



UNIVERSIDAD MICHUACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EVALUACIÓN DE LA LIBIDO Y LA PRODUCCIÓN DE DOSIS SEMINALES EN LÍNEAS DE VERRACOS MADUROS EN UN CENTRO DE TRANSFERENCIA GENÉTICA

TESIS

QUE PRESENTA

JOSÉ JUAN MONDRAGÓN GONZÁLEZ

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO
ZOOTECNISTA**

**ASESOR: DRA. LAURA GUADALUPE SÁNCHEZ GIL.
ASESOR EXTERNO: DR. JOAQUÍN BECERRIL ÁNGELES.
ASESOR EXTERNO: DR. ARTURO JUÁREZ MARTÍNEZ.
ASESOR EXTERNO: DR. RAÚL ORTEGA GONZÁLEZ.**

MORELIA, MICH., FEBRERO, 2012



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**

**EVALUACIÓN DE LA LIBIDO Y LA PRODUCCIÓN DE DOSIS
SEMINALES EN LÍNEAS DE VERRACOS MADUROS EN UN CENTRO
DE TRANSFERENCIA GENÉTICA**

TESIS

QUE PRESENTA

JOSÉ JUAN MONDRAGÓN GONZÁLEZ

**PARA OBTENER EL TÍTULO
DE MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

MORELIA, MICH., FEBRERO, 2012

DEDICATORIA

A la Memoria de Guillermo Mondragón González, quién ha sido mi guía, inspiración y mi luz, para guiarme por el sendero del bien, a ti mi querido hermano.

A mis padres: José Juan Mondragón Alanis y Rosa Elba González Tello, por los valores y educación que me han inculcado, así por su apoyo y confianza incondicional que me han brindado a lo largo de mi vida.

A mis hermanos Octavio Mondragón González y Miriam Mondragón González, quién han vivido junto conmigo, tantos mis derrotas como mis fracasos.

A la mujer que quiero, Kenia Ana Karen Gutiérrez Morales, con la que he compartido muy bellos momentos y que es especial en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A mi gran amigo, el Dr. Raúl Ortega González, quién ha sido gran participé de mi formación académica y siempre me ha brindado incondicionalmente su amistad, muchas gracias Dr. Raúl Ortega.

Agradezco a mis asesores, Dr. Joaquín Becerril Ángeles y Dr. Arturo Juárez Martínez, que desinteresadamente han sido un pilar de mi formación académica.

A los trabajadores de la FMVZ, UMSNH, con los que pasé buenos momentos y me brindaron su amistad enormemente.

Al personal que integra el Centro de Transferencia Genética Sinergia, quienes fueron un gran apoyo, en mi estancia en el CTG y mi realización de trabajo de tesis.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	i
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Antecedentes de la inseminación artificial	5
2.1.1 Inseminación artificial en México.	6
2.2 Regulación endócrina de la reproducción	7
2.2.1 Regulación hormonal del verraco	8
2.3 Fisiodinámica de la libido	10
2.3.1 Pene y prepucio	10
2.3.2 Erección y protrusión	10
2. 3. 3 Emisión y eyaculación	11
2.4 Producción de espermatozoides	12
2.4.1 Espermatogénesis	13
2.4.2 Características del eyaculado	14
2.4.3 Producción de semen en verracos para la I.A	16
2.4.4 Producción de semen porcino en México y factores que, afectan sus componentes	16
2.4.5 Factores que influyen sobre la producción espermática	17
a) Estación	17
b) Luz	17
c) Temperatura	17
d) Ambiente Social	17
e) Nutrición	17
f) Raza	18

g) Edad	18
h) Tamaño testicular	18
i) Ritmo de colección	18
j) Contenido proteico de la ración	19
k) Vitaminas	19
l) Minerales	20
m) Aclimatación.	20
n) Estado Sanitario	20
2.5 Valoración de verracos en un centro de transferencia genético, para la producción de dosis seminales.	20
2.5.1 Examen físico del animal	21
2.5.2 Colecta de semen	21
2.6 Incapacidad reproductiva en machos	22
2.6.1 Trastornos eyaculatorios	23
2.6.2 Ausencia de libido	23
2.6.3 Estrés térmico	24
2.6.4 Manejo reproductivo	24
2.7 Factores que influyen sobre la libido del verraco	24
2.7.1 Alimentación	25
2.7.2 Las Feromonas	27
2.7.3 Ritmo de colección	28
2.7.4 Exigencia sexual	28
2.7.5 Problemas de salud	28
2.7.6 Alojamiento	29
2.7.7 Otros	29
2.7.8 Buenas prácticas zootécnicas	29
2.8 Entrenamiento de verracos y diseño del área de colección	29
2.8.1 Características del entrenamiento	31

2.8.2 Zona de colección	31
2.8.3 El Operador	32
2.8.4 Equipo de colección	32
2.8.4.1 Maniquí para verracos	32
2.8.4.2 Guantes	32
2.8.4.3 Bolsa de colección y filtros	32
2.8.4.4 Jarro de colección de semen	33
2.9 Durante la extracción	33
3. MATERIAL Y MÉTODOS	35
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
5. CONCLUSIONES	46
6. LITERATURA CITADA	47

ÍNDICE DE CUADROS Y GRÁFICAS

	Págs
Cuadro 1. Actividades semanales del centro de transferencia Genético.	36
Cuadro 2. Colecciones semanales.	37
Cuadro 3. Promedios fenotípicos.	40
Cuadro 4. Modelos de regresión lineal.	41
Cuadro 5. Matriz de coeficiente de correlación entre tiempo de reacción, duración de la eyaculación y dosis totales.	41
Cuadro 6. Cuadrados medios del análisis de varianza por efectos de la línea genética.	44
Cuadro 7. Medias de mínimos cuadrados $\pm$ e.e. por línea genética.	44
Gráfica 1. Colecciones por línea genética.	39
Gráfica 2. Dosis producidas por línea genética.	39
Gráfica 3. Efecto de la edad de ingreso sobre la duración de la eyaculación.	42
Gráfica 4. Efecto de la edad de la primera colección sobre la duración del eyaculado.	43
Gráfica 5. Efecto de la edad sobre la duración de la eyaculación.	43
Diagrama 1. Protocolo de entrada y salida del centro de transferencia genética.	37

RESUMEN

EVALUACIÓN DE LA LIBIDO Y LA PRODUCCIÓN DE DOSIS SEMINALES EN LÍNEAS DE VERRACOS MADUROS EN UN CENTRO DE TRANSFERENCIA GENÉTICA.

Mondragón, G. J.¹, Becerril, A. J.², Juárez, M. A.³, Ortega, G. R.⁴ y Sánchez, G. L.⁵
¹FMVZ-UMSNH., ²Asesor privado., ³PIC México, S. de R.L. de C.V.; ⁴Consultor Privado y ⁵FMVZ-UMSNH

El objetivo del presente trabajo consistió en obtener estimadores del tiempo de reacción (TR) y de la duración de la eyaculación (DE), rasgos fenotípicos mayores de la expresión genética de la libido, y su relación con la producción de dosis seminales, en verracos maduros de un CTG (Centro de Transferencia Genética), así como determinar y cuantificar el componente de la variación atribuible a la línea genética. Para la realización, se usaron, 323 registros de colecciones de 45 verracos de 4 líneas genéticas terminales de un CTG. El TR y la DE fueron registrados con un cronómetro de alta precisión y las variables de la calidad de los eyaculados se obtuvieron bajo los protocolos del CTG. La información se registró manual y electrónicamente, para su análisis mediante la metodología de mínimos cuadrados, modelos lineales y procedimientos de selección de modelos por regresión, empleando el sistema SAS. Los resultados indicaron que la relación entre TR y DE, fue negativa, muy significativa, indicando que TR cortos se asociaron a mayores tiempos de DE. La relaciones entre DE y la productividad sí hubo correlación positiva, ya que a mayor DE, se puede obtener mayor número de dosis. Se encontraron diferencia entre las líneas genéticas para los componentes de la libido, el comportamiento para el TR fue de la siguiente manera: B-1, A-1, A y B. Para la DE su desempeño fue en el siguiente orden: A-1, A, B-1 y B .El estudio reveló que existe una evidencia de un fondo genético por estudiar.

1. INTRODUCCIÓN

La incorporación de la I.A, como tecnología reproductiva, genética y de salud a los sistemas de producción porcina en México, ha experimentado trascendentales y continuos cambios desde sus inicios a la fecha (Ortega, 2010).

Al final del milenio pasado, era común evaluar la libido, un carácter umbral muy complejo por su fondo genético (Rothschild, Ruvinsky, 1988) y ligado a las competencias del factor humano en sus componentes de expresión fenotípica, y determinante del éxito o fracaso de la fertilidad, la salud animal, el progreso genético y económico de los sistemas de producción.

Los parámetros disponibles de la libido en México, datan de genotipos raciales (Ortega. 1995b) y nulos de las líneas actuales de alta especialización

En los verracos, la libido se define como un carácter umbral (Rothschild et al., 1988) su fondo hereditario es muy complejo y no está claramente determinado. Varios factores contribuyen a su variación, algunos inherentes al animal (edad y la sensibilidad a estímulos exteroceptivos) y otros al ambiente externo (nutrición y prácticas zootécnicas), así como su interacción (Bidanel, 1994).

En México, no existen estimaciones de su fondo hereditario, ni de su interacción con los factores ambientales en sistemas de producción contemporáneos.

Asimismo, se desconoce la magnitud de la influencia sobre su expresión fenotípica y su importancia con la eficiencia reproductiva, la salud de las perras y el costo beneficio.

La libido o deseo (impulso) sexual es un aspecto importante del funcionamiento reproductivo del macho. Su ausencia puede ser hereditaria u originarse de trastornos psicógenos, desequilibrio endocrino o factores ambientales.

Para que un verraco presente libido deberá tener una alimentación adecuada a sus necesidades fisiológicas, estar sano, un alojamiento adecuado, buenas técnicas de colección, buen intervalo de colección, un apropiado corral de colección y un maniquí adecuado.

La libido y el comportamiento sexual (capacidad de monta y eyaculación) se valoran durante la colecta seminal. Aquí es muy importante la observación detenida de las reacciones del verraco ante la presencia del maniquí, la monta y durante la eyaculación

En los estudios realizados en México, se puede concluir que las características de semen, el volumen eyaculado, la concentración espermática y el porcentaje de anormalidades, son los factores de mayor importancia para predecir la capacidad real de producción de semen de los verracos a emplear en la I.A.

1.1 OBJETIVOS

- Obtener estimadores del tiempo de reacción (TR) y de la duración de la eyaculación (DE), rasgos fenotípicos mayores de la expresión genética de la libido, y su relación con la producción de dosis seminales, en verracos maduros de un CTG (Centro de Transferencia Genética) manejado con base en un sistema todo dentro/ todo fuera (STDTF).
- Determinar y cuantificar el componente de la variación atribuible a la línea genética (LG) de verracos maduros, sobre el tiempo de reacción (TR), la duración de la eyaculación (DE) y producción seminal en dosis (DT).

2. REVISIÓN DE LITERATURA

La rentabilidad de una explotación porcina, se basa principalmente en la capacidad y eficiencia reproductiva de sus animales, la utilización eficiente de los recursos humanos e instalaciones, así como la implementación de programas reproductivos, alimentación, medicina preventiva, genética y comercialización de animales. El éxito o fracaso de la explotación depende, entre otras cosas de la eficiencia reproductiva del pie de cría. (López, 1990).

Las características del verraco son de extrema importancia, ya que pueden transmitirse a la mayoría de sus descendientes y la mayor parte del mejoramiento de la pira se presenta gracias al empleo de un buen reproductor (Durán, 2006).

En la actualidad los centros de transferencia genética, tienen como objetivo, producir dosis de alta calidad, esto para que el productor que adquiere el semen del CTG, cumpla sus expectativas productivas en su granja. Para llegar a producir dosis de calidad, los centros de transferencia genética han implementando algunas tecnologías, como es la evaluación productiva de sus verracos, haciéndole análisis, en algunas características reproductivas, como es la calidad del eyaculado y la libido.

Por libido entendemos que es: el impulso sexual o la energía sexual. (Grijalbo, 1986) y deseo, vigor y entusiasmo sexual (Blood, 1988).

Para poder conocer más sobre la libido nos enfocamos a algunos de sus parámetros como es el tiempo de reacción y la duración de la eyaculación

El tiempo de reacción, se define como el lapso transcurrido desde el ingreso del verraco al cubículo de colección, hasta el momento de subida al maniquí. Expresa tanto como la libido del semental como su habilidad para montar le maniquí y los resultados de entrenamiento.

A la variación de este parámetro contribuyen los efectos de línea y de la individualidad (Ortega, 1995a).

La duración de la eyaculación es el tiempo en que tarda, el verraco, desde que ya montó el maniquí, hasta que el operador obtiene sus diferentes fracciones espermáticas.

Debemos tener en cuenta que para que un verraco cumpla las expectativas del CTG, tiene que contar con una buena alimentación, un alojamiento adecuado, una buena condición corporal y saludable.

Para lograr los objetivos, los centros de transferencia genética, cuentan con un alto grado de bioseguridad, teniendo sus postas de sementales alejadas de cualquier patógeno o vector que le pudiera afectar. Por ello es que trabajan bajo un sistema todo dentro todo fuera.

Todo adentro / todo afuera. Este término se refiere a que un número de cerdos llegan a un edificio o sección al mismo tiempo e igualmente serán trasladados o removidos a otro lugar juntos, dejando las instalaciones vacías en ése momento y considerando que en este sistema deben manejarse lotes de la misma edad (Pijoan, 1996).

El sistema todo-dentro, todo-fuera en Centros de Transferencia Genética (CTG's), ha sido innovador en México, y se orienta a conjugar la optimización del progreso genético, la bioseguridad, la tecnología disponible, las competencias del factor humano, el bienestar animal y el costo-beneficio, a fin de aprovechar las ventajas de la inseminación artificial (Ortega et al., 2010).

La eficiencia productiva, depende del germoplasma empleado y de factores ambientales, cuya magnitud se ha determinado en sistemas todo-dentro/todo-fuera, estos sistemas involucran procesos más rigurosos en la obtención del semen de alta calidad higiénica y genética (Juárez et al., 2009).

Hasta antes de la introducción de la inseminación artificial, la importación de sementales fue el método utilizado para mejorar los resultados comerciales de los porcicultores. Sin embargo, en muchas ocasiones, la selección de estos se ha hecho con base en la experiencia y le gusto del porcicultor. En la actualidad para ayudar al proceso de selección se han desarrollado índices que deben guardar una alta correlación con el valor genético. Con la incorporación de la inseminación artificial, las posibilidades del progreso genético se incrementan e influyen directamente en la relación costo - beneficio, al emplear animales más productivos (García, 1997).

2.1 Antecedentes de la inseminación artificial

La inseminación artificial porcina es una técnica practicada en gran escala en muchos países, aunque, desde que Milovanov realizó en 1932 las primeras experiencias de inseminación en esta especie, el proceso para mejorar los resultados y la aplicación práctica ha sido muy lento (Rillo, 1982).

La técnica y la aplicación de la inseminación artificial en todo el mundo, ha cambiado considerablemente desde que fue propuesta como una herramienta práctica por investigadores rusos y japoneses hace más de sesenta años. A pesar de que desde 1956, Polge describió los procedimientos necesarios para la aplicación a nivel de granja, no fue sino hasta 1966, en que en Holanda se incrementó de manera notable el uso práctico y comercial de la I.A con mas de 120,000 inseminaciones anuales, y en particular debido a las consecuencias de un severo brote de Fiebre Aftosa en 1962.

En las décadas de los 60's y 70's cuando se presenta un incremento notable de la aplicación masiva de la I.A en las granjas de Dinamarca, la ex-Unión Soviética, China y las Repúblicas Federal y Democrática de Alemania.

Durante los 80's, el crecimiento de la I.A es paulatino y paralelo al desarrollo de nuevos y específicos diluentes para la especie porcina, así como de adecuadas técnicas para el procesamiento y manejo del semen. Durante este período en Europa se difunde mucho el uso de los servicios de inseminadores profesionales en las regiones con mayor de progreso porcícola, quienes dependen en la mayoría de los casos de los CTG's, antes llamados Centros de Inseminación Artificial (CIA's).

También se difunde el servicio de entrega de semen diluido por parte de los CIA's a través de eficientes sistemas del correo oficial o de la mensajería privada. Durante este período, ocurre el uso del semen congelado, principalmente con el fin de la introducción de material genético, pero con bajos riesgos sanitarios.

A pesar de que la técnica de I.A no ha variado esencialmente de lo que ya se conocía desde la década de los 60's, es hasta los 90's cuando el uso de la I.A tiene un crecimiento explosivo en el resto del mundo, con sus respectivas variaciones de un país a otro. Algunas de las razones para la incorporación de la I.A en todos los niveles de producción se debieron a la disponibilidad, a precios accesibles de los insumos necesarios para la colección, procesamiento, envasado y manejo del semen diluido, así como de los diversos consumibles para la aplicación de las dosis (Becerril, 2001).

2.1.1 Inseminación artificial en México

En países latinoamericanos como México, la I.A progresó más tempranamente que en Norteamérica.

En México, los primeros antecedentes de la I.A son de 1960, por más de 25 años esta sólo fue utilizada en el Centro de Fomento Porcino de Huamantla, Tlaxcala, y en el Instituto Nacional de Inseminación Artificial y Reproducción Animal, de la entonces Secretaría de Agricultura y Ganadería, así como también en la FMVZ de la UNAM (Ortega, 1995a).

En México, la I.A fue adoptada en 1987 por el sector porcícola más tecnificado, particularmente por las grandes empresas.

En particular, en los Estados Unidos de América hubo mucha resistencia para aplicarla a nivel comercial, y solo fue hasta que se vieron obligados a su uso en virtud del cúmulo de ventajas económicas y sanitarias y de manejo que se decidieron a su aplicación masiva, lo que derivó en el establecimiento de enormes CIA's (Becerril, 2001).

En los últimos años en nuestro país, la Inseminación Artificial ha tenido un enorme éxito debido a todos los beneficios que otorga a toda la industria porcícola. Es evidente que el verraco es el proveedor de espermatozoides y plasma seminal, la cual es la materia prima para la elaboración de las dosis de semen. Gran parte de los buenos resultados de un exitoso programa de I.A se debe a la utilización correcta del semental en un CTG.

En México, antes de los 80's el uso de la monta natural se hacia en mas del 90% de las granjas. A finales de esa década se implementaron programas pioneros de Inseminación Artificial, los cuales, cuando fueron establecidos con las adecuadas bases técnicas, mostraron inmediatamente todos los beneficios que pueden obtenerse con la I.A: sanitarios, reproductivos, económicos y genéticos.

Evidentemente, estos cambios también ocasionaron modificaciones de diversos paradigmas de manejo reproductivo, y por supuesto en la producción y comercialización de las líneas genéticas de sementales, particularmente en la década pasada.

Con base en un adecuado programa de bioseguridad y medicina preventiva, los beneficios genéticos del uso de sementales de alta calidad serán transmitidos sin los riesgos que más frecuentemente ocurren con la monta natural.

En México, desde 1992 se estableció que con el uso de Inseminación Artificial se obtenía una clara ventaja económica sobre la Monta Natural, y posteriores estudios realizados en EE.UU. confirmaron esa información.

La cantidad de sementales representa menos del 2% del inventario total de una granja y aunque es reiterativo representa el 50% de los genes en la progenie producida. Al mismo tiempo que se trabaja eficientemente en el aspecto reproductivo, es necesario considerar el uso de sementales genéticamente superiores para obtener el beneficio económico de este aspecto (Becerril et al., 2007).

En 1991 ya se habían abierto por lo menos diez centros de inseminación artificial, principalmente en la región del Bajío, con una producción cercana de 250 000 dosis anuales de semen, cantidad que representaba el 3% de la piara nacional.

2.2 Regulación endocrina de la reproducción

Las funciones reproductoras se encuentran bajo el control de la regulación neuroendocrina, es decir, están gobernadas por la correlación funcional fisiológica de los sistemas, nervioso y endócrino.

La función sexual de los mamíferos esta determinada en gran parte, por la actividad de la hormona gonadotrófica de la hipófisis.

El hipotálamo esta considerado como un órgano final de integración de las informaciones del encéfalo y sus misiones son múltiples. Constituye un centro regulador del hambre, de la sed, de la emoción y de la temperatura. Produce neurosecreciones y, con ayuda de factores liberadores o inhibidores gobierna la secreción de las hormonas adenohipofisiarias.

En el sistema nervioso periférico, en la porción caudal de la médula espinal, es particularmente necesaria para la erección y eyaculación normales.

En los machos la Hormona Luteinizante (LH) estimula las células intersticiales para la diferenciación de las células de Leydig y la sucesiva producción de andrógenos. Esto hace posible por su parte, el curso normal de la espermatogénesis y efectúa el desarrollo de las glándulas sexuales accesorias y de los caracteres sexuales secundarios.

La gonadotropina coriónica equina (eCG) en los machos puede ser estimular la formación de espermatozoides y el crecimiento de las glándulas sexuales accesorias.

Las hormonas sexuales masculinas, se diferencian en andrógenos naturales y sintéticos.

Las células intersticiales de Leydig constituyen los puntos principales de producción de andrógenos, particularmente de la testosterona y de la androsterona.

Los andrógenos actúan sobre el testículo, en el cual estimulan el desarrollo del epitelio germinal regulan o controlan la espermatogénesis en los túbulos y desempeñan un papel importante en la activación y almacenaje del semen en el epidídimo. La erección del pene depende de los andrógenos (Diedrich, 1972).

2.2.1 Regularización hormonal del verraco

Los blastocistos porcinos sintetizan estrógenos hacia el día 12. Los testículos del feto secretan testosterona durante la diferenciación de los genitales internos y externos. La diferenciación de los conductos de Wolff, y el desarrollo de las vesículas seminales, próstata, glándula bulbouretrales y genitales externos ocurren entre los días 26 y 50.

Hacia el día 29, los testículos porcinos producen suficiente AMH (Hormona antimullerina), para la regresión de los conductos de Muller, y la producción de tal hormona por las células de Sertoli dura hasta después del nacimiento.

Las concentraciones séricas de la testosterona son bajas durante la segunda mitad del desarrollo fetal, la producción de testosterona se hace dependiente de gonadotropina. Las concentraciones séricas de LH y FSH y la Prolactina alcanzan sus valores pico durante la primera semana después del nacimiento, y luego disminuyen de manera gradual hacia la séptima semana.

Para este momento, es probable que los túbulos seminíferos hayan aumentado su longitud, debido al estímulo de la FSH sobre las células de Sertoli.

El descenso testicular comienza el día 60 de vida fetal con el crecimiento de gubernáculo. Los testículos recorren en conducto inguinal (proceso vaginal) en unos 85 días y se desplazan hacia la base del escroto poco después del nacimiento.

La concentración de LH y la testosterona son paralelas al desarrollo testicular durante este periodo prenatal y posnatal.

Durante la hipertrofia prepuberal, las células de Leydig alcanzan diámetros máximos, de 30 μm con características ultraestructurales de aumento del número de mitocondrias, retículo endoplásmico liso y filamentos citoplasmáticos.

Estos y otros organelos citoplasmáticos se asemejan a los que se observan en el verraco adulto. La hipofisectomía de verracos inmaduros causa regresión de testículos, epidídimos, próstata, vesículas seminales y glándulas bulbouretrales, en tanto que las inyecciones diarias de gonadotropina coriónica humana (hCG) restablecen las células de Leydig.

De los 40 a los 250 días de edad el peso de los testículos aumenta notablemente de 6 a 120 g. Los niveles séricos de 17 β -estradiol aumentan de manera constante durante todo el desarrollo puberal. El sulfato de dehidroepiandrosterona y los 16 andrógenos actúan como precursores de hormonas androgénicas en el verraco.

Es posible que en el macho el 17 β -estradiol actúe de manera sinérgica con la testosterona en el comportamiento sexual, que influya en las glándulas accesorias y que estimule la síntesis testicular de testosterona.

Los niveles circulantes de relaxina permanecen uniformemente bajas (menos de 0.5ng/ml) en verracos prepuberales y maduros.

Tanto en verracos púberes como en los sexualmente maduros, la inyección intravenosa de hormona liberadora de LH (LHRH) causa la liberación de LH en 10 min.

La testosterona y su metabolito 5 α dihidrotestosterona (5 α DHT) tiene efectos estimuladores e inhibidores sobre la secreción de LH en el verraco.

La implantación intracerebral directa de 5 α DHT o testosterona en el hipotálamo mediobasal o la amígdala inhibe la liberación de LH a partir de la hipófisis. De este modo los andrógenos modulan la secreción de hormonas hipotalámicas, que a su vez controlan la liberación de LH a partir de la adenohipófisis en el verraco.

2.3 Fisiodinámica de la libido

2.3.1 Pene y Prepucio

El pene de los mamíferos tiene 3 cuerpos cavernosos que se agrupan alrededor de la uretra peneana. El cuerpo esponjoso, que rodea la uretra, se expande, este bulbo esta cubierto por el músculo bulboesponjoso estriado. El cuerpo cavernoso se origina en un par de raíces en el arco isquiático, que están cubiertas por los músculos isquiocavernosos. Una gruesa cubierta (túnica albugínea) envuelve los cuerpos cavernosos.

Los músculos retractores del pene controlan la longitud peneana efectiva por la acción que ejercen sobre la curvatura sigmoidea.

Los espacios vacíos del cuerpo cavernoso del pene del verraco son pequeños excepto en las raíces y en los dobles distal de la curvatura sigmoidea.

El orificio del prepucio es controlado por el músculo craneal del prepucio; también puede estar presente un músculo caudal. En el verraco hay un gran divertículo dorsal en el que se acumulan orina y detritos epiteliales.

2.3.2 Erección y Protrusión.

La estimulación sexual produce dilatación de las arterias que riegan los cuerpos cavernosos del pene (en especial las raíces). El enderezamiento del pene es causado por el músculo isquicavernoso, que bombea sangre desde los espacios cavernosos de las raíces hacia el resto del cuerpo cavernoso del pene.

La incapacidad de erección (impotencia) se debe a defectos estructurales más que a causas psicológicas. El ascenso de la presión del cuerpo cavernoso del pene produce considerablemente alargamiento peneano en porcinos, con escasa dilatación.

La arquitectura fibrinosa del cuerpo cavernoso del pene en la región de la curvatura sigmoidea tiende a reconstruir el pliegue; a ello contribuye el acortamiento del músculo retractor.

En el verraco, aproximadamente los 5 cm terminales del pene tienen forma de espiral, y durante la erección toda la longitud visible de su extremo libre se enrosca.

La penetración puede durar hasta 7 min, tiempo durante el cual se eyacula un gran volumen de semen.

2.3.3 Emisión y Eyaculación

La emisión consiste en el paso de líquido espermático a lo largo del conducto deferente hacia la uretra pélvica, donde se mezcla con secreciones de las glándulas accesorias.

La emisión es realizada por los músculos lisos, bajo el control del sistema nervioso autónomo.

El eyaculado, es una población de células espermáticas contenidas en plasma seminal que representan diferentes grados de maduración, vitalidad y calidad (Gestión Veterinaria Porcina. 2009c).

La eyaculación es el reflejo por el que se contraen y vacían el epidídimo, la uretra y las glándulas sexuales accesorias del macho. El reflejo comienza principalmente por el estímulo del glande, sea en la función natural o con otros medios empleados para recoger el semen destinado a la inseminación artificial (Franson, 1986).

El estudio del porcentaje de mortalidad nos indica el número de espermatozoides del eyaculado que en ese momento presentan intacta su capacidad de movimiento.

La integridad de las membranas es un aspecto fundamental, ya que las funciones de la membrana plasmática son cruciales para la capacidad fecundante del espermatozoide (Gestión Veterinaria Porcina, 2009c).

Durante la cópula natural, las terminaciones nerviosas sensoriales del integumento peneano y los tejidos peneanos más profundos realizan funciones esenciales en el proceso de la eyaculación.

La excitación sexual y eyaculación se acompañan de contracciones de la cola del epidídimo y el conducto deferente lo cual aumenta la tasa de flujo. Globalmente el número de espermatozoides que pasan por el conducto deferente no se eleva a causa de la actividad sexual.

Durante la eyaculación, el músculo bulboesponjoso comprime el bulbo peneano, de modo que bombea la sangre desde este hacia el resto del cuerpo esponjoso, a diferencia del cuerpo cavernoso peneano, este cuerpo cavernoso normalmente es drenado por venas distales; las mayores presiones registradas durante la eyaculación son mucho menores de las que se observan en el cuerpo cavernoso del pene.

Las ondas de presión que pasan por la uretra peneana suelen ayudar a transportar el semen que se eyacula (Hafez, 2000).

2.4 Producción de espermatozoides

La actividad de monta se presenta en una fase temprana (erección hacia los 4 meses de edad), pero los patrones secuenciales del comportamiento sexual culminan su desarrollo después de los 5 meses, las primeras eyaculaciones ocurren entre los 5 y 8 meses de edad, el índice de herencia estimado (h^2), para la edad de la pubertad promedia 0.32.

El número de espermatozoides y el volumen del semen siguen aumentando durante los primeros 18 meses de vida.

La duración de un ciclo de un epitelio seminífero es de 8.6 días. La duración del ciclo espermatogénico (de espermatogonios a espermatozoides maduros) es de 34.4 días, aproximadamente, por tanto, durante un ciclo tal se presentan cuatro ciclos del epitelio seminíferos.

El tiempo de tránsito de los espermatozoides por el epidídimo es de casi 10.2 días. Las máximas tasas de fecundación se obtienen con espermatozoides procedentes de las porciones proximal y distal de la cola del epidídimo.

La testosterona sostiene las actividades secretoras de las glándulas accesorias (vesículas seminales, próstata, glándulas bulbouretrales), y estos líquidos seminales constituyen una gran porción del eyaculado total del verraco (Hafez, 2010).

La biología reproductiva y la transmisión del mensaje genético, aunada al desarrollo paralelo de las tecnologías emergentes, ha conformado unas bases, para la difusión de la inseminación artificial en la producción porcina.

Siendo el genoma una de las bases de la producción de cerdos, la incorporación de la inseminación artificial es un recurso para el progreso genético continuo.

El análisis de la producción de semen ha evolucionado, aumentando cada día más la eficiencia de las evaluaciones genéticas y reproducción de los sementales.

La inseminación artificial establece el empleo de verracos de genotipo probado para la obtención de progenie de altos rendimientos, su potencial como reproductores puede estar limitado por la variación inherente a la producción espermática. La selección de verracos para la I.A a partir del valor genético y su estado sanitario, debe complementarse con la capacidad real de producción de semen.

La predicción del valor genético productivo se ha logrado avances en cuanto a precisión y exactitud, un ejemplo podría ser la metodología del Modelo Animal, pero no es así para la producción de semen, la utilización de algunos conceptos clásicos de la predicción genética de la aptitud desarrollado por Lush, que permite determinar la capacidad real de producción de semen a partir de los primeros eyaculados (Ortega, 1995a).

2.4.1 Espermatogénesis

La espermatogénesis es un proceso largo y dirigido en el que las células madres diploides de la base de los túbulos seminíferos (espermatogonias) se dividen por mitosis para mantener su número y que, de forma cíclica, generan progenie que sufren progresivas divisiones meióticas hasta diferenciarse en espermátidas haploides, que se liberan como espermatozoides.

Por lo general la espermatogénesis se divide en 3 procesos principales:

Espermatocitogénesis, meiosis y espermiogénesis.

La espermatocitogénesis cumple con dos funciones importantes.

Primera, las divisiones mitóticas de las espermatogonias que no entran en el ciclo productivo de espermatozoides, y que por tanto, mantienen la población de células indiferenciadas.

Estas divisiones de las células madres son las responsables de la capacidad del macho para producir de forma continua espermatozoides durante toda su vida adulta.

Segunda, las espermatogonias tipo A se transforman en espermatogonias tipo B, que más tarde se dividen por mitosis para producir espermatocitos primarios. Estos experimentan un proceso de meiosis para al final producir espermatozoides.

La meiosis sólo ocurre durante la ovogénesis y la espermatogénesis, procesos en los que la condición haploide se debe a dos divisiones celulares con una sola duplicación cromosómica, durante este proceso, los cromosomas homólogos se emparejan, lo que facilita el intercambio de material genético entre ellos.

En la primera división meiótica los cromosomas homólogos se reparten entre las dos células restantes, creándose, así una condición haploide.

En el macho, estas células haploides son espermátocitos secundarios con cromáticas duplicadas que, en menos de un día tras su formación, se dividen para formar espermátidas, que contienen una cromátida de cada uno de los cromosomas haploides.

Las recién formadas espermátidas continúan su diferenciación sin dividirse para formar espermátidas maduras mediante la espermiogénesis.

Esto ocurre antes de que las espermátidas se liberen a la superficie luminal de los túbulos seminíferos como espermatozoides (espermiación).

Las características principales de la espermiogénesis incluyen la formación del acrosoma a partir del aparato de Golgi, la condensación y elongación del núcleo, la formación del flagelo y una extensa pérdida de citoplasma.

En la espermatogénesis la duración: fabricación continua y constante de 35 días.

La fabricación pasa por diferentes etapas: espermatogonia, espermátocito, espermátida y finalmente espermatozoide. Dichas etapas se realizan según los llamados "ciclos del epitelio seminal" de una duración de algo más de 8 días.

En el tubo seminífero pueden encontrarse porciones con diferentes fases (hay 14 fases diferentes), esta disposición particular lleva el nombre de "ola espermática" u "onda espermatogénica" (Cunnigham, 2003).

2.4.2 Características del eyaculado

Uno de los pasos imprescindibles en la inseminación artificial para la utilización del líquido seminal es la contrastación. Para ello es necesario conocer bien las características del eyaculado.

La especie porcina se encuentra entre los animales de fecundación de tipo uterino, caracterizándose por ser eyaculación de larga duración y porque el semen queda depositado en el útero.

El esperma durante la eyaculación se divide en tres fracciones, separadas normalmente con bastante nitidez:

1. Fracción denominada preespermática: la constituida por las secreciones de la próstata, vesículas seminales y algunos grumos procedentes de las glándulas de Cowper. Estos grumos de textura gelatinosa, reciben comúnmente el nombre de Tapioca.

Es muy transparente, carece de espermatozoides y tiene un volumen aproximado de unos 10 cc.

2. Fracción espermática, también denominada rica en espermatozoides: la constituida por espermatozoides y secreciones de las vesículas seminales y de la próstata.

Tiene un color blanquecino lechoso, una gran concentración de espermatozoides, que varía de 500,000 a 1,000,000 por mm^3 , procedentes de las contracciones que se producen en la cola del epidídimo. El volumen oscila de 30 a 40 a 90 a 100 cc, dependiendo de los factores que influyan en la producción espermática.

3. Fracción posespermática, también denominada pobre en espermatozoides: la constituida por espermatozoides en muy pequeña cantidad y principalmente por la secreción de la glándula prostática y por las glándulas de Cowper, sobre todo al final de la fracción.

Es de color blanquecino transparente, con grumos gelatinosos, y tiene una concentración menor de 100,000 espermatozoides por mm^3 , sí bien a lo largo de la emisión de esta fracción, cuyo volumen es de 200 cc o más, puede estar intercalada con emisiones intermitentes de mayor concentración.

CARACTERÍSTICAS DEL EYACULADO DEL VERRACO.

Fracción	Volumen (cc)	Concentración en Millones. (spz/cc)	Color	Viscosidad
F. Preespermática	10	- o -	Transparente	Muy fluida con grumos
F. Espermática	30 a 100	500 a 1000	Blanquecina	Densa
F. Poserpermática	150 a 200	10 a 100	Blanquecina transparente	Fluida con grumos
Total	250 a 300	300	Blanquecina transparente	Fluida con Grumos

La proporción aproximada en que intervienen las distintas glándulas genitales en la formación del plasma seminal del verraco, son:

Testículo y epidídimo:	2%
Glándulas de Cowper:	10 a 25 %
Vesículas seminales:	15 a 20%
Próstata:	55 a 70%

(Rillo, 1982).

2.4.3 Producción de semen en verracos para I.A

Cada día se ha vuelto común y necesario el uso de dosis de semen en las granjas porcícolas. Las dosis pueden ser producidas ya sea dentro de las mismas instalaciones de las granjas, u obtenidas de un centro de transferencia genética (CTG).

En los pasados veinte años, se han establecido muchos CTG's en el país, con la finalidad de producir dosis, ya sea para el consumo interno, o para la venta a terceros. La calidad de cada dosis es un requisito primordial para lograr los resultados reproductivos esperados, para lo cual se requiere que sean elaboradas con base en un programa que contemple una producción de acuerdo a lo que cada CTG es capaz de lograr. Cuando no se obtienen las metas presupuestadas para cada CTG, se deben revisar los factores que influyeron para la ocurrencia de esas variaciones en la productividad (Juárez et al., 2007).

Los estudios realizados en México se puede concluir que las características de semen, el volumen eyaculado, la concentración espermática y el porcentaje de anomalías, son los factores de mayor importancia para predecir la capacidad real de producción de semen de los verracos a emplear en la I.A (Ortega. 1995a).

2.4.4 Producción de semen porcino en México y factores que afectan a sus componentes

En México el inicio de la producción espermática se ha comprobado experimentalmente mediante el examen de desarrollo testicular entre las 17 y 26 semanas.

A nivel internacional esta bien documentado la producción de semen y las variables ambientales, como: estación, iluminación, temperatura, ambiente social, nutrición, tamaño testicular y factores sanitarios, son conocidas estas variables.

Y el orden genético como: raza individualidad y ciertos efectos de heterosis son constantemente registradas y analizadas.

En México acerca de la variación de la producción de semen incluyen la estimación de parámetros para los componentes de producción y calidad, así como también la cuantificación de factores que contribuyen a su variación; el poder predictivo de los modelos empleados para su determinación; las correlaciones fenotípicas entre las características de la producción de semen y algunas estimaciones de parámetros genéticos como la repetibilidad, cuyo valor predictivo puede auxiliar de manera importante a la formulación de modelos de optimización de la I.A, mediante la determinación temprana de la capacidad real de producción de semen de verracos (Ortega, 1995a)

2.4.5 Factores que influyen sobre la producción espermática

La producción y calidad de los espermatozoides de los verracos sexualmente maduros depende de distintos factores, entre los que destacan:

a) Estación: Es la temperatura ambiental y el fotoperiodo de los factores que más influyen sobre la producción espermática, siendo en otoño o invierno unas mejores estaciones que las de primavera y verano.

b) Luz: los días largos (16 horas) perturban la producción espermática del verraco, en comparación de los días cortos (10 horas).

Se observa una disminución del número total de espermatozoides recogidos por eyaculado, de su motilidad y su poder fecundante ya que la luz induce la secreción de melatonina en la glándula pineal, la cual actúa por un lado sobre los melanóforos que se encargan de la coloración de la piel y por otro lado de los melanocitos que regula la secreción de GnRH. La recomendación es de mantener a los verracos con un ritmo de 12 horas/luz/día, mejor que 16.

c) Temperatura: la temperatura confort de los verracos es alrededor de los 18 a 20 °C, con una humedad relativa ambiente del 60-70% y la ventilación debe ser entorno a los 25 m³ /h/cerdo, en invierno y de 200 m³/h/cerdo en verano, si es dinámica y de 10-20 si es estática, dependiendo del porcentaje de superficie de ventanas respecto a la superficie del suelo.

d) Ambiente social: Siempre es mejor el crecimiento en grupo que de forma aislada. Una vez de adultos, se deben mantener separados.

e) Nutrición: Como la nutrición y la correcta alimentación, tiene una influencia significativa sobre la libido, la producción espermática y la calidad seminal, es recomendable el suministro de pienso específico para verracos.

f) Raza: Existe una diferencia racial en cuanto al tamaño y desarrollo testicular y la capacidad de producción de espermatozoides. En general las razas Large White, Landrace y Duroc, producen mayor cantidad de semen por eyaculado y mayor número de células espermáticas.

g) Edad: La producción espermática en los verracos está directamente relacionada con la edad.

Los verracos jóvenes con menos de 8 meses, producen menor volumen, concentración y por lo tanto menor número de dosis que los verracos adultos. Esta producción se va incrementando, siendo mayor en verracos con más de 18 meses de edad.

h) Tamaño testicular: Está relacionado con la edad del animal y a variaciones estacionales, como ocurre en el jabalí. En el verraco doméstico, existe una correlación entre el peso del testículo en la pubertad y la producción de espermatozoides y en el verraco adulto también se ha observado esta correlación entre el tamaño del testículo y la producción espermática (Gestión Veterinaria Porcina, 2009a).

i) Ritmo de colección. Las células espermáticas producidas en los testículos se encuentran repartidas entre la cabeza, cuerpo y cola del epidídimo. La maduración empieza en la cabeza, continúa en el cuerpo, tardando en llegar de cabeza a cola 7 u 8 días. Este paso de cabeza a cola necesariamente debe ser lento; incrementando el número de recogidas no conseguimos en general variar el proceso, puesto que si se acelera vendrá en detrimento de la cantidad de espermatozoides eyaculados. Por otro lado, si la cola está repleta de células el tránsito se hace más lento, produciéndose además el envejecimiento de los espermatozoides que permanecen mucho tiempo en este habitáculo.

La eyaculación se realiza en función de los estímulos producidos durante el salto, ya que traen como consecuencia las contracciones de expulsión espermática a nivel de la cola del epidídimo, lugar de almacenamiento de espermatozoides.

Como resumen de este punto podríamos decir que las recogidas deben ajustarse a intervalos que entren dentro de los márgenes de los tres a los siete a ocho días.

Varios saltos seguidos producirían:

- Agotamiento de la reserva espermática de la cola del epidídimo.
- Disminución del número de espermatozoides por eyaculado.
- Eyaculación de espermatozoides con gota citoplásmica proximal, pudiendo no haber terminado totalmente el período de maduración.

Distanciando las colecciones más de una semana obtendríamos:

- Menor número de espermatozoides por semana, ya que al estar repleta la cola del epidídimo disminuye el tránsito de espermatozoides no aprovechando totalmente la capacidad de producción.
- Mayor número de espermatozoides envejecidos y con menor poder fecundante.
- Disminución del período de conservación del semen para la utilización en la inseminación artificial.

j) Contenido proteico de la ración. Las dietas hipoproteicas afectan todo el organismo y por ello los tejidos gonadales, disminuyendo la producción espermática y alterando la calidad.

Las necesidades nutricionales de los verracos difieren de las cerdas reproductoras o cerdos para cebo, por lo que, cuando se alimenta con pienso de gestación, de lactación o de cebo, deben estar suplementados con vitaminas o minerales, para seguir un equilibrio tanto proteico como energético que garantice el desarrollo de una correcta estructura ósea, integridad de pezuñas, libido, así, como buena producción espermática y calidad de sus espermatozoides.

Las deficiencias proteicas o energéticas influyen en la producción de semen y libido debido a la baja concentración plasmática de 17β - estradiol, deficiencias de lisina, metionina y triptófano, que provocan tanto como cambios histológicos como citológicos a nivel testicular afectando la espermatogénesis y la calidad espermática (Gestión Veterinaria, 2009b).

k) Vitaminas.

La vitamina A actúa en la formación y mantenimiento de tejido epitelial y favorece a una mejor libido (Gestión Veterinaria, 2009b).

La vitamina A actúa como protectora de los epitelios testiculares evitando lesiones desfavorables a la gametogénesis; es imprescindible junto con el complejo B y vitamina C para estimular la libido y el vigor sexual; favorece la motilidad, volumen y porcentaje de espermatozoides vivos en el eyaculado. Su deficiencia origina vacuolización de las células basófilas, llegando a degenerar e impedir la elaboración de los factores gonadotropos y, como consecuencia, inhibiendo la producción espermática.

Las vitaminas D y E actúan en conexión con la A, por lo que es aconsejable utilizarlas juntas. La vitamina B interviene en la perfecta elaboración del semen.

l) Minerales. El fósforo es el más importante en la reproducción animal, no tanto como elemento a suplementar sino en su deficiencia ya que conduce a la esterilidad.

Manganeso: baja la libido y ardor sexual. Los excesos de calcio y fósforo disminuyen la absorción de manganeso.

Molibdeno: su carencia coincide con un bajo volumen espermático debido a lesiones sobre las células de Leydig (células intersticiales productoras de testosterona).

m) Aclimatación. Al transportar un animal de una región a otra, se producen anomalías en su producción espermática durante un tiempo variable, siendo éste de menor duración si el nuevo hábitat tiene características similares en cuanto a temperatura, humedad, instalaciones, etc., al que ocupó anteriormente.

Si se trasladan los verracos de una zona mediterránea (húmeda y templada), con factores externos idóneos para la producción y maduración espermática (clima suave de pequeñas oscilaciones), a zonas continentales extremas (secas y calurosas), habrá que proporcionarles un hábitat similar al anterior, para evitar la pérdida parcial de la producción espermática. Cuando se produce el fenómeno inverso, una vez superados los stress que acompañan al viaje y se han adaptado al nuevo hábitat, los verracos se encontrarán en condiciones idóneas para la máxima producción espermática.

n) Estado sanitario. Estados sanitarios deficientes que cursen con: trastornos nutricionales, hipertermia, agentes infecciosos, provocan anomalías en la estructura y número de espermatozoides, disminuyendo así no sólo la producción sino la calidad del semen (Rillo, 1982).

2.5 Valoración de verracos de un centro de transferencia genético, para la producción de dosis seminales.

Los verracos destinados para los centros de transferencia genética, cubren un gran número de hembras.

La fertilidad del verraco es resultante de una suma de 3 parámetros principales: libido, capacidad de monta y calidad seminal.

En el proceso de valoración de los verracos cuyo destino es la producción de dosis seminales, hay que prestar atención especial a algunos aspectos como:

Sanidad. Es importante que el origen sea seguro y libre de enfermedades.

Estado general del animal. Parámetros productivos

Aclimatación y cuarentena. Duración de 2 meses.

Inicio de actividad reproductiva. A partir de los 8 meses de edad.

Calidad seminal. Definida por la motilidad, concentración y morfología espermática.

2.5.1 Examen físico del animal

Es el primer punto del protocolo de valoración de un semental. El examen físico debe descartar cualquier anomalía que pueda afectar la capacidad reproductiva del verraco.

El estado general del animal (condición corporal, conformación y funcionamiento del aparato locomotor) es un indicador de la ausencia/ presencia de patologías que pueden dar lugar a una a parición de cojeras que impiden o dificultan la monta al maniquí.

Es aconsejable que los verracos tengan cumplidos 8 mese de edad, momento en el que alcanzan la pubertad.

Parámetros a valorar

Condición corporal. El peso de los verracos de los 8-9 meses de edad tiene que ser aproximadamente de unos 170 Kg.

Examen del aparato locomotor. Aplomos y pezuñas correctos, buena forma de caminar y cojeras.

Examen del aparato genital. El tamaño testicular en machos jóvenes es de 8cm de longitud y 5 cm de diámetro, simetría de testículos, pene y prepucio libre de lesiones.

2.5.2 Colecta del semen

La libido y el comportamiento sexual (capacidad de monta y eyaculación) se valoran durante la colecta seminal. Aquí es muy importante la observación detenida de las reacciones del verraco ante la presencia del maniquí, la monta y durante la eyaculación.

Un comportamiento sexual aberrante puede resultar en un macho infértil.

Parámetros a valorar.

Libido. Tiempo que tarda en realizar la monta al maniquí.

Este se valora desde que el verraco entra a la sala hasta que salta sobre el maniquí de colecta. Verracos de baja libido, no muestran interés por el maniquí o se distraen fácilmente deben ser examinados para descartar posibles lesiones o patologías y junto con la calidad seminal determinar si son aptos o no como reproductores de semen.

A los verracos se les calificará de 1, 2 o 3 cruces:

1 cruz: baja libido sin interés por el maniquí y no hace intentos de monta.

2 cruces: buena libido interés por el maniquí aunque se distrae.

3 cruces: excelente libido y monta rápida.

Comportamiento durante la eyaculación

Aspecto del pene, duración de la eyaculación y observación de la actitud del verraco (nerviosismo, intento de bajar del maniquí etc.)

También esto se valora como el de libido de uno a 3 cruces:

1 cruz: mal comportamiento, tiempo de eyaculación corto o sea menos de 3 minutos y con signos de nerviosismo e inquietud.

2 cruces: buen comportamiento con un tiempo de eyaculación de 3 a 5 minutos.

3 cruces: excelente comportamiento, con un tiempo de eyaculación de más de 5 minutos (De Alba, 2010).

2.6 Incapacidad reproductiva en machos

La baja fertilidad del semental depende de muchos factores como nutrición, estrés, temporada del año, problemas de libido, así como causas genéticas trascendentes.

Los centros de inseminación artificial, descartan sementales cuando empiezan a presentar problemas de baja fertilidad o de baja calidad seminal debidos a causas desconocidas, aunque el mantenimiento de los animales supone un costo considerable (Dahmani et al., 2010).

Otros factores son:

1. Producción de espermatozoides.
2. Viabilidad y capacidad fecundante de dichos gametos.
3. Deseo sexual.
4. Capacidad de aparearse.

El macho estéril se identifica fácilmente, pero el que presenta fertilidad reducida plantea serios problemas y causa pérdidas a los criadores y a la industria de inseminación artificial.

Hay varias causas de infertilidad masculina (macho): deficiencia de gonadotropina, aberraciones cromosómicas, trastornos genéticos, obstrucción del sistema de conductos masculinos, toxinas ambientales, enfermedad sistémica y genital, trastornos neurológicos y enfermedades autoinmunitarias.

2.6.1 Trastornos eyaculatorios

Los trastornos eyaculatorios son de dos tipos: ausencia de impulso sexual o libido o incapacidad para copular. Esta última comprende problemas en la erección, monta, penetración o eyaculación.

2.6.2 Ausencia de libido.

La libido o deseo (impulso) sexual es un aspecto importante del funcionamiento reproductivo del macho. Su ausencia puede ser hereditaria u originarse de trastornos psicógenos, desequilibrio endocrino o factores ambientales.

Aunque las características seminales sean satisfactorias, la fertilidad puede estar adversamente afectada por la falta de libido.

En el verraco la baja libido se asocia a obesidad, estrés térmico o plan nutricional excesivo.

Al parecer la libido también es afectada por manejo deficiente de los verracos jóvenes durante el servicio.

2.6.3 Estrés térmico

En verracos, la fertilidad varía estacionalmente, los niveles son mínimos inmediatamente después de los meses más calurosos de año, el volumen del semen y contenido total de espermatozoides del eyaculado son mayores en tiempo de frío.

Los verracos expuestos a temperaturas ambientales elevadas durante 90 días consecutivos experimentan decremento en la concentración y motilidad espermática y cambios acrosómicos.

La exposición por períodos de cuatro a cinco días a temperaturas ambientales mayores de 35 °C y las variaciones diurnas prevalentes en regiones tropicales y subtropicales afecta la calidad del semen porcino pero no su volumen.

La elevada incidencia de inclusiones citoplasmáticas puede deberse al efecto a largo plazo de las temperaturas ambientales altas sobre el epidídimo, el cual, dada su localización peculiar en el escroto del cerdo, es muy sensible a la temperatura.

2.6.4 Manejo reproductivo

En programas de apareamiento natural, la frecuencia de servicio y la proporción de hembras por semental depende de la especie, la edad, la libido, la fertilidad y la nutrición del macho.

La espermatogénesis es un proceso continuo, pero las eyaculaciones frecuentes y repetidas influyen adversamente en la libido masculina y las características del semen. Aunque la libido vuelve a la normalidad después de una semana de reposo sexual.

2.7 Factores que influyen sobre la libido del verraco.

El comportamiento sexual del verraco es coordinado por el sistema nervioso central con participación de las hormonas sexuales. Estas últimas por su parte, son producidas en los testículos, igualmente controladas por el sistema nervioso central (Minitube, 2007).

Los machos con buena libido identifican con rapidez a la hembra en celo y la montan en menos de 2 minutos.

En las hembras la conducta sexual está condicionada por la actividad ovárica y particularmente por la producción de hormonas, conocidas como estrógenos (hormona femenina). De esta manera la receptividad sexual en la gran mayoría de las hembras se limita a períodos cortos de su ciclo reproductivo, denominado ciclo estral.

Los machos en cambio, no presentan patrones definidos. Es decir, en general, los machos siempre están receptivos al apareamiento.

Existen amplios antecedentes que indican que en la conducta de apareamiento influyen diversos factores externos, como por ejemplo el plano nutritivo, la época del año o la luminosidad ambiental.

Se sabe también, que en el verraco, la libido tiene un importante componente genético, es decir es heredable.

Otro elemento importante en la conducta sexual, es la comunicación química entre los sexos a través de sustancias volátiles conocidas como feromonas y que son excretadas a través de la piel, de la saliva o en la orina. Estas sustancias odoríferas, que en general penetran por vía olfatoria, son capaces de estimular áreas específicas del sistema nervioso, induciendo la liberación de diversos factores asociados a la actividad reproductiva.

2.7.1 Alimentación

La desgana, la fatiga, la debilidad, están ligados íntimamente a la alimentación. Una mala dieta puede ser causa de una disminución en la libido.

Agreguemos a una mala alimentación factores extenuantes como el estrés y el cuadro empeorarán ostensiblemente.

Lo más palpable de una mala alimentación es el debilitamiento del cuerpo entero. El animal, se queda sin energía.

Los alimentos capaces de aumentar la libido se caracterizan por contener altas dosis de minerales como el hierro, el fósforo, el zinc, el calcio, el yodo, o vitaminas del grupo B.

Nutrientes que además de dar energía estimulan la secreción de espermatozoides de gran calidad.

Estos son algunos de los ejemplos más destacados, aunque lo principal para mantener un buen deseo sexual es tener una buena salud.

El organismo debe disponer de los nutrientes que necesita para realizar sus funciones vitales. Si existen carencias, el deseo disminuye, ya que el organismo destina los nutrientes a la realización de otro tipo de funciones, dejando de lado el deseo sexual.

La principal fuente energética alimentaria la constituyen las grasas. Dentro de las grasas se ha encontrado una relación directa entre la libido y el consumo de ácidos grasos omega-3 y omega-6.

Los ácidos grasos omega-3 y omega-6 son ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs) relacionados con el ácido alfa-linolénico y linoléico respectivamente.

Éste es un ácido graso de los llamados “esenciales” porque el organismo animal es incapaz de fabricarlo, y tiene que ser tomado con el alimento.

Todas las glándulas endocrinas y sus hormonas contribuyen a la potencia y el equilibrio sexual. La tiroides produce una hormona, la tiroxina, que controla parte del metabolismo del cuerpo. Cuando la producción de tiroxina es insuficiente, la libido disminuye.

La secreción de tiroxina se realiza a partir del aminoácido tirosina y bajo la influencia de las vitaminas B6 y C. Estos nutrientes son necesarios para el buen funcionamiento de la tiroides y su carencia puede ser el origen de problemas sexuales. Por otro lado, la tirosina es utilizada por el cerebro para formar neurotransmisores implicados en el deseo sexual.

El zinc es vital para el crecimiento, regula el desarrollo sexual, la producción de insulina y las resistencias naturales, además de los desarrollos epidérmico y capilar.

Su deficiencia puede conducir a pérdida de peso, problemas cutáneos, libido baja, pérdida de gusto y olfato. Es importante tener en cuenta que el salvado inhibe la capacidad de absorción de zinc del organismo.

La vitamina C actúa a nivel de las glándulas seminales, ayudando a que los espermios sean más rápidos y hábiles, aumentando así las posibilidades de fecundar.

La buena nutrición va más allá de proporcionarle una buena vida sexual. Le proporciona una vida sana.

Podemos incrementar la libido mediante la administración de hormonas.

Pero tal proceder desgastará y acortará la vida productiva del animal. Es por ello que aumentar su libido a través de una dieta adecuada sigue siendo la mejor opción como potenciador sexual.

2.7.2 Las Feromonas

Las feromonas son sustancias que sirven para atraer al sexo opuesto. Son sintetizadas naturalmente y segregadas por todos los animales y tienen características propias en cada especie.

Estas sustancias provocan determinadas respuestas en el comportamiento, la reproducción o el desarrollo de otros miembros de la misma especie.

Las feromonas no sólo provocan respuesta de atracción sexual, sino también estimulan la conducta de apareamiento y de relación social.

El verraco es capaz de detectar la presencia de una hembra en celo a mucha distancia. Esto es así, básicamente, porque poseen una estructura conocida como órgano vomero-nasal, el cual tiene la capacidad de captar dichas sustancias odoríferas volátiles.

Las feromonas son responsables de fenómenos de sincronización entre animales de su mismo sexo o de sexo contrario.

El reflejo de inmovilidad es estimulado por el contacto con un verraco adulto.

Las glándulas salivares submaxilares del macho producen feromonas que son secretadas con la saliva.

Las principales sustancias naturales responsables del “olor sexual” del verraco son la androstenona y el escatol.

La androstenona es una feromona sexual masculina. El escatol es un metabolito del triptófano, un aminoácido de la dieta producido por microbios intestinales en el intestino del cerdo. A diferencia de la androstenona, el escatol no es específico de los machos.

La androstenona sólo se produce en cerdos con tejido testicular activo. En un cerdo maduro sexualmente, las glándulas salivales absorben grandes cantidades de androstenona de la circulación, convirtiéndola en una feromona sexual que es liberada en la saliva previa o durante el apareamiento (Gielgud, 2009).

2.7.3 Ritmo de colección.

El ritmo de colección de los sementales en un CTG depende de factores como: edad, línea genética, etc. Esto ha cambiado con los progresos asociados a los genotipos y su especialización, dado que el período de descanso o intervalo de colección (IC), influye notablemente sobre la producción de espermatozoides vivos que es el parámetro que realmente determina la cantidad de dosis útiles por eyaculado. Esta influencia, es variable de acuerdo a la línea y a cada CTG, además de que para cada genotipo se establece un ritmo de trabajo específico.

Estas relaciones son de gran importancia, sin dejar de considerar la edad, sobre todo cuando se trabaja con varias líneas, dado que permiten planificar mejor los procesos de trabajo y los presupuestos de producción de dosis (Becerril et al, 2010).

Los verracos jóvenes no deben ser trabajados más de 2 a 3 veces por semana y los viejos no más de 3 a 4 veces por semana, transitoriamente es posible un desgaste mayor pero no debe llegarse al agotamiento.

Tal sobrecarga sexual conduce a:

Disminución de la libido, descenso de la concentración de espermatozoides, incremento de la proporción de espermatozoides maduros (provistos de gotas citoplasmáticas en una región proximal), disminución de la cantidad de semen, alteración de la composición química del esperma, reacciones estresantes inespecíficas (Diedrich, 1972).

2.7.4 Exigencia sexual.

Los problemas de salud y los de apoyo se presentan frecuentemente después de las exigencias excesivas de los miembros posteriores por la colecta de semen y se encuentran muchas veces asociados a debilidad muscular o circulatoria.

2.7.5 Problemas de salud.

Las enfermedades infecciosas, como una simple gripe, en general pueden reducir el interés del verraco por el maniquí (Minitube, 2007).

2.7.6 Alojamiento.

Los verracos deben contar con unas jaulas adecuadas para su bienestar animal y así poder tener un buen deseo sexual.

El diseño de una instalación determinará las diversas rutinas de manejo que deban seguirse en un CTG, ya que de ello dependerá la eficiencia para el traslado y colección de los sementales, la propia seguridad de los trabajadores, y hasta la conducta sexual de los verracos.

Las dimensiones de los corrales pueden ser variar de 2.10 a 2.40 m, aunque es más común que los hayan diseñado con medidas de 1.80m de ancho por 2.50m de largo; o bien, de 2.00 m ancho por 3.00 m de largo, de preferencia con piso parcial o totalmente de “slat”, y al igual que las jaulas, las divisiones entre corrales deben ser verticales. Cada corral requiere tener un comedero y un bebedero individual (Becerril et al., 2007).

La separación con rejas entre un alojamiento y otro (verraqueras), permite que los animales se observen, huelan y oigan unos a otros, favoreciendo el desarrollo de la libido y la optimización del comportamiento reproductivo (Gielgud, 2009).

En general, hay buenos resultados cuando se tiene piso con por lo menos un tercio de “slat” (Becerril et al., 2007).

2.7.7 Otros

Los reproductores deben disponer de las mejores condiciones posibles de, temperatura, humedad, ventilación. En términos generales, el suelo debe estar limpio y seco, lo que minimizará el riesgo de infecciones y traumatismos (Gielgud, 2009).

2.7.8 Buenas prácticas zootécnicas.

Cuando los verracos llegan a un centro de transferencia genética deben de instalarse en una cuarentena y pasar un período de adaptación, para sucesivamente empezar a prepararlo para su vida productiva.

2.8 Entrenamiento de los verracos y diseño del área de colección.

Por lo general, el entrenamiento se lleva a cabo en las estaciones o casetas de cuarentena. La ubicación y diseño del área de colección están enfocados a dar mayor seguridad a los trabajadores, y en particular a que el entrenamiento de los sementales y los procesos de colección sean más eficientes, tanto en duración, como en la calidad de los eyaculados obtenidos.

Esas modernas áreas de colección, se caracterizan por ser de dimensiones más reducidas que las tradicionales.

De acuerdo a recientes estudios, los nuevos modelos disminuyen de manera significativa el tiempo en que el semental aprende a montar el potro cuando se compara con el diseño tradicional. En un estudio donde se logró el entrenamiento de los sementales, con el nuevo modelo requirieron de un total de 90 minutos y de tres sesiones, mientras que con el diseño tradicional, se necesitaron 150 minutos y de cinco sesiones para que aprendieran a montar al potro.

Con respecto al tiempo que el semental tardó en montar el potro en el modelo nuevo comparado con el diseño tradicional, se necesitaron de 46.3 vs. 73.2 segundos. También, se observó una disminución del tiempo que requirió el semental para salir del área de colección: 22.1 vs. 11.3 segundos. Con los nuevos modelos, será muy raro (menos del 1%) que alguno de los sementales no sea entrenado, aun cuando el personal no tenga experiencia. En cuanto al número de áreas de colección necesarias en una posta, es recomendable con una por cada 50 sementales inventariados (1:50) (Becerril et al., 2007).

Antes de comenzar el entrenamiento del verraco es conveniente cerciorarse de que no tiene ningún problema o afección que pudieran dificultar su monta o afectar a su libido. No debería empezar antes de los 6 meses, ni más tarde de los 10.

Utilizar al principio, un potro móvil en el habitáculo del verraco, para que el animal no pierda tiempo reconociendo una zona nueva para él. Con el potro móvil se puede emular el comportamiento de la cerda (reflejo de inmovilidad)

Elementos que pueden estimular al verraco.

- Fluidos biológicos, semen y orina de otros verracos.
- Dejar que pueda ver cómo montan otros animales.
- Utilizar la orina de cerdas en celo.
- Masajes del prepucio.
- Utilización de feromonas sintéticas comerciales.

Elementos que entorpecen el entrenamiento.

- Elevadas temperaturas, mal estado sanitario.
- Anomalías hormonales.
- Falta de paciencia y maltrato animal.
- Suelos resbaladizos.

- La presencia de una hembra en celo, puede ser una arma de doble filo y hacer que el verraco sólo acepte montar en su presencia o aún peor, que quiera montar a la cerda (Ediporc, 2009).

2.8.1 Características de entrenamiento.

Para comenzar el entrenamiento es recomendable poner el potro o maniquí en el corral de colección del verraco para evitar un ambiente diferente donde el animal puede tener reacciones de miedo o distracción, siendo importante que se habitúe pronto a la presencia del hombre junto al maniquí.

Es conveniente que el maniquí permita el acoplamiento por ambos extremos y tenga poca altura para facilitar los primeros intentos de monta, normalmente torpes y con poca excitación.

Las reacciones de los verracos ante el “potro” son análogas a las que manifiestan frente a las hembras, como son los olfateos y golpes de hocico que preceden al salto y, por ello, es muy importante no sólo consentir estas reacciones sino estimularlas cuando el animal se mantiene distraído.

El entrenamiento de verracos jóvenes no presenta grandes dificultades, si bien hay que considerar algunas condiciones para evitar reacciones de miedo que inhiban su excitación sexual (Rillo, 1982).

2.8.2 Zona de colección

El verraco debe encontrar un lugar con un medio adecuado donde no pueda distraerse, se le desencadenen los reflejos condicionados estimulantes de su libido y adquiera el hábito al salto rápido y metódico, con un comportamiento sexual normal y sin alteraciones (Rillo, 1982).

Se dispondrá de las zonas de extracción necesarias (cada una separada y con su correspondiente potro), atendiendo al número de verracos, de extracciones diarias, de operarios o al sistema utilizado.

Serán zonas de fácil acceso para los animales (entrada y salida) y que permita al operario llevar al verraco sin problemas y con total seguridad. Debe ser de fácil limpieza y desinfección.

Sería recomendable utilizar suelos ciegos de hormigón, sin paja o serrín, con algún tipo de material antideslizante (alfombrillas de goma). Suelos de rejilla en la zona de extracción pueden acelerar o provocar el deterioro de los aplomos del animal.

No habrá objetos que puedan distraer o dañar al verraco, como varillas rotas, imperfecciones en el potro, etc. (Ediporc, 2009).

2.8.3 El operador.

Debe prestar atención al comportamiento de cada individuo, teniendo en cuenta su carácter y realizando todas las operaciones con cuidado e higiene.

2.8.4 Equipo de colección.

Todo el equipo debe estar preparado con las condiciones higiénicas y sanitarias necesarias para que la calidad del semen sea óptima (Rillo, 1982).

2.8.4.1 Maniquí para verracos.

El maniquí para verracos es una herramienta indispensable para la extracción del esperma.

El maniquí permite al verraco imitar la monta y al operario un acceso fácil al pene del animal.

El dispositivo puede ser fijo o de altura graduable.

Los maniquís de altura graduable permiten la adaptación de los mismos a la altura del animal con lo cual se evita riesgos sobre los aplomos de los verracos y proporcional un mayor confort.

2.8.4.2 Guante.

Se recomienda utilizar dos guantes. Uno para la colección de semen y otro colocado sobre este, para proteger el guante de colección durante la preparación del verraco.

No se recomienda el uso de guantes de látex y guantes impregnados con polvos de talco o cualquier otro polvo tipo silicato por ser perjudiciales para el esperma.

2.8.4.3 Bolsa de colección y filtros.

La recolección puede efectuarse directamente sobre el recipiente de recogida. Como filtro podrá utilizarse gasa estéril, doblada en cuatro pliegues, bien sujeta al cuello del recipiente de recogida con una goma.

Ahora bien, es más higiénico efectuar la recogida en una bolsa de polietileno, libre de polvo, de un solo uso. La bolsa se coloca en el interior del recipiente de recogida.

Existen bolsas especiales para la recolección de semen que integran la bolsa y el filtro, las cuales a su vez pasan a ser bolsa de dilución y de dispensación. Estas bolsas son suministradas por varias empresas del sector.

La bolsa con el filtro integrado se coloca sobre el envase colector. Después de la colección del semen, el filtro se desprende y se tira. El eyaculado limpio queda en la bolsa donde se adiciona el diluyente procediendo a su dilución.

2.8.4.4 Jarro de colección de semen.

El recipiente más higiénico es el vaso de pirex ya que se puede limpiar, desengrasar y esterilizar en autoclave. Pero el vidrio está desaconsejado por las medidas de seguridad. Es por ello que suelen utilizarse recipientes plásticos.

Los recipientes de cartón plastificados no se recomiendan ya que pueden desprender materias grasas y ceras de las utilizadas para impermeabilizarlos (Ediporc, 2009).

2.9 Durante la extracción

No realizar la extracción antes o después de la comida del verraco. En caso de que se den temperaturas elevadas trabajar con el animal durante las horas más frescas.

Eliminar cualquier objeto que pueda distraer la atención del verraco.

Utilizar la técnica denominada de “doble guante”, que consiste en utilizar dos guantes sobre la misma mano. Con el primero se realizan todas las maniobras de limpieza del prepucio, pene y descarga de restos de orina del divertículo prepucial y el segundo sólo se utiliza para coger el pene y realizar la extracción.

Utilizar guantes de látex o vinilo sin polvo que no sean tóxicos para el esperma.

Eliminar el contenido de orina del prepucio, el divertículo prepucial y limpiar la zona con una toallita de papel o húmeda con alguna solución antiséptica.

Es posible que algunos animales presenten en torno a la apertura del prepucio pelo de una determinada longitud.

La presencia de estos pelillos, por un lado dificultan la maniobra de coger el pene del animal y por otro, como se están tocando continuamente, favorecen la aparición de contaminación. Por este motivo, se recomienda cortarlos.

Durante la eyaculación, no debe recoger la primera porción (fracción preespermática) de unos 10 o 15 ml., puesto que su función principal es de limpieza del tracto genitourinario y suele contar con un importante contenido microbiológico.

Situar el pene en posición horizontal al eje del suelo, para evitar que restos de fluidos se deslicen hasta el vaso de recogida y entren en contacto con el eyaculado.

Después de la fracción preespermática, viene la fracción rica (con la mayor proporción de espermatozoides 80- 90%), de un color lechoso, y la fracción pobre o postespermática (menor cantidad de espermatozoides), con una tonalidad más blanquecina, turbio-transparente. La separación de una y otra no siempre es clara en todos los animales, ya que hay animales que las intercalan.

Mientras el verraco está eyaculando puede ser recomendable realizar pulsaciones en el pene (aumentando y disminuyendo la presión ligeramente), con la mano con la que está sujetando, para estimular dicha eyaculación.

Mantener sujeto el pene del animal hasta que haya acabado de eyacular. De otro modo, la extracción puede llegar a convertirse en un estímulo negativo, provocar el rechazo a la monta y afectar a la producción de dicho animal.

Es recomendable usar un filtro para separar la porción gelatinosa (tapioca) del resto del eyaculado, ya que favorece la aglutinación de espermatozoides.

Es aconsejable cerciorarse de que todo el material utilizado que vaya a estar en contacto con el semen esté atemperado, limpio y no sea tóxico para el mismo.

Utilizar para la recogida material atemperado y que proteja al eyaculado de las bajas temperaturas en invierno, como ejemplo, termos isotérmicos.

Una vez acabada la extracción, el eyaculado debe llevarse lo antes posible a la zona de valoración y procesado, protegiéndolo de la luz y de posibles cambios de temperatura.

Con el fin de reducir el tiempo de la extracción, es recomendable que a cada verraco le haga la extracción siempre que sea posible, la misma persona, con el mismo tipo de ropa (color, etc.), aproximadamente en el mismo rango horario, e incluso en el mismo potro (Ediporc, 2009).

3. MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó con la información de 323 registros de colecciones de 45 verracos de 4 líneas genéticas terminales de un CTG, ubicado en el Km 12, carretera los Reyes – Zamora, entre los $102^{\circ} 15'$ de latitud N y los $19^{\circ} 50'$ de longitud W. El horizonte de estudio fue de Enero a Febrero del 2011.

Los sementales ingresaron el mismo día con una edad (E1) de 169 ± 23 días, sometidos adaptación, cuarentena y entrenamiento (50 días) e iniciaron su producción a una edad (E2) de 218 ± 23 días, teniendo una edad media (E3) a la colección de 762 ± 25 días y un ritmo de trabajo o intervalo de colección de 3 ± 1 días.

Se midió, el tiempo de reacción (T.R) y la duración de la eyaculación (D.E), el tiempo de reacción, es el tiempo que transcurre desde que el verraco ingresa al cubículo de colección, hasta que monta el potro y la duración de la eyaculación es el tiempo en que tarda el verraco, desde que ya montó el maniquí, hasta que el operador obtiene sus diferentes fracciones espermáticas.

El TR y la DE fueron registrados con un cronómetro de alta precisión con aproximación a milésimas de segundo, y las variables de la calidad de los eyaculados se obtuvieron bajo los protocolos y estándares del CTG, definiendo, por análisis de correlación múltiple, a las dosis por eyaculado como estimador de la productividad.

La información se registró manual y electrónicamente, para su análisis mediante la metodología de mínimos cuadrados para determinar el componente de la LG , así como Modelos Lineales y procedimientos de selección de modelos por regresión, empleando el sistema SAS (Ver.8.0, 1999)

Cuadro1. Actividades semanales del centro de transferencia genética.

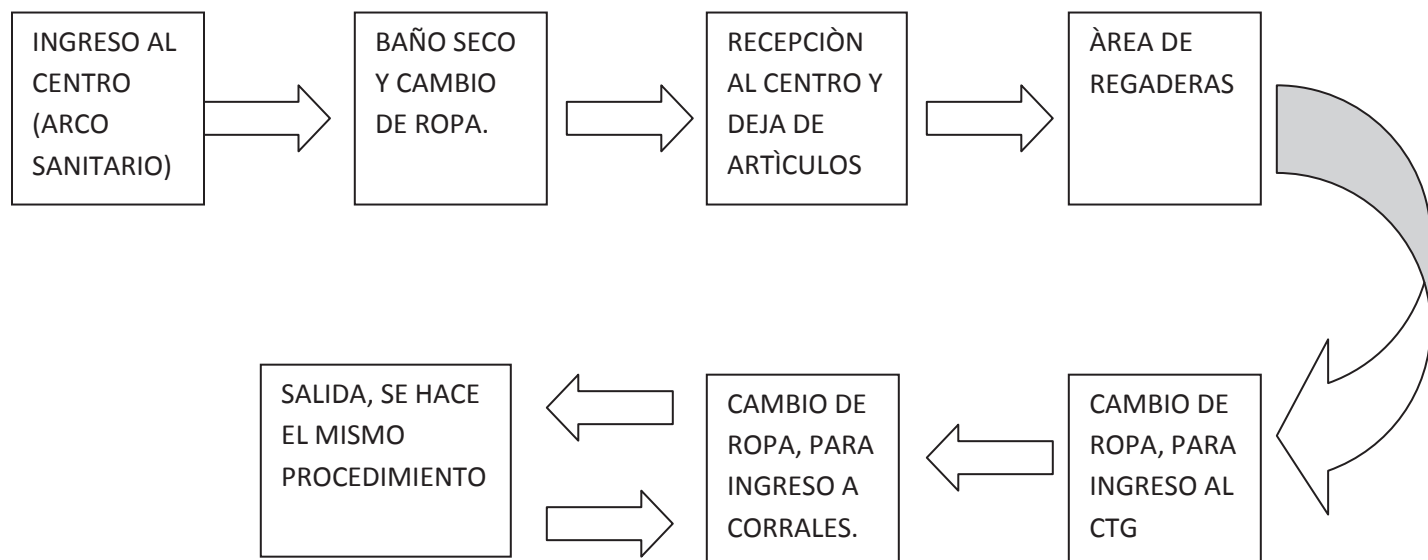
	Lu ne s	Pers onas	Ma rte s	Pers onas	Miér cole s	Pers onas	Jue ves	Pers onas	Vier nes	Pers onas	Sáb ado	Pers onas	Dom ingo	Pers onas
Ingres o del person al	X	4	X	3	X	3	X	4	X	3	X	1	X	1
Colecc iones	X	2					X	2						
Prepar ación de semen	X	2					X	2						
Alimen tación de Verrac os	X	1	X	1	X	1	X	1	X	1	X	1	X	1
Limpie za de corrale s	X	2			X	1	X	2			X	1	X	1
Limpie za de laborat orio	X	1	X	1	X	1	X	1	X	1				
Limpie za de otras áreas	X	1	X	1	X	1	X	1	X	1	X	1	X	1
Limpie za extern a											X	1	X	1
Lavad o de ropa	X	1												
Lavad o de corrale s			X	1					X	1				

En este cuadro se muestran algunas actividades que se realizan en el centro de transferencia genético, en la semana.

Las colecciones se realizan los días lunes y jueves, con 2 personas en el área de colección y 2 personas en el área de laboratorio

La alimentación de los verracos es todos los días y es realizada esta actividad, por una persona, 2 veces al día.

Diagrama 1. Protocolo de Entrada y Salida del Centro de Transferencia Genética.



Cuadro 2. Colecciones semanales.

Semana/Año	Día	Cerdos colectados	Col Línea-A	Dosis Línea-A	Col Línea A-1	Dosis Línea A-1	Col Línea B	Dosis línea B	Col Línea B-1	Dosis Línea B-1
Semana 3	Viernes	7	7	64	0	0	0	0	0	0
Semana 4	Lunes	44	12	135	13	188	3	41	16	248
	Jueves	44	12	114	13	170	3	40	16	230
Semana 5	Lunes	44	12	121	13	175	3	35	16	237
	Jueves	44	12	139	13	179	3	43	16	227
Semana 6	Lunes	44	12	156	13	191	3	44	16	248
	Miércoles	8	6	103	2	37	0	0	0	0
	Jueves	36	6	46	11	139	3	39	16	241
	Viernes	8	6	94	2	34	0	0	0	0
Semana 7	Lunes	44	12	146	13	183	3	43	16	251
Total		323	97	1118	93	1296	21	285	112	1682

Las colectas se registraron por semana del año y por día de la semana, esto comprendió desde el día viernes de la semana 3 hasta el día lunes de la semana 7.

El día viernes de la semana 3 se colectaron 7 verracos, siendo estos de la línea A, con un total de 64 dosis producidas.

El día lunes de la semana 4 se colectaron 44 verracos, 12 de la línea A, con 135 dosis producidas, 13 de la línea A-1 con 188 dosis producidas, 3 de la línea B, con 41 dosis producidas y 16 de la línea B-1 con 248 dosis producidas.

El día jueves de la misma semana se colectaron 44 cerdos, 12 de la línea A con una producción de 114 dosis, 13 de la línea A-1 con 170 dosis producidas, 3 de la línea B con 40 dosis producidas y 16 de la línea B-1 con 230 dosis producidas.

El día lunes de la semana 5 se colectaron 44 verracos, 12 de la línea A con 121 dosis producidas, 13 de la línea A-1 con 175 dosis producidas, 3 de la línea B, con 35 dosis producidas y 16 de la línea B-1 con 237 dosis producidas.

El día jueves de la semana 5 se colectaron 44 verracos, 12 de la línea A con 139 dosis producidas, 13 de la línea A-1 con 179 dosis producidas, 3 de la línea B, con 43 dosis producidas y 16 de la línea B-1 con 227 dosis producidas.

El día lunes de la semana 6, se colectaron 44 verracos, 12 de la línea A con 156 dosis producidas, 13 de la línea A-1, con 191 dosis producidas, 3 de la línea B con 44 dosis producidas y 16 de la línea B-1 con 248 dosis producidas.

El miércoles de la semana 6 se colectaron 8 verracos, 6 de la línea A con 103 dosis producidas, 2 de la línea A-1, con 37 dosis producidas.

El día jueves de la semana 6, se colectaron 36 verracos, 6 de la línea A con 46 dosis producidas, 11 de la línea A-1 con 139 dosis producidas, 3 de la línea B con 39 dosis producidas, 16 de la línea B-1, con 241 dosis producidas.

El viernes de la misma semana, se colectaron 8 verracos, 6 de la línea A, con 94 dosis producidas y 2 de la línea A-1 con 34 dosis producidas.

El día lunes de la semana 7 se colectaron 44 verracos, 12 de la línea A, con 146 dosis producidas, 13 de la línea A-1 con 183 dosis producidas, 3 de la línea B con 43 dosis producidas y 16 de la línea B-1 con 251 dosis producidas.

Estas colecciones dieron un total de 323 cerdos colectados, 97 de la línea A, con 1118 dosis producidas, 93 de la línea A-1 con 1296 dosis producidas, 21 de la línea B con 285 dosis producidas y 112 de la línea B-1 con 1682 dosis producidas.

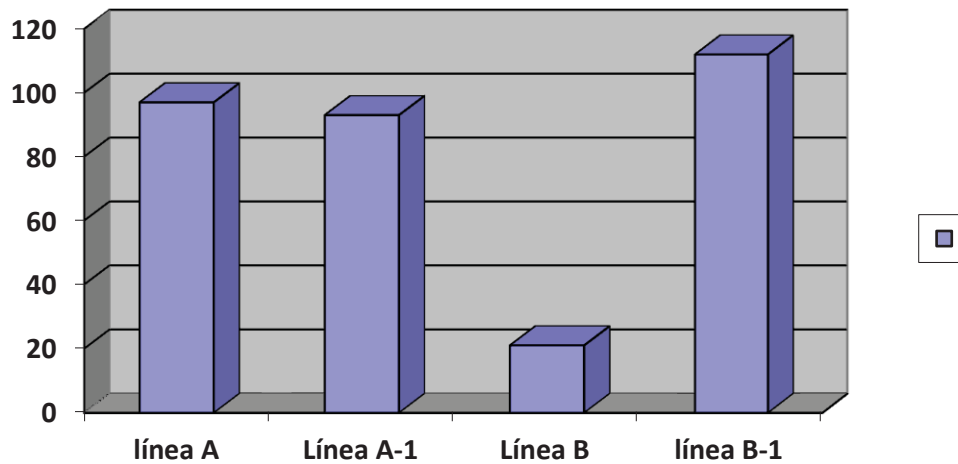
A todos los verracos que se colectaron se les tomó el tiempo de reacción, que es desde que el verraco entra al pasillo hasta que monta el potro, también se les tomó el tiempo del eyaculado que comprende desde que el operario obtiene la primera fracción espermática, hasta que el verraco termina de eyacular.

El tiempo se le tomó con un cronómetro manual que indica los minutos, segundos y milésimas de segundo.

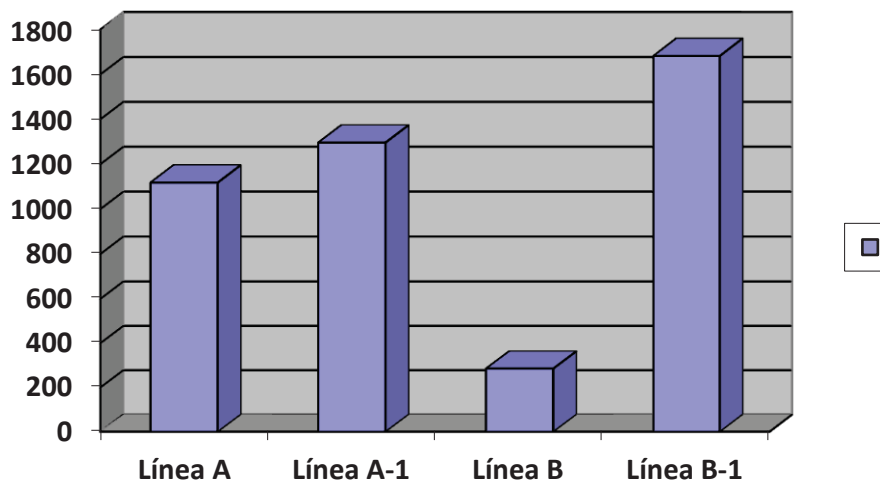
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las colecciones obtenidas por línea genética en el tiempo de este estudio, se representan en la **gráfica 1**, así como las dosis producidas por línea genética, representadas en la **gráfica 2**.

Gráfica 1. Colecciones por línea genética.



Gráfica 2. Dosis producidas por línea genética.



El análisis de correlación mostró relaciones altas y muy significativas entre las edades de ingreso (E1), de inicio a la vida reproductiva (E2) y de colección (E3), como cabría esperar, tanto en magnitud como en dirección; pero ninguna de ellas se asoció con el TR y sí con la DE, revelando que a mayor edad, mayor duración de la eyaculación, y aunque fueron muy significativas, el grado fue más bien bajo.

La relación entre TR y DE, fue negativa, muy significativa y de grado medio, indicando que TR cortos se asociaron a mayores tiempos de DE. Tanto las distintas edades, como los rasgos de la libido, se relacionaron negativamente ($P < 0.01$), con la producción de dosis por eyaculado

La cuantificación de estas relaciones y su significancia se muestra en el **cuadro 4**, con los coeficientes de regresión lineal (β_1). Estos resultados confirman, por un lado, la complejidad de la libido y sus componentes, y por otro, dan bases para el perfeccionamiento continuo, de las prácticas tecnológicas, del confort y bienestar animal y de las habilidades del factor humano para los protocolos de colección de semen.

Los promedios para los rasgos de la libido, actualizan los valores para los genotipos actuales en México, muestran que se ha reducido la variabilidad, respecto a los de la pasada década, pero persiste la necesidad de reducir la variabilidad que puede atribuirse a otros factores, incluyendo al humano, y especialmente en el TR (**Cuadro 3**).

Asimismo, dan cuenta de evidencia de un fondo genético por estudiar. Respecto a las dosis totales (D.T), habrá que tomar en cuenta que refiere de una población ya muy madura y sometida a ritmos intensos de trabajo, es decir, terminando su vida productiva.

Cuadro 3. Promedios fenotípicos

VARIABLE	MEDIA	S	E.E.	CV %	RANGOS†
TR	74.25	80.38	4.49	<100.0	36-612
DE	394.98	113.63	6.32	28.77	210-630
DT	13.56	4.14	0.23	30.57	4-15

†: Datos de México de 1987 a 1994.

Cuadro 4. Modelos de regresión lineal

Y	β_0	β_1	X
TR	55.675**	0.11 NS	E1
DE	271.577**	0.737**	E1
DT	23.62*	-0.06**	E1
TR	53.406NS	0.096 NS	E2
DE	249.979**	0.670*	E2
DT	26.45**	-0.06**	E2
TR	-1.767 NS	0.099 NS	E3
DE	-109.170 NS	0.663**	E3
DE	171.07**	-0.244**	TR
DT	14.52**	-0.002**	TR
DT	8.93**	0.001 **	DE

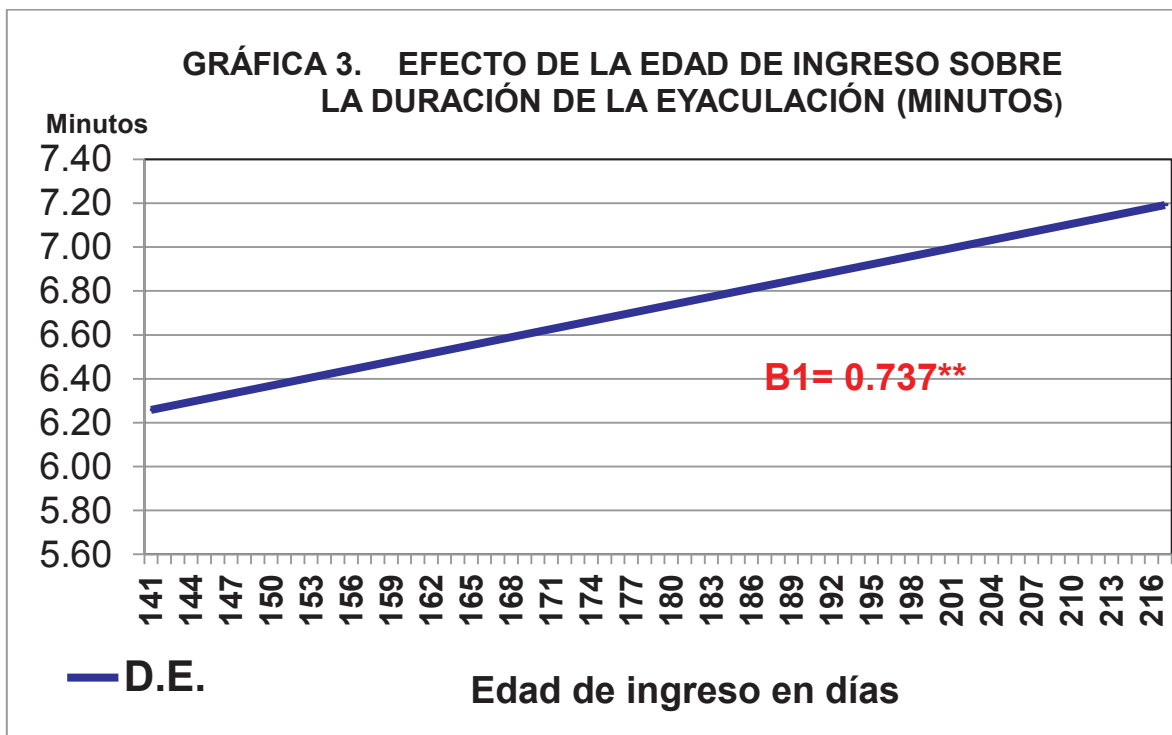
Las correlaciones entre T.R y D.E, son negativas, debido a que a mayor Tiempo de Reacción, menor tiempo de Duración de la Eyaculación y por consecuente menor número de Dosis Totales (D.T).

La correlación entre D.E y D.T es positiva debido a que a mayor Duración de la Eyaculación, mayor células espermáticas y por consecuente mayor Dosis Totales, cuadro 5.

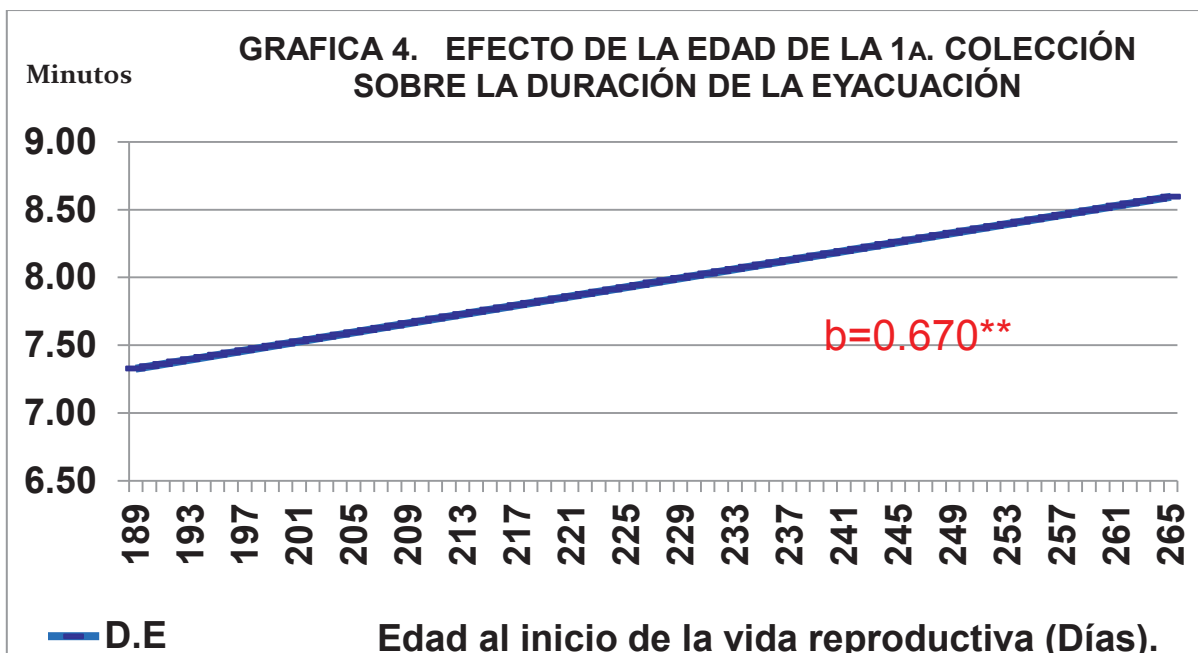
Cuadro 5. Matriz de coeficiente de correlación entre TR, D.E y dosis totales

	T.R	D.E	D.T
T.R	1	-0.34**	-0.25**
D.E		1	0.32 **
D.T			1

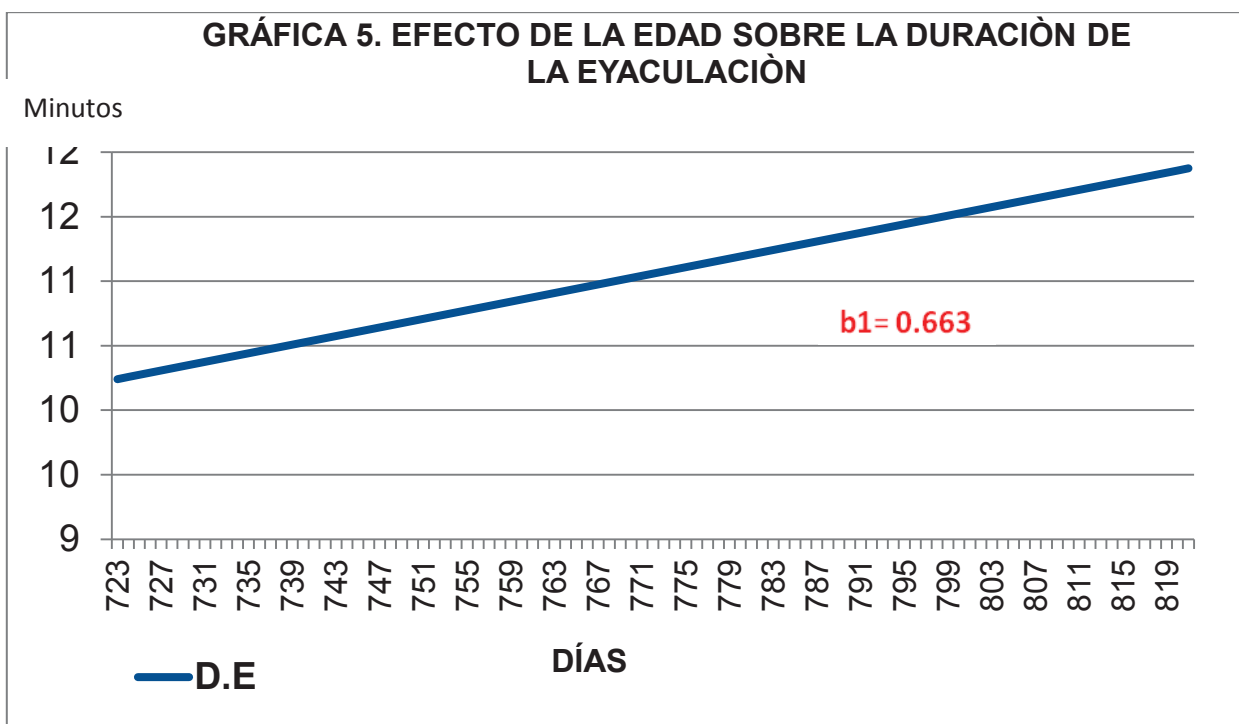
La gráfica 3. Representa el efecto que tiene la edad del ingreso del verraco al centro (E1) sobre la duración del eyaculado, en el cual observamos que por cada día transcurrido existe un aumento de 0.773 segundos en la duración del eyaculado.



La gráfica 4. Representa el efecto de la edad a la primera colección (E2) sobre la duración del eyaculado, en el cual observamos que por cada día transcurrido existe un aumento de 0.670 segundos en la duración del eyaculado.



La gráfica 5. Representa el efecto de la edad en la que se encontraban los verracos al momento del estudio (E3) sobre la duración del eyaculado, en el cual observamos que por cada día transcurrido existe un aumento de 0.663 segundos en la duración del eyaculado.



El análisis mostró diferencias ($P<0.01$) para todas las variables por efectos de la LG de los verracos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Cuadrados medios del análisis de varianza por efectos de la línea genética.

F de V.	TR	DE	DT
LG	79960.28 **	107867.13 **	214.77 **
Residual	5793.32	120.19.0	15.34
(R^2)	0.11	0.08	0.12
Media GRAL. ± E.E.	74.25 4.49	394.98 6.32	13.56 4.14

Cabe resaltar que los coeficientes de determinación (R^2) fueron muy bajos. En general, se conoce que las características reproductivas como la libido y/o sus componentes, son de baja heredabilidad.

No obstante, tratándose de líneas altamente especializadas, la magnitud este componente genético así como los mecanismos que determinan su control, no han sido establecidos.

Como se observa en el cuadro 7, la Línea B registró un promedio de TR más alto que la diferenció ($P<0.01$) de la demás, mismas que se mantuvieron muy cercanas al promedio de la población.

También podemos observar que la Línea B-1 registró un promedio de Tiempo de Reacción (T.R) más bajo, que por consecuencia obtuvo un mayor promedio de Dosis Totales producidas (D.T)

Cuadro 7. Medias de mínimos cuadrados ± e.e. por línea genética.

	A	A1	B	B1
TR	77.44 7.77 a	70.95 7.94 a	170.05 16.61 b	56.27 7.19 a
DE	404.32 11.19 a	433.04 11.31 ab	327.52 23.92 bc	367.68 10.36 c
DT	11.53 0.40 a	13.90 0.40 b	13.57 0.85 b	15.02 0.37 c

Respecto a la DE, el comportamiento de las líneas fue diferente, pero la tendencia general muestra que a mayores TR, menores DE, lo que corrobora los resultados de un trabajo paralelo (Mondragón et al., 2011), donde se encontró, una correlación negativa: $r = -0.25$.

Respecto a las DT, los valores son concordantes con la madurez de los verracos hacia el término de su vida productiva y las diferencias registradas entre líneas, evidencian la compleja naturaleza de los mecanismos genéticos que controlan la libido.

En síntesis, los resultados en su conjunto contribuyen a establecer las diversas pautas para el perfeccionamiento de protocolos para aprovechamiento del potencial de la libido de los verracos y capitalizar la eficiencia reproductiva y el progreso continuo de las pías.

5. CONCLUSIONES

La relaciones entre duración del eyaculado y la productividad de dosis, sí hubo correlación positiva.

Entre el tiempo de reacción y la duración de la eyaculación fue negativa implicando, tanto el semental, factor humano y tecnología.

Se encontró una evidencia del fondo genético para la libido por estudiar.

Se encontraron diferencias entre las líneas para los componentes de la libido.

El comportamiento de las líneas, para tiempo de reacción fue de la siguiente manera: B-1, A-1, A y B.

Para la duración de la eyaculación el desempeño de las líneas siguió el siguiente orden: A-1, A, B-1 y B.

6. LITERATURA CITADA

1. Bearded, H J. 1989. Reproducción animal aplicada. Ed. Manual Moderno. México, México. p.124-128.
2. Becerril A J, Juárez M A, Ortega G R. 2010. Intervalo de colección y productividad espermática de líneas genéticas en dos centros de transferencia genética con un sistema todo dentro todo fuera. XLV Congreso Nacional AMVEC. Acapulco, Guerrero. México. Agosto del 2010. p. 149.
3. Becerril A J, Juárez M A, Ortega G R. 2007. Evaluación de la productividad de los sementales de un centro de transferencia genética. VI Ciclo de Conferencias AMVEC- La Piedad. La Piedad, Michoacán, México. Septiembre del 2007. p. 120-130.
4. Becerril A J. 2001. Manejo del semen: Desarrollo de los programas de inseminación artificial. V Congreso Centroamericano y del Caribe de Porcicultura. San José, Costa Rica. 2001.
5. Bidanel, J. P. 1994. An overview of twenty years of selection for litter size in pigs using 'Hyperprolific' schemes. V *World Congress of Genetics Applied to Livestock Production*. Abril 1994. p 512-515
6. Blood, D.C. 1988. Diccionario de veterinaria. 1ª ed. Ed. Mc Graw-Hill Interamericana. Madrid, España. p. 632.
7. Bourdon, R. 1997. Understanding animal breeding. Ed. Pretince- Hall. U.S.A. p.523 p.
8. Cunningham J. 2003. Fisiología veterinaria. 3ª ed. Ed. Elsevier. Madrid, España. p. 421-423.
9. Dahmani. Y, Mozo. M. 2010. Revisión Práctica de las Patologías del Testículo del Verraco. XLV Congreso Nacional AMVEC. Acapulco, Guerrero, México. Agosto 2010. P. 137.

10. De Alba R. C. 2010. Protocolo práctico para la valoración de verracos destinados a la producción de dosis seminales. *Avances de la Tecnología Porcina*. 7 (69): 31-36.
11. Diedrich, S. 1972. Endocrinología y fisiología de la reproducción de los animales zootécnicos. Ed. Acribia. Zaragoza, España. p. 13-245.
12. Dpto. Técnico Veterinario de Magaporc. 2009. Una buena zona de extracción. *Ediporc*. 127:30-35.
13. Durán R F. 2006. Manual de explotación y reproducción en porcinos. Ed. Grupo Latino. Colombia p. 206.
14. Ediporc. 2009. Equipamiento básico para la inseminación artificial. *Ediporc*. 127: 20-25.
15. English R P. 1992. Crecimiento y finalización del cerdo. Como mejorar su productividad. Ed. Manual Moderno. México, D.F. p. 81-83.
16. Franson, R.D. 1986. Anatomía de los animales domésticos. 3ª ed. Ed. Interamericana. México, México. p.418.
17. García, A.M. 1997. Efectos de la raza, semental, edad, intervalo de colección, sobre la producción de semen en verracos. (Tesis de licenciatura). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán, México.
18. Gielgud E A. 2009. Factores que influyen sobre la libido del verraco. *Ediporc*. 126: 20-25.
19. Gestión Veterinaria Porcina 2009a. Factores que influyen sobre la producción espermática. *Avances de la Tecnología Porcina*. 6 (60): 44-45.
20. Gestión Veterinaria Porcina.2009b. Nutrición del verraco. *Avances de la Tecnología Porcina*. 6 (59):68 -69.
21. Gestión Veterinaria Porcina.2009c. Nuevas técnicas de contrastación seminal en el verraco. *Avances de la Tecnología Porcina*. 6 (57): 108-109.
22. Grijalbo, J. 1986. Enciclopedia grijalbo. 1ª ed. Ed. Grijalbo. Barcelona, España. p. 1122.

23. Hafez E S. 2000. Reproducción e inseminación artificial en animales. 7ª ed. Ed. McGraw Hill. South Carolina, U.S.A. p. 10- 295.
24. Juárez M A, Becerril A J, Ortega G R. 2009. Efectos genéticos y ambientales de la productividad de un centro de transferencia genética manejado con sistema todo dentro todo fuera. XLIV Congreso Nacional AMVEC. Puerto Vallarta, Jalisco. México. Julio del 2009. p.168.
25. Juárez M A, Becerril A J, Ortega G R. 2007. Efecto de factores genéticos y ambientales sobre la productividad de un centro de transferencia genética. XLII Congreso Nacional AMVEC. Querétaro, Querétaro. México. Julio del 2007.
26. López, Z.V y Caro, S.S. 1990. Comparación de dos métodos de servicio (monta natural vs inseminación artificial) en cerdos jóvenes y adultos de una granja comercial. (Tesis de licenciatura). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán, México.
27. Minutube. 2007. Ausencia de Libido en el Verraco. Los Porcicultores y su Entorno. 58:54-55.
28. Mondragón, G. J, Becerril A J, Juárez M A, Ortega G R. 2011. Efectos de la línea genética sobre la libido de verracos en un centro de transferencia genética. XLVI Congreso Nacional AMVEC. Puerto Vallarta, Jalisco. México. Julio del 2011. p. 167.
29. Ortega G R, Becerril A J, Juárez M A. 2010. Productividad y curvas de producción de dosis por línea genética y año en dos centros de transferencia genética con un sistema todo dentro todo fuera. XLV Congreso Nacional AMVEC. Acapulco, Guerrero. México. Agosto del 2010. p. 146.
30. Ortega, G.R. 2010. *Conf. AMMVZ*. AC. Mich. México.
31. Ortega, R. 1995a. La Producción porcina en México. 1ª ed. Ed. Morevallado. México, México. p. 237-257.
32. Ortega, G. R. 1995b. Factores genéticos y ambientales de la producción de semen de verracos en México. UAM-A y UMSNH: 237-248.
33. Piojan, A.M. 1996. Patogenia de las Enfermedades del Cerdo de Alta Salud. VII Seminario Internacional para Clientes PIC. Querétaro, México.

34. Rillo M S. 1982. Reproducción e inseminación artificial porcina. Ed. Bibliotecas Agrícolas Aedos. Barcelona, España. p. 4-43.
35. Rothschild & Ruvinsky. 1988. The Genetics of the pig. 2ª ed Ed.C.A.B International UK. Iowa U.S.A. p. 622.
36. SAS. 1999. Statistical Analysis system. Ver. 8.0. SAS Institute: Cary, N.C. U.S.A.
37. Vientes M C. 1994. Producción porcina, estrategias para una actividad sustentable. 1ªed. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. p. 213-214.