the processed units results in a total of 1,330,600 doses corresponding to 53% of frozen semen available. In the same period the imported units were known to be 1,171,247 doses, this amount represents 47% of the frozen semen available. Considering the number of bovine females in Mexico the total of cows that can be inseminated is as low as 4.3%. The number of doses from bulls with performance evaluation or progeny test in the country is minimal with only 1.97% of cows in Mexico artificially inseminated with semen from bulls that have a genetic index. The number of units processed locally show that the national processing of semen is relatively very important. The cows finally inseminated with them result in a high percentage. How much genetic improvement do these bulls add to the national herds?. This question remains unanswered because of the lack of serious program for genetic evaluations, which would lead to the integration of processed national semen of higher genetic quality.

## **INTRODUCCIÓN**

### **SITUACION ACTUAL DE LA PRODUCCION BOVINA EN EL PAIS**

México atraviesa una crítica situación, la cual se ha hecho patente en los últimos años en las distintas ramas de la actividad económica, actualmente en la República Mexicana se tiene un inventario de 29'041'335 bovinos productores de carne y 1'730'331 bovinos productores de leche dando un total de 30'771'666 cabezas de ganado en el país. (30)

En el caso de la producción nacional de leche de bovino durante los últimos siete años se presenta una tendencia creciente a pesar de que en 1994 se registró una disminución en el volumen producido. Así, se ha pasado de una producción de 6.1 millones de litros en 1990 a 7.8 millones en 1997(30), lo que representa 1.7 millones de litros más, es decir un incremento promedio anual de 200 millones de litros. Para el año de 1998 se incrementó la producción a 8.3 millones de litros, lo que significa un incremento del 6 % con respecto a lo producido en 1997 (SAGAR). La producción por entidad federativa se concentra en los estados de Jalisco, Durango, Coahuila, Chihuahua, Veracruz y Guanajuato produciendo en conjunto en 1997, 4.5 millones de litros, que representa el 57 % del volumen nacional. (24)

En el caso de los bovinos productores de carne, durante la década de los noventas particularmente entre 1991 y 1995 la producción anual de carne en canal de bovino creció a una tasa promedio de 4.6 %, hasta 1996, año crucial ya que se reportó una contracción de 7.1 % con respecto a la producción de 1995, reducción que incluso se acentúa en 1997, ya que al comparar la producción se observa una reducción de casi 3 % respecto a 1996 (ver Tabla A).(16)

**Tabla A. Producción de carne de bovino 1990-1997  
(Miles de Toneladas)**

<u>Año</u>	<u>Producción</u>	<u>Variación anual</u>
1990	1'114	
1991	1'189	6.73 %
1992	1'247	4.88 %
1993	1'276	2.32 %
1994	1'365	6.97 %
1995	1'412	6.16 %
1996	1'330	- 5.81 %
1997	1'318	- 0.9 %
1998	1'379	4.70%

## ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA I. A. EN EL PAIS

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 de embriones y la micromanipulación. (21)

La Inseminación Artificial (I.A.), es la técnica que consiste, en la introducción de material espermático vía instrumental, en el momento y lugar adecuado del aparato genital femenino; por lo que no hay una intervención directa del macho. (6)

En los bovinos la I.A. es usada para diseminar el progreso genético y prevenir la diseminación de enfermedades venéreas. (5)

Hablar de la I.A. es hablar también de la importancia de los sementales en la reproducción. No hay duda que esta técnica ha probado ser la herramienta más útil de la ganadería lechera en los últimos 40 años. Se ha hecho un progreso extraordinario sobre todo en el mejoramiento genético. La biotecnología de la reproducción es hoy en día muy avanzada y se aplican técnicas muy sofisticadas en la reproducción de los bovinos.

Se puede decir que son ya tres generaciones las que se manejan en la biotecnología, para mejora de la reproducción:

- 1) La primer generación corresponde a la I.A. en los años 50.
- 2) La segunda generación de estas técnicas es la transferencia de embriones en 1975.
- 3) Y, la tercer generación que se está utilizando en estos días como la fertilización in vitro, la clonación y el sexado de embriones. (8)

A pesar de que se tienen noticias de que el método ya fue utilizado por los árabes en el siglo XIV, no es hasta 1779 cuando Spallanzani, un fisiólogo italiano experimentó con el perro y consiguió preñar una perra, infundiéndole semen fresco directamente en el útero. (6, 31)

En las especies mayores la difusión del método fue más lenta y es en el año de 1890 cuando Repiquet practica la I.A. con éxito en la yegua. Ivanov en Rusia, la efectuó en equinos a finales del siglo pasado, y en bovinos alrededor de 1928, lo que hizo que aumentara el interés de la técnica (31), y fue hasta 1936 cuando en Dinamarca se fundara el primer centro de I. A. en el mundo (22)

Data del año de 1941, el amortiguador o buffer de citrato de sodio y yema de huevo que ofrecía grandes ventajas con respecto a otros medios usados hasta entonces, que fue realizado por Salisbury, Fuller y Willet junto con el descubrimiento de los antibióticos, se abrió un nuevo camino en la conservación del semen. (31)

El método rectovaginal ó rectocervical, se desarrolló en Dinamarca en 1937 y produjo un incremento del 10 % en cuanto a concepción. La primera institución de I. A. de los E.U. fué la Cooperative Artificial Breeding Association No. 1, establecida en New Jersey en 1938 (31)

En 1952 Polge y Rowson experimentaron incorporando glicerina al medio en concentración de 5-10 %. Diluyeron material seminal inicialmente con diluyente citrato-yema, añadieron a continuación glicerina y se mantuvo en inmersión de hielo seco y etanol a temperatura de - 79° C. El descubrimiento de antibióticos como la penicilina, estreptomycin y sulfanilamida, mejoró los resultados en la conservación del esperma (3, 22).

La I. A. en México tuvo su inicio en el año de 1939, cuando se funda el primer Departamento de I.A. dependiente de la Dirección de Investigaciones Pecuarias de la Secretaria de Agricultura y Fomento estableciéndose oficialmente en el año de 1942 a cargo del MVZ Daniel Ortiz Berumen. El éxito no fue muy grande y se redujo mas con el problema de la aparición de la Fiebre Aftosa en 1946. (11)

De 1948-1950 en el país, solo se insemina en algunos lugares como el Rancho Santa Mónica se insemina experimentalmente y en forma privada, dirigida por el MVZ Carlos Schleich Flores. (11)

En 1950 el Gobierno de México funda dos estaciones de I. A., una en Palo Alto, D.F. y otra en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, estos centros trabajan con semen refrigerado a 5° C. aplicándose en un periodo de 48-72 horas.(11)

En 1955 en la República Mexicana se efectúan 18'970 inseminaciones por parte del gobierno y 4'725 por la iniciativa privada. (11)

En 1965 solo queda Palo Alto, D.F. como única estación de I. A. las demás 22 estaciones hasta entonces fundadas se convierten en bancos de semen. En 1971 empieza a trabajar el nuevo centro de Inseminación Artificial y Reproducción Animal de Ajuchitlán, convirtiéndose Palo Alto en banco central de semen, desde donde se distribuyen las dosis a todos los bancos en el interior del país. (11)

De 1976-1983 se producen en Ajuchitlán 4'501'110 dosis, mientras que la iniciativa privada reporta 228'252 dosis de semen. (11)

Hasta 1983 se cuenta con 67 bancos de semen oficiales incluyendo el banco central de semen de Palo Alto, D.F. (11).

Con el fin de satisfacer la carencia de semen de bovino de alta calidad a nivel nacional, tienen ingerencia las compañías dedicadas a la producción y/o importación para venta de semen. Éstas cumplen con la función de promover la difusión de semen de toros de excelente potencial genético, ideales para utilizarse en la Inseminación Artificial dentro del país. (15)

La técnica de Inseminación Artificial es de baja difusión en el país si consideramos que la población bovina actual es de cerca de 30 millones. Se concentra el uso de esta técnica en el ganado especializado principalmente en la producción de leche, aunque también se practica en menor escala en cruza para la producción de animales de doble propósito, la ganadería cebuina y el ganado productor de carne.

La I. A. es una técnica bien establecida, de la que podemos obtener grandes beneficios de la congelación y el almacenamiento del semen para la producción de miles de crías de un semental genéticamente superior. En general, la I.A. es ampliamente utilizada a mayor escala en bovinos productores de leche y a menor escala en bovinos productores de carne.

Por un momento imaginemos la precisión de la selección que es posible obtener al contar con una gran cantidad de descendencia de un grupo de sementales. La I.A. contribuye también al incremento de la intensidad de selección al proporcionarnos acceso a los mejores sementales de los mejores hatos. Estos dos efectos combinados, han resultado en un cambio genético considerable en la mayoría de los caracteres económicamente importantes.

Otros beneficios importantes son los siguientes: el semen congelado constituye un medio muy eficiente de conservación de germoplasma, el cual puede ser utilizado posteriormente para medir la tasa de progreso genético en poblaciones seleccionadas.

En ganado lechero la utilización de la I.A. debe ser una obligación si se desea mantener el hato a la vanguardia en producción, y por lo tanto, en rentabilidad. En el caso de las ganaderías de raza especializadas productoras de carne el uso de la I.A. se debería de fomentar aún mas, ya que sabemos que su uso esta limitado a escasos criadores dentro de cada raza. Además en el norte de México, la I.A. se utiliza en combinación con la sincronización de estros ocasionando que los resultados en cuanto a fertilidad sean variables (30-60 %), por lo difícil que es realizarla con estros naturales, a menos que, el ganado se mantenga en praderas artificiales donde la detección de estros se pueda realizar de una manera rutinaria. (26)

Siendo México un país importador, también en el renglón de la I.A. se manifiesta con un importante número de dosis de semen de bovino que se importan al país. Siendo en el año de 1998, 1,171,241 dosis las que se importaron. (30)

Básicamente la oferta que tiene el ganadero de disponibilidad de dosis de semen para sus programas de Inseminación Artificial incluye las de sus propios sementales, así como semen originario de países europeos (Francia, Holanda, Alemania, España, Suiza e Italia) desde 1994, y sobre todo semen de nuestros socios del TLC (Estados Unidos y Canadá). También se importan pequeñas cantidades de Nueva Zelanda y Australia.

El procesamiento de semen bovino en el país es de características muy especiales pues había que aclarar que no todo el semen procesado se aplica, habiendo numerosos casos en el que el semen congelado se utiliza como un seguro para el propietario de los toros.

Pero para clasificar la manera de producción de semen bovino en México habría que decir que existen 2 figuras iniciales principalmente:

- 1) El Laboratorio donde se procesa semen colectado.
- 2) El Centro de Inseminación en donde se encuentran los toros que se trabajan regularmente.

Dentro de los Laboratorios encontramos que en general se mantienen dentro de un radio de acción determinado haciendo colección a distancias considerables, inclusive con desplazamiento por vía aérea.

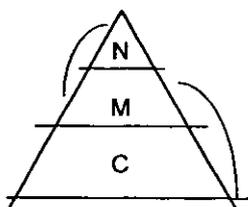
Se procesa semen de sementales cuyos dueños los mantienen sin pruebas de pro genie sino únicamente con méritos individuales.

El procesamiento en sí se lleva a cabo con una gran diversidad de recursos técnicos ya que existen Laboratorios bien equipados con el material necesario para un buen proceso, pero existen también Laboratorios con un mínimo de equipo que no resulta apropiado para un buen proceso y sobre todo no podría cumplir con los requisitos para exportación.(8)

#### ESTRUCTURA GENETICA DE LA GANADERIA.

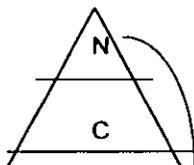
La estructura de una raza o población debe ser reconocida en forma piramidal; la población esta dividida en estratos, los cuales cumplen funciones específicas. La estructura de una raza es importante, ya que controla la manera en que el mejoramiento genético se difunde en la misma. En esta forma de organización la diseminación del progreso genético es del estrato llamado Núcleo (N), el cual esta integrado por los criadores de raza pura, que se dedican a la venta de sementales y semen de bovino al sector multiplicador (M) y éste provee de sementales al grupo comercial (C). (Figura A)

**Figura A. Estructura piramidal tradicional de una raza o población**



Con el incremento en el uso de la I.A. como es el caso de la ganadería lechera, la estructura piramidal de tres estratos se ha cambiado a una estructura de dos estratos: el Núcleo y el comercial (ver Figura B), en este esquema la diseminación del progreso genético será mucho más rápida.

**Figura B. Modificación a estructura racial**



Pero, para que la I.A. apoye los programas genéticos debe haber una evaluación genética de los individuos elegidos y esto solo será posible si la organización de la Asociación Ganadera permite llevar un programa de control de producción, el cual permitirá tener mediciones confiables de las características de importancia económica. Este tipo de programas ayuda al productor a ser más eficiente, proporcionándole la información para tomar decisiones administrativas, realizar trabajos de investigación, programas de mejoramiento genético y programas de extensión.

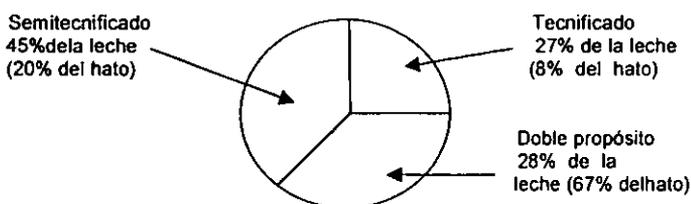
Por lo antes mencionado, puede decirse que el mejoramiento genético en una raza depende de los toros de raza pura que utilice el criador; es por ello que los productores de pie de cría tienen gran responsabilidad, ya que son ellos los guardianes del árbol genético que controla el progreso o retraso que pueda lograrse dentro de la raza. (20)

El mejoramiento genético por selección que puede lograr un productor de pie de cría, de manera individual, es muy limitada. Un productor de pie de cría que esté verdaderamente interesado en el mejoramiento genético debe participar en programas de control de producción promovidos por la Asociación de Criadores de la raza correspondiente, contribuyendo con la información productiva de sus animales al banco de información de la Asociación. Por su parte, la Asociación de Criadores debe hacer evaluaciones genéticas periódicas utilizando la información productiva de los animales de todos los miembros de la Asociación, proporcionar a cada productor los valores genéticos estimados de sus animales y publicar listados de los animales, principalmente machos, con sus valores genéticos estimados. (18)

## SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN MÉXICO

El sistema de producción de leche en México (Figura C), puede clasificarse de acuerdo a su nivel de tecnificación a tres principales sistemas de producción de leche, cuya importancia dentro de la industria lechera por el número de cabezas que explotan y su producción es la siguiente:

**Figura C. Sistemas de producción de leche en México**



Puede notarse que con el 8% del hato bovino nacional, el sistema tecnificado produce el 27% de la leche del país, lo que aunado al enorme potencial de los recursos naturales de la ganadería de doble propósito es un indicador de las posibilidades reales que tiene el país para incrementar de manera significativa la producción y productividad del ganado lechero.

Cualquier programa de mejoramiento genético requiere de la existencia de los siguientes puntos básicos:

1. Un sistema de identificación de animales y un sistema de control de producción asociado.
2. Establecimientos de objetivos de selección.
3. Sistemas de evaluaciones genéticas.

Los ganaderos mexicanos tienen a su disposición varias fuentes de germoplasma, tanto nacional como importado, con el cual pueden buscar el mejoramiento genético de sus hatos. Estas fuentes de germoplasma son semen, embriones, reemplazos y sementales. Es aquí donde intervienen los aspectos fundamentales de un programa de mejoramiento genético, dado que con ellos se puede incrementar la precisión y la intensidad con la que se seleccionan los animales, se puede conocer la variación genética del rasgo que se busca mejorar y se puede intentar reducir el intervalo generacional.

En Canadá y Estados Unidos, los toros de Inseminación Artificial son evaluados para:

Leche, grasa, proteína, células somáticas y algunos rasgos de longevidad como vida productiva, además de otros rasgos. Sin embargo, en México las únicas evaluaciones regulares que se realizan son para producción de leche.

(29)

En México aproximadamente sólo 160 establos, que incluyen el 5% de las vacas (43,208) lecheras se encuentran bajo el programa de control de producción de Holstein de México. Esta cantidad representa un volumen muy reducido de información analizable, para la estimación de parámetros genéticos, parámetros ambientales y, sobre todo para la evaluación genética de sementales y vacas.(29)

En comparación, en los Estados Unidos 4,800,000 vacas lecheras (o el 49%) están inscritas en programas nacionales de control de la producción y en Canadá son el 54% ó 711,000 vacas lecheras. Mientras que en algunos países Europeos como Holanda, la población a la que se realiza control de producción de leche es de un 80% (1,272,899 vacas lecheras). (14)

No obstante, la información con la que se ha contado ha sido útil en la investigación de factores que afectan el rendimiento del ganado lechero y su mérito genético. Algunos resultados relevantes muestran que México ha sido uno de los principales importadores de semen en el mundo y que aunque existe en el mercado semen que permita mejorar genéticamente al ganado se han utilizado sementales de mérito genético negativo para sólidos de la leche.

Aunque la Asociación Holstein hace un gran esfuerzo en procesar desde 1974 los datos de pruebas de progenie para toros Holstein-Friesian, hoy día un 59% de los toros en México son evaluados sólo en 5 hatos o menos y 40% cuentan con una prueba de menos de 20 hijas, lo que les hace tener confiabilidades muy bajas (25). Esto refleja una utilización inadecuada del semen por parte de los ganaderos, resultando en la subutilización del esquema de prueba de toros y potencialmente un sesgo elevado en las evaluaciones.

Una pregunta importante que surge es: ¿Si con el número actual de vacas en control de producción es posible implementar un esquema de mejoramiento que tenga mayor impacto sobre la población de vacas lecheras en estabulación?. La respuesta es sí, pero condicionada a una mejor utilización del semen, a una mejor selección de sementales y de vacas madres de sementales, a la utilización de transferencia embrionaria y a la utilización de hermanas completas para evaluar toros jóvenes. Esquemas de este tipo han tenido gran éxito en Alemania, Canadá y Holanda.

La oportunidad de evaluar toros lecheros en México esta siendo subutilizada ya que resulta obvio que los ganaderos están esperando a que se publiquen las evaluaciones de toros con mayor confianza (por ende mayor edad) para utilizarlos en sus establos. También resulta obvio que ningún criador nacional tiene algún esquema de muestreo de toros jóvenes, así que las pocas evaluaciones de toros jóvenes resultan con niveles de confianza muy pobres.

Para que los establos con vacas sin registro ni control de producción puedan sacar ventaja de la población registrada se deben de utilizar solo aquellos sementales que han probado ser superiores y asegurarse de identificar

adecuadamente a las hijas de los sementales para ayudar a las evaluaciones y para poder determinar si existe progreso genético en el hato.

El interés por evaluar genéticamente a los animales se debe a que un animal sobresaliente va a transmitir sus características a su descendencia; no únicamente a la siguiente generación, sino a generaciones superiores, aunque en menor grado. La identificación de aquellos individuos superiores genéticamente nos va a permitir mejorar la eficiencia de producción del hato generación tras generación, y si esto se hace en forma generalizada por todos los criadores, se mejorará la eficiencia de producción en la industria de los bovinos lecheros.

El principal problema que existe para identificar aquellos individuos genéticamente superiores es que el valor genético no se puede observar a simple vista (Tipo). De esta forma, para nosotros poder evaluar genéticamente a un animal, necesitamos ser capaces de poder determinar que proporción de su comportamiento productivo se debe a su constitución genética y que proporción se debe al medio ambiente en el cual se desarrolló. (28, 32)

## PROCESAMIENTO DE SEMEN

Una buena estimulación y preparación del toro antes de la colección del eyaculado resulta con un incremento en el número de espermatozoides obtenidos. Hafs et al reportó un estudio en el que un toro al que se prepara (montas falsas) durante 10 minutos produce un 15% más de espermatozoides en un eyaculado que un toro que se prepara únicamente durante 5 minutos.

Un estudio en el que se trabajó a 6 toros durante 16 semanas, indica que los toros que son trabajados 4 eyaculados por semana, producen un 29.7% más semen que toros que fueron trabajados con 2 eyaculados por semana y 1.7 eyaculados por toro cada semana durante el mismo tiempo. Lo que indica que una buena preparación de los toros y un incremento en la frecuencia adecuada en el trabajo de los mismos, trae como resultado mejores volúmenes seminales. (7)

## MÉTODOS DE COLECCIÓN

La recolección del esperma constituye la primera operación que hay que realizar en la técnica de Inseminación Artificial. El método más comúnmente empleado, es el de la vagina artificial y como un recurso también pero en menor escala se encuentra el uso del electroeyaculador. (6)

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. (12)

*Método de Recolección con Vagina Artificial.* Consiste en reunir en un aparato simple y práctico todas las condiciones naturales presentadas por las vías genitales femeninas en el momento del coito y en recoger rápidamente un eyaculado total y limpio. La longitud de la vagina artificial en promedio es de 26-40 cm. Para el toro, la temperatura de la vagina artificial tiene más importancia que la presión; en el momento de la recolección la temperatura interior debe estar próxima a los 40-42°C y como puede transcurrir un cierto tiempo entre el momento de la preparación de la vagina artificial y la recolección del semen, es bueno que la temperatura en el momento de la preparación alcance aproximadamente los 45°C. (6, 17, 23)

La recolección se debe hacer siempre en el mismo lugar, de manera que el toro este familiarizado con el mismo. Se utiliza generalmente para la monta un maniquí, que puede ser una vaca en celo, una ninfómana e incluso un toro o un buey colocados dentro de un aparato de contención (potro). (6)

El técnico encargado de la recolección se coloca a la derecha del toro y mantiene el aparato con la mano derecha; en el momento de la monta coloca la vagina por detrás del miembro anterior, con la abertura dirigida hacia el pene con un ángulo de 45°, mientras que con la mano izquierda aplicada sobre el prepucio, dirige el pene hacia la abertura de la vagina. Hay que evitar tocar directamente el pene, porque la erección puede inhibirse y el toro rehusar el servicio. Tan pronto como el pene hace contacto con la vagina se desencadena el reflejo eyaculatorio; terminada éste, el operador desciende la vagina artificial y el espermatozoide pasa al recolector, determinándose inmediatamente el volumen. (6)

*Electroeyaculación.* Toros de libido deficiente, con lesiones articulares por edad avanzada, o simplemente por rehusar la vagina artificial no puedan suministrar espermatozoides por el método habitual de recolección con vagina artificial; en estos casos la recolección por electroeyaculación está plenamente justificada, aunque la cantidad de toros a los que se les realiza es un porcentaje muy bajo. En el momento del paso de la corriente, el animal se endereza, eleva el dorso y estira los miembros posteriores hacia atrás; algunos animales dan la impresión de padecer cierto sufrimiento. Las muestras recogidas son de un volumen importante, pero de concentración más escasa que las muestras recogidas por el método de vagina artificial, aunque esta circunstancia no tiene importancia sobre la fecundidad del espermatozoide (6, 31)

## **EVALUACIÓN DEL SEMEN.**

**Características Físicas ó Macroscópicas.** El estudio del semen debe ser rápido y eficaz, por lo que las muestras recolectadas en forma cuidadosa han de prepararse a fin de que conserven su calidad y fertilidad inicial. (10).

**Volumen.** En general, los animales jóvenes y aquellos de menor talla dentro de la especie, producen menores volúmenes de semen. La eyaculación frecuente causa menor volumen promedio y cuando se obtienen dos eyaculados en forma consecutiva, el segundo suele tener menor volumen. No es grave un volumen pequeño pero sí se acompaña de una baja concentración espermática. No debe haber pelo, tierra u otros contaminantes en la muestra, el semen con otra consistencia, que contiene acúmulos de material no debe utilizarse pues indica infección del aparato reproductor. (10, 23)

La determinación cuantitativa del tamaño del eyaculado, es realizada generalmente mediante tubos de recolección graduados (tubos cónicos graduados para centrifuga) con capacidad de 15 ml. Los volúmenes seminales bajos pueden ser procesados dependiendo la calidad, ya que el volumen está determinado por causas individuales y diferencias entre eyaculados, además repercute el intervalo entre recolecciones. (23)

**Color y Consistencia.** La consistencia del semen del toro es lechosa ó lactocremosa y de color blanquecino. El color del esperma puede ser modificado por presencia de elementos anormales: sangre fresca (coloración rojiza), pus (coloración amarillenta), degeneración testicular (coloración opaca), verde amarillento (puede ser normal). (6)

**Características Microscópicas.** 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 (4)

**Motilidad masal.** El examen de motilidad masal permite apreciar la intensidad del movimiento de los espermatozoides por la existencia de verdaderas olas; movimientos de flujo provocados por la reunión de los espermatozoides seguidos de su dispersión. Para la apreciación de esta motilidad masal el esperma se examina sin diluir a una T° de 37-40°C y a un aumento pequeño (37.5x). La existencia de estas olas es considerada como un índice de buena vitalidad de los gametos y buena concentración de espermatozoides. Sin embargo, solo da idea aproximada del porcentaje de espermatozoides móviles en la muestra.(ver, Tabla 2)

**Tabla 2. Sistema de valoración de la onda de movimiento de semen.(13)**

Valor	Clase	Descripción
5	Muy buena	Densa, ondas rápidas de movimiento. No se pueden observar espermas individuales. El 90% o más de estos son activos.
4	Buena	Movimientos vigorosos, pero las ondas y remolinos no son tan rápidos como los de valor 5. Alrededor de 70-85% de células activas.
3	Regular	Sólo aparecen ondas de movimiento lento. Se observan espermatozoides aislados, 45-65% de células activas
2	Pobre	No aparecen ondas pero si movimientos de espermatozoides. Sólo viven el 20-40% de las células y su movilidad es pobre.
1	Muy pobre	Muy pocos espermatozoides (cerca del 10 %) presentan signos de vida, aunque con movimientos débiles.
0	Muertos	Ningún espermatozoide presenta movimiento

( Datos de Evans y Maxwell, 1990 )

Esta técnica es mayormente utilizada en Europa y no en Estados Unidos debido al tiempo y número de eyaculados que se obtienen de los sementales, debido a que el manejo de los mismos, sobre todo de los más activos no lo permite. (6, 10)

*Motilidad individual.* Esta característica debe ser expresada en porcentaje, buscando como mínimo para continuar el proceso un 70% de espermatozoides con movimiento progresivo y vigoroso (utilizando un aumento de 125x, para determinar el porcentaje de espermatozoides con movimiento progresivo, local e inmóvil), al momento de la evaluación individual se puede detectar la presencia de espermatozoides anormales, si esto ocurre se necesitaría de un examen especial en caso de que se tenga sospecha de anomalías excesivas, en caso de que la muestra resulte con muchas anomalías debe ser desechada inmediatamente (27)

## CONCENTRACIÓN

La concentración expresa el número de espermatozoides por milímetro cúbico, este valor tiene gran importancia y es necesario conocerlo para juzgar la calidad de un espermatozoide, dado que es una característica muy variable. En combinación con el volumen del eyaculado, la cantidad de espermatozoides determina cuantas hembras pueden inseminarse, con un número óptimo de células espermáticas. Se han empleado diversos métodos para realizarla, pero los más prácticos y eficientes en la actualidad son la cámara cuentaglobulos y el espectrofotómetro. (6, 10)

*Cámara cuentaglobulos.* Se usan varios tipos como el de Neubauer, Burker, Thoma, Fusch-Rosenthal, entre otros. La cámara de Neubauer está compuesta de una cuadrícula que delimita un grupo de 25 cuadrados, en que cada uno de ellos se encuentra dividido a su vez en otros 16 cuadros pequeños. Se trata pues, ayudándose de estos pequeños cuadros de contar las cabezas de los espermatozoides contenidos en 5 cuadrados grandes, es decir en 80 de estos pequeños cuadros (6, 17)

Se usa una dilución en un medio (solución de NaCl al 3%) que produzca una dispersión de los elementos y que a su vez sea capaz de matar los espermatozoides.

Si se utiliza una dilución al 1% la concentración por milímetro cuadrado se obtiene por medio de la siguiente fórmula:

$N =$  número de espermatozoides en 80 cuadrados pequeños

$N \times 5 \times 100 \times 10 =$  Número de espermatozoides por  $mm^3$ .

$N \times 5 =$  Número de espermatozoides en 400 cuadrados pequeños

$N \times 5 \times 100 =$  Para tener en cuenta la dilución

$5 \times 5 \times 100 \times 10 =$  Para tener presente la profundidad de la cámara que es de 0.10 mm (6)

*Espectrofotómetro.* Sin duda es el método más simple y rápido de evaluación de la concentración espermática. 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 con ecuaciones de regresión, usando semen de concentración conocida mediante conteos en el hemocitómetro (4, 27)

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 (4, 27)

En el toro, la concentración media es de 800,000 a 1,000,000 por milímetro cúbico (con variaciones entre 300,000 y 2,000,000). (6)

#### **DILUYENTES O EXTENDEDORES.**

Antes de diluir cualquier volumen de eyaculados, se debe hacer el cálculo de dosis a procesar, tomando en cuenta un promedio de 30-40 millones de espermatozoides por dosis (pajilla mediana 0.5).

Los diluyentes que más se emplean en la práctica corriente para la congelación, son los compuestos de yema de huevo citratada o los de leche: leche descremada, leche entera, Tris, Laiciphos etc. Al parecer también la adición de azúcares podría favorecer la congelación: la glucosa, la arabinosa y la ramnosa a concentraciones de 1.25% en el medio citratado-glicerinado, protegen los espermatozoides durante la equilibración y la congelación; la fructuosa actúa de la misma forma en leche descremada. El grado de reanimación de los espermatozoides después de la congelación es más elevado en los medios que tienen hidratos de carbono. (6, 23)

Células espermáticas sin protección son rotas y muertas por cristales que se forman durante el curso de congelación, por lo que se ha descubierto que el glicerol brinda protección al esperma durante la congelación, por lo que se recomienda agregar un 7% de volumen de glicerol cuando se usa yema de huevo después de iniciar el proceso de refrigeración del semen a 5°C. (23)

El grado óptimo para leche homogenizada es de 7-10% de glicerol y puede alcanzar del 10-13% en diluyentes con base en leche descremada. (6)

## ANTIBIÓTICOS

Por cada mililitro de dilución final de semen, debe agregarse la siguiente cantidad de antibióticos.

Espectinomicina	300 microgramos	
Tylosina	50 microgramos	
Gentamicina	250 microgramos	
Lincomicina	150 microgramos	(19)

## ENVASADO DEL SEMEN

Las ampollitas de vidrio con capacidad de 0.5, 0.8 y 1.0ml. se usaron hasta aproximadamente 1970 casi exclusivamente para envasar semen desde su congelación. Las ampollitas se llenaban a través de una pequeña abertura y se utilizaba calor para sellarlas. Se fijaban 6 a 8 ampollitas a una tira de aluminio, llamada caña, la cual se almacenaba en nitrógeno líquido. El cuello de la ampollita estaba grabado, para que se pudiera romper y abrir la misma.

(2)

También se congelaba semen en pellets con capacidad de 0.1 a 0.2ml. la supervivencia espermática es buena después del congelamiento, además de que ocupan poco lugar cuando se almacenan en volumen. La principal desventaja es la dificultad para colocar la identificación del toro en cada pellet.

(10)

La pajilla de plástico de 0.5ml. ha sido el envase de preferencia aproximadamente desde 1970. Las pajillas de plástico con capacidad de 0.25 y 0.3 ml. Se utilizan en Europa, pero no son populares en Estados Unidos. En un extremo de la pajilla hay un tapón de tres partes, se pone un poco de alcohol polivinílico en polvo entre los dos pequeños tapones de algodón. El polvo permite el paso del aire siempre y cuando esté seco, pero cuando un material acuoso como el semen hace contacto con el polvo, se forma un sello que no permite el paso de líquido ó de aire. Después del llenado, el otro extremo de la pajilla se sella hidrostática ó ultrasónicamente. La pajilla de plástico de 0.5ml. Tiene un largo de 113mm. y un diámetro de 2.8mm. Una de las mayores ventajas de la pajilla, en comparación con la ampollita, es la conservación de espacio de almacenamiento. Se pueden almacenar tres veces más pajillas que ampollitas en una unidad de campo ó de congelación. La mayor parte de los estudios indican que la pajilla tiene la ventaja adicional de que incrementa la supervivencia de los espermatozoides, en comparación con la ampollita y el pellet, que tiene ligeramente un índice mejor de concepción.(2)

## ENFRIAMIENTO Y CONGELACION DEL SEMEN

Una vez llenadas las pajillas, con el semen diluido -existen diversos modelos de máquinas automáticas para el llenado de estas pajillas- se dejan enfriar a 5°C hasta que se equilibre la temperatura antes de proceder a su congelación

(aunque el tiempo de enfriamiento de 2 a 4 horas parece suficientemente apropiado puede interactuar con el tiempo en el que se tuvo el semen a 30-35°C con el tiempo de equilibrio y con la composición del diluyente).

Transcurrido ese tiempo se congelan entre -110 y -130°C a velocidad controlada, ya que la congelación demasiado rápida puede producir un choque térmico y la demasiado lenta puede aumentar la presión osmótica a medida que se congela el agua. De cualquier forma, hay que evitar que se produzcan lesiones irreparables y de fatales consecuencias en las propias células espermáticas. Existen actualmente máquinas automáticas accionadas por programas de ordenador, para controlar la temperatura gradual de la congelación. Las pajillas se almacenan en tanques contenedores de nitrógeno líquido a -196°C los recipientes de pared doble de acero inoxidable o de aluminio con un vacío entre ellas son las unidades de almacenaje más satisfactorias. (2, 13)

## **DESCONGELACIÓN DEL SEMEN**

La descongelación del semen es un punto también crítico. Si el proceso de congelación puede lesionar a los espermatozoides, el proceso de descongelación también, aunque no existen medios térmicos para medir el grado y proporción de las lesiones que se les puede inferir a los espermatozoides a causa de ambos procesos -congelado y descongelado- por separado. Como norma general, cuanto más rápidamente se congele el semen más rápidamente se debe descongelar, a fin de obtener una más rápida recuperación de los espermatozoides. La mejor técnica para descongelar las pajillas, es la de introducirlas en baño maría, calentado a 35-37°C. El descongelamiento por 30 segundos da buenos resultados, pero algunas organizaciones que producen semen recomiendan que el descongelamiento en el baño maría sea de 45-60seg. (2, 13)

Se deben descongelar algunas pajillas para observar el porcentaje de recuperación al descongelar y tomar una decisión sobre si el semen es o no utilizado, de dos a tres dosis por lote de semen deben colocarse 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 puede ser comercializado. (27)

## **NORMA OFICIAL MEXICANA**

En la República Mexicana existe una Norma Oficial que regula el procesamiento de semen en el país, ésta fue publicada en el Diario Oficial de la Nación el día Jueves 11 de Enero de 1996 por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.

Norma Oficial Mexicana NOM-027-ZOO-1995, Proceso zoonosanitario del semen de animales domésticos.

Es función de la SAGAR, fomentar la producción pecuaria y por lo cual, prevenir, controlar y erradicar las plagas y enfermedades que afectan a la ganadería nacional, tanto en su nivel de producción como en la calidad de sus productos.

Estas enfermedades ocasionan grandes pérdidas económicas a la ganadería nacional al producir abortos, disminución de la producción láctea, alargamiento del periodo entre partos, infertilidad, esterilidad, rompimiento de las líneas genéticas, por lo cual es necesario establecer un control estricto sobre el semen de los animales domésticos, para elevar la producción y mejorar la calidad zoonosanitaria.

Dentro del marco de la producción pecuaria, la actividad de comerciar local, regional, nacional e internacionalmente semen obtenido del ganado doméstico, ocupan un lugar preeminente y por lo mismo, su manejo en condiciones zoonosanitarias inadecuadas, constituye un riesgo para la salud de los animales.  
(19)

### **"Apéndice A" (Normativo) Especie Bovina**

#### **I. Animales**

##### **1. Cumplimiento de las normas oficiales mexicanas siguientes:**

- NOM-019-ZOO-1994 Campaña Nacional contra la Garrapata *Boophilus* spp.
- NOM-EM-011-ZOO-1994 Campaña Nacional contra la Brucelosis en los Animales.

##### **2. Ingreso al área de aislamiento.**

Previamente a su ingreso a un CEPROSEM o GAPROSEM, los bovinos deben permanecer en el área de aislamiento durante un periodo de 30 días y ser sometidos a un examen clínico general por un Médico Veterinario, para que se practiquen las siguientes pruebas diagnósticas en un laboratorio aprobado. (Foto 2)

Leptospirosis

Campilobacteriosis

Rinotraqueitis Viral Bovina \*

Tricomoniasis

Diarrea Viral Bovina \*

\*Por ningún motivo podrán ingresar al CEPROSEM o GAPROSEM el ó los animales que resulten positivos.

### **3. Ingreso al área de residencia del CEPROSEM o GAPROSEM**

Para ser admitidos en el área de residencia (Foto 3 y 16) de un CEPROSEM o GAPROSEM, los bovinos deben cumplir con:

- a) Estancia de 30 días en el área e aislamiento
- b) Prueba negativa a Diarrea Viral Bovina y Rinotraqueitis Viral Bovina realizadas durante el aislamiento.
- c) Pruebas negativas a Tricomoniasis, Leptospirosis y Campilobacteriosis realizadas durante el aislamiento.
- d) No estar en contacto con otros animales durante el traslado del área de aislamiento al área de residencia, excepto los que también hayan cubierto los requisitos indicados en los incisos a, b, y c.

### **4. Permanencia en el área de residencia del CEPROSEM o GAPROSEM.**

Para su permanencia en el CEPROSEM o GAPROSEM, los bovinos deben:

- a) Continuar cumpliendo las normas oficiales mexicanas de:
  - NOM-019-ZOO-1994 Campaña Nacional contra la Garrapata *Boophilus* spp.
  - NOM-EM-011-ZOO-1994 Campaña Nacional contra la Brucelosis de los animales.
- b) Obtener pruebas negativas a Leptospirosis, Tricomoniasis, Campilobacteriosis, Rinotraqueitis viral bovina y Diarrea viral bovina cada seis meses en el caso del CEPROSEM y cada tres meses en el caso del GAPROSEM.

## **II. Colección del semen**

### **1. Prepucio**

- a) En el momento de la recolección del semen, el prepucio del toro debe estar limpio y con los pelos prepuciales recortados.
- b) En el caso de prepucios anormales, muy largos, anomalías en la cavidad prepucial que facilita la invasión de microorganismos o cuando la eyaculación sea mediante electroeyaculador, la cavidad prepucial se lavará con solución salina isotónica antes de la eyaculación.
- c) Los señuelos deben estar bien limpios y cubiertos por una anquera, para evitar el contacto del pene del semental con el cuerpo y sobre todo con los órganos genitales del señuelo

### **2. Manejo durante la colección del semen**

- a) La persona que realice la recolección deberá portar guantes de tipo desechable, utilizando un guante nuevo para cada recolección.
- b) La vagina artificial debe ser previamente esterilizada y se usará una para cada colección o intento de colección de semen.
- c) El lubricante de la vagina debe ser estéril y neutro.

### **3. Manejo del semen en el CEPROSEM y LAPROSEM**

- a) Por cada mililitro de dilución final de semen, debe agregarse la siguiente cantidad de antibióticos.

Espectinomicina	300 microgramos
Tylosina	50 microgramos
Gentamicina	250 microgramos
Lincomicina	150 microgramos

### **III. Medidas de control**

#### **1. Personal**

- a) Para el ingreso a las áreas de aislamiento, residencia y obtención, toda persona deberá despojarse de su ropa de calle, someterse a un baño, así como portar ropa y botas limpias exclusivas para el área de trabajo.
- b) Las personas que ingresen al área de aislamiento, deben someterse a lo indicado en el inciso anterior para poder reingresar a la residencia o al área de obtención.

#### **2. Desinfección**

- a) Cualquier persona o vehículo que ingrese al GAPROSEM o CEPROSEM, deberá desinfectar calzado y llantas respectivamente en el vado sanitario.(19) (Foto 1)

## **OBJETIVOS**

### Objetivo General:

- Caracterizar la cantidad y calidad de las dosis de semen utilizadas para los diferentes programas de Inseminación Artificial en la República Mexicana.

### Objetivos Particulares:

- Describir las características generales del procesamiento de semen de bovino en México.
- Proporcionar las tendencias evolutivas del manejo y procesamiento del semen de bovino procesado por las instituciones oficiales y particulares en México
- Estimar el porcentaje de Centros de Inseminación y Laboratorios Independientes que se apegan a la "Norma Oficial Mexicana NOM-027-ZOO-1995, Proceso zoonosario del semen de animales domésticos".
- Presentar información actualizada de la cantidad aproximada del número de dosis de semen bovino procesado en el país.
- Comparar la cantidad de dosis de semen procesado en comparación con las dosis importadas, calculando los costos de producción y el porqué de la diferencia entre ambos.
- Estimar el porcentaje de utilización de dosis para la Inseminación Artificial en ganado bovino productor de carne y leche en el país.

## **MATERIAL Y MÉTODO**

Se realizó un cuestionario (el cual se encuentra en el apéndice "A"), con el fin de llevar a cabo una encuesta a Centros de I. A. y Laboratorios de procesamiento de semen dentro de la República Mexicana, éstos fueron localizados gracias a la información de diversas personas dentro del medio, de hecho la última parte del cuestionario preguntaba si nos podían dar información de otros laboratorios ó centros y algunos si nos la proporcionaban, de esta manera se incrementó sustancialmente el banco de datos.

Teniendo ya la base de datos inicial se comenzaron a aplicar los cuestionarios, algunos los resolvimos personalmente, otros por la distancia a la que se encontraban los enviamos por Fax y otros nos contestaron vía telefónica, en todos los casos se aplicaron las mismas preguntas con las que contaba el cuestionario.

Los datos se recopilaron de Diciembre de 1998 a Julio de 1999.

Finalmente se localizaron 14 Centros de I.A. de los cuales contestaron el cuestionario 13 y 20 Laboratorios Independientes, de los cuales contestaron el cuestionario 14. Cabe hacer la mención de que los que no contestaron fue por temor a algún tipo de represalia ó desconfianza hacia el trabajo.

Al final de los resultados se encuentra la lista de todos los encuestados, cabe recalcar que no coincide el orden en el que están clasificados con la numeración de los resultados, por considerar a cada una de sus respuestas como confidencial.

El método para el cálculo de los resultados fue mediante una ponderación debido a que no tiene el mismo peso un centro ó laboratorio que congela 200 dosis semanalmente que uno que congela 5000. Por eso los porcentajes finales fueron ponderados de acuerdo al número de dosis que congela cada laboratorio.

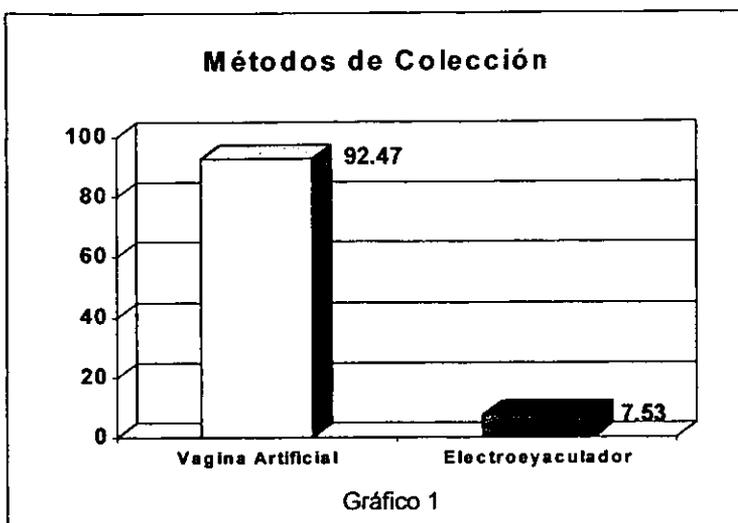
## DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Todos los resultados fueron ponderados de acuerdo a la cantidad de dosis que congela cada laboratorio o centro de procesamiento de semen, ya que al calcular de acuerdo al número de dosis, los porcentajes obtenidos muestran la situación actual del procesamiento de semen en la República Mexicana. Los valores se ponderaron de acuerdo a la cantidad de dosis que congela cada laboratorio semanalmente.

### **MÉTODO DE COLECCIÓN**

En este caso se obtuvo que un 92.47 % utilizan vagina artificial y un 7.53 % electroeyaculador (ver, Tabla 1 y Gráfica 1). Con la vagina artificial se colecta semen de calidad similar a la que normalmente eyacula el toro en condiciones naturales, obteniéndose en general eyaculados con menos contaminantes y en la mayoría de los casos una concentración espermática mayor que la que se obtiene con electroeyaculador(27). Este es comúnmente utilizado en toros de baja libido ó en algunos casos con lesiones y el semen que se obtiene es generalmente de menor calidad ya que aunque el volumen se incrementa, la concentración espermática disminuye lo que provoca una alteración en la calidad del eyaculado y una baja recuperación espermática al descongelado.(27) (Fotos 4, 5, 6 y 7)

Laboratorio	Dosis	Vagina Artificial	Electroeyaculador	Valores ponderados	
1	2000	90	10	180000	20000
2	1300	100	0	130000	0
3	3500	90	10	315000	35000
4	800	90	10	72000	8000
5	3200	99	1	316800	3200
6	540	100	0	54000	0
7	500	50	50	25000	25000
8	500	80	20	40000	10000
9	800	90	10	72000	8000
10	2000	100	0	200000	0
11	600	100	0	60000	0
12	5400	95	5	513000	27000
13	3000	90	10	270000	30000
14	200	100	0	20000	0
15	750	98	2	73500	1500
16	1750	100	0	175000	0
17	250	80	20	20000	5000
18	150	95	5	14250	750
19	1200	100	0	120000	120000
20	1500	100	0	150000	0
21	100	100	0	10000	0
22	2000	95	5	19000	1000
23	600	20	80	12000	48000
24	100	100	0	10000	0
25	100	50	50	5000	5000
26	200	0	100	0	20000
27	1000	100	0	100000	0
	34040		Promedio final	92.47 %	7.53 %

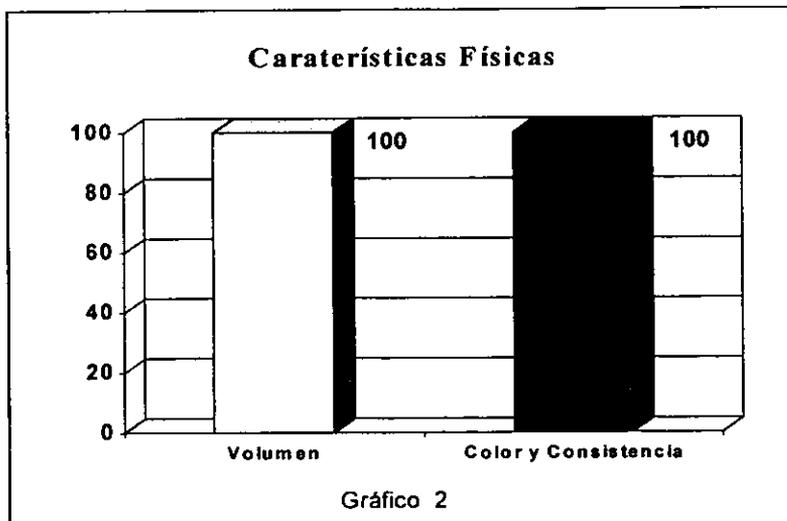


### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Todos los laboratorios y centros de procesamiento de semen evalúan las características físicas (volumen, color y consistencia). Estas características se relacionan mutuamente, el color y consistencia pueden ser un indicativo de la concentración espermática (calidad del eyaculado). El eyaculado debe estar carente de orina, pus, pelos, sangre o cualquier otro material extraño. El volumen es indicativo también de la calidad seminal, frecuencia de trabajo al toro, tipo de método de colección, etc. (10, 13)

Estas características se evalúan siempre de una manera rápida, automática y subjetiva por parte de todas las personas encargadas de procesar semen. (ver, Tabla 2 y Gráfico2)

Tabla 2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS					
Laboratorio	Dosis	Volumen	Color y consistencia	Valores ponderados	
1	2000	100	100	200000	200000
2	1300	100	100	130000	130000
3	3500	100	100	350000	350000
4	800	100	100	80000	80000
5	3200	100	100	320000	320000
6	540	100	100	54000	54000
7	500	100	100	50000	50000
8	500	100	100	50000	50000
9	800	100	100	80000	80000
10	2000	100	100	200000	200000
11	600	100	100	60000	60000
12	5400	100	100	540000	540000
13	3000	100	100	300000	300000
14	200	100	100	20000	20000
15	750	100	100	75000	75000
16	1750	100	100	175000	175000
17	250	100	100	25000	25000
18	150	100	100	15000	15000
19	1200	100	100	120000	120000
20	1500	100	100	150000	150000
21	100	100	100	10000	10000
22	2000	100	100	200000	200000
23	600	100	100	60000	60000
24	100	100	100	10000	10000
25	100	100	100	10000	10000
26	200	100	100	20000	20000
27	1000	100	100	100000	100000
	34040		Promedio final	100%	100%



## **CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS**

La determinación de la motilidad masal es una de las pruebas más utilizadas en la valoración de la calidad del semen, se ha interpretado hasta hoy que una fuerte y progresiva motilidad es un índice importante de viabilidad espermática; esta determinación normalmente se realiza de una manera subjetiva por el técnico o médico experimentado. Todos los laboratorios y centros encuestados la realizan.(Foto 9)

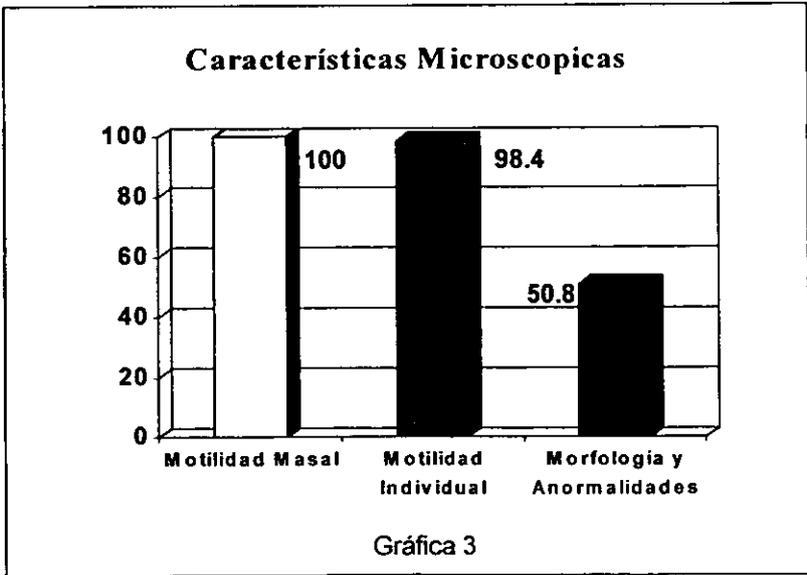
La evaluación seminal debe encaminarse a revisar las características extrínsecas del espermatozoide que permiten la penetración al óvulo, una de estas es la motilidad, que se relaciona directamente con la viabilidad espermática y siempre se correlaciona con mejores niveles de fertilidad.(4)

La motilidad individual determina la proporción de células móviles y las características del movimiento (progresivo, local e inmóvil), por lo que resulta de mayor confiabilidad para la evaluación del semen aunque es también un tanto subjetiva.

En un 50.8 % de las dosis elaboradas en los laboratorios se realizan evaluaciones rutinarias para morfología y anomalías. El semen de casi todos los machos contiene espermatozoides anormales, que no pueden relacionarse con índices de fertilidad bajos, hasta que la proporción de espermatozoides anormales no sobrepase el 20% y de este que no sean más del 5% anomalías de la cabeza del espermatozoide. (10)

En algunos laboratorios de alta producción no toman mucho en cuenta la motilidad masal, sino que sólo utilizan la observación de la motilidad individual, ya que la motilidad masal depende principalmente de la concentración espermática, que con la frecuencia de trabajo de toros con gran presión de producción se ve alterada. Definitivamente la evaluación de la motilidad individual es el mejor parámetro para determinar la calidad seminal. (ver, Tabla 3 y Gráfica 3)

Tabla 3. CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS							
Laboratorio	Dosis	Motilidad masal	Motilidad individual	Morfología y anomalidades	Valores Ponderados		
1	2000	100	100	0	200000	200000	0
2	1300	100	100	0	130000	130000	0
3	3500	100	100	100	350000	350000	350000
4	800	100	100	0	80000	80000	0
5	3200	100	100	0	320000	320000	0
6	540	100	0	0	54000	0	0
7	500	100	100	100	50000	50000	50000
8	500	100	100	0	50000	50000	0
9	800	100	100	100	80000	80000	80000
10	2000	100	100	0	200000	200000	0
11	600	100	100	0	60000	60000	0
12	5400	100	100	100	540000	540000	540000
13	3000	100	100	0	300000	300000	0
14	200	100	100	0	20000	20000	0
15	750	100	100	0	75000	75000	0
16	1750	100	100	100	175000	175000	175000
17	250	100	100	0	25000	25000	0
18	150	100	100	100	15000	15000	15000
19	1200	100	100	0	120000	120000	0
20	1500	100	100	0	150000	150000	0
21	100	100	100	0	10000	10000	0
22	2000	100	100	100	200000	200000	200000
23	600	100	100	0	60000	60000	0
24	100	100	100	0	10000	10000	0
25	100	100	100	0	10000	10000	0
26	200	100	100	0	20000	20000	0
27	1000	100	100	0	100000	100000	0
	34040			Promedio final	100%	98.4%	50.8%



## **MICROSCOPIA**

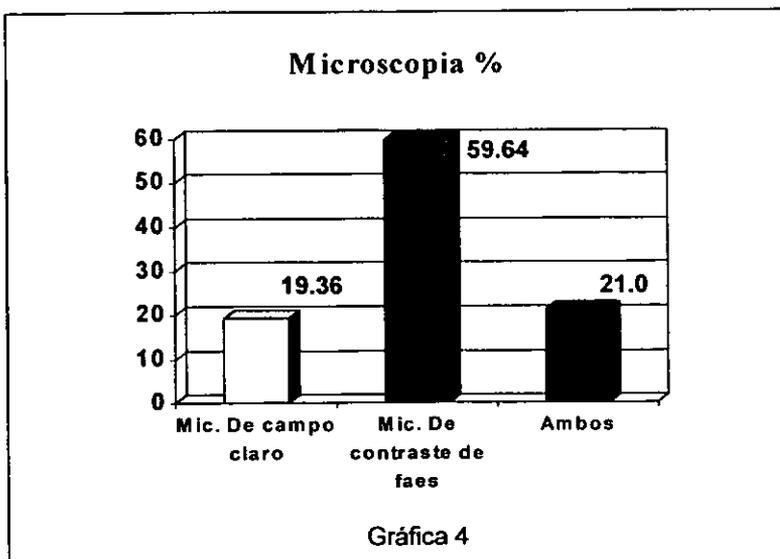
Es la base para la valoración de la motilidad masal, individual, morfología y anomalías y en algunos casos la concentración cuando se utiliza la cámara cuentaglobos.

El tipo de microscopio que obtuvo un mayor porcentaje de utilización en esta encuesta fue el microscopio de contraste de fases con un 59.64 %. Con este microscopio se puede evaluar tanto la motilidad masal como la individual. El microscopio de campo claro obtuvo una utilización del 19.36 %, ya que los resultados se ponderaron de acuerdo al número de dosis que procesa cada laboratorio. En 11 laboratorios (40%) del total de los encuestados, es el único método con que cuentan para valorar la motilidad, dando como resultado con esto una mala valoración de los eyaculados. No se puede determinar la motilidad de un eyaculado únicamente observando la motilidad masal en un microscopio de campo claro. Un 21 % del total de los eyaculados se evalúan con ambos microscopios. (ver, Tabla 4 y Gráfica 4)

Un aspecto importante en el procesamiento de semen al analizar la muestra al microscopio, es la platina térmica, ya que la muestra requiere siempre un riguroso control de temperatura (37-40°C). El espermatozoide no se comporta igual a diferentes temperaturas, por lo tanto la platina térmica es indispensable para una valoración adecuada.(13) (Foto 8)

Todos los laboratorios y centros encuestados la utilizan pero la gran mayoría no especifica si tiene control automático o si esta integrada al microscopio, que serían las condiciones ideales para un buen funcionamiento y una excelente evaluación del eyaculado

Tabla 4. MICROSCOPIA							
Laboratorio	Dosis	Exclusivamente microscopio de campo claro	Exclusivamente microscopio de contraste de fases	Ambos	Valores ponderados		
1	2000	0	0	100	0	0	200000
2	1300	100	0	0	130000	0	0
3	3500	0	100	0	0	350000	0
4	800	0	100	0	0	80000	0
5	3200	0	100	0	0	320000	0
6	540	100	0	0	54000	0	0
7	500	100	0	0	50000	0	0
8	500	100	0	0	50000	0	0
9	800	0	0	100	0	0	80000
10	2000	0	100	0	0	200000	0
11	600	100	0	0	60000	0	0
12	5400	0	100	0	0	540000	0
13	3000	0	0	100	0	0	300000
14	200	0	100	0	0	20000	0
15	750	100	0	0	75000	0	0
16	1750	0	100	0	0	175000	0
17	250	0	100	0	0	25000	0
18	150	0	0	100	0	0	15000
19	1200	0	0	100	0	0	120000
20	1500	100	0	0	150000	0	0
21	100	100	0	0	10000	0	0
22	2000	0	100	0	0	200000	0
23	600	100	0	0	60000	0	0
24	100	100	0	0	10000	0	0
25	100	100	0	0	10000	0	0
26	200	0	100	0	0	20000	0
27	1000	0	100	0	0	100000	0
	34040			Promedio final	19.36%	59.64%	21.0 %



## **CONCENTRACIÓN**

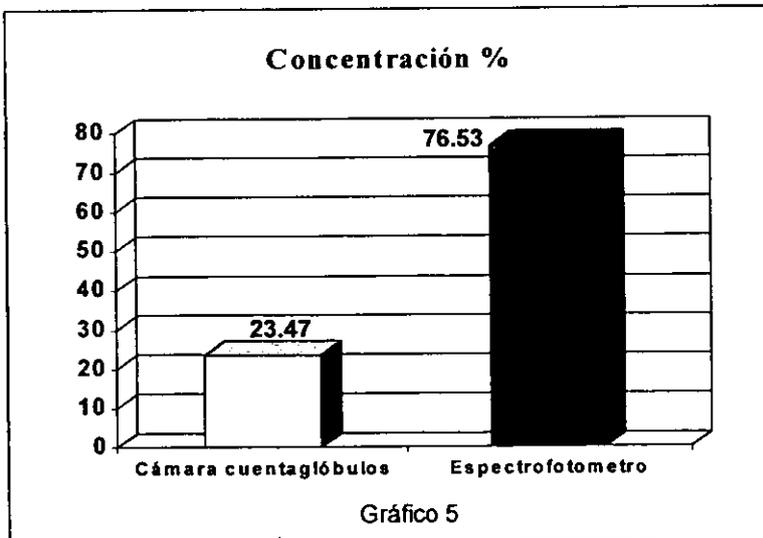
Un aspecto muy importante a evaluar en el procesamiento de semen, es la concentración, ya que la concentración espermática es la característica seminal más variable, por lo que errores en su medida pueden contribuir mayormente a errores cuando se estima el número total de espermatozoides por dosis. (9, 10)

El espectrofotómetro (Foto 10), es el instrumento para medir la concentración más utilizado para el procesamiento de semen, en la encuesta resultó con un 76.53%. Éste da una estimación indirecta ya que evalúa el grado de luminosidad que pasa a través de una suspensión de espermatozoides, es el aparato más práctico y accesible, que involucra menor tiempo en la evaluación y mayor exactitud en el momento de la estimación de la concentración. Debe calibrarse regularmente, para que no existan errores al utilizarlo, organizaciones de I. A. en E. U. Calibran sus espectrofotómetros usando el coulter counter, comparando conteos espermáticos.(9)

Aunque actualmente existen otros aparatos como el coulter counter (cuenta partículas) que calculan las partículas en base a su tamaño, dando una medida mucho mas exacta, este tipo de aparatos por su alto costo no se utilizan en el país y sólo se emplean en contados laboratorios de E.U.A. y Europa.(9)

La cámara cuantaglobulos, es un método lento en el proceso (comparado con el espectrofotómetro). Es un método en desuso, que requiere mucho entrenamiento y que por lo tanto no puede ser la primera elección a seguir. En la encuesta realizada la cámara cuantaglobulos se utiliza en un 23.47 %. (ver, Tabla 5 y Gráfica 5).

Tabla 5. CONCENTRACIÓN					
Laboratorio	Dosis	Cámara cuentaglóbulos	Espectrofotómetro	Valores ponderados	
1	2000	100	0	200000	0
2	1300	0	100	0	130000
3	3500	0	100	0	350000
4	800	0	100	0	80000
5	3200	0	100	0	320000
6	540	100	0	54000	0
7	500	100	0	50000	0
8	500	0	100	0	50000
9	800	100	0	80000	0
10	2000	0	100	0	200000
11	600	0	100	0	60000
12	5400	0	100	0	540000
13	3000	0	100	0	300000
14	200	100	0	20000	0
15	750	0	100	0	7500
16	1750	0	100	0	175000
17	250	0	100	0	25000
18	150	100	0	15000	0
19	1200	0	100	0	120000
20	1500	100	0	150000	0
21	100	100	0	10000	0
22	2000	100	0	200000	0
23	600	0	100	0	60000
24	100	100	0	10000	0
25	100	100	0	10000	0
26	200	0	100	0	20000
27	1000	0	100	0	100000
	34040		Promedio final	23.47%	76.53%



## **FÓRMULA DE ANTIBIÓTICOS**

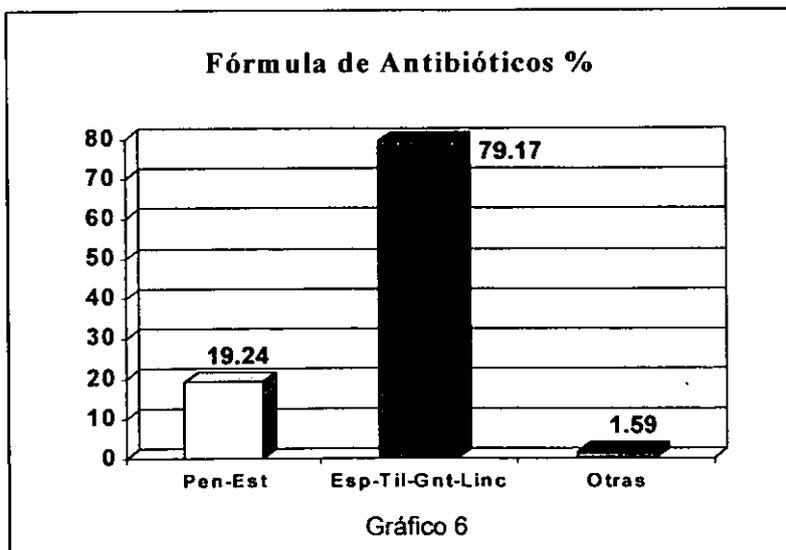
La adición de antibióticos sirve para controlar el crecimiento bacteriano dado que en el semen se han podido localizar varias especies de microorganismos como bacilos, difteroides, micrococos, coliformes, estreptococos, pseudomonas, actinomices, proteus, hongos, micoplasmas y virus. A medida que se descubren nuevos antibióticos con un espectro mas amplio, de esa manera se han ido empleando en los diluyentes.(13)

En la adición de antibióticos encontramos una actualización de sustancias utilizadas, sobre todo a partir de una extensa investigación hecha por la NAAB en tres grandes centros de I. A. en E.U., aquí se hizo un seguimiento del efecto antibiótico de la Gentamicina, Tilosina, Lincomicina y Espectinomicina (Lincospectin). Comparándolo con la combinación usada anteriormente y llegando a resultados finales de 500ng/ml Gentamicina, 100ng/ml Tilosina, 300ng/ml Lincomicina y 600ng/ml de Espectinomicina. Esta fórmula resultó ser la más efectiva contra Mycoplasma, Campilobacter y Haemophilus y no cabe duda que ofrece una formidable protección antibiótica en el semen. (8)

Mediante el uso de estos antibióticos y un alto estandar de higiene, estricto en los centros de I. A. se logran evitar infecciones a partir del semen. (8, 9)

En el estudio realizado, un 79.17 % utiliza la fórmula Gent-Til-Espect-Linc. Que además es la fórmula marcada por la Norma Oficial Mexicana para el Procesamiento de semen, un 19.24 % utilizan aún Penicilina-Estreptomicina que brinda protección al semen, pero no tan amplia como la anterior, y un 1.59% utiliza una fórmula integrada por Gentamicina-Tilosina, siendo esta la menos utilizada y que no se reporta en la literatura. (ver, Tabla 6 y Gráfico 6) (Foto 11)

Tabla 6. FÓRMULA DE ANTIBIÓTICOS							
Laboratorio	Dosis	Pen- Estrep	Esp-Til-Gent- Linc	Otros	Valores ponderados		
1	2000	0	100	0	0	200000	0
2	1300	0	100	0	0	130000	0
3	3500	0	100	0	0	350000	0
4	800	100	0	0	80000	0	0
5	3200	0	100	0	0	320000	0
6	540	0	0	Gent-Til	0	0	54000
7	500	0	100	0	0	50000	0
8	500	0	100	0	0	50000	0
9	800	100	0	0	80000	0	0
10	2000	0	100	0	0	200000	0
11	600	0	100	0	0	60000	0
12	5400	0	100	0	0	540000	0
13	3000	0	100	0	0	300000	0
14	200	0	100	0	0	20000	0
15	750	0	100	0	0	75000	0
16	1750	100	0	0	175000	0	0
17	250	100	0	0	25000	0	0
18	150	100	0	0	15000	0	0
19	1200	0	100	0	120000	0	0
20	1500	100	0	0	150000	0	0
21	100	100	0	0	10000	0	0
22	2000	0	100	0	0	200000	0
23	600	0	100	0	0	60000	0
24	100	100	0	0	10000	0	0
25	100	100	0	0	10000	0	0
26	200	0	100	0	0	20000	0
27	1000	100	0	0	100000	0	0
	34040			Promedio final	19.24%	79.17%	1.59%

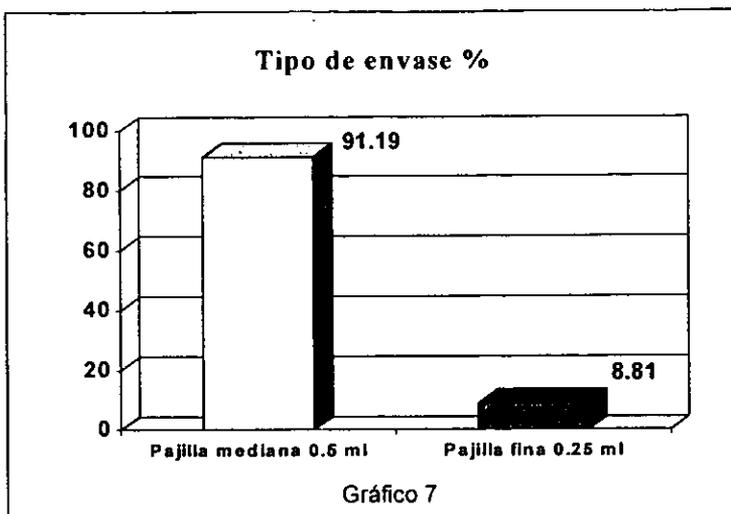


## TIPO Y MÉTODO DE ENVASE

Por los datos recopilados se obtuvo que la pajilla de 0.5ml. se utiliza en un 91.19% mientras que la pajilla fina de 0.25ml. en un 8.81%, este resultado se debe principalmente a que tenemos mayor influencia de E.U. que es donde se utiliza mas la pajilla de 0.5ml. aunque en los últimos años, se ha difundido y aumentado la aceptación de semen en el país envasado en pajillas de 0.25ml. que es el envase más utilizado en el mundo. (ver, Tabla 7 y Gráfico 7)

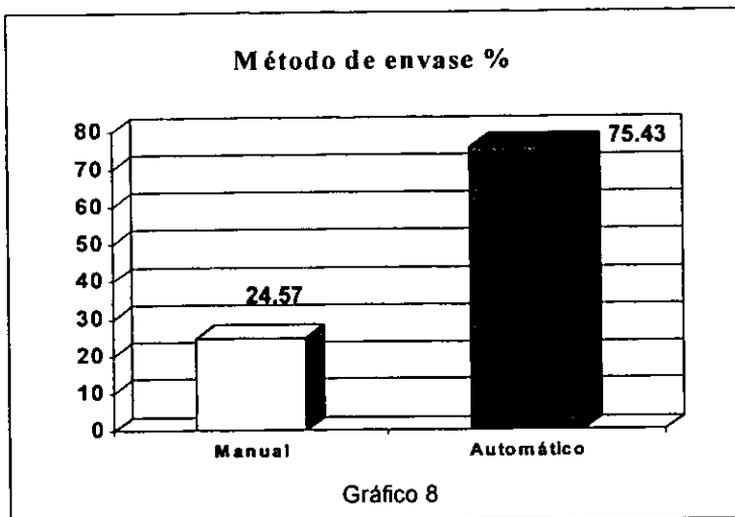
El método de envase realizado por medio de una maquina de llenado automático es el más utilizado (Foto 12). En el estudio un total del 75.43 % de las dosis totales lo emplean, aunque un 24.57 % utilizan el método manual. El envase por medio de máquinas automáticas ofrece un mayor control sanitario. (ver, Tabla 8 y Gráfico 8)

Tabla 7. TIPO DE ENVASE					
Laboratorio	Dosis	Pajilla mediana 0.5	Pajilla fina 0.25	Valores ponderados	
1	2000	50	50	100000	100000
2	1300	100	0	130000	0
3	3500	100	0	350000	0
4	800	100	0	80000	0
5	3200	100	0	320000	0
6	540	100	0	54000	0
7	500	100	0	50000	0
8	500	100	0	50000	0
9	800	100	0	80000	0
10	2000	0	100	0	200000
11	600	100	0	60000	0
12	5400	100	0	540000	0
13	3000	100	0	300000	0
14	200	100	0	20000	0
15	750	100	0	75000	0
16	1750	100	0	175000	0
17	250	100	0	25000	0
18	150	100	0	15000	0
19	1200	100	0	120000	0
20	1500	100	0	150000	0
21	100	100	0	10000	0
22	2000	100	0	200000	0
23	600	100	0	60000	0
24	100	100	0	10000	0
25	100	100	0	10000	0
26	200	100	0	20000	0
27	1000	100	0	100000	0
	34040		Promedio final	91.19%	8.81%



**Tabla 8. MÉTODO DE ENVASE**

Laboratorio	Dosis	Método de Envase		Valores ponderados	
		Manual	Automático	Manual	Automático
1	2000	100	0	200000	0
2	1300	100	0	130000	0
3	3500	50	50	175000	175000
4	800	50	50	40000	40000
5	3200	0	100	0	320000
6	540	100	0	54000	0
7	500	0	100	0	50000
8	500	50	50	25000	25000
9	800	0	100	0	80000
10	2000	0	100	0	200000
11	600	100	0	60000	0
12	5400	0	100	0	540000
13	3000	0	100	0	300000
14	200	0	100	0	20000
15	750	0	100	0	75000
16	1750	50	50	87500	87500
17	250	0	100	0	25000
18	150	100	0	15000	0
19	1200	0	100	0	120000
20	1500	0	100	0	150000
21	100	100	0	10000	0
22	2000	0	100	0	200000
23	600	0	100	0	60000
24	100	100	0	10000	0
25	100	100	0	10000	0
26	200	100	0	20000	0
27	1000	0	100	0	100000
	34040		Promedio final	24.57%	75.43%

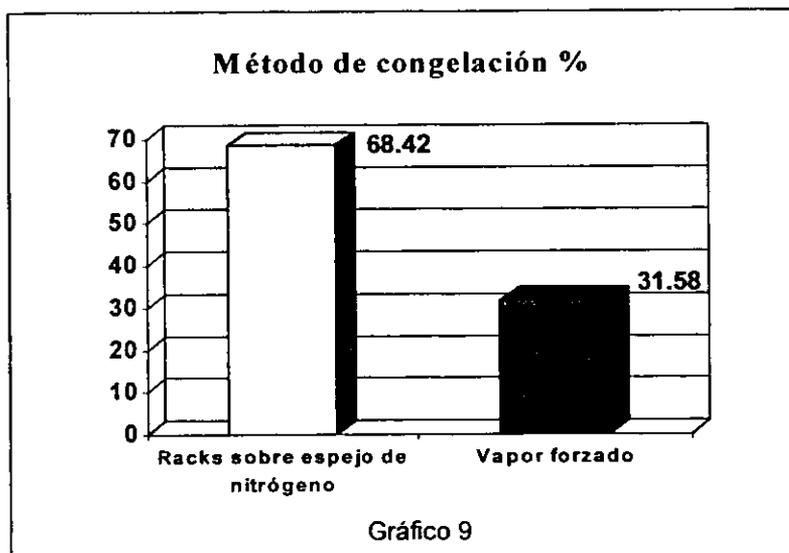


### MÉTODO DE CONGELACIÓN

Es una parte muy importante y crítica en el procesamiento del semen, ya que si no se realiza de una manera correcta, se puede alterar el número de espermatozoides en la recuperación al descongelar. El método de vapor forzado obtuvo una utilización del 31.58%, y los racks sobre espejo de nitrógeno un 68.42%. (ver, Tabla 9 y Gráfico 9)

En ambos métodos se debe llevar a cabo una congelación a velocidad controlada, de otra manera se ha probado que aumenta el número de espermatozoides muertos; ya que una congelación demasiado rápida, puede provocar un choque térmico y una congelación demasiado lenta puede aumentar la presión osmótica, de cualquier forma hay que evitar que se produzcan lesiones irreparables en los espermatozoides. Existen actualmente máquinas automáticas, accionadas por programas de cómputo para controlar la temperatura gradual de la congelación, conectadas además a una graficadora. (2, 9, 10, 13) (Foto 15)

Tabla 9. MÉTODO DE CONGELACIÓN					
Laboratorio	Dosis	Racks sobre espejo de nitrógeno	Vapor forzado	Valores ponderados	
1	2000	100	0	200000	0
2	1300	100	0	130000	0
3	3500	100	0	350000	0
4	800	50	50	40000	40000
5	3200	100	0	320000	0
6	540	100	0	54000	0
7	500	100	0	50000	0
8	500	100	0	50000	0
9	800	0	100	0	80000
10	2000	100	0	200000	0
11	600	100	0	60000	0
12	5400	0	100	0	540000
13	3000	100	0	300000	0
14	200	0	100	0	20000
15	750	0	100	0	75000
16	1750	100	0	175000	0
17	250	100	0	25000	0
18	150	100	0	15000	0
19	1200	100	0	120000	0
20	1500	100	0	150000	0
21	100	100	0	10000	0
22	2000	0	100	0	200000
23	600	100	0	60000	0
24	100	100	0	10000	0
25	100	100	0	10000	0
26	200	0	100	0	20000
27	1000	0	100	0	100000
	34040		Promedio final	68.42%	31.58%



## IDENTIFICACIÓN DE LAS DOSIS

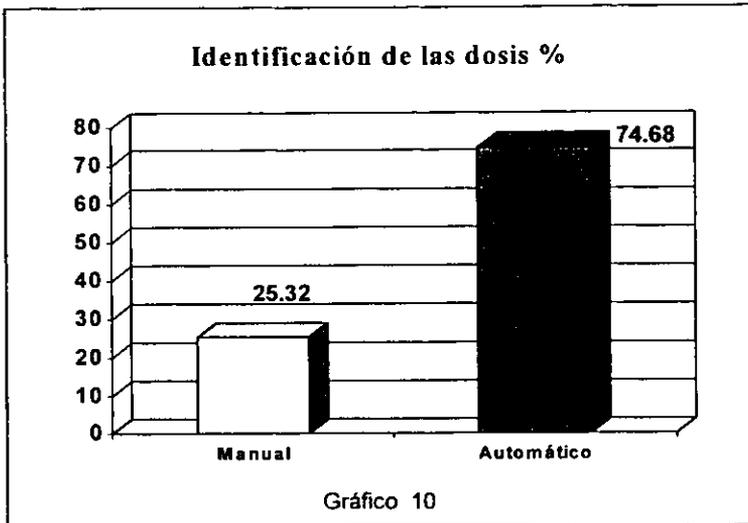
No debiera importar si la identificación de las dosis es manual ó automática, aunque la segunda nos dará siempre un mejor control sanitario.

Para este trabajo un 74.68% del total de las dosis se identifica de manera automática (Foto 13), y un 25.32% de forma manual. (ver, Tabla 10 y Gráfico 10)

Independientemente de su presentación, el envase de cada dosis de semen, debe ser marcado al menos con la siguiente información: Clave del Centro de Inseminación Artificial (CEPROSEM) ó Laboratorio de Procesamiento de semen (LAPROSEM) y fecha de recolección. (19)

Además de que es recomendable y se completa siempre la identificación con la clave o nombre del semental, así como la raza y el lote de congelación.

Tabla 10. IDENTIFICACIÓN DE LAS DOSIS					
Laboratorio	Dosis	Manual	Automático	Valores ponderados	
1	2000	0	100	0	200000
2	1300	100	0	130000	0
3	3500	0	100	0	350000
4	800	100	0	80000	0
5	3200	0	100	0	320000
6	540	50	50	27000	27000
7	500	0	100	0	50000
8	500	50	50	25000	25000
9	800	0	100	0	80000
10	2000	0	100	0	200000
11	600	100	0	60000	0
12	5400	0	100	0	540000
13	3000	50	50	150000	150000
14	200	50	50	10000	10000
15	750	0	100	0	75000
16	1750	100	0	175000	0
17	250	0	100	0	25000
18	150	100	0	15000	0
19	1200	0	100	0	120000
20	1500	100	0	150000	0
21	100	100	0	10000	0
22	2000	0	100	0	200000
23	600	0	100	0	60000
24	100	0	100	0	10000
25	100	100	0	10000	0
26	200	100	0	20000	0
27	1000	0	100	0	100000
	34040		Promedio final	25.32%	74.68%



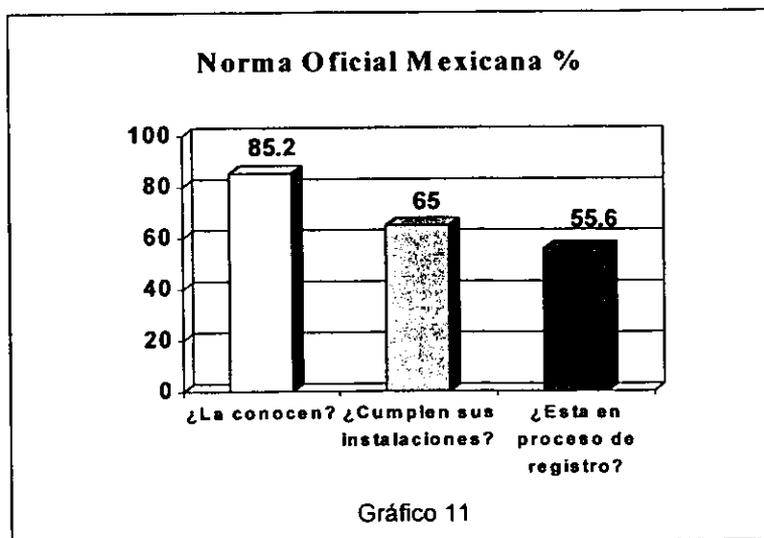
### **NORMA OFICIAL MEXICANA**

Al analizar los riesgos de transmisión de enfermedades vía semen, debemos considerar todas las enfermedades que podrían afectar a los bovinos, desde luego, la consideración de riesgo en las enfermedades, se determina por la presencia del agente patológico en el semen ó bien por su transmisión comprobada. Las siguientes enfermedades pueden estar presentes en el semen bovino: virus de la fiebre aftosa, mycobacterium tuberculosis, mycobacterium paratuberculosis, brucela, trichomonas, campylobacter, leptospira, mycoplasma, DVB, IBR, ureaplasma, haemophilus, numerosos trabajos científicos avalan no solo la presencia sino también la transmisión en muchos casos.(CONASA).

En este trabajo se realizaron tres preguntas; y el porcentaje obtenido para las respuestas afirmativas fue el siguiente:

1. Tiene conocimiento sobre la NOM-027-ZOO-1995, Proceso zoonosanitario del semen de animales domésticos: 85.2 %
  2. Cumplen sus instalaciones y su proceso con lo descrito por esta Norma Oficial Mexicana: 65 %
  3. Está en proceso de registro 55.6 %
- (ver, Tabla 11 y Gráfico11)

Tabla 11. NORMA OFICIAL MEXICANA			
Laboratorio	¿LA CONOCEN?	¿CUMPLEN INSTALACIONES?	¿ESTA EN PROCESO DE REGISTRO?
1	0	0	0
2	100	100	100
3	100	100	100
4	100	100	100
5	100	100	100
6	0	0	100
7	100	0	0
8	100	100	0
9	100	0	0
10	100	100	100
11	100	100	100
12	100	100	100
13	100	100	100
14	0	0	0
15	100	80	0
16	100	75	100
17	100	100	0
18	100	0	0
19	100	100	100
20	0	0	0
21	100	0	0
22	100	100	100
23	100	100	100
24	100	100	0
25	100	0	0
26	100	100	100
27	100	100	0
Promedio final	85 %	65 %	55.6 %



## **PORCENTAJES DE DESECHO Y PORCENTAJE DE RECUPERACION AL DESCONGELAR**

El desecho de semen se realiza en dos instancias, la primera es en semen fresco, cuando se evalúan las características físicas y microscópicas. Se aceptan como normales eyaculados con 60% de motilidad progresiva o más, la importancia de este parámetro radica en que se le ha atribuido históricamente de forma errónea la mayor correlación con fertilidad, por lo que sirve para estimar la calidad reproductiva del toro y su posible utilización en la I. A., toros con valores bajos no es posible que se les congele semen.(27)

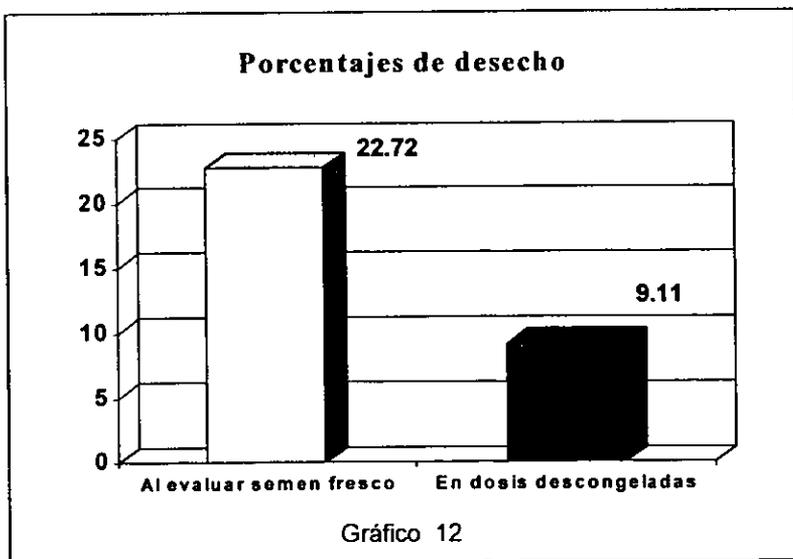
En este trabajo se obtuvo un promedio de 22.72% de dosis desechadas de semen fresco.

También se desecha semen después de congelar, pues no cumple con los requisitos de recuperación de los laboratorios. El porcentaje obtenido por medio de este trabajo fue de 9.11%, (ver Tabla 12 y Gráfico 12) y esto es porque no se puede poner a disposición del ganadero semen con niveles bajos de recuperación seminal al descongelar, porque también traerían como consecuencia niveles bajos de fertilidad, aquí generalmente las razas europeas tienen una mejor recuperación sobre las razas cebuinas. Y en promedio general también el semen obtenido con vagina artificial tiene mejor recuperación que el obtenido con electroeyaculador.

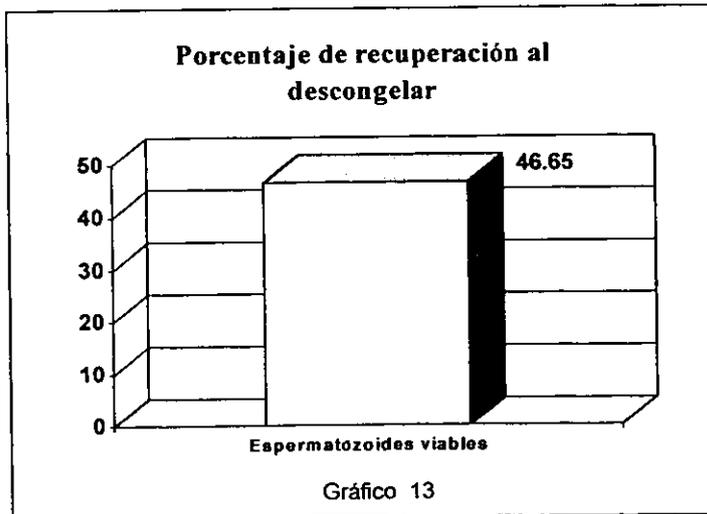
En bovinos el porcentaje de espermatozoides que sobreviven a la congelación y son capaces de fertilizar, es aproximadamente del 25% con tasas bastante aceptables de concepción.(5)

El porcentaje promedio de recuperación obtenido por la recopilación de datos en esta encuesta, es de 46.65 %. Hay que considerar que esta determinación es totalmente subjetiva. (ver, Tabla 13 y Gráfico 13)

Tabla 12. PORCENTAJE DE DESECHO					
Laboratorio	Dosis	Al evaluar semen fresco	En dosis descongeladas	Valores ponderados	
1	200	20	10	40000	20000
2	1300	20	0	26000	0
3	3500	15	10	52500	35000
4	800	30	30	24000	24000
5	3200	17.5	30	56000	96000
6	540	65	22	35100	11880
7	500	25	10	12500	5000
8	500	30	20	15000	10000
9	800	15	5	12000	4000
10	2000	5	3	10000	6000
11	600	20	0	12000	0
12	5400	40	5	216000	27000
13	3000	15	5	45000	15000
14	200	20	10	4000	2000
15	750	15	7	11250	5250
16	1750	20	0	35000	0
17	250	10	30	2500	7500
18	150	30	0	4500	0
19	1200	20	20	24000	24000
20	1500	10	0	15000	0
21	100	20	0	2000	0
22	2000	40	0	80000	0
23	600	20	5	12000	3000
24	100	50	30	5000	3000
25	100	20	10	2000	1000
26	200	0	2	0	400
27	1000	20	10	20000	10000
	34040		Promedio final	22.72 %	9.11 %



<b>Tabla 13. PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN AL DESCONGELAR</b>			
Laboratorio	Dosis	Porcentaje de recuperación al descongelar	Valores ponderados
1	200	60	120000
2	1300	35	45500
3	3500	57.5	201250
4	800	50	40000
5	3200	50	160000
6	540	45	24300
7	500	50	25000
8	500	40	20000
9	800	40	32000
10	2000	45	90000
11	600	45	27000
12	5400	40	216000
13	3000	35	105000
14	200	25	5000
15	750	40	30000
16	1750	30	52500
17	250	70	17500
18	150	50	5700
19	1200	75	90000
20	1500	55	82500
21	100	50	5000
22	2000	50	100000
23	600	50	30000
24	100	30	3000
25	100	40	4000
26	200	100	20000
27	1000	35	35000
	34040	Promedio final	46.65 %



## **NÚMERO DE ESPERMATOZOIDES POR DOSIS**

Siempre se ha dado mucha importancia al número de espermatozoides que se calculan por unidad, aunque estudios recientes nos indican que el número de espermatozoides que se requieren por unidad es una característica determinada para cada animal y por lo tanto el número requerido por cada pajilla dependerá de cada toro.

Algunas compañías en E.U. calculan 20 millones de espermatozoides por pajilla, esto provee semen extra ya que en sus estudios indican que con 12 millones de espermatozoides antes de congelar dan resultados satisfactorios (con un procedimiento de alta calidad y control en el proceso). Un estudio reciente hecho en E. U. Por Foote y Kaproth con 88,486 vaquillas en su primer servicio, reportó que no había cambios en la fertilidad cuando se disminuía la concentración de 40 millones a 20 millones de espermatozoides por dosis y notaron un pequeño cambio en la fertilidad al usar 10 millones de espermatozoides por pajilla.

Al usar 20 millones, 16 millones, 13 millones y 10 millones de espermatozoides por pajilla respectivamente, se obtuvo un porcentaje de concepción de 71.5%, 73.1%, 72.2% y 70.5% respectivamente, donde se observa no hay gran diferencia entre el número de espermatozoides por dosis y la fecundidad de las mismas.(9)

Mientras que en Holanda se desarrolló un estudio en el que se usó el semen de 20 toros a concentraciones de 2.5, 3.75, 5, 7.5, 10 y 15 millones de espermatozoides por pajilla (0.25ml). Se aplicaron en un total de 85,385 primeros y segundos servicios de la población de vacas en Holanda, sin encontrar ninguna correlación entre niveles altos de fertilidad o tasa de no-retorno y altas concentraciones espermáticas, lo que indica que el número óptimo de espermatozoides por pajilla es independiente para cada toro.(5)

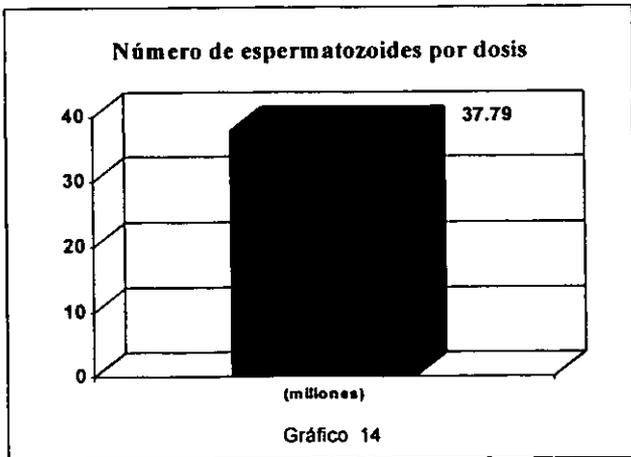
En la encuesta se encontró que los centros y laboratorios del país calculan en promedio 37.79 millones de espermatozoides por unidad. (ver Tabla 14 y Gráfico 14)

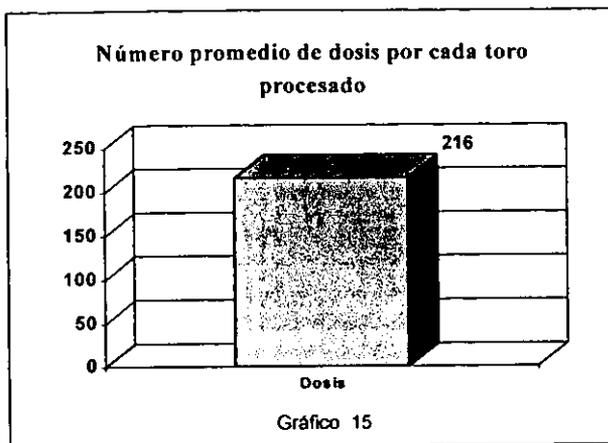
## **DOSIS POR TORO PROCESADO**

Las dosis que se obtengan siempre de cada toro procesado dependerán de la concentración del eyaculado y el número de espermatozoides que se calculen por pajilla dependerá de cada centro o laboratorio.

En este trabajo al hacer el cálculo del número de dosis obtenidas por cada toro procesado fue de 216 dosis en promedio (ver, Tabla 14 y Gráfico 15). Aunque no se conoce si en algunos casos se usa más de un eyaculado.

<b>Tabla 14. NÚMERO DE ESPERMATOZOIDES POR DOSIS Y DOSIS POR TORO</b>					
Laboratorio	Dosis	Espermatozoides por dosis (millones)	Dosis obtenidas por toro	Valores ponderados	
1	2000	20	150	40000	300000
2	1300	27	500	35100	650000
3	3500	45	350	157500	1225000
4	800	40	50	32000	40000
5	3200	30	200	96000	640000
6	540	30	80	16200	43200
7	500	40	150	20000	75000
8	500	40	190	20000	95000
9	800	30	160	24000	128000
10	2000	20	150	40000	300000
11	600	30	175	18000	105000
12	5400	45	220	243000	1188000
13	3000	35	250	105000	750000
14	200	35	150	7000	30000
15	750	40	170	30000	127500
16	1750	37.5	175	65625	306250
17	250	45	125	11250	31250
18	150	24	235	11250	31250
19	1200	40	190	48000	228000
20	1500	15	150	22500	225000
21	100	15	100	1500	10000
22	2000	75	180	150000	360000
23	600	40	100	24000	60000
24	100	25	200	2500	20000
25	100	35	200	3500	20000
26	200	50	275	10000	55000
27	1000	60	320	60000	320000
	34040		Promedio final	37.79 millones	216 dosis



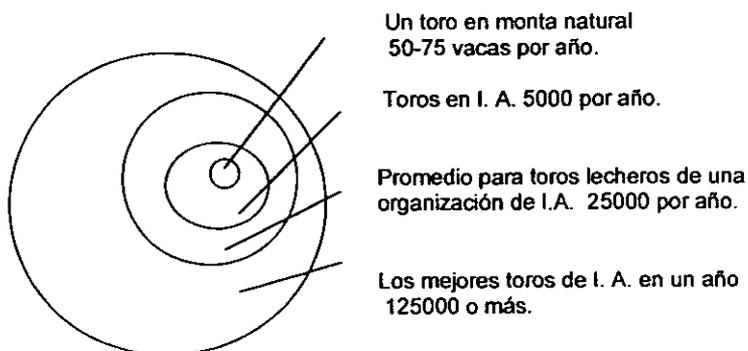


### **PRUEBAS SANITARIAS**

La realización de las pruebas sanitarias es indispensable, ya que al utilizar semen de un toro con alguna enfermedad de transferencia seminal, puede difundirse en una gran cantidad de ganado. La Norma Oficial Mexicana pide que se realicen pruebas para *Leptospira*, *Campilobacter*, IBR, DVB y *Trichomona* (19), además de cumplir con las Normas para la erradicación de Brucela y Tuberculosis. Al ver los resultados se deduce que se requiere un control sanitario más estricto en los centros y laboratorios encuestados.

La ilustración nos muestra la magnitud que tendría la utilización de semen contaminado, mediante el uso de toros mal manejados sanitariamente (ver Fig. D) .(1)

**Figura D. Magnitud de la utilización de semen contaminado**



## **ENFERMEDADES DE TRANSMISIÓN SEMINAL REGULADAS POR LA NORMA OFICIAL MEXICANA PARA EL PROCESAMIENTO DE SEMEN.**

Todas estas enfermedades se encuentran reguladas por la norma debido a su transmisión seminal y su importancia económica.

### **LEPTOSPIRA.**

Es una enfermedad abortiva común, que causa graves pérdidas en la ganadería. La infección puede ser provocada por cualquiera de las distintas serovariedades del género *Leptospira interrogans*. La infección puede presentarse sin síntomas o resultar en una variedad de trastornos. Esta puede ser transmitida por la orina de animales infectados, por la ingestión de agua o alimentos contaminados por la bacteria y vía reproductiva, principalmente por la monta directa. Los abortos son comunes desde la mitad hasta el último tercio de la gestación, y se presentan en cascada, seguidos comúnmente de retención placentaria y por consiguiente, problemas de infertilidad. El control de elección es la prevención mediante la vacunación y el tratamiento de los animales enfermos, en el procesamiento de semen en el país se estima que solo un 72.9% de las dosis totales son de laboratorios o centros que realizan pruebas sanitarias de los sementales(ver Tabla 15 y Gráfico 16), la prueba que utilizan estos centros es la microaglutinación.(33)

### **DIARREA VIRAL BOVINA (DVB)**

Esta enfermedad puede presentarse en animales de cualquier edad. En becerros y vaquillas los síntomas son generalmente diarreas fuertes. En ganado adulto generalmente se afecta el sistema reproductor y los fetos, los cuales son en su mayoría abortados. Los abortos por DVB pueden ocurrir casi en cualquier momento de la gestación, pero la mayoría ocurren en el primer tercio y parte del segundo tercio de la gestación. A través de análisis se pueden identificar a los animales infectados con DVB la cual puede presentarse en dos formas Tipo I y Tipo II, cada tipo contiene numerosas cepas del virus, las cuales pueden ser citopáticos o no citopáticos, ambos tipos pueden provocar animales persistentemente infectados que son sumamente peligrosos, ya que son portadores asintomáticos del virus, los cuales son desechados en grandes cantidades transmitiendo la enfermedad a otros animales sanos. Se estima que un 82.5% de las dosis son procesadas en centros o laboratorios que llevan a cabo un control sanitario para esta enfermedad(ver Tabla 15 y Gráfico 16), siendo las pruebas que mas comúnmente emplean las siguientes: inhibición de la hemoaglutinación, Elisa, microseroneutralización ligada peroxidada y aislamiento viral en cultivo celular.(33, 34)

### **RINOTRAQUEITIS INFECCIOSA BOVINA (IBR)**

Esta es otra enfermedad viral que se puede presentar en varias formas de varias formas afectando el sistema respiratorio, genital y nervioso, es una enfermedad ampliamente distribuida y pueden presentarse brotes de abortos con una gravedad desde moderada a severa de acuerdo al nivel de protección que tenga el ganado. La etiología de esta enfermedad es un virus que invade el organismo a través del tracto respiratorio, o vía genital. Existen animales

aparentemente sanos que son portadores y que periódicamente sufren exacerbación de la enfermedad y excretan el virus. Dentro del animal, el virus persiste dentro de la periferia del ganglio trigémino y para que ocasione el aborto, el virus debe de cruzar la placenta, la reproducción del virus en el feto da como resultado la muerte del mismo en uno a tres días y la expulsión ocurre entre los 2-7 días siguientes. Con este trabajo se estima que un 84.9% de las dosis procesadas nacionalmente son de toros que se les realiza control sanitario (ver Tabla 15 y Gráfico 16), las pruebas de elección que realizan estos centros y laboratorios en el país son; inhibición de la hemoaglutinación, Elisa, microseroneutralización ligada peroxidada y aislamiento viral en cultivo celular.(33)

### **CAMPYLOBACTER (Vibriosis genital bovina)**

Es una enfermedad venérea del ganado causada por la bacteria *Campylobacter fetus* y es caracterizada por infertilidad temporal en la hembra. La enfermedad es transmitida de un animal infectado a uno no infectado durante el cruzamiento. Los signos clínicos de la infección son el retorno al estro en las hembras infectadas, la muerte del feto puede ocurrir tempranamente y no hay ningún exudado notorio. En los toros los organismos crecen en las criptas del pene y prepucio pero no van mas adentro de los tejidos, un toro puede estar infectado por años, el toro no le afecta directamente la infección pero puede provocar en un hato muchos abortos y que las hembras no puedan resultar gestantes. Para este trabajo se estima que un 76.7% de las dosis tienen control sanitario contra campilobacteriosis (ver Tabla 15 y Gráfico 16), la prueba de elección por los centros y laboratorios es: cultivos para aislamiento de la bacteria.(36)

### **TRICHOMONIASIS**

La trichomoniasis es una enfermedad venérea que se caracteriza principalmente por una pérdida embrionaria (infertilidad) y ocasionalmente por abortos y piometra. El agente etiológico es el protozoario *Trichomona foetus*. La trichomoniasis es asintomática en el macho, los protozoarios se localizan en la capa epitelial del pene, prepucio y porción anterior de la uretra, en la hembra los protozoarios se localizan en secreciones vaginales, útero y oviducto e inicialmente no interfiere con la concepción. En esta investigación se estima que un 75.5% de las dosis tienen control sanitario contra *Trichomona* (ver Tabla 15 y Gráfico 16), la prueba que recomiendan seguir estos centros y laboratorios en el país son estudio citológico por lavado prepuciales.(36)

### **BRUCELOSIS**

Las vías de transmisión son el contacto directo con la placenta, fetos, desechos vaginales y leche, la vía de entrada principalmente es oral. Debido a su facilidad de transmisión que se inicia con el calostro de vacas infectadas, se considera que ésta es una de las principales causas de abortos especialmente durante el último tercio de la gestación,. Además de la pérdida de la gestación, la producción de leche disminuye en la vaca afectada y existe el riesgo de esterilidad temporal por la presencia del microorganismo causal

"Brucella abortus" en el útero, por otra parte, las descargas uterinas son una fuente muy grande de contaminación para otras vacas y vaquillas del establo. El periodo de incubación varía de 10 a 280 días, dependiendo de la dosis de exposición, edad y estado inmune del animal. Esta es la enfermedad mayormente muestreada por los centros y laboratorios, y un total del 98.4% del total de las dosis en el país están procesadas con esta prueba sanitaria (ver Tabla 15 y Gráfico 16) . Las pruebas que se realizan con mayor frecuencia en el país son: Fijación de complemento, Prueba de tarjeta y Rivanol.(35)  
La brucelosis cuenta también con una norma específica: NOM-EM-011-ZOO-1994 "Campaña Nacional contra la Brucelosis en los animales".

#### **TUBERCULOSIS.**

Esta es una enfermedad que está presente también en la gran mayoría de los establos del país. Aun a pesar de la campaña oficial contra la tuberculosis y la brucelosis, son pocos los establos que se encuentran libres de estas enfermedades. El daño que el agente causal, *Mycobacterium bovis* provoca en el ganado afectado esta relacionado con una baja producción de leche, la cual puede disminuirse progresivamente hasta en un 20 ó 30%. La enfermedad, que es altamente contagiosa no puede ser tratada y la única forma de prevenir su dispersión es mediante la identificación de los animales reactivos (positivos) y su desecho de los establos. Se estima que un 92.1% del total de las dosis procesadas cuentan con control sanitario para Tuberculosis (ver Tabla 15 y Gráfico 16), la prueba que se aplica para su diagnóstico es la prueba Intradérmica. (33)

La Tuberculosis también esta regida a su vez por la Norma: NOM-EM-002-SARH-1994 "Campaña Nacional contra la Tuberculosis bovina"

PRUEBAS SANTARIAS															
Lab.	Dosis	Lept.	Camp.	IBR	DVB	Trich.	Bruc.	Tb.	Valores ponderados						
1	2000	100	0	0	0	0	100	100	200000	0	0	0	200000	200000	
2	1300	0	0	0	0	100	100	100	0	0	0	130000	130000	130000	
3	3500	100	100	100	100	100	100	100	350000	350000	350000	350000	350000	350000	
4	800	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	0	80000	80000	
5	3200	100	100	100	100	100	100	100	320000	320000	320000	320000	320000	320000	
6	540	100	100	100	100	100	100	100	54000	54000	54000	54000	54000	54000	
7	500	100	100	100	100	100	100	100	50000	50000	50000	50000	50000	50000	
8	500	100	0	100	100	0	100	100	50000	0	50000	50000	50000	50000	
9	800	100	0	100	0	0	100	100	80000	0	80000	0	80000	80000	
10	2000	0	100	100	100	0	100	0	200000	200000	200000	0	200000	0	
11	600	0	0	100	100	100	100	100	0	60000	60000	60000	60000	60000	
12	5400	100	100	100	100	100	100	100	540000	540000	540000	540000	540000	540000	
13	3000	0	100	100	100	100	100	100	300000	300000	300000	300000	300000	300000	
14	200	0	100	0	0	0	100	100	0	20000	0	0	20000	20000	
15	750	100	0	100	100	0	100	100	75000	0	75000	75000	75000	75000	
16	1750	100	100	100	100	100	100	100	175000	175000	175000	175000	175000	175000	
17	250	0	0	100	100	0	100	100	0	25000	25000	0	25000	25000	
18	150	0	100	100	100	100	100	0	15000	15000	15000	15000	15000	0	
19	1200	100	100	100	100	100	100	100	120000	120000	120000	120000	120000	120000	
20	1500	100	100	100	100	100	100	100	150000	150000	150000	150000	150000	150000	
21	100	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	0	10000	10000	
22	2000	100	100	100	100	100	100	100	200000	200000	200000	200000	200000	200000	
23	600	100	100	100	100	100	100	100	60000	60000	60000	60000	60000	60000	
24	100	100	100	100	100	0	100	100	10000	10000	10000	0	10000	10000	
25	100	0	0	100	100	0	100	100	0	0	10000	10000	0	10000	
26	200	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	0	10000	10000	
27	1000	100	100	100	100	100	100	100	10000	10000	10000	10000	10000	10000	
34040									72.9%	76.7%	84.9%	82.5%	75.5%	98.4%	92.1%

## Pruebas sanitarias %

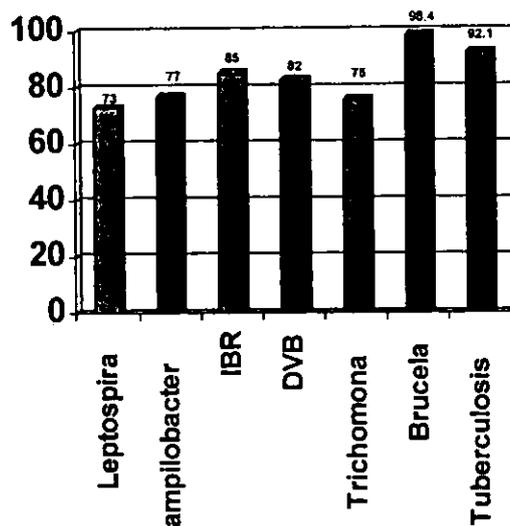


Gráfico 16

**Tabla 16. PRUEBAS SANITARIAS DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES**

Lab.	Dosis	Lept.	Camp.	IBR	DVB	Trich.	Bruc.	Valores ponderados						
								i.	0	0	0	0	0	0
1	2000	100	0	0	0	0	100	100	200000	0	0	0	200000	200000
6	540	100	100	100	100	100	100	100	54000	54000	54000	54000	54000	54000
7	500	100	100	100	100	100	100	100	50000	50000	50000	50000	50000	50000
11	600	0	0	100	100	100	100	100	0	0	60000	60000	60000	60000
14	200	0	100	0	0	0	100	100	0	20000	0	0	20000	20000
15	750	100	0	100	100	0	100	100	75000	0	75000	75000	75000	75000
16	1750	100	100	100	100	100	100	100	175000	175000	175000	175000	175000	175000
18	150	0	100	100	100	100	100	0	0	15000	15000	15000	15000	15000
20	1500	100	100	100	100	100	100	100	150000	150000	150000	150000	150000	150000
21	100	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	0	10000	10000
22	2000	100	100	100	100	100	100	100	200000	200000	200000	200000	200000	200000
24	100	100	100	100	100	0	100	100	10000	10000	10000	0	10000	10000
25	100	0	0	100	100	0	100	100	0	0	10000	10000	0	10000
26	200	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	0	10000	10000
	10.490								87%	59.1%	71%	71%	62%	94.9%
														93.4%

**Tabla 17. PRUEBAS SANITARIAS DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES CON 500 O MENOS DOSIS DE PRODUCCION SEMANAL**

Lab.	Dosis	Lept.	Camp.	IBR	DVB	Trich.	Bruc.	Valores ponderados						
								Tb.	0	0	0	0	0	0
7	500	100	100	100	100	100	100	100	50000	50000	50000	50000	50000	50000
14	200	0	100	0	0	0	100	100	0	20000	0	0	20000	20000
18	150	0	100	100	100	100	100	100	0	15000	15000	15000	15000	15000
21	100	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	0	0	10000
24	100	100	100	100	100	0	100	100	10000	10000	10000	10000	10000	10000
25	100	0	0	100	100	0	100	100	0	0	10000	10000	0	10000
26	200	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	0	10000	10000
	1350								44.5%	70.4%	63%	63%	48.1%	100%
														88.9%

Tabla 18. PRUEBAS SANITARIAS DE CENTROS DE INSEMINACION ARTIFICIAL															
Lab.	Dosis	Lepi.	Camp.	IBR	DVB	Trich.	Bruc.	Tb.	Valores ponderados						
									0	0	0				
2	1300	0	0	0	0	100	100	100	0	130000	130000	130000			
3	3500	100	100	100	100	100	100	100	350000	350000	350000	350000			
4	800	0	0	0	0	100	100	100	0	0	0	80000			
5	3200	100	100	100	100	100	100	100	320000	320000	320000	320000			
8	500	100	0	100	100	0	100	100	50000	50000	0	50000			
9	800	100	0	100	0	0	100	100	80000	0	0	80000			
10	2000	0	100	100	100	0	100	0	200000	200000	0	200000			
12	5400	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	540000			
13	3000	100	100	100	100	100	100	100	0	300000	300000	300000			
17	250	0	0	100	100	0	100	100	0	25000	0	25000			
19	1200	100	100	100	100	100	100	100	120000	120000	120000	120000			
23	600	100	100	100	100	100	100	100	60000	60000	60000	60000			
27	1000	100	100	100	100	100	100	100	100000	100000	100000	100000			
	23 550								81.5%	84.5%	91.1%	87.7%	81.5%	100%	91.5%

Se puede observar que el control sanitario en los Centros de Inseminación (ver Tabla 18) es más alto que en los Laboratorios Independientes (ver Tabla 16), esto debido a que los sementales al permanecer en el Centro se tiene un mayor control sobre ellos, que cuando están en el rancho o establo del propietario, donde el médico o técnico encargada de procesar el semen nunca puede estar seguro del control sanitario de los toros. Además en la Tabla 17 se cuantificó el porcentaje de control sanitario que realizan los Laboratorios que procesan 500 o menos dosis semanalmente y podemos ver que el control sanitario en general es muy deficiente en estos Laboratorios.

## DOSIS PROCESADAS EN EL PAÍS ANUALMENTE

	CENTRO DE I. A.	LABORATORIO INDEPENDIENTE
1		60 000
2	50 000	
3	130 000	
4	24 000	
5	150 000	
6		8 000
7		26 000
8	26 000	
9	15 000	
10	108 000	
11		28 000
12	280 000	
13	60 000	
14		10 000
15		33 000
16		70 000
17		6 000
18		2 000
19	45 000	
20	60 000	
21		2 000
22		80 000
23	15 000	
24		1 600
25		1 000
26		10 000
27	30 000	
<b>TOTAL</b>	<b>993 000 (74.62 %)</b>	<b>337 600 (25.37%)</b>
<b>DOSIS TOTALES 1, 330, 600</b>		

## **CENTRO DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL**

Se define como Centro de I. A., aquel centro de procesamiento de semen que está integrado por:

1. Laboratorio (donde se realizan las actividades de evaluación, extensión, envase, congelación del semen, preparación del diluyente, esterilización del equipo y utensilios).
2. Alojamiento de animales dentro de la misma área, además de contar con un área de obtención (lugar donde se colecta el semen).

Algunas características de un Centro de I. A. son:

1. Control sanitario seguro sobre los toros.
2. Alimentación y alojamiento controlados.
3. Trabajo controlado a los toros que permite llevar un seguimiento a su evaluación seminal (Buen manejo reproductivo).
4. En general se logra una buena adaptación de los toros al centro.
5. En general mejor equipados.
6. Alto estándar de higiene en el proceso

## **LABORATORIO INDEPENDIENTE**

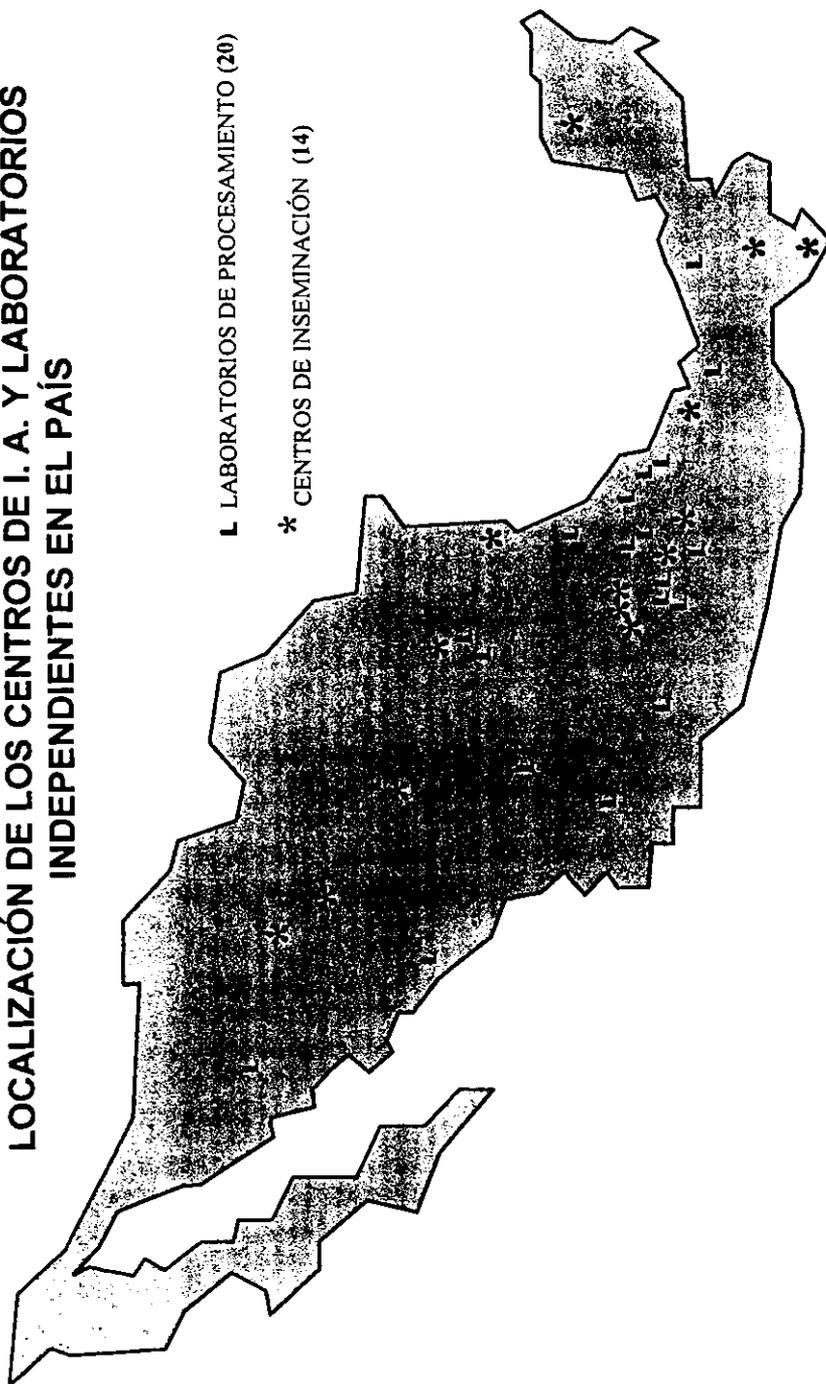
Se define como laboratorio aquel que cuenta con equipo necesario para realizar las actividades de evaluación, extensión, envase, congelación del semen, preparación del diluyente, esterilización del equipo y utensilios pero que no tiene un espacio específico para los toros y que por lo tanto tiene que colectar el semen a distancia, teniendo que transportar el semen de los ranchos a dónde se encuentre el laboratorio. Muchas veces la evaluación seminal se lleva a cabo en el rancho y después se lleva a procesar al laboratorio.

En un Laboratorio Independiente:

1. Hay un deficiente control sanitario.
2. No hay un control directo en el manejo de las dietas ni tampoco en el alojamiento.
3. No se puede llevar a cabo un buen manejo reproductivo rutinario de los sementales.
4. En ocasiones el toro no resiste las condiciones extremas del rancho, ó tarda en adaptarse.
5. En ocasiones el proceso no puede llevarse a cabo en óptimas circunstancias.

***“LA CALIDAD DEL SEMEN QUE SE OBTIENE EN EL CENTRO DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL, ES SUPERIOR GENERALMENTE A LA QUE SE PUEDA OBTENER DEL MISMO SEMENTAL EN EL RANCHO O ESTABLO DEL PROPIETARIO”***

# LOCALIZACIÓN DE LOS CENTROS DE I. A. Y LABORATORIOS INDEPENDIENTES EN EL PAÍS



**PORCENTAJES APROXIMADOS DE LAS RAZAS A LAS QUE SE PROCESA SEMEN EN MEXICO**

El siguiente listado de toros es un estimado del porcentaje de las razas a las que se procesa semen mensualmente, para obtenerlo, preguntamos a los Centros de I. A. y Laboratorios Independientes a cuantos toros de cada raza trabajaban mensualmente en promedio.

Los resultados recabados fueron los siguientes:

RAZA	NUMERO DE TOROS	PORCENTAJE
HOLSTEIN	113	30.79
SUIZO AMERICANO	24	6.53
SUIZO EUROPEO	69	18.80
SIMMENTAL	25	6.81
BRAHMAN	26	7.08
LIMOUSIN	7	1.90
INDOBRASIL	10	2.72
BEEFMASTER	11	2.99
NELORE	7	1.90
SIMBRAH	7	1.90
GYR	13	3.5
ANGUS	8	2.1
BELGIAN BLUE	7	1.9
GUZERAT	3	0.81
F1	3	0.81
TULI	3	0.81
AFS	3	0.81
DROUGHTMASTER	3	0.81
CHAROLAIS	10	2.7
SARDO NEGRO	2	0.54
BRANGUS	2	0.54
JERSEY	2	0.54
TROPICARNE	2	0.54
CHIANINA	1	0.27
PIEDMONTESE	1	0.27
SALERS	1	0.27
HEREFORD	1	0.27
ROMOSINUANO	1	0.27
SENEPOL	1	0.27
GANADO DE LIDIA	1	0.27
TOTAL	367 TOROS	100%

**SÓLO DEL 5-10% DE TODOS LOS SEMENTALES A LOS QUE SE LES PROCESA SEMEN EN EL PAÍS TIENEN PRUEBA DE PROGENIE, ¿SABEMOS QUE GENÉTICA ESTAMOS UTILIZANDO EN NUESTROS PROGRAMAS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL, O SÓLO LO SUPONEMOS?**

## EMPLEO DE LA INSEMINACION ARTIFICIAL EN EL PAIS.

PRODUCCION DE SEMEN NACIONAL ANUAL (1998)	1,330,600 (53%) DOSIS **
SEMEN IMPORTADO (1998)	1,171,241 (47%) DOSIS *
<u>TOTAL</u>	2,501,841 DOSIS

PORCENTAJE ESTIMADO POR CONCEPCIÓN 2.7 DOSIS

VACAS EN I. A. 926, 608 VACAS

TOTAL DE CABEZAS DE GANADO EN EL PAÍS 30,771,666 BOVINOS \*

PORCENTAJE ESTIMADO DE HEMBRAS (70%) 21,540,166 HEMBRAS \*

### EMPLEO DE LA INSEMINACION

#### ARTIFICIAL EN EL PAÍS

**4.30%**

***NO SÓLO BASTA CON EMPLEAR LA TÉCNICA DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL PARA LOGRAR UN AVANCE GENÉTICO, SE DEBEN UTILIZAR TOROS CON PRUEBA DE PROGENIE, PARA QUE REALMENTE EL AVANCE GENÉTICO SEA SIGNIFICATIVO.***

Si no existen en el país o hay muy pocos animales con una prueba confiable, es necesario desarrollar junto con las Asociaciones Ganaderas e Instancias Gubernamentales indicadas, un sistema a nivel nacional, de control de producción y con esto lograr mejores programas de selección de sementales, que ayuden a aprovechar lo mejor posible este pequeño porcentaje de hembras que se insemina artificialmente en el país.

\* Fuente: SAGAR

\*\* Recopilación de datos. Sánchez, O.H.

**ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Existen algunos estados en los que se estima que la cantidad de hembras es menor al 70%, por lo que se hizo también el cálculo de que pasaría si fuera el 40% hembras del total de la población, una vez mas nos preguntamos ¿en donde podemos encontrar estadísticas actualizadas del ganado en nuestro país?.

<b>PRODUCCION DE SEMEN NACIONAL ANUAL (1998)</b>	<b>1,330,600 (53%) DOSIS **</b>
<b>SEMEN IMPORTADO (1999)</b>	<b>1,171,241 (47%) DOSIS *</b>
<b><u>TOTAL</u></b>	<b>2,501,841 DOSIS</b>
<b>PORCENTAJE ESTIMADO POR CONCEPCIÓN</b>	<b>2.7 DOSIS</b>
<b>VACAS EN I. A.</b>	<b>926, 608 VACAS</b>
<b>TOTAL DE CABEZAS DE GANADO EN EL PAÍS</b>	<b>30,771,666 BOVINOS *</b>
<b>PORCENTAJE ESTIMADO DE HEMBRAS (40%)</b>	<b>12, 308, 666 HEMBRAS *</b>
<b><u>EMPLEO DE LA INSEMINACION ARTIFICIAL EN EL PAÍS</u></b>	<b>7.53 %</b>

\* Fuente: SAGAR

\*\* Recopilación de datos. Sánchez, O.H.

**DOSIS DE TOROS CON PRUEBA DE PROGENIE PRODUCIDAS NACIONALMENTE**

		<u>DOSIS DE TOROS CON PRUEBA DE PROGENIE</u>
<u>PRODUCCIÓN DE SEMEN NACIONAL</u>	1 330 600 (53%)	
<u>GANADO PRODUCTOR DE LECHE</u>	505 628 (38%)	<b>10%</b> 50 563
<u>GANADO DE CARNE Y DOBLE PROPÓSITO</u>	824 972 (62%)	<b>5%</b> 41 249
<u>TOTAL DE DOSIS NACIONALES CON PRUEBA DE PROGENIE</u>		<b>91 812</b>
<u>PORCENTAJE ESTIMADO POR CONCEPCIÓN</u>		<b>2.7</b>
<u>VACAS EN I.A. CON SEMEN NACIONAL DE TOROS CON PRUEBA DE PROGENIE</u>		<b>34 004</b>

El número de dosis procesadas en el país es muy importante el problema es que una gran cantidad no cuentan con prueba de progenie, ¿Sabemos que estamos utilizando? ¡¡NO!! Y el mayor problema es que esto sólo logra atrasarnos más genéticamente.

El utilizar toros para programas de I.A. que ganan en las ferias o que tienen alguna hija sobresaliente, no nos garantiza que tendrán hijos igual que ellos, sino que se deben implementar en el país las pruebas de progenie.

## DOSIS DE SEMEN IMPORTADAS DE TOROS CON PRUEBA DE PROGENIE

		<u>DOSIS DE TOROS CON PRUEBA DE PROGENIE</u>
<u>TOTAL DOSIS SEMEN IMPORTADO</u>	1 171 241 (47%)	
<u>GANADO PRODUCTOR DE LECHE</u>	936 993 (80%)	95% 890 143
<u>GANADO DE CARNE Y DOBLE PROPÓSITO</u>	234 248 (20%)	70% 163 974
<u>TOTAL DE DOSIS IMPORTADAS CON PRUEBA DE PROGENIE</u>		<u>1 054 117</u>
<u>PORCENTAJE ESTIMADO POR CONCEPCIÓN</u>		2.7
<u>VACAS EN I.A. CON SEMEN IMPORTADO DE TOROS CON PRUEBA DE PROGENIE</u>		390 414

El uso de semen importado, nos brinda la confianza de que en la mayoría de los casos es de toros probados genéticamente, por lo que sólo necesitamos hacer una buena selección de los toros que requerimos para nuestros programas de mejoramiento genético.

Ojalá que pronto existan en el país programas óptimos de control de producción para evaluar a nuestros sementales.

**TOTAL DE DOSIS DE TOROS CON PRUEBA DE PROGENIE,  
NACIONALES E IMPORTADAS**

	<u>TOTAL DE DOSIS DE TOROS CON PRUEBA DE PROGENIE</u>		<u>VACAS EN I. A.</u>
<u>SEMEN NACIONAL</u>	91 812	/ 2.7	34 004
<u>SEMEN IMPORTADO</u>	1 054 117	/ 2.7	390 414
	<hr/>		<hr/>
<u>TOTAL</u>	1 145 929	/ 2.7	424 418

**“EMPLEO DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL  
EN EL PAÍS CON TOROS PROBADOS  
GENÉTICAMENTE”**

**1.97%**

Es impresionante el pequeño porcentaje de hembras que se inseminan con semen de toros que cuentan con prueba de progenie, ojalá que este porcentaje pueda aumentar pronto, porque en la medida de esto mejorará también significativamente el hato nacional.

## Apéndice "A"

### CUESTIONARIO UNICO

#### CENTROS DE PROCESAMIENTO DE SEMEN BOVINO

El objetivo del siguiente cuestionario es obtener información para la elaboración de la Tesis Titulada "Estudio cuantitativo de las dosis de semen procesadas en la República Mexicana" para la Titulación del P. MVZ Humberto Sánchez Ortiz, adscrito a la FES-Cuautitlan UNAM.

Con la facultad de esta institución y el asesoramiento académico respectivo, se procederá a realizar un estudio cuantificable de las dosis de semen producidas en el país, manteniendo discreción a sus respuestas por considerarlas confidenciales. Los datos estadísticos como éstos no están al alcance de las personas interesadas en la ganadería bovina del país. Agradezco su atención y gracias por regalarnos parte de su tiempo para la realización de este trabajo de tesis.

Nombre del centro o laboratorio:

\_\_\_\_\_

Laboratorio Independiente( ) Centro de Inseminación( ) Número de toros propios( )  
(Sólo procesa semen) con toros de ganaderos ( )

Nombre del responsable: -

\_\_\_\_\_

Ubicación: \_\_\_\_\_  
Calle Colonia Estado Tel. Fax

1. ¿Cuánto días a la semana procesan semen? \_\_\_\_\_ 2. ¿ Cuántos toros trabajan  
semanalmente en promedio? \_\_\_\_\_

3. ¿ Qué métodos de colección utilizan en porcentaje?  
Vagina Artificial ( ) Electroeyaculador ( )

4. ¿ Que métodos de evaluación de semen utilizan ? Comentarios: \_\_\_\_\_  
\* Características físicas: \_\_\_\_\_

- a) Volúmen ( )
- b) Peso ( )
- c) Color y consistencia ( )
- d) Otros \_\_\_\_\_

\* Características microscópicas:

- a) Motilidad masal ( )
- b) Motilidad Individual ( )
- c) Otros \_\_\_\_\_

\* Equipo:

- a) Microscopia. Microscopio de campo claro ( )  
Microscopio de contraste de fases ( )

Otro \_\_\_\_\_

b)Platina térmica: Tipo \_\_\_\_\_

5. ¿ Qué método para el cálculo de concentración espermática utilizan?  
Cámara cuentaglóbulos ( ) Espectrofotómetro ( ) Otro \_\_\_\_\_

6. ¿ Qué diluyente o extendedor utilizan? \_\_\_\_\_

7. ¿ Que fórmula de antibióticos utilizan y con que dosificación? \_\_\_\_\_

- a) Penicilina + Estreptomina( )
- b) Espectinomicina + Tilosina + Gentamicina + Lincomicina ( )
- c)Otras \_\_\_\_\_

8. ¿Cuál es su método de envase?:

- a) Pajilla mediana 0.5 ( ) b) Pajilla fina 0.25 ( ) c) Ampolleta ( ) d) Otro \_\_\_\_\_  
Se realiza: Manual ( ) Automatizado ( )

9. ¿Método de congelación utilizado?

- a) Racks sobre espejo de nitrógeno ( ) b) Vapor forzado ( ) c) Otros \_\_\_\_\_

10. ¿Tiene conocimiento sobre la Norma Oficial Mexicana NOM-027-ZOO-1995, Proceso zoonosanitario del semen de animales domésticos? \_\_\_\_\_ ¿Cumplen sus instalaciones y su proceso con lo descrito por esta Norma Oficial Mexicana? \_\_\_\_\_

¿ Está en el proceso de registro? \_\_\_\_\_

10. A. ¿Como identifica las dosis ? a) Marcado Manual ( ) b) Marcado Automático ( )

11. ¿Cual es su porcentaje de desecho?

- a) Al evaluar semen fresco \_\_\_\_\_  
b) En dosis descongeladas \_\_\_\_\_

12. ¿Cuál es el porcentaje de recuperación promedio que obtiene al descongelar? \_\_\_\_\_

13. ¿ Cual es el número de dosis procesadas por semana? \_\_\_\_\_

14 ¿Cual es su promedio anual de dosis procesadas? \_\_\_\_\_

15. Número de toros a los que procesan semen mensualmente por raza:

Holstein \_\_\_\_\_ Suizo Americano \_\_\_\_\_ Suizo Europeo \_\_\_\_\_ Limousin \_\_\_\_\_

Angus \_\_\_\_\_ Charolais \_\_\_\_\_ Gyr \_\_\_\_\_ Brahman \_\_\_\_\_ Indobrasil \_\_\_\_\_

Beefmaster \_\_\_\_\_ Simmental \_\_\_\_\_ Belgian Blue \_\_\_\_\_ Otras razas \_\_\_\_\_

16. ¿Cual es el número de espermatozoides promedio que calculan por dosis? \_\_\_\_\_

17. ¿Cuántas dosis se obtienen en promedio por cada toro procesado? \_\_\_\_\_

18. ¿Qué pruebas sanitarias requieren de los toros \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ y, ¿Con que periodicidad las realizan? \_\_\_\_\_

9. ¿Cuál es el costo para el ganadero por dosis congelada? \_\_\_\_\_

20. ¿Usted comercializa el semen producido? \_\_\_\_\_ ¿ Cuantas dosis al año? \_\_\_\_\_

21. ¿Cuál es el cálculo de dosis procesadas por ustedes que son aplicadas al año? \_\_\_\_\_

22. ¿Se ha realizado alguna exportación de semen procesado por ustedes? \_\_\_\_\_

23. Si conoce de otros laboratorios o centros en su zona, favor de mencionarlos:

\_\_\_\_\_

**USTED PREFERE QUE SU INFORMACIÓN SE MENCIONE COMO LABORATORIO O CENTRO NÚMERO X EN EL ESTADO CORRESPONDIENTE ( ) O SE PUEDE UBICAR CON DATOS COMPLETOS ( )**

## CENTROS DE I.A. Y LABORATORIOS INDEPENDIENTES LOCALIZADOS EN EL PAÍS.

1. "Granja Bunsow". Chihuahua.
2. "Central Mayavista". Yucatán.
3. "La Cotera". Edo. México.
4. "Laboratorio de Procesamiento de semen en I.A." Localización: Chihuahua.
5. "Genética Mexicana, S.A. de C.V.". Coahuila.
6. "Centro de Procesamiento de semen San Blas". Puebla.
7. "Unión Ganadera Regional de Nuevo León, A.C." (CEPROSEM). Nuevo León.
8. "CONAMEGRA". Querétaro.
9. "Centro de Procesamiento Rancho Meba Pavitos". Tamaulipas.
10. SAG-FIMEGEN Centro Demostrativo "La Chacona". Chiapas
11. "RAB México S.A. de C.V.". Chiapas.
12. "Especialistas en Reproducción RECA, S.A. de C.V.". Querétaro.
13. "Limper Congelaciones Profesionales, S.A. de C.V.". Querétaro.
14. "La Posta". Veracruz. \*\*\*
15. Laboratorio Particular "Genética Universal". Michoacán.
16. "Laboratorio Independiente". Tabasco.
17. "Servicio Móvil s/n". Veracruz.
18. "Asesoría y capacitación agropecuaria Tuxtlas". Veracruz.
19. "Centro de Mejoramiento Genético". Nuevo León.
20. "Laboratorio Independiente". Puebla.
21. "Centro de Producción Agropecuaria U.A.N.L.". Nuevo León.
22. "Laboratorio Independiente". Veracruz, Tabasco.
23. "Laboratorio de Proceso de semen de la Laguna". Coahuila.
24. "Genética Bovina de México". Veracruz.
25. "Laboratorio Independiente". Estado de México.
26. "Laboratorio Independiente". México D. F.
27. "Laboratorio Independiente". Jalisco.
28. "Patrocipes A.C.". Sonora.
29. M.V.Z. Sergio Lucio\*\*\*
30. M.V.Z. Benito Vargas\*\*\*
31. M.V.Z. Ramiro Muñoz\*\*\*
32. M.V.Z. Carlos Montejo\*\*\*

\*\*\* NO CONTESTARON EN CUESTIONARIO.

## **CONCLUSIONES**

El número de dosis reportadas por este trabajo, nos demuestra que el procesamiento de semen nacional es de gran importancia, y que por lo tanto el ganado que se insemina con semen nacional tiene un alto porcentaje. Pero ¿Cuántos de estos toros nos ayudan a mejorar genéticamente el hato nacional?. Eso no lo podemos saber ya que no existen en el país programas de pruebas de progenie que nos llevarían a elegir a los mejores sementales. Se podría así incrementar la producción y esto a su vez aumentaría la producción de semen local, teniendo así mayor sentido los programas de Inseminación artificial. Las evaluaciones genéticas que se obtienen en el país adolecen de confiabilidad y abarcan un porcentaje mínimo del hato nacional. Con respecto a la calidad del semen obtenido, siempre será mejor la que se logra en el Centro de Inseminación (donde se puede tener un mejor control sanitario de los sementales y del manejo del proceso) que la que se obtendría de los mismos sementales en ranchos o establos de procedencia. Tienen gran relevancia las condiciones en que se procesan estas dosis, ya que mientras algunos laboratorios de inseminación y centros de procesamiento cumplen cabalmente con lo especificado en la Norma Oficial Mexicana para el procesamiento de semen, otros cuentan sólo con los requisitos mínimos. Ofreciendo los primeros excelentes resultados en la utilización del semen que procesan, a un bajo costo para el ganadero.

No se realiza seguimiento de la Norma Oficial Mexicana a los laboratorios y centros de procesamiento de semen, siendo ésta una norma estrictamente sanitaria.

Por lo que hoy más que nunca, existiendo laboratorios con sofisticada tecnología, de los cuales el país importa miles de dosis, se requiere que los centros de inseminación artificial y laboratorios independientes del país cuenten con requisitos mínimos internacionales. Además se requiere que tanto las Asociaciones ganaderas, y otros organismos, inicien programas de pruebas de progenie para así integrar un procesamiento de semen de alta calidad genética.

El porcentaje de Inseminación Artificial en el país es muy bajo, aunque debemos tomar en cuenta que se consideró el total del hato nacional y existen regiones y sistemas de producción en los cuales el utilizar la Inseminación Artificial es muy complicado y obviamente no todas las hembras son inseminables. La técnica es mayormente compatible en la producción de leche por su mayor manejo. La Inseminación Artificial crecerá en la medida que se pueda medir y comprobar el beneficio de utilizar sementales con prueba de progenie. En la ganadería de carne se debe recurrir a métodos objetivos para la selección de sementales y esto conllevará al crecimiento paulatino del uso de la Inseminación Artificial.



Foto 1. ENTRADA, VADO SANITARIO.



Foto 2. ÁREA DE CUARENTENA



Foto 3. ÁREA DE TORILES



Foto 4. MÉTODO DE COLECCIÓN VAGINA ARTIFICIAL



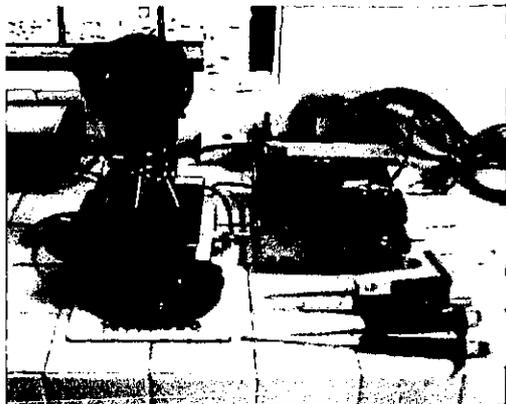
Foto 5. MÉTODO DE COLECCIÓN ELECTROEYACULADOR



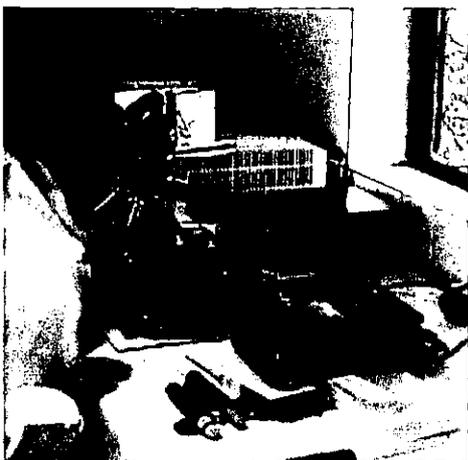
FOTO 6. MÉTODO DE COLECCIÓN VAGINA ARTIFICIAL



**FOTO 7. ÁREA DE COLECCIÓN**



**Foto 8. MICROSCOPIO DE CONTRASTE DE FASES, PLATINA TERMICA Y MICROPIPETAS**



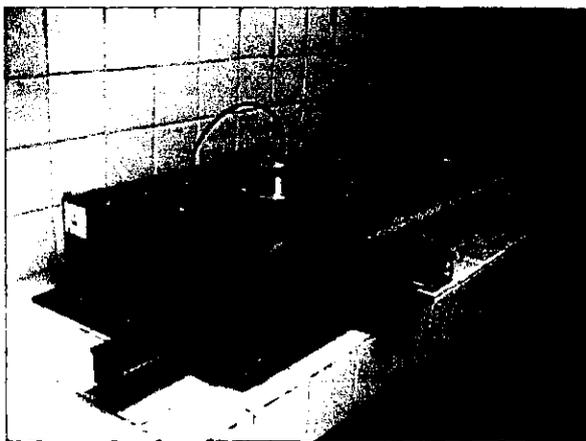
**Foto 9. EVALUACIÓN DE LA MOTILIDAD**



**Foto 10. ESPECTROFOTÓMETRO**



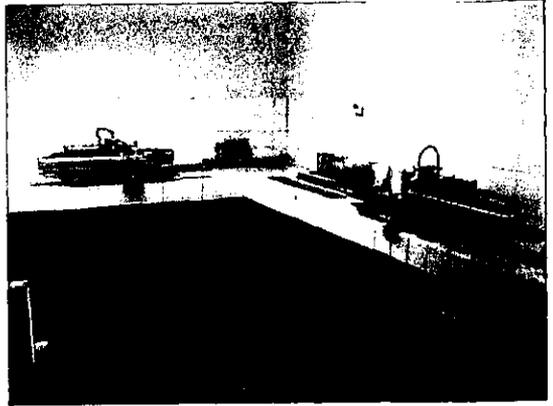
**Foto 11. DILUCIONES**



**Foto 12. MÁQUINA DE ENVASE AUTOMÁTICO**



**Foto 13. MÁQUINA DE MARCADO  
AUTOMÁTICO**



**Foto 14. CUARTO FRÍO**



**Foto 15. VAPOR FORZADO**



**Foto 16. ÁREA DE ALOJAMIENTO DE  
LOS TOROS**



**GRACIAS A RECA S.A. DE C.V. POR PERMITIR TOMAR LAS  
FOTOS QUE SE PRESENTAN EN ESTE TRABAJO.**

## LITERATURA CITADA

1. Bartlett, D.F. (1976), Specific Pathogen Free (SPF) Frozen Bovine semen, a goal. 6<sup>th</sup>. Technical Conference. NAAB.
2. Bearden, J. Y Fuquay, J. (1982). Reproducción Animal Aplicada. Ed. El manual moderno. Traducción de la 1ª. Edición. México. P.167-181
3. Bonadonna, T. (1962), Fisiopatología de la Reproducción y fecundación artificial ganadera. 1ª. Edición. Tomo I y II. Salvat editores S. A., Barcelona, España.
4. Den Daas, N. (1992), Laboratory assessment of semen characteristics. Anim. Rep. Science. 28: p87-94.
5. Den Daas, N. (1997), Prediction of bovine male fertility. Printed by Drukkerij Tamminga Siegers te Duiven.
6. Derivaux, J. (1982), Reproducción de los animales domésticos. Ed. Acribia. 2ª. Edición Española, p.148-211
7. Erickson, W. E. (1966), Semen Collection, Proceeding of the 1<sup>st</sup>. Technical Conference on I.A. and bovine reproduction. Febrero 1966, p15-23.
8. Espinosa, G. R. (1991), El semental y la Inseminación artificial actual. Memoria de la 7ª. Conferencia Internacional sobre Ganado Lechero. CIGAL. México D. F., p84-93.
9. Foote, R. H. (1997), Artificial Insemination to cloning. Cornell University, p.11-24.
10. Hafez, E.S.E. (1987), Reproducción e Inseminación artificial en animales. Ed. Interamericana, 5ª. Edición. México p.458-523.
11. Hirsch, B. S. (1986), Geschichtliche Entwicklung und heutiger Stand der instrumentellen insemination beim. Rind in Mexiko. Inaugural Dissertation. Tierärztliche Hochschule Hannover, p.74-75.
12. Hopkins, S. M. Y Evans, L.E. (1988), Artificial Insemination. Veterinary and Endocrinology and Reproduction. Lea and Febiger E.U. p355-388.
13. Illera, M. (1994), Reproducción de los animales domésticos. Ed. Aedos. 1ª. Edición, México p139-149
14. Information centre for Dutch cattle Veepro Holland, complete lactations between 01-09-1996 and 13-08-1997.
15. Iniestra, F. y Rico, F. (1989), Aspectos generales y estado actual de la inseminación artificial de ganado bovino Holstein-Friesian en México. Tesis Lic. UNAM-FESC.
16. La industria alimenticia animal en México, Acontecer Bovino. Abril-Mayo 1998.
17. McDonald, L.E. (1991), Endocrinología veterinaria y reproducción. 4ª. Edición. Ed. McGraw Hill. México p345-377.
18. Montaño, B. (1997), Importancia de las asociaciones de criadores en la efectividad de los sistemas de cruzamiento en ganado bovino. INIFAP "Primer foro de análisis de los recursos genéticos de la ganadería bovina". p12-16.

19. Norma Oficial Mexicana NOM-027-ZOO-1995, Proceso zoonosario del semen de animales domésticos. Diario Oficial de la Nación, Jueves 11 de Enero de 1996. SAGAR.
20. Ochoa, G. (1997), Estructura genética de la ganadería. Papel de los criadores de ganado bovino de registro en el mejoramiento genético. INIFAP "Primer foro de análisis de los recursos genéticos de la ganadería bovina". p 9-11.
21. Pashen, R. (1991), Biotecnología en clínicas médicas de Norte América. Ed. Saunders Co. E.U. p209-221.
22. Pérez y Pérez, F. (1966). Reproducción e Inseminación artificial ganadera. 1ª. Edición Editorial Científicomédica. Barcelona España.
23. Peters, A.R. and Ball, P.J. (1995), Reproduction in cattle. Ed. Blackwell science. 2ª. Edición E.U. p62-88.
24. Piedra, I.A. (1998), Panorama de la leche de bovino. Mexico-Holstein Nov. 1998 p10-12.
25. Que Toro, Estudio No. 25, julio de 1998. Holstein de México.
26. Ramírez, G. Y Ríos, R. (1997), Tecnologías reproductivas de vanguardia aplicadas a la ganadería bovina. INIFAP "Primer foro de análisis de los recursos genéticos de la ganadería bovina" p21-23.
27. Remberg, B. (1995), Efecto de la raza y la zona de procedencia sobre las características de semen bovino en un centro de procesamiento de semen. Tesis de Lic. UNAM-FESC.
28. Rodríguez, A. (1997), Estrategias para el establecimiento de programas de evaluación genética del ganado bovino para carne. INIFAP "Primer foro de análisis de los recursos genéticos de la ganadería bovina" p49-69.
29. Ruiz, L. (1997), Estrategias para el establecimiento de programas de evaluación genética del ganado bovino lechero. INIFAP "Primer foro de análisis de los recursos genéticos de la ganadería bovina" p36-44.
30. SAGAR. Datos estadísticos 1998.
31. Sorensen, A.M. Jr. (1979), Reproducción animal. 1ª. Edición, Ed. McGraw-Hill de México p91-186.
32. Sosa, F. (1997), Impacto del control de producción en ganado bovino lechero de registro sobre el ganado no registrado. INIFAP "Primer foro de análisis de los recursos genéticos de la ganadería bovina" p49-69.
33. El Impacto social y económico de la ganadería lechera en la región lagunera. Grupo industrial LALA. Tercera edición. Marzo de 1996.
34. El Impacto social y económico de la ganadería lechera en la región lagunera. Grupo industrial LALA. Quinta edición. Marzo de 1998.
35. El Impacto social y económico de la ganadería lechera en la región lagunera. Grupo industrial LALA. Sexta edición. Marzo de 1999.
36. Morrow, D.A. Current Therapy in Theriogenology. 1a. Edición. Ed. Saunders company. USA 1980.