

17  
20



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

**“EFECTO DE LA EPOCA DE COLECCION, EDAD Y RAZA DEL SEMENTAL SOBRE LA CALIDAD DEL EYACULADO, EN UN CENTRO DE INSEMINACION ARTIFICIAL PORCINO”**

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**  
**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**  
**P R E S E N T A:**  
**HECTOR FABIAN FLORES GONZALEZ**

**ASESORES: M. V. Z. RAFAEL OLEA PEREZ**  
**D. V. RAUL SCHINCA FELITTI**

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.**

**1999**

i 2 71809



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
 UNIDAD DE ADMINISTRACION ESCOLAR  
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

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



DEPARTAMENTO DE  
 EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

UNIVERSIDAD NACIONAL  
 AVENIDA DE  
 MEXICO

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

ATN.: Q. M. DEL CARMEN GARCIA MIJARES  
 JEFE DEL DEPARTAMENTO.

Con base al articulo 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a Usted que revisamos el TRABAJO de Tesis con el nombre de:

"Efecto de la época de coleccion, edad y raza del semental sobre la calidad del eyaculado en un centro de inseminación artificial porcino".

que presenta el pasante: FLORES GONZÁLEZ HECTOR FABIAN con número de cuenta : 9057264-9 para obtener el Título de :

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

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

A T E N T A M E N T E.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izc., México, a 29 de Enero de 1999

Presidente M.C. ARTURO ANGEL TREJO GONZALEZ

Vocal D.V. RAUL CARLOS SCHINCA FELITTI

Secretario MVZ. VICTOR QUINTERO RAMIREZ

1er. Sup. MVZ. HERIBERTO PAÑEDA MACIAS

2do. Sup. MVZ. IGNACIO CARLOS RANGEL RODRIGUEZ

## DEDICATORIA

A mis padres José y Emma que me han apoyado siempre en mis aciertos y errores, con todo su amor y paciencia.

A mi hermana Fabiola y familia por brindarme apoyo y aliento en toda ocasión.

A mi novia Rocío por su amor, cariño, confianza y apoyo incondicional.

## **A G R A D E C I M I E N T O S**

**Mi más profundo agradecimiento a mis asesores:**

**M.V.Z. Rafael Olea Pérez**

**D.V. Raúl Schinca Felitti**

**Por su paciencia, dedicación y acertados consejos para llevar a cabo el presente trabajo.**

**Agradezco a todas aquellas personas que de algún modo colaboraron y me ayudaron en la elaboración de esta tesis y de manera especial el apoyo incondicional brindado por Muñe y Ruben.**

# Índice

	Página
Título.....	i
Votos aprobatorios.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Índice.....	v
Resumen.....	1
1. Introducción.....	2
1.1 Colección de semen.....	6
1.2 Características del eyaculado.....	6
1.3 Evaluación de semen.....	7
2. Hipótesis.....	9
3. Objetivo.....	9
4. Material y método.....	10
5. Resultados.....	15
5.1 Volumen.....	15
5.2 Concentración.....	18
5.3 Motilidad.....	18
5.4 Dosis potenciales.....	23

<b>6. Discusión.....</b>	<b>26</b>
<b>6.1 Volumen.....</b>	<b>26</b>
<b>6.2 Concentración.....</b>	<b>30</b>
<b>6.3 Motilidad.....</b>	<b>31</b>
<b>6.4 Dosis potenciales.....</b>	<b>33</b>
<b>7. Conclusiones .....</b>	<b>36</b>
<b>8. Literatura citada.....</b>	<b>37</b>

## RESUMEN

FLORES GONZÁLEZ HÉCTOR FABIÁN. "Efecto de la época de colección, edad y raza del semental sobre la calidad del eyaculado, en un centro de inseminación artificial porcino". Asesores: M.V.Z. Rafael Olea Pérez y el M.V. Raúl Schinca Felitti.

Para determinar el efecto de la época de colección, la raza y la edad del semental, sobre las características del eyaculado, se analizaron 833 eyaculados de 20 sementales, de un centro de Inseminación Artificial, que correspondieron a las siguientes razas: 9 Landrace, 6 Yorkshire y 5 Duroc durante el periodo comprendido entre los años de 1993 y 1995. La colección de semen se realizó mediante la técnica de "la mano enguantada", evaluándose el volumen total (VOL), la concentración espermática por ml (CEM), el porcentaje de motilidad (MOT) y el número de dosis potenciales por eyaculado (DPE). Las variables se analizaron por raza, utilizando un modelo que incluyó: los efectos fijos de edad; joven (JO), de 6 a 12 meses y maduro (MA), de 12 a 36 meses; la época de colección; primavera-verano (PV; de marzo a agosto) y otoño-invierno (OI; de septiembre a febrero). Se realizó un análisis estadístico de varianza, utilizando el programa estadístico Statistics Analytical Systems (S.A.S), obteniéndose los siguientes resultados: los verracos Landrace (248.7 ml) y Yorkshire (240.5 ml) produjeron un mayor volumen ( $p < 0.01$ ) que los Duroc (124.7 ml); mientras que la concentración espermática por ml es mayor ( $p < 0.01$ ) en la raza Duroc ( $529.3 \times 10^6$ ) en comparación con la raza Landrace ( $436.6 \times 10^6$ ) y Yorkshire ( $336.1 \times 10^6$ ) respectivamente; los sementales Landrace (79.3%) y Duroc (78.5%) presentaron mayor motilidad ( $p < 0.01$ ) que los sementales Yorkshire (75.2%) y la raza Landrace produjo el mayor ( $p < 0.01$ ) número de dosis potenciales por eyaculado (26.3) en comparación con la raza Yorkshire (19.0) y la raza Duroc (15.4).

Con relación a la edad, los sementales maduros de todas las razas produjeron en promedio un mayor ( $p < 0.01$ ) número de dosis potenciales (6.5) que los jóvenes. Con respecto a la época del año, la raza Landrace produjo un mayor ( $p < 0.01$ ) número de dosis potenciales (5.4) en la época primavera-verano. En este estudio existió interacción de la edad del semental con la época de colección, en el que los sementales jóvenes de las razas Landrace y Yorkshire tuvieron un menor volumen y motilidad en la época otoño-invierno ( $p < 0.01$ ) y los sementales jóvenes de la raza Landrace una mayor concentración ( $p < 0.01$ ) en esta misma época.

## **1 Introducción**

Actualmente la población mundial tiende a incrementarse de forma substancial, sin que se pronostique una estabilización próxima. Sin embargo el estándar de vida de una parte significativa de ella se elevará en forma sustantiva en los próximos 20 años, por lo que se requerirá que se triplique la producción actual del campo durante las próximas décadas. La carne de cerdo es una excelente fuente de proteína de origen animal y es uno de los productos que demandará esta creciente población, por ser la carne de mayor consumo en el ámbito mundial, ya que goza de una participación de mercado relativamente estable, aproximadamente el 40 por ciento del consumo de carne. El consumo mundial de carne de cerdo creció en un 24 por ciento de 1985 a 1992, mientras que la población mundial lo hizo en un 13 por ciento (27), esta situación, pronostica un incremento de la demanda mundial de carne de cerdo y como la porcicultura mexicana no está ajena a estos cambios, se prevé un aumento de la demanda no obstante la situación económica actual de México.

La porcicultura mexicana enfrenta una situación difícil, principalmente por los altos costos de producción y el aumento de las importaciones de productos cárnicos porcinos a bajo precio, que han ocasionado una disminución de la producción nacional; reduciéndose el número de granjas pequeñas y medianas y aumentando el tamaño de las empresas que tienen mayor capacidad económica, de tal manera que la industria porcina en general ha necesitado desarrollar procesos y técnicas que optimicen sus recursos, haciendo uso de diferentes sistemas de producción, tratando con esto de ser eficiente y económicamente rentable.

Actualmente se cuenta con cerdos altamente eficientes en la transformación de alimento a carne, esto se ha logrado a partir de mejoras genéticas, nutricionales y del ambiente (23). Debido a estos avances, los sistemas de producción porcina han experimentado notables cambios en los últimos años y una de las herramientas que más ha influido en dicho avance, ha sido la inseminación artificial (3), que ha demostrado ventajas sobre la monta natural, como: la menor difusión de enfermedades, la diseminación rápida del avance genético y la mejora de algunos parámetros como fertilidad y prolificidad, además de disminuir los costos de operación (23).

A partir de 1960 la inseminación artificial en cerdos, ha tenido un gran auge y su práctica se ha extendido en países como: Francia, Inglaterra, Holanda, Bélgica, Dinamarca, Alemania, Noruega, Suecia, Finlandia, y en los países exsocialistas, que la emplean como elemento principal para aumentar la eficiencia reproductiva en sus granjas(17). El impulso que ha recibido últimamente en México ha sido muy significativo, ya que puede ser adoptada como una herramienta en el establecimiento de programas de mejoramiento genético dentro de las empresas porcinas, utilizando para ello un reducido número de sementales de calidad superior (3). Este avance ha sido acompañado con el establecimiento de centros de I. A. en diversas regiones de México (18).

La eficiencia de los centros de I. A., depende de la producción de semen de alta calidad, sin embargo existen diversos factores, ambientales y genéticos que disminuyen entre un 25 y 30 por ciento la producción y calidad del semen, motivo por el cual se debe aumentar el número de sementales y su frecuencia de trabajo, no

sólo para satisfacer las fluctuaciones en la demanda de dosis requeridas sino para tratar de compensar los bajos niveles de producción espermática (16). La raza, la edad y la variabilidad propia del semental son factores individuales que modifican la producción seminal del verraco, además de los factores ambientales, entre los que destacan; la temperatura ambiental, la nutrición, la frecuencia y la época de colección (5).

Con relación a los factores genéticos, el efecto de la variación por semental ha sido estudiado por diferentes autores que han confirmado un efecto constante en el volumen y en la producción espermática (13, 21, 36), sin embargo en el caso de la raza no está claro aún el efecto, ya que algunos autores han reportado una influencia sobre el volumen del eyaculado (1, 13, 29, 38), aunque también se reporta lo contrario (21). Con respecto a la concentración espermática total y por ml, así como el número de dosis potenciales, Castro-Gómez et al. (13), no encontraron diferencia entre razas, situación que es contradictoria con lo reportado por otros autores (21, 29). Se ha encontrado que algunas razas aventajan a otras en ciertas características seminales, por lo que es común que no exista un patrón rígido que establezca la superioridad de alguna raza específica; se ha reportado que la raza Landrace produce mayor volumen, la raza Duroc tiene mayor concentración espermática y porcentaje de células vivas y la raza Yorkshire un mayor porcentaje de motilidad (29).

Con base en lo anteriormente expuesto se observa que existe una gran variabilidad en los resultados reportados en la literatura, esto permite suponer que ante condiciones ambientales diferentes las características del eyaculado por raza se

modifican, siendo importante determinar si estas diferencias son atribuibles a la raza o a la interacción de esta con su medio ambiente.

La edad del semental es otro de los factores importantes que influyen en la producción espermática, ya que se observa un incremento en la producción seminal conforme el verraco va adquiriendo madurez (9,16), por lo tanto, para la evaluación del eyaculado es importante considerar esta variable en el análisis.

Otro de los factores en el que se ha reportado un efecto importante sobre la producción espermática, es la época del año (1, 13, 29, 30, 36), aunque este efecto ha sido variable según la situación geográfica y climática donde se han realizado los estudios, esto permite suponer que ante condiciones ambientales diferentes la producción espermática del verraco durante el año se comporta en forma singular, razón por la cual debería analizarse este efecto en forma particular. En regiones templadas se observa un incremento de 20 ml en el volumen y de  $21.3 \times 10^9$  en la concentración espermática total durante los meses de septiembre a febrero en comparación con el periodo de marzo a agosto (2). Castro-Gómez et al. (13), encontró que el volumen aumentaba un 22 % en los meses de octubre y noviembre y la concentración espermática total y el número de dosis potenciales se incrementaban en un 10 % de agosto a octubre, situación que difiere de lo reportado por Arroyo et al. (2), donde la concentración se incrementaba un 25 % en los meses de noviembre a enero. Con respecto a estas variaciones estacionales en las calidad del eyaculado, no se ha podido establecer la causa primaria, suponiéndose que son debidas a diferentes factores como son el fotoperiodo, la temperatura ambiental, la

respuesta individual, o aun es posible que sean estas más complejas por la interacción de más de uno de estos factores.

### 1.1 Colección de semen

Se han descrito diversos métodos para la colección del semen de verraco, los cuales involucran la estimulación directa de la musculatura del aparato genital del macho o simulan la influencia del cervix uterino de la cerda sobre el pene, estos métodos son: la vagina artificial, la técnica de la mano enguantada y la electroeyaculación (33). En la actualidad el método más utilizado en la mayoría de los países, es la Técnica de la mano enguantada, debido a que es relativamente fácil, práctico y barato (11). En esta técnica se utiliza una hembra en "calor" o lo que es más común, un maniquí para que sea montado por el semental en el proceso de colección. Con la mano se aplica presión sobre la porción espiral del pene, simulando aquella que producen los anillos cervicales del útero de la hembra, lo que estimula el reflejo de eyaculación en el verraco (11).

### 1.2 Características del eyaculado.

El eyaculado esta formado principalmente por tres fracciones: 1) preespermática; 2) rica en espermatozoides y 3) posespermática. La primera y la tercera fracción contienen sobre todo líquido seminal de las glándulas vesiculares y material gelatinoso globular (Tapioca) proveniente de las glándulas bulbouretrales, cuya función es sellar el cuello uterino de la hembra durante la cópula y evitar la pérdida de semen, esta última no es importante en la preparación de dosis seminales y

puede ser eliminada filtrando el eyaculado a través de una gasa que cubra el recipiente de colección (24).

El semen presenta una coloración que varía de acuerdo a la concentración espermática y va de una coloración blanco grisáceo cuando la concentración es baja al blanco amarillento cuando ésta es alta; la coloración puede verse afectada por la presencia de pus, sangre u orina que disminuyen la calidad seminal, pudiendo encontrarse tonalidades rosas o beige. El olor es considerado sui generis y se caracteriza por la presencia de feromonas, en el caso de existir un olor diferente no será considerado apto para ser utilizado. Su pH es ligeramente alcalino presentando un rango de 7.3 a 7.9 (20).

### 1.3 Evaluación de semen

Actualmente se cuenta con métodos de evaluación espermática con un alto grado de confiabilidad y precisión como: la evaluación de la integridad acrosomal, el análisis bioquímico, microbiológico, pruebas de resistencia osmótica, pruebas de fertilización in vitro (22), sin embargo los criterios más utilizados actualmente en la clasificación de una muestra de semen son: el número total de espermatozoides por eyaculado, la concentración espermática por ml, el volumen, la motilidad progresiva (mayor a 70 por ciento) y el número de espermatozoides anormales (38).

#### Volumen:

Para realizar el cálculo se puede pesar el eyaculado en una balanza de precisión y posteriormente hacer la conversión de que 1 gr. es equivalente a 1 ml. o mediante la

medición en un recipiente graduado. El rango de volumen total va de 100-500 ml., el volumen obtenido permite calcular el número de dosis a preparar, el cual variará de acuerdo a la raza, edad, frecuencia de colección y en algunos casos por la época del año (24).

#### Concentración espermática:

El rango de concentración espermática por ml varía de 200 a 600 x 10<sup>6</sup> en un ml, siendo una característica seminal que presenta un alto grado de variación. Hay varios factores que pueden influir sobre esta característica, como son la raza, la edad, la frecuencia y el tipo de colección.

La valoración de la concentración espermática se puede hacer por distintos métodos, como son: Hematocitómetro, Fotocolorímetro, Espectrofotómetro o Nefelómetro. Con el Espectrofotómetro y el Fotocolorímetro se estima la densidad óptica de la muestra, sin embargo, el más confiable para estimar la concentración es el Hematocitómetro de Spencer (24).

#### Motilidad:

La evaluación de la motilidad es un criterio utilizado ampliamente para determinar la calidad del semen de un verraco, esta evaluación se puede realizar antes y después del proceso de dilución (24). En esta evaluación los espermatozoides deberán tener movimientos progresivos propios, además se determina un porcentaje de espermatozoides en movimiento, la lectura varía de 60 a 90 %, recomendándose utilizar semen con más de 70 % (38)

## **2. Hipótesis**

La raza, edad del semental y la época de colección del eyaculado modifican las características seminales de volumen, concentración espermática, motilidad y dosis potenciales.

## **3. Objetivo**

El objetivo de este trabajo es determinar el efecto de la raza , edad del semental y la época de colección sobre el volumen, la motilidad, la concentración del semen de verraco y el número de dosis potenciales en un centro de inseminación artificial porcino.

#### **4. Material y Método**

El presente trabajo se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Porcina (C.E.I.E.P.P.), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (F.M.V.Z.), de la Universidad Nacional Autónoma de México (U.N.A.M.), localizado en el Km. 2, de la carretera Jilotepec-Corrales del Municipio de Jilotepec, Estado de México, el cual se ubica en los 99° 31' 45" de longitud oeste del Meridiano de Greenwich, su latitud norte es de 19° 57' 13", ubicándose a una altura de 2,250 metros sobre el nivel del mar. El clima de la región es templado en verano y extremoso en invierno, la temperatura media es de 18° C y varía entre los 12 ° C y los 24 ° C. El régimen de lluvias comprende de junio a septiembre y el promedio de precipitación pluvial es de 608 mm., iniciando las primeras heladas en octubre y prolongándose hasta marzo (14).

Se utilizó la información registrada durante un periodo de 2 años (1994 y 1995) de 833 eyaculados de 20 verracos, los cuales tenían edades entre 6 y 36 meses al momento de la colección. Durante el periodo mencionado no cambiaron las instalaciones ni el manejo de los sementales, que fueron alojados en corrales individuales con piso rugoso de cemento y una superficie de 6 m<sup>2</sup>, bebedero de chupón para cada corral, los corrales estaban dentro de una caseta con techo de asbesto y aislante térmico, donde se mantenía un ambiente controlado con temperatura promedio de 20 °C. Se alimentaban de forma manual, dos veces al día proporcionando 2 Kg de alimento balanceado que contenía 14 % de proteína cruda y 3.1 Mcal. de energía metabolizable por Kg, , siendo ésta la cantidad necesaria para cubrir sus requerimientos nutricionales, además se les aplicó un calendario de

medicina preventiva que incluía aplicación de vitaminas A, D, E, desparasitación interna y externa con Ivermectinas y vacunación contra Fiebre Porcina Clásica, Parvovirus y Leptospirosis.

El semen se colectó mediante la técnica de la "mano enguantada" (33) , con un intervalo promedio de colección de 3 días en un termo de plástico que contenía un vaso de Berzellius previamente atemperado a 37 grados centígrados, filtrándose la fracción gelatinosa "tapioca", con gasas y transportándose inmediatamente al laboratorio para evaluar las características espermáticas de la siguiente manera:

1. Volumen (VOL): se determinó utilizando un vaso de Berzellius graduado.
2. Motilidad (MOT): se tomó una gota de semen con una pipeta Pasteur y se colocó en un portaobjetos precalentado a 37 grados centígrados, colocando encima un cubreobjetos y se determinó con el objetivo seco débil (10X), un porcentaje de motilidad progresiva a todos los eyaculados por el mismo técnico, se les evaluó en un periodo máximo de 10 minutos posteriores a la colección, manteniendo el eyaculado dentro del termo.
3. Concentración espermática por mililitro (CEM): se determinó mediante el Hemocitómetro de Spencer (42), realizando una dilución de 1:200 con una pipeta de Thoma, considerando como soluto al semen y como solvente una solución de citrato de sodio al 3.6 por ciento con 3 ml de formalina al 40 por ciento, se homogeneizó la solución, eliminando las primeras 5 gotas y colocando las siguiente dos gotas en las dos cámaras cuenta glóbulos que forman la cámara de

Neubauer (una gota en cada cámara), y se procedió a contar los espermatozoides existentes en una quinta parte del volumen de cada cámara utilizando el microscopio óptico con el objetivo seco fuerte (40X), haciendo la sumatoria de las cámaras y obteniendo un promedio.

Para el cálculo de CEM del eyaculado se aplicó la fórmula siguiente:

$$\text{CEM} = \frac{(\text{NECCN})}{2} (10,000,000)$$

donde:

NECCN, es el número de espermatozoides contados en las dos secciones de la cámara de Neubauer.

4. Morfología: se evaluó utilizando la técnica de tinción Eosina-Nigrosina (11). se determinó un porcentaje de espermatozoides normales (EN), restando al 100 por ciento de espermatozoides el porcentaje de espermatozoides anormales encontrado de acuerdo a la clasificación de anomalías espermáticas descritas por Delint (20).

5. Dosis potenciales (DP): para calcular el número de dosis por eyaculado de acuerdo con Merlo (34), se realizó el siguiente procedimiento:

$$\text{Dosis} = \frac{\text{CEM}(\% \text{MOT})(\% \text{EN})(\text{VOL})}{(3 \times 10^9)}$$

donde:

Concentración / Dosis =  $3 \times 10^9$  espermatozoides vivos.

Se realizó un análisis de los eyaculados por raza, utilizando el siguiente número de sementales: 9 Landrace, 6 Yorkshire y 5 Duroc y para analizar la edad se dividieron en 2 grupos; jóvenes (JO), de 6 a 12 meses y maduros (MA), de más de 12 meses.

Para el análisis del efecto de la época de colección del eyaculado, se dividió el año en dos periodos de seis meses cada uno, periodo primavera-verano (PV; de marzo a agosto), y el periodo otoño-invierno (OI; de septiembre a febrero), que corresponden respectivamente a los periodos de incremento y decremento de horas luz.

Para la evaluación seminal se registró individualmente los datos obtenidos de cada colección, realizándose un análisis de varianza utilizando el programa estadístico S.A.S. (Statistical Analysis System, 1986); (26), para las siguientes variables: volumen (VOL), motilidad (MOT), concentración de espermatozoides por mililitro (CEM) y el número de dosis potenciales (DP). Para el análisis de la motilidad se utilizó la transformación raíz cuadrada (39) y debido a que se esperaba un efecto individual de raza que disminuiría sensibilidad al análisis se consideró para las interacciones solamente la edad y la época de colección.

El modelo estadístico utilizado es:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + M_j + E_k + ME_{jk} + e_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  es la  $ijk$ -ésima observación realizada sobre una variable dependiente determinada.

$\mu$  es la media poblacional.

$R_i$  es el efecto de la  $i$ -ésima raza del semental.

$M_j$  Es el efecto de la  $j$ -ésima edad del semental.

$E_k$  Es el efecto de la  $k$ -ésima época del año.

$ME_{jk}$  Es el efecto de la interacción de la  $j$ -ésima edad del semental con la  $k$ -ésima época del año.

$e_{ijk}$  Es el error aleatorio

## 5. Resultados

En el presente trabajo los valores de las variables analizadas se muestran en los cuadros de resultados con las medias y su error estándar, se consideraron la raza, la edad del semental y la época del año. Se presentan los resultados de todas las variables aun en los casos en que no se encontraron diferencias ( $p > 0.10$ ), y sólo se muestran las interacciones cuando fueron significativas ( $p < 0.01$ ).

### 5.1 Volumen.

Los sementales de las razas Yorkshire y Landrace no presentaron diferencia en el volumen producido, pero sí fueron diferentes de la raza Duroc, al producir en promedio un 50 por ciento más de volumen que los verracos de esta última raza ( $p < 0.01$ ; Cuadro 1).

La edad del semental afectó el volumen solo en la raza Duroc (Cuadro 2 y Gráfica 1), registrando los sementales maduros 26.8 ml más de volumen que los verracos jóvenes ( $p < 0.01$ ) y para las razas Landrace y Yorkshire el efecto de la edad ( $p < 0.01$ ) se explica mejor por la interacción de la edad del verraco con la época del año en la que se colectó el semen, donde los sementales jóvenes de ambas razas produjeron durante el periodo otoño-invierno los eyaculados con menor volumen (Gráfica 2 y 3), y en general estos fueron menores en comparación con los eyaculados de los verracos adultos, a los cuales no les afecta la época del año en que se colecta el semen.

**CUADRO 1. Valores promedio de los eyaculados de acuerdo a la raza<sup>a</sup>.**

RAZA	N	VOLUMEN (ml)	CONCENTRACION (x10 <sup>6</sup> esp./ml)
Duroc	239	124.7 ± 4 <sup>a</sup>	529.3 ± 10 <sup>a</sup>
Landrace	289	248.7 ± 4 <sup>b</sup>	436.6 ± 9 <sup>b</sup>
Yorkshire	305	240.6 ± 4 <sup>b</sup>	336.2 ± 8 <sup>c</sup>

<sup>a, b, c</sup> Literales distintos en la misma columna son diferentes estadísticamente (p < 0.01).

& Medias de mínimos cuadrados ± error estándar de la media.

**Cuadro 2. Efecto de la estación y la edad del verraco de la raza Duroc para las características seminales del eyaculado<sup>a</sup>.**

	n	Volumen (ml)	Concentración (x10 <sup>6</sup> esp./ml)	Motilidad (%)	Dosis (3x10 <sup>9</sup> )
<b>Pri-Ver<sup>1</sup></b>	122	116.14 ± 4.8	538.4 ± 14.5	78.8 ± 0.3	14.6 ± 0.6
<b>Oto-Inv<sup>1</sup></b>	117	121.87 ± 4.5	522.9 ± 13.5	78.8 ± 0.3	15.0 ± 0.6
<b>Jóvenes<sup>2</sup></b>	69	105.6 ± 5.6 <sup>a</sup>	531.7 ± 16.8	79.6 ± 0.3 <sup>a</sup>	13.4 ± 0.8 <sup>a</sup>
<b>Maduros<sup>2</sup></b>	170	132.4 ± 3.5 <sup>b</sup>	529.6 ± 10.6	78.0 ± 0.2 <sup>b</sup>	16.3 ± 0.5 <sup>b</sup>

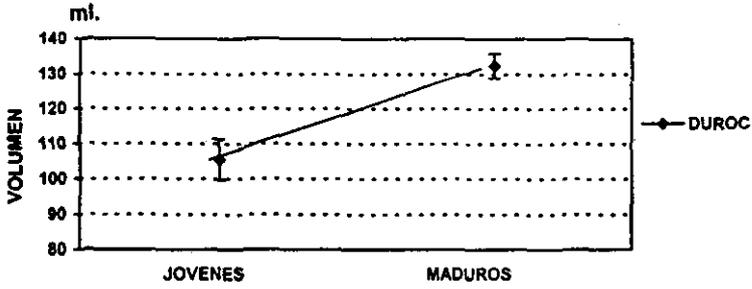
<sup>a, b</sup> Literales distintos en la misma columna son diferentes estadísticamente (p < 0.01).

& Medias de mínimos cuadrados ± error estándar de la media.

1 Estación Pri-Ver es primavera-verano y Oto-Inv es otoño-invierno.

2 Edad del verraco Joven es de 6 a 12 meses y Maduro es mayor a 12 meses

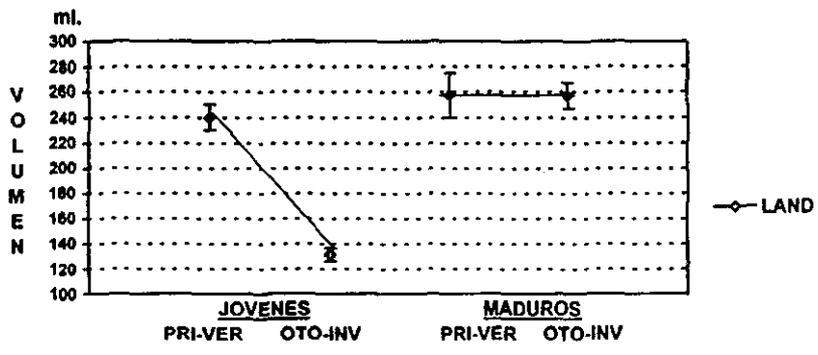
Gráfica 1. Valores de volumen con relación a la edad para la raza Duroc



Efecto de Edad \*

\*Interacciones (p<0.01).

Gráfica 2. Interacción entre la época del año y la edad del semental sobre el volumen del eyaculado para la raza Landrace.



Interacción Edad-Epoca del año\*

\*Interacciones (p<0.01).

## 5.2. Concentración

En la concentración espermática existieron diferencias significativas entre las tres razas ( $p < 0.01$ ), siendo los eyaculados de la raza Duroc los de mayor concentración, seguidos de los de la raza Landrace y con la menor concentración los eyaculados de la raza Yorkshire (Cuadro 1).

Sólo para la raza Landrace hubo una interacción de la edad del verraco con la época del año ( $p < 0.01$ ), siendo los animales jóvenes en la época otoño-invierno los que presentaron la mayor concentración espermática por mililitro (Gráfica 4).

## 5.3 Motilidad

Los sementales de la raza Yorkshire presentaron el menor porcentaje de motilidad ( $p < 0.01$ ), en relación con las otras razas (Cuadro 1).

La edad del semental afecta la motilidad en las 3 razas analizadas pero sólo en la raza Duroc la diferencia se explica por la edad del verraco (Cuadro 2 y Gráfica 5), donde los sementales jóvenes tuvieron 1.6 por ciento más de motilidad, en comparación con los adultos ( $p < 0.01$ ), sin embargo. en las razas Landrace y Yorkshire las diferencias se explican por la interacción de edad con época del año (Gráfica 6 y 7), donde los verracos jóvenes en la época otoño-invierno presentaron la menor motilidad ( $p < 0.01$ ), sin que exista este efecto en los verracos maduros ocasionado por la época del año.

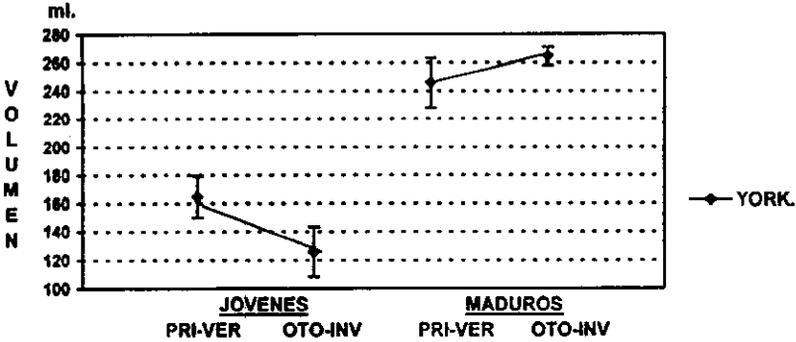
**CUADRO 3. Valores promedio de los eyaculados de acuerdo a la raza<sup>§</sup>.**

RAZA	N	MOTILIDAD (%)	DOSIS POTENCIALES
Duroc	239	78.5 ± 3 <sup>a</sup>	15.4 ± 0.7 <sup>a</sup>
Landrace	289	79.4 ± 3 <sup>a</sup>	26.3 ± 0.6 <sup>b</sup>
Yorkshire	305	75.2 ± 2 <sup>b</sup>	19.01 ± 0.6 <sup>c</sup>

<sup>a, b, c</sup> Literales distintos en la misma columna son diferentes estadísticamente ( $p < 0.01$ ).

<sup>§</sup> Medias de mínimos cuadrados ± error estándar de la media.

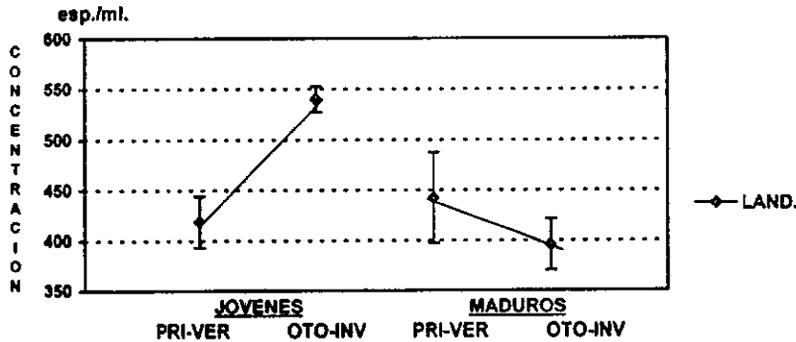
Grafica 3. Interacción entre la época del año y la edad del semental sobre el volumen del eyaculado para la raza Yorkshire.



Interacción Edad-Epoca del año\*

\*Interacciones (p<0.01).

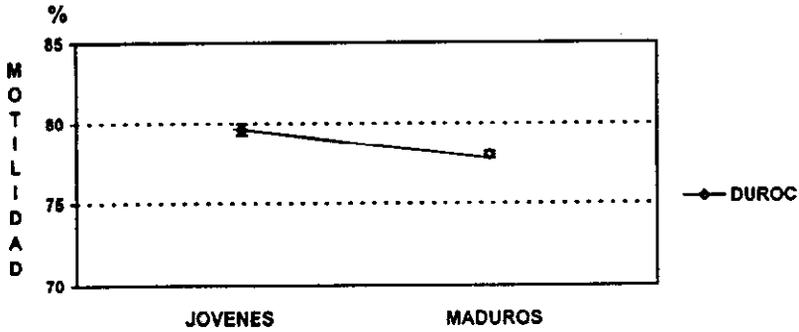
Grafica 4. Interacción entre la época del año y la edad del semental sobre la concentración espermática del eyaculado para la raza Landrace.



Interacción Edad-Epoca del año\*

\*Interacciones (p<0.01).

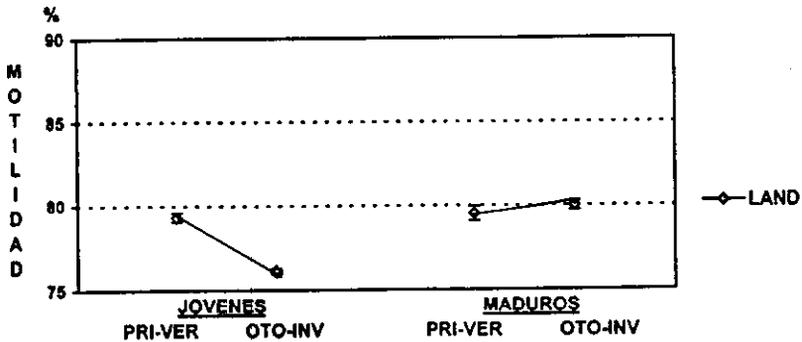
Gráfica 5. Valores de motilidad con relación a la edad para la raza Duroc



Efecto de la Edad \*

\*Interacciones ( $p < 0.01$ ).

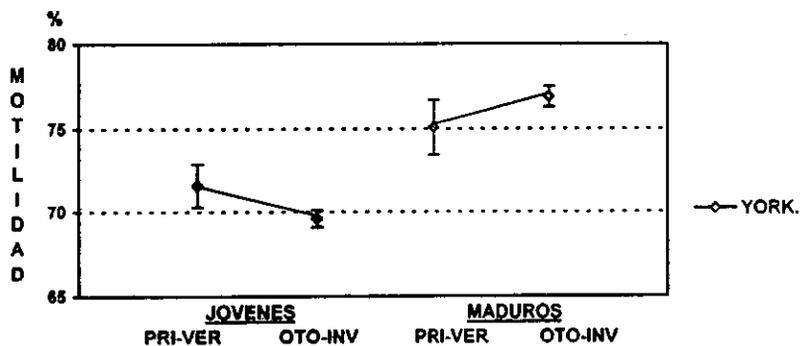
Gráfica 6. Interacción entre la época del año y la edad del semental sobre la motilidad del eyaculado para la raza Landrace.



Interacción Edad-Epoca del año\*

\*Interacciones ( $p < 0.01$ ).

Gráfica 7. Interacción entre la época del año y la edad del semental sobre la motilidad del eyaculado para la raza Yorkshire.



Interacción Edad-Epoca del año\*

\*Interacciones ( $p < 0.01$ ).

#### 5.4 Dosis potenciales

Existieron diferencias ( $p < 0.01$ ), en el número de dosis producidas entre las tres razas (Cuadro 1). Los sementales que produjeron un mayor número de dosis potenciales fueron los de la raza Landrace, seguidos por la raza Yorkshire y la raza Duroc que produjo el menor número de dosis.

Los sementales maduros en todas las razas produjeron mayor número de dosis potenciales ( $p < 0.01$ ), que los sementales jóvenes (Cuadro 2, 3, 4 y Gráfica 8), sin embargo sólo en la raza Landrace existió diferencia en la época del año, donde los sementales produjeron un mayor número de dosis potenciales ( $p < 0.01$ ) en la época de primavera-verano (Cuadro 3 y Gráfica 9), sin existir una interacción de la época del año con la edad del verraco cuando se usan las diferentes variables en su conjunto para determinar la productividad del verraco, como lo es el número de dosis potenciales.

**Cuadro 4. Efecto de la estación y la edad del verraco de la raza Landrace para las características seminales del eyaculado<sup>a</sup>.**

	n	Volumen (ml)	Concentración (x10 <sup>6</sup> esp./ml)	Motilidad (%)	Dosis (3x10 <sup>9</sup> )
Pri-Ver <sup>1</sup>	232	248.7 ± 5.6 <sup>a</sup>	430.3 ± 14.2	79.4 ± 0.1 <sup>a</sup>	26.2 ± 1.1 <sup>a</sup>
Oto-Inv <sup>1</sup>	57	194.3 ± 10.1 <sup>b</sup>	468.0 ± 25.9	78.0 ± 0.3 <sup>b</sup>	20.4 ± 2.0 <sup>b</sup>
Jóvenes <sup>2</sup>	57	185.7 ± 10.2 <sup>b</sup>	479.2 ± 25.9 <sup>b</sup>	77.7 ± 0.3 <sup>a</sup>	20.1 ± 2.0 <sup>b</sup>
Maduros <sup>2</sup>	232	257.3 ± 5.6 <sup>b</sup>	419.1 ± 14.2 <sup>b</sup>	79.7 ± 0.1 <sup>b</sup>	26.5 ± 1.1 <sup>b</sup>

<sup>a, b</sup> Literales distintos en la misma columna son diferentes estadísticamente (p < 0.01).

<sup>a</sup> Medias de mínimos cuadrados ± error estándar de la media.

<sup>1</sup> Estación Pri-Ver es primavera-verano y Oto-Inv es otoño-invierno.

<sup>2</sup> Edad del verraco Joven es de 6 a 12 meses y Maduro es mayor a 12 meses

**Cuadro 5. Efecto de la estación y la edad del verraco de la raza Yorkshire para las características seminales del eyaculado<sup>a</sup>.**

	n	Volumen (ml)	Concentración (x10 <sup>6</sup> esp./ml)	Motilidad (%)	Dosis (3x10 <sup>9</sup> )
Pri-Ver <sup>1</sup>	187	205.1 ± 7.8	330.1 ± 15.5	73.4 ± 0.7	15.5 ± 1.1
Oto-Inv <sup>1</sup>	118	195.3 ± 9.3	333.2 ± 18.5	73.2 ± 0.8	14.8 ± 1.3
Jóvenes <sup>2</sup>	36	145.4 ± 11.4 <sup>a</sup>	326.6 ± 22.6	70.7 ± 1.0 <sup>a</sup>	10.1 ± 1.6 <sup>a</sup>
Maduros <sup>2</sup>	209	255.1 ± 4.2 <sup>b</sup>	336.7 ± 8.4	76.0 ± 0.4 <sup>b</sup>	20.3 ± 0.6 <sup>b</sup>

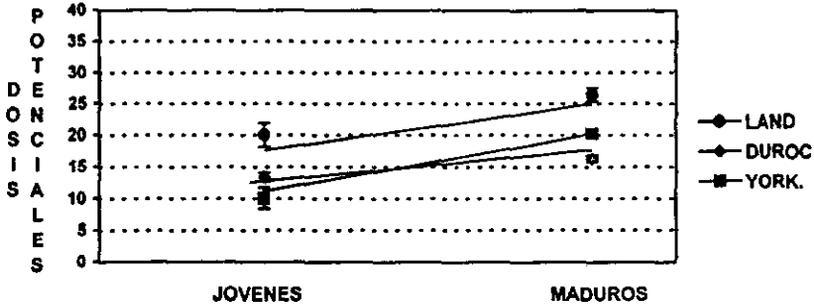
<sup>a, b</sup> Literales distintos en la misma columna son diferentes estadísticamente (p < 0.01).

<sup>a</sup> Medias de mínimos cuadrados ± error estándar de la media.

<sup>1</sup> Estación Pri-Ver es primavera-verano y Oto-Inv es otoño-invierno.

<sup>2</sup> Edad del verraco Joven es de 6 a 12 meses y Maduro es mayor a 12 meses

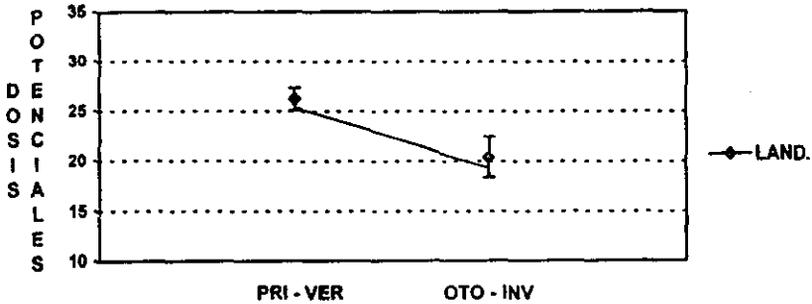
Gráfica 8. Valores de número de dosis potenciales con relación a la edad para las diferentes razas.



Efecto de la Edad \*

\*Interacciones ( $p < 0.01$ ).

Gráfica 9. Valores de número de dosis potenciales con relación a la época del año para la raza Landrace.



Efecto de la Época del año\*

## 6. Discusión

### 6.1 Volumen.

En el presente estudio no existieron diferencias en el volumen obtenido de los sementales de las razas Landrace y Yorkshire, este hecho coincide con lo reportado por Walters et al. (41), sin embargo Arroyo et al. (2), compararon estas mismas razas y encontraron que la raza Yorkshire producía un mayor volumen, con un valor promedio de 276.97 ml. que es un valor similar a lo obtenido en este estudio y a lo encontrado recientemente por Origel (35), que utilizó un mayor número de sementales y los evaluó durante dos años, periodo similar al evaluado en este trabajo, en cambio el valor obtenido por Arroyo et al. (2), para la raza Landrace fue de 218.86 ml., el cual es un valor inferior a lo reportado en este estudio y a lo reportado por Conlon y Kennedy (19). Estas diferencias en el volumen reportadas por Arroyo et al. (2), pueden estar influenciadas por la baja producción registrada en los sementales de la raza Landrace en comparación con lo reportado en la literatura (19, 20), lo que hace parecer que los verracos Yorkshire tengan mayor producción, este resultado puede deberse a la variabilidad individual dentro de la raza y a la pequeña muestra evaluada, ya que éste sólo evaluó 3 sementales por raza y no utilizó la edad del semental para el análisis de datos y a que el volumen de los verracos Yorkshire es similar a lo reportado en este trabajo y en la literatura como se discutió previamente.

Las razas Landrace y Yorkshire produjeron aproximadamente el doble del volumen que la raza Duroc, este valor es muy parecido a lo reportado por diversos autores (13, 19, 20, 35) estos resultados han sido consistentes desde hace 20 años por lo que se confirma que la raza Duroc produce un volumen menor que las razas blancas (Yorkshire y Landrace).

La edad del verraco tiene un efecto notorio sobre el volumen, los sementales jóvenes de las diferentes razas tuvieron menor volumen que los sementales maduros, coincidiendo con lo reportado anteriormente por diversos autores (5, 8, 13, 29, 35), pero esto sólo se explica como efecto de la edad para la raza Duroc, ya que para las razas blancas, la interacción de la edad del verraco con la época de colección explica mejor la diferencia. El efecto encontrado para la edad parece estar influenciado por el rápido desarrollo de las glándulas accesorias, específicamente las vesículas seminales que aportan el 90 por ciento del volumen del eyaculado (24), al respecto Harayama et al. (25), mencionan en un estudio realizado con cerdos de la raza Meishan que las vesículas seminales tienen un crecimiento acelerado de los 7 a los 11 meses de edad y que el volumen de la fracción líquida y el peso de la fracción gelatinosa del eyaculado se incrementan significativamente hasta los 10 y 11 meses de edad, respectivamente; esto indica que la actividad secretoria de las glándulas accesorias se incrementa conforme aumenta la edad del verraco. Cameron (7), menciona que el volumen del eyaculado se incrementa ligeramente en verracos con edades de 8 meses hasta dos años, aunque este incremento es notable de la pubertad hasta los 12 meses de edad, después de esta edad sólo se incrementa en forma muy ligera hasta alcanzar su máxima producción a una edad

que fluctúa entre los 24 y 33 meses de edad (19, 20, 29, 35). Para las razas Yorkshire y Landrace y como se mencionó anteriormente el efecto es más específico. Así en los verracos jóvenes en la época de otoño-invierno disminuyó el volumen, lo que indica una mayor susceptibilidad de los sementales jóvenes de estas razas a los efectos del medio ambiente, este efecto en el volumen asociado con la época del año parece no ser ocasionado por la temperatura ambiental ya que estos sementales no fueron sometidos a temperaturas extremas, aunque en este trabajo no se registró la temperatura ambiental, cabe recordar que estuvieron en instalaciones con ambiente controlado de 20 ° C en promedio. Además algunos autores (7, 31), mencionan que el volumen no se afecta incluso con el sometimiento de los sementales a temperaturas de 35 °C durante 7 días, por lo que este resultado podría estar afectado mas bien por otro factor como es la duración del día. Al respecto Trudeau y Sanford (40), mencionan que hay un decremento en el volumen producido en sementales de la raza Landrace durante el periodo que antecede al incremento de la temperatura en el verano y que este efecto podría ser ocasionado por cambios endocrinos inducidos por el fotoperiodo, porque según reportan Joshi y Raeside (28) la función de las vesículas seminales en el verraco está sustentada en la acción sinérgica de los estrógenos y la testosterona y que al ser alterados sus niveles por la duración del día producen cambios en la cantidad y composición del plasma seminal. Para tratar de esclarecer este efecto Berger et al. (4), aumentaron la duración de horas de luz en el día en verracos prepúberes, lo que incrementó la libido y acortó el periodo de presentación de la pubertad, mas no encontraron un efecto posterior a la pubertad en el volumen del eyaculado. Brandt y Dickman (6),

mencionan un aumento ligero en el volumen del eyaculado en sementales jóvenes que se sometieron a un fotoperiodo variable en comparación con aquellos que fueron mantenidos con un fotoperiodo constante, aunque no son concluyentes, estos trabajos indican que existe un mayor efecto de la duración del día sobre los eyaculados de los animales jóvenes, lo que es similar a lo encontrado en este trabajo, donde el volumen producido por los machos jóvenes de las razas blancas aquí evaluadas disminuye en un mayor grado durante el periodo de menor duración del día.

En la raza Duroc no existió variación en el volumen del eyaculado durante el año, situación que difiere de lo reportado en la literatura (2, 13, 16, 29, 36), que mencionan variaciones en el volumen producido a lo largo de todo el año, aunque estos autores solo evaluaron el efecto de la época de colección en el volumen de manera general para todas las razas sin evaluar el efecto en forma particular para cada raza como se realizó en este trabajo y en el de Origel (35), el cual reporta que la raza Duroc produce un volumen constante durante todo el año, sin embargo este autor también reporta un incremento gradual del volumen a lo largo de todo el año en la raza Yorkshire mencionando que en este efecto influyó la edad, ya que conforme los animales maduraban, estos seguían produciendo un mayor volumen del eyaculado, lo que es similar a lo encontrado en este trabajo.

## 6.2 Concentración.

La concentración espermática por mililitro fue mayor en la raza Duroc coincidiendo con lo reportado en la literatura (19, 29, 35). Al respecto se ha mencionado que este mejor desempeño de la raza Duroc en la concentración espermática por ml está asociado a un menor volumen producido, esta relación existente a diferencia de lo que sucede en otras razas ha sido reportados en forma constante por diversos autores que han realizado sus trabajos bajo distintas condiciones climáticas y de manejo, encontrando resultados similares (13, 19, 29, 35) , aunque esta relación no condiciona un mayor número de dosis potenciales, nos permite en el caso de la concentración espermática tener un mayor grado de predicción de la producción, debido a que esta característica tiene uno de los valores de repetibilidad mas alto entre las diferentes razas (12).

En el presente trabajo los eyaculados de la raza Yorkshire tuvieron la menor concentración espermática por ml., Contrario a lo anterior algunos autores mencionan que esta raza produce una mayor concentración espermática que otras razas incluyendo a la Landrace (20, 29), mientras otros autores mencionan que la producción de esta raza es muy similar a la producción de la raza Chester White (2), y de la raza Landrace (35). En este trabajo los valores obtenidos de la raza Yorkshire estuvieron por debajo del promedio general influyendo esta situación en los resultados y al parecer también porque existe una gran variabilidad entre sementales por raza, lo que pudo haber influenciado este resultado, como lo mencionan otros autores (2, 13).

Sólo los verracos jóvenes de la raza Landrace presentaron una mayor concentración espermática por ml. durante la época otoño-invierno, situación que coincide con los resultados obtenidos por diversos autores (2,13,29,30,36). Estos resultados podrían estar influidos por el fotoperiodo descrito por Mazzari et al. citado por Colenbrander (16), que encontró que la producción espermática se incrementaba en el periodo que tenía los días mas cortos de tal manera que una disminución del fotoperiodo estimula la función sexual del verraco lo que pudo haber ocurrido en este trabajo con los sementales de la raza Landrace. Al respecto Claus and Weiler (15), reportan que la concentración plasmática de testosterona tiende a ser mayor en verracos jóvenes que fueron sometidos a un régimen de fotoperiodo descendente que aquellos sometidos a un régimen contrario, sin embargo esto sólo ha estado limitado a verracos jóvenes. Cuando se ha intentado buscar un efecto con la disminución de horas luz en sementales adultos no se ha conseguido incrementar la producción espermática (6).

### 6.3 Motilidad.

Los eyaculados de la raza Yorkshire registraron el menor porcentaje de motilidad, lo que difiere de lo reportado por Kenedy y Wilkins (29), donde la motilidad fue mayor en la raza Yorkshire, quienes reportaron una motilidad de 11.96 (en una escala del número 1 al 15), que es una escala diferente a la utilizada en este trabajo, donde se le asignó un porcentaje de motilidad en una escala del 0 al 90 por ciento, lo cual

indica que existen diferentes criterios subjetivos para su evaluación, que pueden alterar los resultados según sea el método utilizado para evaluarla.

Con respecto a la motilidad se menciona que existe efecto de la edad sobre ésta (29), en este estudio se registró un menor porcentaje de motilidad en sementales jóvenes de las razas Yorkshire y Landrace, este hallazgo es similar a lo mencionado por Origel (35), que señala que la mayor motilidad es registrada en sementales adultos de 24 meses de edad para posteriormente declinar, aunque Kennedy y Wilkins (29), mencionan que la motilidad es mayor en jóvenes y que disminuye más rápidamente aunque no indican un periodo determinado, situación similar a lo encontrado en este trabajo para los sementales jóvenes de la raza Duroc. En este trabajo no se evaluaron intervalos de edad más cortos en sementales maduros, aún así el efecto es consistente cuando se comparan estos con los sementales jóvenes y es similar al resultado que reporta Origel (35), donde las razas oscuras (Hampshire y Duroc), tienden a disminuir su nivel de motilidad después de los 13 meses de edad, a diferencia de las razas blancas (Yorkshire y Chester White), que disminuyen su motilidad más lentamente hasta los 19 meses.

Con relación a la época del año, no existieron diferencias en el porcentaje de motilidad a lo largo de todo el año para la raza Duroc, situación similar a lo reportado en la literatura (2, 13, 16, 29, 36), ya que estos autores mencionan que no existe efecto de estacionalidad, aunque los sementales jóvenes de las razas blancas tuvieron decrementos en el porcentaje de motilidad durante el periodo de menor número de horas luz. Al respecto no existe en la literatura información que coincida con lo encontrado en este trabajo, solo algunos autores (31, 32) mencionan que la

motilidad puede disminuirse por efecto de un estrés térmico, cuando los verracos son expuestos a temperaturas superiores a 35 °C durante 100 horas, sin embargo no fue el caso de los verracos en el presente trabajo.

Otra posible variación es la forma de analizar los datos, debido a que son observaciones subjetivas y son datos agrupados en el extremo superior de la escala de evaluación que deben transformarse mediante una función geométrica para tener datos continuos con distribución normal (39), para ser sometidos a un análisis de estadística paramétrica. Al respecto algunos autores (20, 35) citados en este estudio no mencionan la forma de análisis de esta variable, pudiendo ser otro factor de variación en los resultados anteriores.

Finalmente para poder evaluar de manera más exacta la motilidad se tendría que hacer uso de otros métodos más objetivos como podría ser la evaluación con la ayuda de una computadora (37) y las transformaciones de los datos para su análisis (39).

#### 6.4 Dosis potenciales.

En el número de dosis potenciales existieron diferencias entre razas, siendo la raza Landrace la que produjo el mayor número de éstas, lo que no encuentran algunos autores (16, 24, 29), ya que en sus trabajos reportan a la raza Yorkshire como la mayor productora, esto puede ser consecuencia de las diferentes condiciones en que fueron realizados estos trabajos, ya que estos autores utilizan diferentes concentraciones por dosis (16, 29), y diferentes métodos de colección (24), y a que

la repetibilidad por raza para esta característica es más baja que para las otras, además que en este estudio la raza Landrace fue sobresaliente en casi todas las características evaluadas, lo que podría estar influenciado en los sementales maduros por una gran proporción de animales en su periodo más productivo. La raza Duroc, se comporta de forma similar en varios trabajos, siendo una raza no muy sobresaliente en la producción de dosis seminales.

Con relación a la edad, el número de dosis potenciales fue menor en los verracos jóvenes de todas las razas, efecto similar al comunicado por diversos autores (20, 29, 35), que en general menciona un incremento conforme avanza la edad del semental. Al respecto Origel obtuvo el mayor número de dosis en animales de 13 a 18 meses y el menor en animales de 25 a 30 meses de edad, en tanto que Kenedy y Wilkins (29), encuentran el mayor número de dosis en los animales de 24 a 29 meses de edad y el menor en animales de 8 meses, coincidiendo con los resultados de este trabajo, donde sólo se pudo identificar de forma parcial esta diferencia, ya que no se dividieron en mayor número de periodos la edad de los sementales maduros periodos, no pudiendo con esto contrastar los resultados con los trabajos de algunos autores (20, 29, 35).

Para la época del año, no existieron diferencias en el número de dosis potenciales a lo largo de todo el año para la raza Yorkshire y la raza Duroc, lo que difiere de lo reportado por varios autores (2, 13, 16, 29, 36), que mencionan variaciones en la producción de dosis en el año, solo que estas fueron evaluadas para todas las razas y no en forma individual, sin embargo la raza Landrace produjo un mayor número de dosis potenciales en la época de primavera-verano, lo que no coincide con los

hallazgos de otros autores (13, 29), este resultado parece estar influido por la producción sobresaliente de los machos maduros en las características de volumen y concentración durante la época primavera-verano.

La época del año en general parece no haber influido en forma notable el desempeño de los sementales, sobre todo en los adultos, lo que diferiría en cierto grado de los hallazgos encontrados anteriormente en la literatura, pero se infiere que fue debido a las condiciones más o menos controladas del banco de semen donde se realizó este trabajo, lo que nos indica lo conveniente de controlar al máximo las condiciones ambientales para evitar caídas en la producción de dosis.

## **7. Conclusiones**

- 1. En el presente trabajo se confirma que los sementales jóvenes producen un menor número de dosis potenciales que los sementales maduros.**
- 2. La época del año afecta la calidad del eyaculado de las razas blancas Yorkshire y Landrace solo en sementales jóvenes, pero no afecta la producción de la raza Duroc.**
- 3. En los sementales jóvenes de las razas blancas el efecto negativo de la época del año sobre las variables volumen y motilidad, no influyó en el número de dosis potenciales producidas por semental .**
- 4. Para la evaluación de volumen, concentración y motilidad del eyaculado en sementales maduros es indispensable considerar la variación por raza, no así el periodo del año en que se colectó el eyaculado, siendo esto diferente para los sementales jóvenes que son más sensibles a las variaciones del ambiente y son afectados por el periodo de colección.**
- 5. La raza Landrace produjo el mayor número de dosis potenciales en este trabajo.**

## 8. Literatura citada

1. **Arroyo, V. Y., Avendaño, R. L., Ramírez, S. L.:** Efecto de la raza, semental, época del año y número de colecciones sobre el porcentaje de anomalías espermáticas en 3 razas de verracos utilizados en inseminación artificial. *Memorias de XXV Convención de la Asociación Mexicana de Veterinarios Especialistas en Cerdos (A.M.V.E.C.).* Puerto Vallarta, Jalisco. pp. 129-132. AMVEC. México, D.F. 1990.
2. **Arroyo, V., Avendaño, R. L., Ramírez, S. L.:** Evaluación del eyaculado en relación con los meses del año y el número de colecciones en tres razas de verracos utilizadas para inseminación artificial. *XXXIV Convención de la Asociación Mexicana de Veterinarios especialistas en Cerdos. (A.M.V.E.C.).* Cancún, México. 1989. pp. 239-242. AMVEC. México, D. F. 1989.
3. **Barrón, T. J.:** La inseminación artificial como mecanismo de difusión de material genético. Porcinotas. Año 2 No. 11 pp. 22-24. 1990.
4. **Berger, T., Mahone, J. P., Svoboda, G. S., Metz, K. W. And Clegg, E. D.:** Sexual Maturation of boars and growth of swine exposed to extended photoperiod during decreasing natural photoperiod. Journal Animal Science. 51, 3: 672. 1980.
5. **Bonet, Briz, M. y Fradera, A.:** Ultrastructure abnormalities of boar Spermatozoa. Theriogenology, 40: 383-396. 1993.
6. **Brandt, K. E. y Diekman, M. A.:** Influence of supplemental lighting on serum LH, Testosterone and semen quality in prepubertal and postpubertal boars. Animal Reproduction Science 8: 287-294. 1985.
7. **Cameron, R. D.:** Measurement of semen production rates of boars. Aust. Vet. J. 62: 301-304. 1985.
8. **Cameron, R.:** Sexual development and semen production in boars. Pig News and Information. X. 389-396. 1987.
9. **Cameron, R.D.:** Factors influencing semen characteristics in boars. Aust. Vet. J. 62:293-297. 1985.

10. **Campbell, R., Dolt, H. and Glover, T.:** Nigrosin-eosin as a differential stain for espermatozoa. J Agric. Sci. 48 1-9. 1956.
11. **Castañeda, M.J.:** Efecto de la Adición de la progesterona al semen de verraco antes y después de la congelación sobre la fertilidad, morfología y motilidad de espermatozoides. Tesis de maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 1986.
12. **Castro-Gómez, E. Ortega, G. R., Conejo, N. J.:** Estimación de repetibilidad para producción de semen en cuatro razas porcinas. XXVI Convención de la Asociación Mexicana de Veterinarios especialistas en Cerdos. (A.M.V.E.C.) Mérida, Yucatán. México. P. 51. AMVEC. 1991.
13. **Castro-Gómez, E., García, M., Conejo, N. J., Ortega, G. R., Becerril, A. J.:** Efectos ambientales sobre la producción de semen de verracos de cinco grupos genéticos, en la Piedad, Michoacán. XXVI Convención de la Asociación Mexicana de Veterinarios Especialistas en Cerdos (A.M.V.E.C.). Yucatán, México. pp. 46-50. AMVEC. México, D.F. 1991.
14. **Centro Nacional de Estudios Municipales, S.G.:** Enciclopedia de los Municipios del Estado de México. Secretaría de Gobernación, Gobierno del Estado. 15: 238-242. 1988.
15. **Claus and Weiler:** Influence of light and photoperiodicity on pig prolificacy. J. Reprod. Fert. Suppl. 33, 185-197. 1985.
16. **Colenbrander, B. y Kemp, B.:** Factors influencing semen quality in pigs. Journal of Reproduction and Fertility. Suplement. 40:105-115. 1990.
17. **Colenbrander, B.** Editor. Comercial use of swine A.I. worldwide, a roundtable. Proceedings of the Second International Conference on Boar Semen Preservation. Beltsville, Maryland USA., Reproduction in Domestic Animals. Suplement. pp.297-333. 1991.
18. **Conejo, N. J.:** Desarrollo y perspectivas de la inseminación del ganado porcino en México. Memorias del curso de Inseminación Artificial del ganado porcino con semen diluido. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. pp. 1-7. 1989.

19. **Conlon, P. D. y Kennedy, B. W.:** A comparison of crossbred and purebred boars for semen and reproductive characteristics. Canadian Journal of Animal Science, 58:63-70. 1978.
20. **Delint, R. H.:** Efecto del genotipo, frecuencia de colección y factores medio ambientales sobre las características seminales de verracos de un programa de Inseminación Artificial. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 1990.
21. **Garbuno, Z. R., González, W. R., Palomares, H. H.:** Análisis de la producción de semen porcino. XXV Convención de la Asociación Mexicana de Veterinarios Especialistas en Cerdos (A.M.V.E.C.). Puerto Vallarta, Jalisco, México. pp 173-175. AMVEC, México, Distrito Federal. 1990.
22. **García Ruvalcaba, J., Lapuente, S., Corcuer, D., Sagüés, A. Martín Rillo, S.:** Evaluación práctica del semen. Importancia de los resultados de fertilidad. V Symposium Internacional de Reproducción e inseminación Artificial en porcinos. León, Guanajuato, México. pp 27-36. León, Guanajuato. 1998.
23. **García-Ruvalcaba.:** Inseminación Artificial en España. Nuestro acontecer porcino. Vol 2. No. 9 pp. 6-12. 1994.
24. **Hafez, E.:** Reproducción e Inseminación artificial en animales. Interamericana, México D. F. 1989.
25. **Harayama, H., S. Kanda y S. Kato.:** Development of the accessory genital glands in Meishan boars. Animal Science Technology. 63: 462-467. 1992.
26. **Institute Inc. S.A.S.:** S.A.S. user's guide, 1982 edition. S.A.S. Institute Inc. Cary. North Carolina 27511. United States of America. 1982.
27. **Johnson, K.:** Tendencias actuales en la industria del cerdo. Nuestro acontecer porcino. Vol. 3: 51-61. 1995.
28. **Joshi, H. S. y Raeside, J.:** Synergistic effects of testosterone and oestrogens on accessory sex glands and sexual behaviour of the boar. J. Reprod. Fertil. 33:411.
29. **Kenedy, B. W y Wilkins, J. N.:** Boar, breed and environmental factors influencing semen characteristics of boars used in artificial insemination. Canadian Journal of Animal Science 64: 833-843. 1984.

30. **Kunavongrit, A., Prateep, P.:** Influence of ambient temperature on reproductive efficiency in pigs: (1) Boar semen quality. The Pig Journal.35: 43-47. 1994.
31. **Larsson, K. Einarsson, S.:** Seminal Changes in boars after heat stress. Acta Vet. Scand. 25: 57-66. 1984.
32. **Malmgren, L. y Larsson, K.** Semen quality and fertility after heat stress in boars. Acta Vet. Scand. 25: 425-435. 1984.
33. **Melrose, D. R.:** A review of progress and of possible developments in the artificial insemination of pigs. Veterinary record. 78:159-167. 1966.
34. **Merlo, B.:** Evaluación de las tinciones de Kovacs y Foote y Eosina-Nigrosina para la detección de fallas acrosomales en espermatozoides de cerdo. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. 1996.
35. **Origel, L. R.:** Efecto de raza, año de colección, edad, época del año e intervalo de colección sobre las características seminales de cuatro razas porcinas en un centro de Inseminación Artificial en La Piedad, Michoacán. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 1995.
36. **Ortega, G. R., Conejo, N. J., Becerril, A. J.; Castro, G. E.:** Factores genéticos y ambientales de la producción de semen de verracos para inseminación artificial en México. XXIX Convención de la Asociación Mexicana de Veterinarios Especialistas en Cerdos (A.M.V.E.C.). Puerto Vallarta, Jalisco, México. pp. 74-77. AMVEC. México, Distrito Federal. 1994.
37. **Palacios, A. A.:** Uso de la computadora en la evaluación del semen. Veterinaria México. 24:93-95. 1993.
38. **Rillo, M. S., Sánchez, R., Sebastian, S. S., Lamara, J. F., and Pursel, V.:** Fertility results in pigs for artificial insemination of diluid semen with heteroespermic doses prepared by differents ways. Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Pig Veterinary Society Congress. Rio de Janeiro, Brasil. 317 IPVS. Rio de Janeiro, Brasil. 1988.
39. **Steel G., Torrie, J.:** Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill pp.226-227. 1985.

40. **Trudeau, V. y Sanford, L.:** Efect of season and Social environment on testis size and semen quality of the adult Landrace boar. Journal Animal Science. 63: 1211-1219. 1986.
41. **Walters, J. Green, C., Gray, j. Goodman, S.:** Aspects of semen production in boars. Anim. Breed. Abstr. V. 52 .p. 767. 1984.