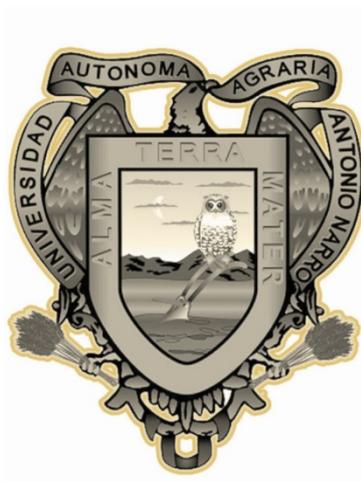


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL



“Características Seminales Del Verraco En Las Diferentes Épocas Del Año”

Por:

ROCÍO ESMERALDA LÓPEZ BETANCOURT

MONOGRAFIA

Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener El Título de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Septiembre Del 2011

"UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO"

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL

"Características Seminales Del Verraco En Las Diferentes Épocas del año"

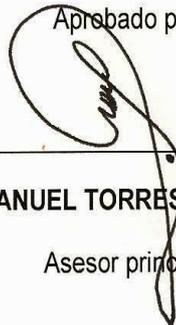
Por:

ROCIO ESMERALDA LOPEZ BETANCOURT

MONOGRAFIA

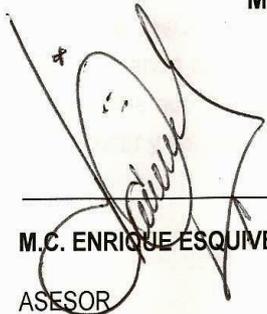
**QUE SE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE: INGENIERO
AGRONOMO ZOOTECNISTA.**

Aprobado por:



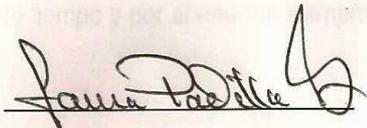
M.C. MANUEL TORRES HERNANDEZ

Asesor principal



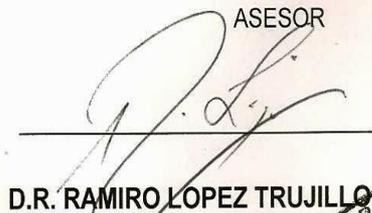
M.C. ENRIQUE ESQUIVEL GUTIERREZ

ASESOR



ING. LAURA E. PADILLA GONZALES

ASESOR



D.R. RAMIRO LOPEZ TRUJILLO

COORDINADOR DE LA DIVISION DE CIENCIA ANIMAL

Buevavista, Saltillo, Coahuila México, Septiembre de 2017



DEDICATORIAS

A MIS PADRES

MARTIN Y Ma. ELENA:

Por todo el apoyo que me han dado durante toda mi vida por estar ahí siempre que los he necesitado por ser simplemente quienes son gracias por quererme con todos mis defectos y nunca darme la espalda los amo con todo mi corazón y gracias a dios por enviarme al lado de dos grandes seres humanos.

A MIS HERMANAS:

Ma. Elena López Betancourt y Perla Marisol López Betancourt gracias por estar ahí siempre y ser quienes son en mi vida.

A MI ESPOSO E HIJA:

Felipe De Jesús Luna De La Torre y Victoria Esmeralda Luna López un regalo que me mando dios y una motivación para seguir adelante gracias por el apoyo y la paciencia que me han tenido durante todo este tiempo y por animarme siempre para crecer y ser mejor en nuestra vida los amo.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Porque a pesar de que muchas veces puse mis intereses por encima de ti nunca me faltaste y aunque no soy tu hija más devota, en ti confío. Siempre me has ayudado a seguir adelante y por ti aún no pierdo la esperanza, sé que todos pueden decepcionarme menos tu. Muchas Gracias.

A MI ALMA MATER

Por darme la oportunidad a mí y a muchos jóvenes de poder formarnos ingenieros en la diferentes carreras que ofrece.

A LOS INGENIEROS DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL

Por darme las bases para formarme dentro de esta carrera por su tiempo y dedicación.

AL M.C. MANUEL TORRE HERNANDEZ: Por su apoyo tiempo y esfuerzo en la realización de este trabajo. Por ser un gran amigo y apoyarme en todo momento dentro de esta institución gracias.

AL M.C. ENRIQUE ESQUEVEL Y A LA ING. LAURA PADILLA: Por su disposición en el asesoramiento y revisión de esta monografía.

A MIS AMIGAS

VICTORIA RIVAS Y CECILIA SALAS: gracias por todos los momentos gratos y divertidos que pasamos juntas por todas las risas pero sobre todo por la amistad que me brindaron porque a pesar de que ya casi no nos vemos sé que están ahí gracias amigas las quiero.

INDICE

Resumen

Introducción.....	1
Objetivo.....	3
Justificación.....	3
Revisión de literatura.....	4
El verraco como ente reproductivo.....	4
Anatomía y fisiología del verraco.....	6
Comportamiento sexual del verraco.....	6
Efecto de la época del año sobre algunas características del eyaculado de diferentes genotipos porcinos.....	7
Efecto del clima sobre las características seminales de porcinos en una zona de bosque tropical húmedo.....	11
Volumen seminal.....	12
Potenciometría.....	13
Movilidad individual.....	14
Concentración espermática.....	15
Morfología.....	15
Vitalidad.....	17
Integridad acrosómica	17
Reacción hipoosmótica.....	18
Efecto de la raza sobre las características seminales.....	18
Efecto del fotoperiodo.....	22
Efecto de la estación del año.....	22
Efecto de la edad y la frecuencia de uso del verraco.....	26
Efecto de la nutrición.....	27
Efecto de las enfermedades infecciosas.....	28
Conclusiones.....	31
LITERATURA CITADA.....	33

INDICE DE CUADROS

Valores promedio de las características espermáticas de verracos en el trópico húmedo de Venezuela.....	7
Espermatozoides normales y anormales por raza.....	20
Numero y porcentaje promedio del total de anomalías espermáticas de verracos en relación a raza y época de recolección.....	24
Resultados de análisis para cada una de las características estudiadas.....	25
Bacterias presentes en el eyaculado (n=146) y en el semen diluido (n=57) de verracos.....	29

RESUMEN

En esta revisión bibliográfica se discute el efecto que ejercen diversos factores, como el medio ambiente (temperatura, estación del año, fotoperiodo), así como la raza, edad y frecuencia de uso del verraco, sobre el comportamiento reproductivo de los sementales y las características del eyaculado y los espermias. Se puede inferir, que la actividad sexual del verraco acompañado de la erección del pene, ocurre alrededor de los cuatro meses de edad; sin embargo, no es sino hasta los seis a ocho meses de edad cuando se registra la presencia normal de espermatozoides fértiles. Así mismo, se ha determinado que las variables espermáticas muestran un amplio rango de variaciones individuales que se atribuyen al efecto de los factores intrínsecos (raza, edad) y de los factores extrínsecos (clima y manejo). Se considera, que las diferencias en la calidad del semen están en dependencia de la zona geográfica, considerándose los factores medio ambientales y las diferencias genéticas entre animales.

Se señalan diferencias importantes entre épocas del año, observándose mejor comportamiento de los animales en la época seca y más fresca del año en los aspectos de volumen del eyaculado, motilidad, concentración espermática. Por lo cual se considera necesario que para que el verraco muestre un buen desarrollo, es necesario que las temperaturas externas sean inferiores a la del cuerpo del animal, ya que las altas temperaturas (mayores a 30°C) desencadenan el síndrome del sufrimiento testicular que, desde luego, se reflejará en el comportamiento reproductivo del animal.

Aunque no muy profundas, también pueden presentarse diferencias raciales que se manifestarán, sobre todo, en el comportamiento sexual del animal y en el volumen y características generales del eyaculado. Es importante además, no perder de vista la individualidad de cada semental, puesto que cada uno es un ente distinto aún cuando sean de la misma raza.

En conclusión, todo se remite al manejo general de cada semental, desde el momento en que es seleccionado, pero sobre todo, considerando el medio ambiente en que crece y en que es manejado a través de su vida productiva.

PALABRAS CLAVE: Verraco; Cerdo; Sementales; Temperatura; Estación Del Año; Fotoperiodo; Raza, Edad; Frecuencia de uso del Verraco; Manejo; Zona Geográfica; Genética; Volumen del eyaculado; Caract. Generales del eyaculado; Selección.

INTRODUCCION

Cada granja es un universo, ninguna granja es igual a otra, por eso mismo se debe estar seguro de que el manejo que se aplique se realice adecuadamente, minimizando los riesgos de cada etapa de la producción. El primer problema que enfrenta el productor de cerdos es la selección de los verracos que serán los donantes del semen, de manera que es importante poner toda la atención debida en este proceso.

La importancia que reviste el buen manejo de los sementales estriba en que, además de ser un activo en cualquier unidad reproductiva, es el responsable de un porcentaje considerablemente alto en el mejoramiento genético del hato, por lo tanto, el buen o mal desempeño del semental se reflejará, invariablemente, en la tasa de parición y en el número de lechones nacidos por camada, es decir, afectará los parámetros que miden la eficiencia reproductiva de la granja.

No debe perderse de vista que todo verraco tendrá como misión en la granja cumplir con los siguientes objetivos:

- Servir como estimulador del desarrollo sexual y la presentación de celo de la hembra.
- Detectar a las cerdas que estén en proceso de calor
- Ser el proveedor de las células espermáticas reproductivas masculinas

- Preñar a las cerdas del pie de cría de la granja
- Ser, prácticamente, el mejorador genético de la piara

Por lo tanto, toda vez que ya han sido debidamente seleccionados, los verracos deberán de recibir un entrenamiento apropiado, el cual es aconsejable que se inicie a los cinco meses de edad, aunque también se puede realizar a los 7 u 8 meses, pudiendo efectuar dos sesiones diarias de entrenamiento de 10 a 15 minutos en días alternos, para que en un lapso de dos semanas el verraco esté en condiciones de responder adecuadamente cuando sea utilizado en la extracción de semen para inseminación artificial e inclusive, para monta natural.

Pero no basta con que el semental reciba un buen entrenamiento, es necesario también, verificar su capacidad de producción de semen y su calidad espermática, ya que está plenamente demostrado que la función reproductiva del semental se ve influenciada por factores medioambientales, de manejo, nutricionales y de salud, entre otros. Es decir, la valoración de la calidad espermática se considera de vital importancia, ya que permite decidir sobre el uso o no del eyaculado de un determinado animal y su repercusión en la monta natural o la inseminación artificial.

Se ha revisado ampliamente, la influencia que ejercen sobre la calidad espermática factores de tipo ambiental como el mes, el año y la época, así como

otros factores como la raza, la edad del verraco y la frecuencia de uso (Cameron, 1987; Pérez Marcos, 1991).

Objetivos

El propósito de esta revisión bibliográfica es mostrar las diferentes facetas en el comportamiento reproductivo del verraco, los factores que pueden modificar su comportamiento en el proceso de reproducción, las características del eyaculado en las diferentes épocas del año y la valoración de las características seminales desde el punto de vista práctico y de rutina con el fin de poder contribuir a la optimización en la producción seminal de los machos reproductores, parámetros que todo porcicultor debe tomar en cuenta para alcanzar el éxito buscado en la utilización de los sementales.

Justificación

La disposición de información precisa y adecuada coadyuvará en la toma de decisiones al adquirir a los machos reproductores y mostrará la variación que pudiera presentarse en su comportamiento reproductivo a través de las diferentes épocas del año para una buena programación de su uso en la granja.

REVISION DE LITERATURA

El verraco como ente reproductivo

En el campo de la biología de la reproducción, la infertilidad y las causas que la ocasionan han recibido especial atención, no solamente en el hombre, sino también en los animales domésticos en los cuales la prolificidad juega un papel relevante en el ámbito comercial (Bonet, 1987). La infertilidad debe entenderse como la pérdida temporal de la capacidad reproductiva del animal; concepto que debe diferenciarse de esterilidad, ya que esta última se refiere a un estado permanente de incapacidad reproductiva (Fuentes y de Serrano, 1988).

En las explotaciones porcinas, el número de lechones por camada es uno de los parámetros de presión genética que deberán tomarse muy en cuenta, tanto en la selección del verraco como de las cerdas reproductoras.

Son muchas las causas que pueden afectar cuantitativamente y cualitativamente la producción espermática de un verraco, Buxadé (1984), señala una relación exhaustiva de todos los factores que él considera afectan el rendimiento prolífico del semental porcino, mencionando entre otros, el tamaño de los testículos (relacionados a su vez, con la edad del animal, la raza y la línea genética), la frecuencia de montas y distintos factores ambientales (luz, temperatura, factores estacionales), factores nutricionales y de manejo.

Como ya se dijo, el verraco es pieza fundamental en el proceso de la producción, consecuentemente, tiene un enorme impacto en la eficiencia reproductiva de toda explotación porcina (Idoyaga, 2010). Esto es, porque los tres parámetros básicos que describen la calidad del macho son la lívido, la producción de espermias y la calidad fecundante de las células espermáticas (Close y Roberts, 1991).

Siendo así que, dependiendo de la frecuencia de recolección de semen y del número de dosis seminales, el semen de un solo verraco se puede utilizar para inseminar entre 750 y 1,000 cerdas por año.

Sin embargo, la calidad del semen no se mantiene constante a través de todo un año, sino que sufre variaciones debido a factores extrínsecos e intrínsecos al animal, como puede ser, entre otros, el medio ambiente (Rivera, 2003). Es decir, que los componentes ambientales juegan un papel preponderante en la regulación sexual de las especies (Chemineau, 1993). Por lo tanto, el fallo reproductivo de un semental influye en un gran número de cerdas y por ello, es importante conocer los aspectos básicos de la fisiología reproductiva del verraco para llevar a cabo un buen manejo de los mismos y así optimizar la fertilidad (Flowers, 2004).

La selección y utilización de reproductores de buena calidad y buena producción espermática, dará oportunidad a las granjas de lograr una mejor eficiencia productiva, menor índice de repetición de celos, mayor porcentaje de preñez y

camadas más numerosas y, a final de cuentas, mayores beneficios económicos para el productor de cerdos (Fuentes, 2004).

Anatomía y Fisiología del verraco

El sistema reproductivo del verraco está formado por una serie de estructuras que incluyen al órgano sexual principal (el pene) y los testículos (Vincent et al., 2007), el sistema urogenital; las glándulas sexuales accesorias; la glándula pituitaria; y el hipotálamo. Cualquier alteración patológica o funcional de alguna de estas estructuras puede dar lugar a problemas reproductivos (Vincent et al., 2007; Hafez, 1993). Así se tiene que el cerebro (*glándula pituitaria e hipotálamo*) es el componente del sistema reproductivo del verraco que capta las señales internas y externas, las procesa y, de esta manera, regula las funciones fisiológicas y del comportamiento del animal asociadas a la reproducción (Flowers, 2004).

Comportamiento sexual del verraco

Ciertos aspectos del comportamiento sexual se inician desde los primeros meses de edad del macho porcino. La monta de sus congéneres es más frecuente en machos que en hembras. La actividad constante de monta, acompañada por la erección ocurre alrededor de los 4 meses de edad (Hemsworth, 1982); sin embargo, la producción de semen con concentraciones normales de espermatozoides fértiles, no ocurre en la mayoría de los verracos sino hasta los 6 a 8 meses de edad (Flowers, 2004).

A través del estudio de las características espermáticas de los verracos, bajo programas reproductivos en granjas comerciales, Mazzari y Fuentes (1978) y posteriormente Fuentes (1988) determinaron el patrón de las variables espermáticas de verracos explotados en condiciones de trópico húmedo en Venezuela, observando un amplio rango de variaciones individuales atribuibles al efecto de factores intrínsecos (raza y edad) y extrínsecos (clima y manejo) (cuadro 1).

Cuadro 1. Valores promedio de las características espermáticas de verracos en el trópico húmedo de Venezuela.

Volumen (ml)	215.35
Concentración ($E \times 10^3 / \text{mm}^3$)	338.13
Espermatozoides totales ($E \times 10^9$)	68.88
Motilidad (0 – 5)	3.63
Vitalidad (%)	76.57
Anormalidades (%)	13.66
Tiempo de eyaculado (minutos)	4.34
Parte sólida (ml)	32.45

(Fuente: Fuentes, 1988)

Efecto de la época del año sobre algunas características del eyaculado de diferentes genotipos porcinos

Uno de los aspectos que más influyen en la reproducción de los animales es el clima, tomando gran importancia los efectos de las altas temperaturas, la humedad y la radiación. Por lo tanto, en los animales domésticos de ciclo reproductivo continuo se pueden observar, a través de las diferentes épocas, variaciones en lo que respecta a su fertilidad. Se ha señalado que las temperaturas ambientales elevadas tienen un efecto nocivo sobre la respuesta reproductiva en los cerdos, provocando disminución de la calidad espermática, en el macho, y en la hembra, alto porcentaje repeticiones y camadas pequeñas.

Algunas especies animales que habitan zonas templadas presentan ciclos reproductivos influenciados por las estaciones, con una temporada sexual definida, pero estas mismas especies cuando habitan en zonas tropicales manifiestan conducta sexual durante todas las épocas del año, mostrando que los componentes ambientales desempeñan una función importante en la regulación sexual (Wollmann, 2002; Naas, 2002 ; Chemineau, 1993).

Se ha documentado suficientemente, la alteración de la eficiencia reproductiva de las hembras por efecto del estrés calórico, representada en retardo de la pubertad, prolongando intervalo destete - celo, reducción de la tasa de partos, disminución del tamaño de las camadas (Weitze, 2002). En los machos este efecto se manifiesta a través de alteraciones en la libido y en las características de los eyaculados, en los que se observa menor volumen, disminución de la movilidad y aumento de las anomalías espermáticas (Rodríguez y Wallgren, 2000) que reducen su fertilidad (Naas, 2002).

Los parámetros espermáticos importantes a tomar en cuenta, cuando se trabaja con semen – ya sea fresco, tratado o congelado-, son la concentración de espermatozoides /ml, la motilidad, la integridad de la membrana, la integridad del acrosoma y la capacidad de unión del ovocito (Den Daas, 1992; Gadea, 1997; Sheena, 2007). Sin duda, la motilidad y la evaluación de la morfología son ampliamente usadas como indicadores de la viabilidad de los espermatozoides porcinos, esto se debe a que el acrosoma es de vital importancia funcional en los mecanismos de la fecundación (Paulenz, *et al.*, 2000). Desde la perspectiva de

Nallella *et al.* (2006) concluye que la motilidad y concentración espermática son los parámetros que mejor predicen el poder fertilizante de un eyaculado, y que la morfología no resuelve el problema de la predicción de la capacidad fecundante del esperma.

Resulta claro (Jorgensen *et al.*, 2001; Swan *et al.*, 2003) que las diferencias en la calidad del semen están en dependencia de la zona geográfica, donde se incluyen los factores medioambientales y las diferencias genéticas. Chen *et al.* (2003) señalan que la morfología normal es significativamente más alta en invierno que en verano.

En un experimento donde se procesaron 2053 eyaculados procedentes de 35 sementales porcinos con edad entre 18 y 24 meses, de los genotipos Large White, CC₂₁, Landrace, L₃₅ y Yorkshire, los cuales se encontraban situados en jaulas individuales con una alimentación controlada y estable a base de concentrado a razón de 2.5 Kg/animal/día, Hernández y Alemán (2008) observaron diferencias significativas entre épocas ($P < 0.01$) con mejor comportamiento en la época seca, coincidente con la época más fresca del año (20.5°C), en los parámetros: volumen del eyaculado, motilidad, concentración espermática y concentración espermática viable. Estos resultados están acordes con lo señalado por Thompson (2000) quien plantea que se debe buscar controlar la temperatura ambiente de los animales, debido a que las altas temperaturas pueden disminuir la cantidad y calidad de la producción espermática debido a que el plexo pampiniforme ayuda al escroto a mantener la temperatura deseada, pero

este mecanismo es mucho menos eficaz en los cerdos que en otros animales domésticos que poseen un escroto totalmente suspendido.

Colenbrander *et al.* (1993) y Le Dividich (1996) indican que para el buen desarrollo de la espermatogénesis en el verraco, es necesario que las temperaturas externas sean inferiores a la del cuerpo del animal, dado que las temperaturas elevadas afectan la producción seminal, señalando como límite máximo recomendado 29 a 30°C; inclusive, se asevera que varios días seguidos con estas temperaturas máximas desencadenan el síndrome de sufrimiento testicular, lo que trae consigo disminución del número de espermatozoides en el eyaculado, disminuye la motilidad y, además, se incrementa el porcentaje de anomalías en el esperma.

Hernández *et al.* (2005), Jorgensen *et al.* (2001) y Swan *et al.* (2003) señalan que es posible que la disminución de la motilidad, concentración, la concentración espermática viable (CEV) y el aumento en las morfo patologías en el eyaculado de los diferentes genotipos en las condiciones del trópico, al compararlo con lo reportado en la literatura mundial (diferentes zonas geográficas), se deba a la influencia negativa del clima.

Siendo así que algunos autores (De Serrano *et al.*, 1989; Sánchez, 2000) plantean que el medio ambiente nocivo produce un aumento de las formas anormales de la cabeza, acrosoma, cuello y pieza intermedia, gota citoplasmática

proximal y cola enrollada en espiral, registrándose un mayor porcentaje de anomalías en verano y otoño y menor en invierno y primavera, lo que se puede reflejar en menor fertilidad de los verracos, lo cual se manifestará en reducción de la eficiencia reproductiva de las hembras y de lo que se puede inferir que la morfología es un buen parámetro para predecir la fertilidad de los verracos (Gunalp *et al.*, 2001; Guzick *et al.*, 2001; Menkveld *et al.*, 2001).

Efecto del clima sobre las características seminales de porcinos en una zona de bosque tropical húmedo

En explotaciones porcinas en el trópico, existe muy poca información sobre características seminales y sobre sus cambios a través del año.

Una investigación desarrollada por Fuentes *et al.* (1992) mostró un efecto adverso de la temperatura ambiental alta sobre la calidad y la producción espermática, con una alta variabilidad de individuos, viéndose afectados principalmente el volumen seminal, la movilidad y la morfología. Sin embargo, De Serrano *et al.* (1996), Cameron (1980) y Hurtgen, Larse y Crabo (1980) no encontraron influencia decisiva de la temperatura sobre la calidad del semen de cerdo.

En una zona de bosque tropical húmedo, se seleccionaron diez reproductores porcinos con edades entre 12 y 24 meses, con el fin evaluar el efecto de las variables climáticas presentes el día de la recolección de semen y en cada uno de los 45 días anteriores a ella, sobre las características seminales. Se descompuso

la variabilidad de cada característica en una componente intraindividual (dentro del mismo individuo) y en otra interindividual (entre individuos), usando estimadores de máxima verosimilitud. Para relacionar las características seminales con las variables climáticas, se agruparon las anomalías de cabeza, de pieza intermedia afectada y de pieza principal; las demás características fueron relacionadas sin ninguna modificación o agrupamiento. Se evaluaron posibles correlaciones entre las características seminales y las variables climáticas.

Las características seminales se encontraron dentro de los valores normales y, en general, fueron superiores a las reportadas por Fuentes *et al.* (1992), para las razas Yorkshire, Landrace y Duroc en la misma zona. Los valores encontrados para estas características superaron las exigencias de parámetros de evaluación seminal asociados a alto potencial de fertilidad descritos por Rodríguez y Wallgren (2000), excepto para las anomalías morfológicas, las cuales estuvieron 7% por encima del 15% establecido como valor estándar aceptable. Los resultados alcanzados para cada variable analizada, se describen enseguida:

Volumen seminal

El volumen de un eyaculado es característico de cada especie (Colenbrander *et al.*, 1993; Jasko, 1992) y aunque no parece estar relacionado con la fertilidad sí condiciona el número total de espermatozoides y de dosis por eyaculado (Tardif, 1999). En esta investigación el volumen seminal estuvo dentro del rango

fisiológico y fue mayor al encontrado por Fuentes *et al.* (1992) para reproductores de diferentes razas en granjas de Venezuela.

El volumen seminal registró alta variación entre eyaculados de diferentes cerdos, así como entre los del mismo cerdo; variaciones similares fueron observadas en otras investigaciones (Fuentes *et al.*, 1992; Trudeau y Sanford, 1986; Mazzarri y Fuentes, 1978; Wettermann, 1976; Singleton y Shelby, 1972). La variación en el volumen seminal se debe principalmente a la variación individual en el tamaño de las glándulas accesorias, aunque también está influenciada por la cantidad de estímulo sexual previo a la recolección (Cooper, 1980).

En esta investigación la frecuencia de las recolecciones seminales (cada siete días) no fue homogénea entre los cerdos, debido a un incremento de las necesidades de inseminación que presionaron el mayor uso de algunos reproductores, los cuales tuvieron menores intervalos entre recolecciones en ciertos periodos. Algunos autores (Strzezek, 2000; Rodriguez y Wallgren, 2000) han reportado que la frecuencia de las recolecciones presenta una correlación inversa con el volumen de los eyaculados.

Potenciometría (pH)

La medida del pH tiene poco valor como criterio de selección de un eyaculado y en semen porcino fluctúa entre 7.2 y 7.5 (Köning, 1979). Los valores de pH

seminal fueron similares a los señalados por Singleton y Shelby (1972) e inferiores a los encontrados por Strzezek (2000).

Movilidad individual

El objetivo de estimar la movilidad es determinar la proporción de espermatozoides móviles y la proporción de movimiento progresivo (Malmgren, 1997). La movilidad individual es una de las características más indicadoras de la capacidad fertilizadora *in vitro* de una muestra de semen, y en dosis sub óptimas se correlaciona positivamente con la fertilidad en porcinos (Tardif, 1999).

Los promedios de movilidad encontrados en esta investigación que se discute, fueron superiores a los indicados por varios autores (Wollmann, 2002; Weitze, 2000; Strzezek, 2000; Fuentes *et al.*, 1992; Trudeau y Sanford, 1986) para cerdos de diferentes razas y edades alojados en diferentes ambientes.

Aunque la temperatura media ambiente estuvo por encima del límite superior crítico durante las 30 semanas de evaluación, la movilidad individual no varió y se mantuvo alta. Trudeau y Sanford (1986) tampoco encontraron efectos de los meses sobre el porcentaje de movilidad individual espermática de porcinos en condiciones de trópico. La calidad del movimiento se mantuvo constante durante todo el periodo experimental, con escasa variabilidad intra e interindividual y fue superior a la referida por Fuentes *et al.* (1992).

Concentración espermática

La concentración de espermatozoides en un eyaculado es un indicador de la capacidad productora de gametos en túbulos seminíferos y, aunque no parece estar relacionada con la fertilidad, afecta la tasa de dilución seminal y el número de las dosis procesables de un eyaculado (Tardif, 1999). La concentración de espermatozoides fue superior a la reportada por otros investigadores para varias razas en diferentes ambientes (Wollmann, 2002; Strzezek, 2000; Trudeau y Sanford, 1986), cualidad que se considera producto de la adaptación al estrés calórico crónico y a la selección, la adecuada nutrición y manejo sanitario de los cerdos en la granja comercial evaluada.

La concentración espermática es una característica muy variable entre individuos (Singleton y Shelby, 1972), dependiendo de la edad (Rodríguez y Wallgren, 2000), el ambiente social y la estación (Trudeau y Sanford, 1986); sin embargo, en la investigación que se discute, la concentración espermática presentó escasas variaciones tanto intra como interindividual. Ello podría explicarse en parte por la homogeneidad de la muestra utilizada en cuanto a grupo genético, estado de salud, desarrollo testicular, edad y ubicación en la misma granja.

Morfología

El estudio de la morfología espermática, es un componente de la evaluación andrológica que permite identificar reproductores que sufren patologías genitales. Los resultados de esta prueba no muestran relación con la fertilidad pero

permiten identificar reproductores con semen de baja calidad, con base en lo cual se destacarían como donantes en programas de inseminación artificial (Rodríguez-Martínez y Ericsson, 2000). Los valores para morfología anormal superaron en un 7% a los sugeridos por Rodríguez y Wallgren (2000) y por Rodríguez – Martínez y Ericsson (2000) para semen de alta calidad; así mismo, superaron a los reportados por Fuentes *et al.*, (1992) en cerdos de granja ubicados en zonas de trópico húmedo.

Las anomalías de cabeza, de pieza intermedia y de pieza principal en el semen presentaron altas variaciones entre los eyaculados. La característica con mayor variación fue presencia de pieza intermedia refleja distalmente. Esta anomalía morfológica tiene etiología variada (Barth y Oko, 1989) y puede generarse como consecuencia de alteraciones en la temperatura testicular en individuos que no ejercen un mecanismo adecuado de termorregulación testicular.

La gota citoplasmática distal, que es indicadora de inmadurez espermática (Larsen *et al.*, 1980) constituyó la anomalía más frecuentemente encontrada, aunque su incidencia fue moderada.

Diversas investigaciones reportan a las inserciones abaxiales del flagelo como la anomalía más frecuentemente hallada en espermatozoides porcinos (De Serrano *et al.*, 1996; Thilander *et al.*, 1985), sin embargo, bajo las condiciones de esta investigación, esta anomalía fue una de las menos frecuentes.

Vitalidad

La vitalidad espermática se relaciona estrechamente con las estimaciones de la movilidad progresiva (Hafez, 1989; Sorensen, 1982). Se encontró un alto porcentaje de vitalidad espermática con escasas variaciones intra e interindividual durante todo el periodo.

El porcentaje de vitalidad fue mayor al reportado para diferentes razas, edades y regiones por otros investigadores en zonas tropicales (Fuentes *et al.*, 1992) y en otras latitudes (Park y Yi, 2002). La mayor vitalidad encontrada se atribuye a la homogeneidad de la muestra que solo incluyó individuos maduros jóvenes y sanos, de la misma línea genética, ubicados en la misma granja, bajo condiciones nutricionales y sanitarias similares.

Integridad acrosómica

El acrosoma almacena las enzimas líticas necesarias para la fecundación del ovocito; de su integridad depende en gran medida la capacidad fecundante de los espermatozoides (Rodríguez–Martínez y Ericsson, 2000; Hafez, 1987). La membrana acrosómica se puede deteriorar por muchas causas ambientales o genéticas que dañan su integridad y alteran su funcionalidad (Berth y Oko, 1989).

Reacción hipoosmótica

La reacción de los espermatozoides ante una solución hipo osmótica es un indicador de la funcionalidad bioquímica de la membrana, necesaria durante la fertilización, y la capacidad a la reacción acrosòmica y la unión del espermatozoide al óvulo (Correa y Zavos, 1994). El porcentaje de espermatozoides reactivos a la prueba hipo osmótica (75.7%) presentó baja variación intraindividual y moderada variación interindividual, demostrando la estabilidad de esta característica en los espermatozoides de cerdos alojados bajo condiciones de bosque húmedo tropical durante 30 semanas.

Efecto de la raza sobre las características seminales

La diferenciación sexual del macho porcino queda definida hacia el día 26 de edad fetal (Colebrander *et al.*, 1981), a partir de este momento se inicia un proceso gradual de desarrollo testicular, hasta que el individuo es capaz de producir células espermáticas y estas aparecen en el eyaculado (Smidt y Ellendorff, 1972).

-

Christenson, (1981), menciona que la producción de testosterona sucede en las células de Leydig ubicadas en la red testicular; Esta hormona es indispensable para la iniciación y mantenimiento de la espermatogénesis (Means 1975), evento que queda establecido hacia el cuarto mes de nacido el lechón (Colebrander *et al.*, 1981; Godinho y Cardoso, 1982). El proceso de espermatogénesis, en el caso

del cerdo, ha sido establecido en 25 a 26 días y el recorrido del esperma en el epidídimo en 10 a 12 días (Swiestra, 1967; Swiestra, 1968).

Cuando ya se ha iniciado la esteroidogénesis y la espermatogénesis y ya se ha establecido la pubertad (aproximadamente a los 120 días de edad del cerdo), la producción de espermatozoides va a estar en relación con el tamaño de los testículos (Cameron, 1985), lo que es debido al crecimiento en longitud y en el diámetro de los túbulos seminíferos, mismos que varían en función de la edad y la raza del animal (Nefly, 1984). El tamaño testicular aumenta con la edad, teniendo un incremento rápido a partir de la semana 15 y hasta la semana 31 a partir de la cual se estabiliza (Fuentes *et al.*, 1995). Harayama *et al.* (1991) explican que el aumento del tamaño testicular a todas las edades del cerdo se debe al incremento del diámetro de los tubos seminíferos, cuando se considera la madurez sexual y el macho está en condiciones de entrar en los programas reproductivos. Kosco *et al.* (1984) también señalan un mayor incremento de peso testicular relativo, asociado al incremento de la concentración de testosterona desde los 4 meses de edad del cerdo.

Fuentes *et al.*, (1989), evaluando sementales Landrace, Yorkshire, Duroc y Poland china manchado con edades menores a 4 meses, encontraron que las razas mostraron comportamiento diferente a la misma edad cronológica, resultando la raza Yorkshire superior a todas las demás en tamaño testicular, lo que se reflejó en una mayor tasa espermática. En la fase postpuberal, la raza Landrace registró una mayor producción de semen. Es decir, que las razas

Yorkshire y Landrace mostraron mejores características reproductivas, por lo que recomiendan considerar estos resultados al momento de realizar una selección a temprana edad de los futuros reproductores.

Al analizar los espermatozoides, con relación a las razas, de un total de 77, 313 espermatozoides examinados microscópicamente, solamente el 15.83 % presentaron anomalías, lo que concuerda con lo señalado por diversos autores (Bach et al., 1982; Gibson, 1983; Necoechea y Pijoan, 1982; Rillo, 1982; Swiestra, 1976); estos autores indican que el porcentaje de anomalías admitidas en el eyaculado normal del verraco fluctúa entre el 7 al 30 %, con una media de 17 %.

En los trabajos de Gloria *et al.* (1996) las anomalías localizadas en las diferentes partes estructurales del espermatozoide no mostraron diferencias significativas ($P>0.05$) entre las razas Yorkshire y Landrace, ni entre Poland manchado y Duroc, pero sí entre las dos primeras con respecto a las otras dos (cuadro 2). Sin embargo, estos resultados son diferentes a los señalados por Suárez et al. (1979), quienes no observaron diferencias entre las razas Landrace y Duroc en los parámetros reproductivos, pero son similares a los encontrados por Louda y Palik (1984).

Cuadro 2. Espermatozoides normales y anormales por razas

RAZAS	No. DE MUESTRAS	No. NORMALES	%	No. ANORMALIDADES	%	TOTALES
Yorkshire	260	27,745	84.3	5,149	15.65	32,894
Landrace	237	24,436		4,393	15.24	28,829

			84.8			
Poland	59	6,167	81.4	1,419	18.71	7,586
Duroc	55	6,726	84.0	1,278	15.97	8,004
Totales	611	65,074	83.6	12,239	15.83	77, 313

(Fuente: Gloria *et al.*, 1996)

De las anormalidades observadas, la mayor proporción se localizó en la cola del espermatozoide (4.13%), cuello y pieza intermedia (3.90%) y gota citoplásmica (3.62%).

De las anormalidades observadas en la cabeza del espermatozoide, las mayores fueron cabeza desprendida, base estrecha, cabeza elongada, cabeza corta. En todas las razas se observó el mismo problema, con variación en el porcentaje de incidencia entre ellas. Blom (1972) considera que las cabezas desprendidas y elongadas significan un defecto menor, en tanto que la base estrecha es un defecto mayor.

Está, por tanto, claramente establecido, que la raza afecta de forma directa las características reproductivas del verraco, tanto en la entrada a la pubertad (Bazer *et al.*, 1988), como en las características del semen (Swiestra, 1973; Koh *et al.*, 1976; Conlon y Kennedy, 1978; Jonson *et al.*, 1980; Kennedy y Wilkins, 1984); así mismo, también el efecto individuo aporta variaciones en las características del semen, es decir, que las variaciones en la estructura de subpoblaciones pueden ser altas, dependiendo tanto de la raza como del individuo (Rivera, 2003).

Efecto del fotoperiodo

El efecto del fotoperiodo sobre la calidad seminal no está claramente establecido, diversos autores (Mauget, 1982; Claus y Weiler, 1985) lo consideran uno de los factores con mayor capacidad para alterar la función reproductiva del verraco.

Sin embargo, en los trabajos realizados por Rivera (2003) indican que solo se observaron diferencias significativas en el porcentaje de anomalías de cabeza en los meses de noviembre, diciembre y febrero, variaciones que considera podrían no deberse al fotoperiodo en sí, dado que todos los porcentajes de anomalías morfológicas aumentan con el paso del tiempo, lo que hace suponer que en realidad los cambios que sufre la luz a lo largo de las estaciones no tienen ningún efecto apreciable sobre los porcentajes de viabilidad y de anomalías morfológicas.

Efecto de la estación del año

Por lo que concierne al efecto que las estaciones del año pueden tener sobre la morfología espermática, las evidencias encontradas en países de clima templado señalan (Gamcik, 1982; Knoll y Kastyak, 1982; Swiestra, 1976) que se registra una mayor proporción de anormalidades en verano y otoño, y menor proporción en invierno-primavera. Trabajos realizados en Venezuela (condiciones tropicales), han indicado que las temperaturas atmosféricas (33°C en adelante) tienen efecto nocivo sobre la calidad y producción espermática durante los meses de febrero, marzo, abril y mayo ((Mazzarri, *et al.*, 1968; Mazzarri y Fuentes, 1978; Mazzarri, 1980).

En las regiones templadas, se ha comprobado que las estaciones del año tienen un marcado efecto sobre las características seminales de los cerdos, observándose reducción del volumen en los meses cálidos (Colebrander y Kemp, 1990), reducción en el número total de espermatozoides en el eyaculado (Trudeau y Sanford, 1986), disminución de la motilidad (Peter, 1980; Hurtgen, 1980), incremento en la incidencia de malformaciones (Malmgren, 1993; Trudeau y Sanford, 1986), aumento del pH (Trudeau y Sanford, 1986), aumento del porcentaje de espermatozoides con acrosoma anormal (Wetterman, 1976) y reducción de la fertilidad (Naas, 2002; Weitze, 2000; Chemineau, 1993)

En trabajos llevados a cabo en Venezuela (De Serrano *et al.*, 1989) en los cuales se analizaron 345 eyaculados de verracos de diferentes razas, únicamente se encontraron efectos de la época sobre las anomalías del cuello, pieza intermedia y cola del espermatozoide. De Serrano *et al.* (1996), evaluando 611 eyaculados en 13 granjas porcinas en Venezuela, en verracos de las razas Yorkshire, Landrace, Poland china manchado y Duroc, encontraron que, considerando los tipos de anomalías y la época de recolección, solo hubo efecto de la época sobre las anomalías del cuello y pieza intermedia, cola y gota citoplásmica. El mayor porcentaje se detectó en verano para cola (4.61%) y el menor para acrosoma (1.40%), en tanto que en invierno fue para cuello y pieza intermedia (4.48%) y el menor para acrosoma (1.40%).

Las anomalías ubicadas en cola y gota citoplásmica fueron más frecuentes en verano, en tanto que en invierno los mayores efectos fueron cuello, pieza intermedia y acrosoma. Los promedios totales de las épocas de verano e invierno

(15.83 vs 15.84) no mostraron diferencias entre sí. Estos promedios difieren de los señalados por Gamcik (1982) quien en Checoslovaquia encontró mayor incidencia en verano (15.9%) que en invierno (10.4%), es decir, que en este caso se registró una diferencia significativa entre estaciones del año sobre las anomalías espermáticas (cuadro 3). En Polonia, Knoll y Kastyak (1982), analizando 1179 eyaculados, detectaron mayor porcentaje de anomalías en verano y menor en invierno.

Es importante destacar el efecto de la época anterior (verano) sobre la calidad espermática para el momento de la evaluación seminal. Así mismo, es importante tomar muy en cuenta el número y tipo de anomalías como factor importante para la selección y/o descarte del verraco como reproductor (De Serrano et al., 1996).

Hernández y Alemán (2008), analizando 2053 eyaculados procedentes de 35 sementales con edad entre 18 y 24 meses en diferentes épocas del año, encontraron que los valores de la época (cuadro 4) se encuentran dentro de los considerados como normales en la literatura existente, valores normales de volumen, concentración, motilidad y acrosomas, a diferencia de los valores encontrados para la época de lluvia, que mostraron valores considerados por debajo de los normales.

Cuadro 3. Número y porcentaje promedio del total de anomalías espermáticas de verracos en relación a raza y época de recolección

	RAZAS				
	YORKSHIRE	LANDRACE	POLAND	DUROC	TOTALES
EPOCAS					

SECA	No. 2,258	2,432	925	867	6,482
	%14.44	15.38	21.62	16.60	15.83
LLUVIAS	No. 2.891	1.961	494	411	5,757
	% 16.67	15.07	14.94	14.78	15.84
TOTALES	No. 5.194	4.393	1,419	1,278	12,239
	% 15.65	15.24	18.71	15.97	15.83

(Fuente: de Serrano *et al.*, 1996)

La pubertad del macho porcino es un evento que se registra alrededor de las 20 a 24 semanas de edad del animal, en este proceso se presenta una serie de cambios histológicos que se caracterizan por aumento en el diámetro y largo de los tubos seminíferos, la formación del lumen tubular y aparición de células espermatozógenas (Cameron, 1987).

Las investigaciones llevadas a cabo señalan que la calidad del semen es baja después de la pubertad, pero se incrementa después de los 9 meses, alcanzando su máximo entre los 24 y 29 meses de vida del animal y después de los 35 meses comienza a declinar (Cameron y Vickers, 1996; Lewis, 1996).

Cuadro 4. Resultados del análisis para cada una de las características estudiadas

EPOCA	VOLUMEN	MOTILIDAD	CONCENTRACION	MORFOLOGIA	CEV	TEMP. ⁰ C
Seca	197 ml	69	242	14	38007	20.5
Lluvias	187 ml	57	199	20	29042	28.1

(Fuente: Hernández y Alemán, 2008)

Efecto de la edad y la frecuencia de uso del verraco

Fisiológicamente, el verraco es capaz de eyacular de una sola vez, casi la totalidad de los espermatozoides presentes en la cola del epidídimo durante el coito, lo que indica que el uso frecuente del verraco pudiera traducirse en reducción de las reservas espermáticas y, por lo tanto, reflejarse negativamente en el potencial reproductivo del animal, debido a que se puede ver afectada negativamente la concentración espermática y el número total de espermatozoides en el eyaculado (Hurtgen *et al.*, 1980).

A este respecto, Mazzarri *et al.* (1986), trabajando con verracos de la raza Yorkshire manejados en similitud de condiciones encontraron que el aumento en la frecuencia de recolecciones o número de servicios, propicia respuestas negativas sobre las características espermáticas, siendo más acentuado el efecto sobre la cantidad que sobre la calidad de los espermatozoides.

Lewis (1996) señala que cuando un semental es colectado cada 24 horas, después de 5 días de descanso entre la primera y la segunda colección, el eyaculado mostrará un 46.9% menos de espermatozoides, y si se continúa colectando una vez por día, al sexto día habrá aproximadamente un 80% menos células espermáticas que en el primer eyaculado después del descanso.

De manera que recomiendan que verracos mayores de 12 meses de edad no se utilicen más de dos veces por semana, con intervalos de tres días, con el propósito de obtener mejores respuestas reproductivas. Sin embargo, el dejar descansar a un macho por más de 25 días tampoco es recomendable, ya que

puede traer como consecuencia la presencia de espermatozoides viejos en el eyaculado, lo que se traduciría en muy baja capacidad fertilizante de ese eyaculado (Lewis, 1996). Es decir, que tanto una alta como una baja frecuencia de utilización puede afectar la respuesta reproductiva del verraco, incluso la lividez del verraco (Ruiz y Manteca, 2004). Es bueno tener muy en cuenta que la lividez del verraco tiene un importante componente genético, es decir, es heredable (Gielgud, s/f). Una recomendación práctica en el manejo del verraco reproductor, puede ser la siguiente (Idoyaga, 2010):

- Verraco joven (menor de 15 meses de edad) deberá dar 2 servicios por día, 8 servicios por semana y 25 montas por mes.

- El verraco adulto (más de 15 meses de edad) deberá dar 3 servicios por día, 12 por semana y 20 por mes.

Efecto de la nutrición

No existe mucha información relativa a la influencia que pudiera tener la nutrición sobre las características reproductivas del verraco (Le Coz, 2006), o sobre su calidad seminal, sin embargo, se ha comprobado que una reducción en la ingestión de nutrientes puede reducir la lividez y todas las características seminales (Lewis, 1996). Se ha demostrado (Chamberlain y Hughes, 1996) que las deficiencias en energía, proteína, minerales o vitaminas reducen el apetito sexual del verraco. Así mismo, que la producción de espermatozoides depende en gran medida de la alimentación del verraco, y que deficiencias energéticas o proteicas

disminuyen la producción de semen, especialmente en verracos jóvenes (Brown, 1994). Solamente en aquellos casos de uso muy intensivo del verraco, el exceso de aminoácidos azufrados puede mejorar, de forma limitada, la calidad del semen (Hunh et al., 1973., citado por Mateos et al., 1997).

Efecto de las enfermedades infecciosas

Toda enfermedad infecciosa que produzca fiebre se va a traducir como un efecto negativo en la espermatogénesis y, por lo tanto, se va a reflejar en la baja calidad del semen y en una reducción de la fertilidad (Martínez, 1998). Los testículos y las glándulas accesorias de los verracos sanos se encuentran, por lo general, libres de bacterias, sin embargo, los genitales externos pueden ser transportadores de diferentes microorganismos oportunistas o patógenos que pueden ser capaces de producir infecciones genitales en las cerdas susceptibles y de esta manera reducir la sobrevivencia y la capacidad de fecundación de los espermatozoides (Soone *et al.*, 1982).

Es inevitable la contaminación bacteriana del eyaculado, e inclusive, se puede considerar como un componente natural del mismo. Dicha contaminación puede atribuirse a una infección del tracto urogenital del macho o puede provenir del medio ambiente, del personal y del agua que se utiliza para la preparación del extensor del semen en inseminación artificial. Ya se ha comprobado el efecto negativo del aumento de la concentración bacteriana sobre la motilidad del esperma, de manera que aquel eyaculado que presenta menores índices de contaminación permite lograr mejores resultados de fertilidad (Bennemann et al., 1999). Es considerado anormal cuando la proporción de bacterias por mililitro

rebasa los 1×10^4 o cuando una bacteria específica logra sobrevivir en el semen (Althouse, 1999; Martínez, 1998). La presencia de bacterias en el semen puede tener un efecto adverso sobre la fertilidad y ya se ha demostrado experimentalmente que el semen con más de 10,000 bacterias por mililitro tiene una baja fertilidad y un incremento en el riesgo de infecciones uterinas (Glossop, 1995). En un análisis de 226 muestras de semen (131 de semen fresco y 95 de semen diluido y criopreservado) procedentes de verracos aparentemente sanos Pineda y Santander (2007) encontraron que las bacterias presentes con mayor o menor frecuencia fueron las señaladas en el cuadro 4. En el eyaculado, *E. coli* fue la bacteria más frecuentemente aislada (33.6%) seguida por *Staphylococcus epidermidis* (28.1%), *Proteus vulgaris* (10.3%), *Streptococcus* spp. B hemolítico (5.5%), *Staphylococcus aureus* y *S. intermedius* 5.5%) y *Pseudomonas aeruginosa* (4.8%). En tanto que en semen diluido *Staphylococcus epidermidis* (35.1%), *E. coli* (24.6%), *Staphylococcus aureus* (14%), *Pseudomonas aeruginosa* (8.8%), *Bacillus* spp (7.0%) y *Streptococcus* spp. B hemolítico (5.3%).

Cuadro 4. Bacterias presentes en el eyaculado (n= 146) y en el semen diluido (n= 57) de verracos.

GENEROS BACTERIANOS	EYACULADO	%	SEMEN DILUIDO	%
<i>Acinetobacter</i> spp.	1	0.7	0	0
<i>Bacillus</i> spp.	4	2.7	4	7.0
<i>Corynebacterium</i> spp.	1	0.7	1	1.8
<i>Escherichia coli</i>	49	33.6	14	24.6
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1	0.7	0	0
<i>Proteus mirabilis</i>	1	0.7	0	0
<i>Proteus vulgaris</i>	15	10.3	2	3.5

<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	7	4.8	5	8.8
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	5.5	8	14.0
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	41	28.1	20	35.1
<i>Staphylococcus intermedius</i>	8	5.5	0	0
<i>Streptococcus faecalis</i>	2	1.4	0	0
<i>Streptococcus spp. B hemolítico</i>	8	5.5	3	5.3

(Fuente: Pineda y Santander, 2007)

Es importante señalar que el semen es la forma de transmisión de diversas enfermedades tanto bacterianas como virales. Así se indica que el virus del Síndrome Reproductivo y Respiratorio del cerdo tiene un efecto muy marcado en la espermatogénesis, de suerte que la calidad del semen de los verracos infectados se reduce hasta por un periodo de 13 semanas (Swwenson *et al.*, 1994). El virus de la “Enfermedad del Ojo Azul” ocasiona orquitis y epididimitis, generalmente unilateral, provocando disminución de la fertilidad (Stephano *et al.*, 1992).

CONCLUSIONES

De la información obtenida en la revisión bibliográfica se puede concluir que:

- El manejo que se haga de los futuros reproductores va a influir en la producción de estos desde temprana edad y durante el tiempo que permanezcan en la explotación.
- El efecto de la temperatura ambiental en cerdos es relevante. Se sabe que el estrés calórico causa abortos y una elevada mortalidad embrionaria en el caso de las cerdas reproductoras, y tiene un efecto perjudicial en la espermatogenesis y la motilidad espermática. Es probable que la temperatura ambiental elevada provoque una reducción de la fecundidad y de la fertilidad en el verraco.
- el manejo de las diferentes razas influye en el comportamiento de las mismas pero a una misma edad estas se comportan diferentes. A la pubertad y como se documento aquí, la raza Yorkshire supera a todas las demás en tamaño testicular, lo que determina una mayor producción espermática.
- En la fase pos puberal, la raza Landrace es la que presenta una mayor producción seminal. Las razas Yorkshire y Landrace son las de mejores características reproductivas, lo que sirve como base a la hora de elegir futuros reproductores a temprana edad.

- El incremento en la frecuencia de recolección del semen, o lo que es lo mismo, del número de servicios, actúa negativamente sobre las características espermáticas. El efecto es más marcado sobre la cantidad que sobre la calidad de los espermatozoides.
- Se sugiere que verracos mayores a los 12 meses de edad no sean utilizados más de dos veces por semana, con intervalos de 3 días para garantizar una mayor y mejor fecundación.
- La nutrición es otro factor que no deberá evitarse, pues aunque no se cuenta con mucha información sobre este tema, se ha demostrado que disminuir la ingesta puede reducir el lívido del verraco. Solamente en casos de uso muy intensivo, el exceso de aminoácidos azufrados puede mejorar de forma limitada, la calidad del semen.
- Las enfermedades infecciosas, son generalmente difíciles de evitar en una granja; Dicha contaminación proviene del tracto urogenital del macho o puede provenir del medio ambiente, del personal e inclusive del agua que se utiliza para la preparación del extensor del semen en I.A. Obviamente, el eyaculado con menor índice de bacterias será el que de mejores resultados a la hora de utilizar los sementales.
- Finalmente, todo ello se reduce a la programación y práctica de un buen manejo reproductivo de los animales.

LITERATURA CITADA

- Alrich, R.D. y R.K. Christenson. 1981. Age differences in the response to HCG by porcine testicular tissue in vitro. *Anim. Reprod. Report.* 4(22):58 (43 Abastr.)
- Bach, S., P. Neundorf, K.H. Stemler, K. Moure y H. Veckert. 1982. Degree and evaluation of the proportion of abnormal spermatozoa in boar semen. *Anim. Breed. Abstr.* 50(11): 751 (Abstr. 6371).
- Barth, A.D. y R.J. Oko. 1989. Abnormal morphology of bovine spermatozoa. Iowa University Press. 285 pp.
- Bazer, F.W., W.W. Thatcher, F. Martinat-Botte y M. Terqui. 1988. Sexual maturation and morphological development of the reproductive tract in LargeWhite and prolific Chinese Meishan pigs. *Jour. Reprod. And fert.* 83: 723-728.
- Blom, E. 1972. The ultraestructure of some characteristics sperm defects and a proposal for a new classification of the bull spermiogram. VII Simposio Internazionale di Zootecnia. Milano, Italia. Pp. 125-139.
- Bonet, S. 1987. Estudio del eyaculado de un verraco estresado por la frecuencia de recogidas en inseminación artificial. *SCIENTIA Gerundensis*. Girona, España. Pp. 35 – 40.
- Brown, B.W. 1994. A review of nutritional influences on reproduction in boars, bulls and rams. *Rep. Nutr. Develop.* 34: 89-114.
- Buxadé, C.C. 1984. Ganado Porcino. Mundi Prensa, Madrid. España.
- Cameron, R.D.A., 1980. The effect of heat stress on reproductive efficiency in breeding pigs. *En: Veterinary Annual.* 20:259-264.
- Cameron, R. D.A. 1985. Factors influencing semen production and quantity in boars reared in subtropical environment. Thesis University of Queensland. Brisbane, Aust.
- Cameron, R.D.A. y A. Vickers 1986. Semen characteristics of young boars collected from three times weekly within a period of less than 48 hours. *IX Cong. Intern. Pig vet. Soc.* 1:71.
- Cameron, R.D.A. 1987. Sexual development and semen production in boars. *Pig News and inf.* 8: 389 – 396.
- Chamberlain, T.S. y P.E. Hughes. 1996. The influence of mating frequency and nutrition on the stimulus valve of boars. *Anim. Reprod. Sci.* 43: 151-160.
- Chemineau, P. 1993. Medio Ambiente y Reproducción. *En: EAR/RMZ,* 77(4): 2 – 14.

- Chen, Z., T. Coth, L. Godfrey-Bayley, N. Mercedat, I. Schiff y R. Hauser. 2003. Seasonal variation and age-related changes in human semen parameters. *Journal of Andrology*. 24(2): 1022-1035.
- Claus, R. y U. WWeiler. 1985. Influence of light and photoperiodicity on pig prolificacy. *Jour. Of reprod. And fertile. Suppl.* 33:185-197.
- Close, W.H. y F.G. Roberts, 1991. Nutrition of the working boar. En: *Recent Advances in ANIMAL Nutrition*. Edits. W. Haresing y D. Cole. Butterworths. Londres. Pp. 21-44.
- Cooper, W. 1980. Artificial Breeding of Horses. *The Veterinary Clinics of North America*. 2(2): 267-274.
- Colembrander, B., M.T. Frankenhuis y C. J.G. Wensing. 1981. Male sexual development animal reproduction. *Report* 4(22): 26.
- Colembrander, B., H. Feitsma y H.J. Grooten. 1993. Optimizing semen production for artificial insemination in swine. *Jour. of Reprod. and Fertility. Suppl.* 48:207-215
- Conlon, P.D. y B.W. Kennedy. 1978. A comparison of cossbred and purebred boars for semen and reproductive characteristics. *Can. Jour. Anim. Sci.* 58: 63-70.
- Correa, J.R. y P.M. Zavos. 1994. The hypoosmotic swelling test: its employment as an assay to evaluate the functional integrity of the frozenthawed bovine sperm membrane. *Theriogenology*. 42: 351-360.
- Den Daas, N. 1992. Laboratory assessment of semen characteristics. *Anim. Reprod. Sci.* 28:87-94.
- De Serrano, G.L., A. Fuentes, G. F. de Sosa, A. Valle y C. Regueiro. 1996. Estudio de las anomalías espermáticas del verraco en relación a la raza, tipo y época en Venezuela. *Zootecnia Tropical* 14(1): 17 – 34.
- De Serrano, G., A. Fuentes, A. Valle y C. Regueiro. 1989. Estudio de las anomalías espermáticas de los verracos en relación con raza y época. *Zootecnia Tropical*. 7(1 y 2): 93-117.
- Flowers, W.L. 2004. Anatomía y Fisiología del Verraco. Midwest Boar Stud manager's Conference II. St. Louis, Mo. Aug. 4-5 2004. En: <http://avancesen tecnologiaporcina.com/contenidos/anafeb5.htm>
- Fuentes, A.R. 1988. Estudio del comportamiento reproductivo de verracos a nivel de granja en el trópico. Trabajo de Grado de Maestría. Facultad de Ciencias Veterinarias. UCV. Maracay, Venezuela. 95 pp.
- Fuentes, A.R., G. de Serrano, C. Regueiro y A. Valle. 1989. Efecto de la edad y raza sobre las características reproductivas en verracos púberes. *Zoot. Trop.* 7(1 y 2): 119-135.
- Fuentes, A.R., G. Lagos de S., A. Chang, G. Semidey de S., C. Regueiro y L. Soler. 1995. Pubertad en machos porcinos. I. Biometría testicular. *Zootecnia Tropical*. 13(2): 151-162. Maracay, Venezuela.

Fuentes, A.R. 2004. Comportamiento reproductivo del verraco. XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. INIA-CENIAP. Maracay, Venezuela. Pp. 255-263.

Fuentes, A.R. y G. de Serrano. 1988. La infertilidad en el verraco y sus probables causas. FONAIAP DIVULGA. No. 29. Julio-septiembre, 1988.
http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/Fonaiap/Divulga/fd29/texto/infertilidad.htm

Fuentes, A.R., G. de Serrano, M. de Manzo, C. Regueiro y A. Valle. 1992. Efecto de la época sobre las características espermáticas de verracos en el trópico. Zootecnia Tropical. 10(1). En:
[http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Zootecnia Tropical/zt1001/texto](http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Zootecnia_Tropical/zt1001/texto)

Gadea, J.M. 1997. Predicción de la fertilidad "in vivo" de los eyaculados de verraco mediante parámetros rutinarios de contrastación seminal, pruebas bioquímicas y el test homólogo de penetración "in vitro". Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. España.

Gamcik, P. 1982. A study of some characters of ejaculates of boars of different breeds in the course of a year. Anim. Breeds. Abstr. 50(4): 261 (2097 Abstr.).

Gibson, D. Ch. 1983. Clinical evaluation of the boar for breeding soundness physical examination and semen morphology. Continuing education. Article No. 7. 5: 224-249.

Gielgud, E.A. (s/f). Factores que influyen sobre la lívido del verraco. EDIPORC. En: www.ediporcguia.com/revistas/ediporc126.pdf

Gloria, L. de Serrano, A. Fuentes P., G. S. de Sosa, A. Valle y C. Regueiro. 1996. Estudio de las anomalías espermáticas del verraco en relación con raza, tipo y época en Venezuela. Zoot. Trop. 14(1): 17-34.

Glossop, C.E. 1995. Diseases transmission in boar semen. University of Minnesota. St. Paul. En: A.D. Leman Swine Conference. 22:97-100.

Godinho, H.P. y F.M. Cardoso. 1982. Sexual development of Yorkshire boars. 2. Onset and development of spermatogenesis. Anim. Breed. Abstr. 50(2): 96.

Gunalp, S., C. Onculoglu, T. Gurgan, T.F. Kruger y C.J. Lombard. 2001. A study of semen parameters with emphasis on sperm morphology in a fertile population: an attempt to develop clinical thresholds. Hum. Reprod. 16: 110-114.

Hafez, E.S.E. 1989. Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. 5ª. Ed. Interamericana. México. 694. Pp.

Hafez, E.S.E. 1993. Anatomy of male reproduction . In: Reproduction in farm animals. 6th. Edition. E.S.E Hafez, ed. Lea and Febiger. Philadelphia. Pp. 3-19.

- Harayama, H., I. Nanjo, S. Kanda y S. Kato. 1991. Testicular development in Chinese Meishan boars. *Theriogenology*. 36(4): 637-643.
- Hemsworth, P.H. 1982. Social environment and reproduction. In: *Control of Pig Reproduction*. D.J.A. Cole and G.R. Foxcroft, eds. Butterworths, London. Pp. 585-602.
- Hernández, J.L., R. Cruz, J. Martrínez, D. Namibia y D. González. 2005. Influencia de la motilidad del semen porcino puro sobre el semen conservado hasta las 72 hs en estado fresco refrigerado. *Revista Avipecuaria de Latinoamérica* (agosto). México. En: <http://www.cerdos-swine.com/agosto%>.
- Hernández, J.L.D. y R. Alemán. 2008. Efecto de la época del año en algunas características del eyaculado de diferentes genotipos porcinos. *Revista Electrónica de veterinaria .REDVET Rev. Electron. Vet.* <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n1111108.htm>
- Hurtgen, J.P., R. Larsen y B. Crabo. 1980. Factors Affecting the semen quality in the boar. *IX Intern. Cong. Reprod. Artif. Insem.* 3: 271 – 276.
- Idoyaga, B. 2010. Manejo y alimentación de credos reproductores. *Suplemento Rural*. En: <http://archivo.abc.com.py/suplementos/rural/articulos.php?pid=251127>
- Jasko, E. 1992. Seminal characteristics of stallion and fertility. En: *Current Therapy in Equine Medicine*. No. 3. Pp. 671-677.
- Johnson, L.A., J.G. Aalners, C.M.T. Willems y J.H.M. Rademaker. 1980. Fertility of boar semen stored in BL-I and Kiev extenders at 18°C for three days. *Proc. Congr. Int. Pig Ve. Soc. Copenhagen, Denmark*. P.33 (Abstr.).
- Jorgensen, N., A.G. Andersen, F. Eustache, D.S. Irvine, J. Suominen, J.H. Petersen, A.N. Andersen, J. Auger, E.H. Cawood, A. Horte, T.K. Jensen, P. Jouanner, N. Keiding, M. Vierula, J. Toppari y N.E. Shakkebaek. 2001. Regional Differences in Semen Quality in Europe. *Hum. Rep.* 16: 1012-1019.
- Kennedy, B.W. y J.N. Wilkins. 1984. Boar, breed and environmental factors influencing semen characteristics of boars used in artificial insemination. *Can. Jour. Anim. Sci.* 64: 833.
- Knoll, P. y L. Kastyak. 1982. Seasonal changes in the qualitative and quantitative characteristics of boar semen and its fertilizing ability. *Anim. Breed. Abstr.* 50(3): 192 (1509 Abstr.).
- Koh, T.J., B.G. Crabo, H.L. Tsou y E.F. Grahan. 1976. Fertility of liquid boar semen as influenced by breed and season. *Jour. Anim. Sci.* 42:138-144.
- Köning, I. 1979. *Inseminación de la cerda*. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 181pp.
- Kosco, M.S., B.G. Crabo, J.E. Wheaton, K.J. Loseth y E.J. Bohnke. Prepuberal testicular growth in intact and hemicastrated boars. *X Cong. Intern. Reprod. Anim. e Insem. Artif. Illinois, U.S.A.* pp. 26-28.

Larsen, R.E., B. Crab y A.D. Leman. 1980. Physical and Chemical influences of loss of the cytoplasmic droplets from porcine spermatozoa during eyaculation. International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination. Madrid, España. 1980. 3: 274.

Le Coz, P. 2006. Alojamiento y alimentación del verraco. En : www.3tres3.com/inseminación_artificial/index.php

Lewis, D.G. 1996. Managin boars for optimun fertility. Coperative Extension Service Bulletin. Michigan State University.

Le Dividich, J. 1996. Incidencia de las condiciones de alojamiento sobre las características de reproducción en porcino. Anaporc No. 154.

Louda, F. y J. Palik. 1984. Semen quality of boars from a synthetic line. Anim. Breed. Abstr. 52(10): 765 (1509 Abstr.).

Malmgren, L. 1997. Assessing the quality of raw semen. Areview. Theriogenology. 48: 523-530.

Martínez, G.R.G. 1998. Principales factores que afectan la reproducción en el cerdo. Ciencia Veterinaria. 8:187-222.

Mateos, G.G., P. Medel y D. Carrion. 1997. Necesidades Nutricionales del Verraco. Departamento de Producción Animal, Universidad Politécnica de Madrid. XIII Curso de Especialización FEDNA. 6 y 7 de noviembre de 1997. Madrid, España.

Mauget, R. 1982. Seasonality of reproduction in the wild boar. En: Control of pig reproduction. Colo and foxcroft Eds. Butterworth, London.

Mazzarri, G. 1980. Aspectos fisiológicos y técnicos de la reproducción porcina. Ed. Ponce Buto y Asociados. S.R.L.Maracay, Venezuela. Pp. 126.

Mazzarri, G., F. Du Mesnil Du Buisson y R. Ortavant. 1968. Action de la temperatura et de la lumiere sur la spermatogenesis, la production et le pouvoir fecondant du serme chez le verrat. VI Congreso Internacional de Reproducción e Inseminación Artificial. 22-26 de julio. Paris, Francia. 1: 305-308.

Mazzarri, G. y A. Fuentes. 1978. Características espermáticas de los verracos bajo condiciones tropicales. Ciencias Veterinarias. 7(4): 1133 – 1139.

Mazzarri, G., A. Fuentes y A. Valle. 1986. Frecuencia de recolección de semen en verracos y su relación con la fertilidad. Instituto de Investigaciones Zootécnicas. CENIAP-FONAIAP. Maracay, Vanezuela. En: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt0412/texto/frecuencia.

Means, A.R. 1975. Biochemical effects of folicle estimating hormone on the testis. Endocrinology Handbook of Physiology. American Physiological Society. Washington, D.C. Volo. 5.

- Menkveld, R., W.Y. Wong, C.J. Lombard, A.M. Wetzels, C.M. Thomas H.M. Merkus y R.P. Steegers-Theunissen. 2001. Semen parameters including WHO and strict criteria morphology, in a fertile and subfertile population: an effort towards standardization of in-vivo thresholds. *Hum. Rep.* 16: 1165-1171.
- Naas, I.A. 2002. The use of fan in boar housing under tropical condition. En: *Congress of the International Pig Veterinary Society*. Ames Iowa. P. 612.
- Nallella, K.P., R.K. Sharma, R. Aziz y A. Agarwal. 2006. Significance of Sperm Characteristics in the evaluation of male infertility. *Fertility and Sterility*. 85: 629-634.
- Necoechea, R.R. y C. Pijoan. 1982. Diagnóstico de las enfermedades del cerdo. Ed. Diana, S.A. México. Pp. 827-857.
- Nefly, J.D. 1984. Sexual behavior and testicular development in purebred and crossbred boars. *Anim. Breed. Abstr.* 52(12): 947.
- Park, C.S. y Y.J. Yi. 2002. Comparison of semen characteristics, sperm freezability and testosterone concentration between Duroc and Yorkshire boars during seasons. *Anim. Reprod. Sci.* 73(12): 53-61.
- Paulenz, H., E. Kommisrud y P.O. Hofmo. 2000. Effect of long term storage at different temperatures on the quality of liquid boar semen. *Reprod. DomAnim.* 35: 83-87.
- Pérez Marcos, C. 1991. Producción espermática. *ANAPOR*. 104: 4-11.
- Pineda, Y. y J. Santander. 2007. Evaluación de la flora bacteriana del semen de verracos en granjas porcinas de Venezuela. *Zootecnia Tropical*. 25(3):6 pp. En: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid-so789>.
- Rillo, M.S. 1982. Reproducción e Inseminación Artificial Porcina. 1ra. ed. Ed. AEDOS. Barcelona, España. Pp. 34-114.
- Rivera, del Alamo, M.M. 2003. Efecto del fotoperiodo sobre la calidad seminal de verracos destinados a inseminación artificial. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. En: www.mastesis.com/tesis/efecto+del+fotoper-C3-ADodo+sobre+la+calidad+seminal+de+ver:961
- Rodríguez, H.M. y M. Wallgren. 2000. Factores que Influencian la Calidad Espermática en Verracos. En: *III Simposio Internacional MINITUB*. Flores da Cunha-RS-Brasil. Pp. 34-41.
- Rodríguez-Martínez, H. y B. Ericsson. 2000. Evaluación de semen de verraco y su relación con fertilidad en inseminacao artificial em suinos. *III Simposio Internacional MINITUB*. Flores da Cunha-RS-Brasil. Pp. 11-33.
- Ruiz, de la T., J.L. y X. Manteca. 2004. La libido del verraco. En: www.3tres3.com

- Sánchez, R.S. 2000. Métodos de aplicación de la dosis seminal en Inseminación Artificial de Porcinos. Revista Albeitar. (40): 18-20.
- Sheena, L.E.M. 2007. Is sperm evaluation useful in predicting human fertility?. *Reproductio*. 134:31-40.
- Singleton, W.L. y D.R. Shelby. 1972. Variation among boars in semen characteristics and fertility. *J. Anim. Sci.* 34(5): 762-766.
- Smidt, D. y F. Ellendorf. 1972. *Endocrinología y Fisiología de la Reproducción de los Animales Zootécnicos*. Ed. Acribia. España. 395 pp.
- Sone, M., K. Ohmura y K. Bamba. 1982. Effects of various antibiotics on the control of bacteria in boar semen. *Vet. Rec.* 111(1): 11-14.
- Sorensen, A.M. 1982. *Reproducción Animal. Principios y Prácticas*. McGraw Hill. México. 539 pp.
- Stephano, A.H. 1992. Blue eye Disease. Eds. A.D. Leman, B.E. Straw, W.L. Mengeling, S. D'Alleire. Taylor Iowa State University Press. Ames Iowa. Pp. 237-241.
- Strzezek, S. 2000. Effect of depletion tests (DT) on the composition of boar semen. *Theriogenology*. 54: 949-963.
- Suárez, L.A., Ch. Obando y H.A. Castro. 1979. Evaluación del semen en porcinos de las razas Duroc y Landrace en el trópico. *Revista ICA*. 14(4): 271-277.
- Swiestra, E.E. 1967. Duration of spermatogenesis in the boar. *J. Anim. Sci.* 26(4): 952.
- Swiestra, E.E. 1968. Cytology and duration of the cycle of the seminiferous epithelium of boar: duration of spermatozoa transit through the epididymis. *The Anatomical Record*. 161(2): 171-180.
- Swenson, S.L., H.T. Hill, J.J. Zimmerman, L.E. Evans, J.G. Landgraf y M.L. Frey. 1994. Excretion of porcine reproductive and respiratory syndrome virus after experimentally induced infection in boars. *I.A.V.M.A.* 2004:1943-1948.
- Swiestra, E.E. 1973. Influence of breed, age and ejaculation frequency on boar semen composition. *Can. Jour. Anim. Sci.* 53: 43-53.
- Swiestra, E.E. 1976. The effect of lw, ambient temperatures on sperm production epididymal sperm reserves and semen characteristics of boars. *Biol. Reprod.* 2: 23-28.
- Swuan, S.H., C. Brazil, E.Z. Drobni, F. Liu, R.I. Kruse, M. Hatch, J.B. Redmon, C. Waung y J.W. Overstreet. 2003. Study for future families research group geographic differences in semen quality of fertile U.S. male. *Environ. Health Perspect.* 11: 414-420.
- Tardif, S. 1999. The importance of porcine sperm parameters on fertility in vivo . *En: Theriogenology*. 52:447-459.

Thilander, G., A. Sehergran y L. Ploen. 1985. Abaxial implantation of the middle piece in spermatozoa and spermatids in related sterile boars. Acta vet. Scand. 26: 513-520.

Thompson, L.H. 2000. Managin Swine Reproduction. En: http://www.ag.uiuc.edu/vista/html_pubs/pigs/pigs.htm

Trudeau, V. y L.M. Sanford. 1986. Effect of season and social environment on testis size and semen quality of the adult Landrace boar. J. Anim. Sci. 63: 1211-1219.

Vinent, D.N.J., C. Parra, F. Zagaró y V. Garzón. 2007. Estudio de desecho de verracos en el centro Genético Porcino. En: <http://www.sabetodo.com/contenidos/EEZZVEAAVZIANFBfrv.php>

Weitze, K.F. 2000. Infertilidade estacional no suino. En: III Simposio Internacional "Inseminacao Artificial em Suinos" Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Brasil. Agosto 2000. Pp. 50-55.

Wettermann, R.P. 1976. Influence of elevated ambient temperatura on reproductive performance of boars. J. Anim. Sci. 42(3): 664-669.

Wollman, E.B. 2002. Differences in sperm output in boars according to season. Congress of the International Pig Veterinary Society, Ames Iowa. The Congress, 2002. p. 664.