

Capítulo I. INTRODUCCION

Es necesario destacar la situación que existe en decenas de países y en general en el mundo, donde la crisis nutricional es extremadamente grave, el déficit de proteínas de origen animal se pasea por el mundo subdesarrollado unido al crecimiento demográfico donde las necesidades de carne se incrementan en función de la alimentación del hombre. Cada minuto en el llamado Tercer Mundo nacen cien niños, de los cuales no menos de veinte morirán antes de cumplir el año, de los otros ochenta, la mitad será víctima de la desnutrición y el hambre. Ante estas imperativas que nos ofrece el mundo de hoy, se hace necesario buscar métodos y medios que vayan resolviendo estos problemas y que aseguren la alimentación del hombre (Sáez, 1988).

La producción de cerdos constituye uno de los renglones más importantes en la economía de la mayor parte de los países desarrollados del mundo. El cerdo se encuentra entre los animales más eficientes para producir carne, su gran precocidad, prolificidad, corto ciclo reproductivo y gran capacidad transformadora de nutrientes, le hacen especialmente atractivo como fuente de alimentación. El valor nutritivo de la carne de cerdo lo señala como uno de los alimentos más completos para satisfacer las necesidades del hombre (Diéguez et al, 1979).

Para poder equilibrar las necesidades del consumo de carnes, es necesario dedicarse cada vez más a la explotación de aquellos animales que puedan desarrollarse en proporciones industriales y garanticen una producción más rápida que el ganado vacuno (Sáez, 1988). Se debe realizar una selección y manejo zootécnico de aquellas razas de alto valor genético y de alta proliferación y a su vez obtener animales de calidad, por lo que se debe realizar un trabajo sostenible de la reproducción, garantizando tanto del sector estatal y privado la aplicación de nuevas tecnologías reproductivas como la inseminación artificial.

La inseminación artificial es, en la actualidad, una técnica ampliamente extendida en el sector porcino, después de muchos años de implantación y mejoras de la metodología utilizada, para tratar de obtener cada vez mejores resultados de fertilidad (García et al, 2010).

Donde los centros de inseminación artificial porcinos juegan un papel importante en la obtención de un material fecundante de alta calidad para su comercialización y a su vez multiplicar las cabezas de ganado porcino como fuente de ingreso para la sociedad.

En cualquier sistema de producción, el verraco es de vital importancia, ya que representa el 50% del éxito en los resultados productivos (García, 1995). Por otra parte, los profesionales de campo deben contar con apoyo de un laboratorio que ofrezca un diagnóstico especializado de evaluación del semen con resultados confiables, que ayude a los técnicos de la producción a decidir la calidad de sus sementales a través del espermograma, el cual determina el porcentaje de espermatozoides normales y alterados en el eyaculado (Nazaré et al, 2004).

La evaluación de la calidad seminal es una parte importante y un punto crítico en el proceso de la inseminación artificial, ya que en muchos casos, verracos asociados con una fertilidad reducida presentan alteraciones detectables mediante un examen rutinario del semen. No obstante, aunque es necesaria una buena calidad seminal para alcanzar unos niveles de fertilidad aceptables, no todos los eyaculados con buena calidad seminal mantienen niveles de fertilidad dentro de la normalidad (Berger y Parker, 1989).

Objetivo: Evaluar la producción y calidad seminal de sementales porcinos de los genotipos Landrace, Yorkshire, Duroc, CC21 y L35 del Establecimiento Provincial de Inseminación Artificial Granma.

Capítulo II. Revisión Bibliográfica

II.1. Características raciales de los cerdos reproductores.

Razas maternas y paternas

Se define como raza, el conjunto o grupo de individuos, que reúnen una serie de características semejantes y cuyo parecido entre sí, los diferencia de los demás pertenecientes a otros grupos de la misma especie, y que al mismo tiempo son capaces de transmitir a su descendencia, todos aquellos caracteres que les son propios. La utilización en la producción de un genotipo o raza, está condicionada por el objetivo a que se destine, tomando en consideración para ello los rasgos productivos de interés económico que se desea mejorar en la población (Díaz, 1965).

Las razas y genotipos con que cuenta el país, se dividen en maternas y paternas en función de las características fundamentales de cada una de ellas. El fin productivo de las líneas maternas es la producción de hembras comerciales, dada su aptitud reproductiva, sin menospreciar el aporte que producen a la descendencia en crecimiento y canales. Las paternas se caracterizan por sus aspectos productivos de crecimiento y canales y se utilizan como verracos terminales (Díaz, 1965 y Diéguez et al, 1979).

Características de las razas y genotipos existentes en Cuba.

Yorkshire

Su origen fue a finales del siglo XVIII, y a su vez confusa al igual que el de otras razas mestizas. Se cree que surge por el cruzamiento de cerdos oriundos de Gran Bretaña (primitivas razas Yorkshire y Cumberland), a las que se agregaron posteriormente cerdos Leicestershire, chinos y siameses. Tuvo gran éxito entre los criadores ingleses y europeos desde su origen. Actualmente existen tres variedades de cerdos Yorkshire, los cuales son considerados por muchos autores como razas independientes. En el año 1868 fue reconocida en Estados Unidos e introducida en Cuba en 1930, cuando comienza a perder auge en Estados Unidos. Esta raza es bien aceptada por algunos

criadores que tenían acceso a ella, difundiéndose en cierta medida sin que se mejoraran genéticamente (Valdez, 1981 y Asociación Nacional de Criadores de Ganado Porcino Selecto (APNS), 2003).



Su principal ventaja es su capacidad maternal y prolificidad, aunque también posee magnífica cualidad de crecimiento y composición corporal. Los machos tienen un comportamiento sexual viril y activo. En Cuba se utiliza como raza materna básica. En los años 1989-1990 se realizó una importación del Reino Unido donde se le conoce como Large White.

Ambas poblaciones, la canadiense y la inglesa se han mantenido separadas y se han adaptado bien a nuestras condiciones ambientales. Es un animal blanco rosado, con mucosas despigmentada y piel fina, sin pliegues. Además de presentar resultados de prolificidad obtenidos por el centro de investigaciones porcinas de 9,5 crías vivas por camada (APNS, 2003 y Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP), 2005).

Large White (LW)

Es del condado Yorkshire en el nordeste de Inglaterra. Goza fama internacional desde finales del siglo XIX. Es un cerdo de capa blanca, sin pelos de color y sin pigmentos introducido en Cuba en 1989 de los rebaños de la PIC, del Reino Unido (Ricco, 2004).

Se caracteriza por facilidad de adaptación al clima y sistemas de explotación diversos, no es sensible al estrés, sus aplomos son sólidos, los machos presentan buena líbido y

la prolificidad de las hembras es muy buena. Se utiliza como raza materna en el cruzamiento con Landrace (Valdez, 1981).



HAMPSHIRE

Son de color negro con una franja blanca que rodea el cuerpo y abarcando miembros anteriores. Presenta orejas del tipo asiático. Son animales rústicos pero menos resistentes al calor. *Muy prolíferos, tienen excelente aptitud lechera y materna* (Anónimo, 2008).



DUROC JERSEY

No se conoce con exactitud su origen, se plantea que surge de una mezcla de las mejores características de los cerdos rojos que existían hacia el año 1800 en los estados de Nueva York, Nueva Jersey, Connecticut y Vermont, procedentes de África (raza colorada de Guinea), según algunos autores y según otros de la Península

Ibérica su nombre proviene de la combinación de dos estirpes muy estimadas y famosas en esa época, La Duroc y la Jersey y su selección y consolidación comienza hacia 1823. Los primitivos Jersey rojos eran cerdos grandes alargados de gran longitud, de rápido crecimiento y muy prolíferos; los Duroc eran grandes también pero más compactos (IIP, 2005).



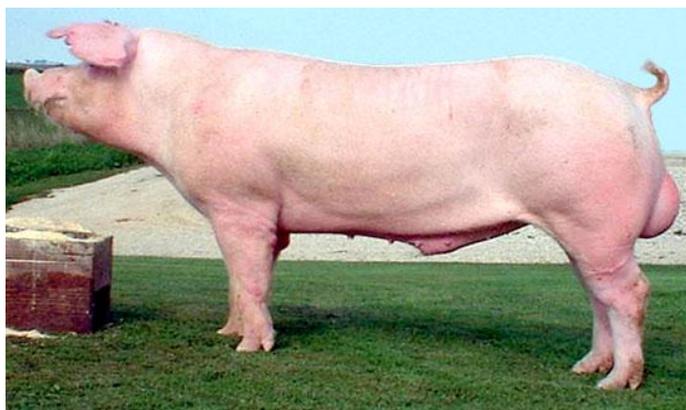
Esta raza se ha extendido en todo el territorio cubano. Los cerdos alcanzan un gran desarrollo; su color rojo, variando del amarillento al rojo oscuro. Sus orejas son de tamaño mediano, levemente erectas con una breve inclinación hacia adelante.

Con respecto a sus características reproductivas se puede decir que las hembras son buenas madres con una mediana producción de ocho lechones por camada. Fue introducida en Cuba en la década del 50, pero sólo después de los años 60 pudo ser incrementado su número gracias a importaciones provenientes del Canadá y más recientemente del Reino Unido. Es notable por su rusticidad, rápido crecimiento y adaptabilidad. Posee una prolificidad media, con canales que tienden al engrasamiento utilizándose como raza paterna terminal.

LANDRACE

Tuvo su origen en Dinamarca en el año 1870, mediante el cruzamiento de cerdas oriundas con verracos Large White importados de Inglaterra, seguida de una cuidadosa selección para obtener cerdos de alta producción. La raza Landrace actual es una de las más seleccionadas y más magra del mundo. Fue una raza poco difundida, en primer lugar, por las restricciones impuestas a su salida por las asociaciones de cría

nacionales y, en segundo lugar, porque no se adaptaba a la demanda del resto del mercado europeo. En 1934 se introduce en Estados Unidos, teniendo gran aceptación por sus cualidades magras. Modernamente en Europa se está utilizando como mejoradora de los cruces comerciales (APNS, 2003 y IIP, 2005)



Es una de las razas de origen Europeo. Presenta una coloración blanca, con orejas largas dirigidas hacia adelante en su totalidad. Son los cerdos más largos de todas las razas. Se caracterizan por su gran prolificidad, dando un promedio de 12 lechones por parición, con muy buen peso al nacer. Las madres son de muy buena aptitud lechera y materna, muy dóciles y cuidadosas. Su forma de cría más adecuada es la intensiva. Se introdujo en Cuba desde Canadá a comienzos de los años 60 y del Reino Unido en 1989 y 1990. Esta raza es la de menor rusticidad de las explotadas en Cuba. Se utiliza como verraco en cruce con la Yorkshire (Large White) para obtener la hembra F1 Yorkshire x Landrace, de amplia utilización en las unidades de cría comerciales (Ricco, 2004).

CRIOLLO:



Es una raza de origen Ibérico, que se trajo a Cuba por los colonizadores españoles en el siglo XVI; se caracteriza por su resistencia a las adversidades del clima, manejo y alimentación (Santana, 2005).

Son animales rústicos, de color oscuro, con pelo o sin él, pueden presentar sindactilia (casco de mulo) mamelas o campanillas precoces con baja tasa de ganancia y alto espesor de grasa. Aprovechan favorablemente los alimentos naturales y se recomienda su explotación en condiciones rústicas. La raza está sometida al programa de conversión y mejora genética (Ricco, 2004).

CC21:

Es una raza que tiene su origen en Cuba, sintética de nueva creación, formada fundamentalmente por las razas Duroc y Hampshire con un porcentaje de las razas blancas. Esto le permite una combinación del alto crecimiento del Duroc, la alta producción de carne de Hampshire y una reproducción superior. Se utiliza como línea paterna en la producción de cruces finales. Tienen muy buen comportamiento ante la Inseminación Artificial. Y como principal propósito persigue alta producción de carne, y es de excelente crecimiento. Utilizada en los programas de cruzamiento como verraco paterno terminal en las unidades comerciales o como parte del cruce con la línea L-35 (Diéguez, 2002).

L35:

Línea desarrollada en Cuba a partir de la unión de la raza Pietrain y la L-63, es producto de la fusión de las poblaciones de cerdos Pietrain y de la línea sintética L63 que fueron importadas entre 1989 y 1990 del Reino Unido. La fusión de las poblaciones, ambas caracterizadas por hipertrofia muscular, se realizó con el objetivo de evitar la consanguinidad pues eran poblaciones muy pequeñas. Son animales susceptibles al estrés, sólidos y con buenos aplomos, producen canales con gran rendimiento en carne, poca grasa dorsal y jamones extremos, hay animales que pudieran presentar algunas manchas negras, también hay animales moteados como el Pietrain, de tamaño pequeño, aunque ligeramente superior en talla a la a la raza

Pietrain. Siendo su principal propósito alta producción de carne; utilizada en los programas de cruzamientos como verraco paterno terminal F-1 cruzado con las razas Hampshire y CC-21(IIP, 2005).

Híbridos más comunes.

Yorkshire (Large White) x Landrace:



Es producto del cruce de hembras Yorkshire con machos Landrace. La cerda F1 Y x L, es de amplia utilización en el país por su alta prolificidad y cualidades maternas superiores a cualquier otro cruce (Diéguez, 2002).

Yorkshire x Duroc:



Es la hembra F1 que ocupa el segundo lugar de utilización en el país y es producto del cruce de hembras Yorkshire con machos Duroc. La prolificidad es menor que en los YL

en aproximadamente 0.5 crías. Son resistentes y de buena adaptabilidad (Diéguez, 2002).

Duroc x Hampshire:

Es un F1 producto del cruce de hembras Duroc con machos Hampshire con el objetivo de obtener un macho con las características principales de ambas razas: rápido crecimiento, eficiencia alimentaria y calidad en la carne y con aceptable aptitud para la monta. Se utiliza en la producción especializada y en los sistemas de cría abiertos (IIP, 2005).

CC21 x L-35:

Es producto del cruce de hembras CC21 con machos de la línea L-35. Su objetivo principal es la obtención de un macho híbrido con rápido crecimiento, buena conversión, poca grasa dorsal y buen porcentaje de carne en la canal. Se utiliza como macho terminal en la producción porcina especializada (IIP, 2005).

Hampshire x L35:

Producto del cruce de hembras Hampshire con machos de la líneas L35. Su objetivo principal, al igual que en el híbrido anterior, es la obtención de un verraco terminal de alta producción de carne, buena conversión y poca grasa dorsal. Se utiliza como macho terminal en la producción porcina especializada (Diéguez, 2002).

II.2. Programa nacional de cruzamientos

La producción porcina en Cuba, se basa en una estructura piramidal donde en el ápice se encuentran los Centros Genéticos en los que se concentra el trabajo de selección de las razas puras, y continúa con los centros multiplicadores, que suministran los animales a la base de la pirámide: la producción comercial. Esta estructura permite realizar de una manera simple, la política de cruzamientos, ya que en el nivel intermedio, se producen los animales F1 y en la base el cruce terminal en el que toda la descendencia se destina al sacrificio (Diéguez, 2002).

Todos los animales de ambos sexos pasan la prueba de comportamiento en campo con periodicidad mensual. La selección se realiza sobre la base de un índice que considera la ganancia por día de la vida (peso por edad) y el espesor de la grasa dorsal, excepto en el caso de la raza criolla en la que solo se considera el peso por edad. El 50% de los animales probados, es el que se utiliza como reproductor genético en los diferentes niveles de la estructura poblacional.

En las hembras además se aplica un índice de prolificidad para eliminar aquellas con bajo tamaño de la camada de los rebaños raciales. Produciéndose para el nivel comercial dos tipos de hembras híbridas: Yorkshire x Landrace (Y x L) y Large White x Landrace; tres tipos de sementales híbridos: Duroc x L35 (D x L35), Hampshire x L35 (H x L35) y CC21 x L35. Estos animales se destinan a la producción comercial especializada (Ricco, 2004).

En el sector estatal no especializado: se incluye al movimiento cooperativo atendido un gran crecimiento en los últimos años. Los esquemas de cruzamientos que se utilizan pueden ser varios debido a la heterogeneidad racial de los rebaños.

Rebaños con buenas condiciones e instalaciones (Alimentación y Salud): Hembras híbridas LW x L o Y x L en su defecto Y x D e incluso animales puros Y, CC21 y Landrace. Machos híbridos D x L35, H x L35, CC21 x L35 en su defecto D, H, CC21 o L35 (IIP, 2005).

Condiciones medias de producción:

Preferentemente hembras híbridas Y x D Machos Cr, D o H en dependencia de las condiciones (Ricco, 2004).

II.3. Historia de los programas de selección genética porcina.

Los programas de selección porcina, llevan operativos unos 50 años. Antes de ello la selección porcina fue una actividad muy local e improvisada con una significativa importancia de la auto reposición y pensando poco con los resultados económicos de la producción o en la búsqueda de heterosis. Después de la Segunda Guerra Mundial se

comenzaron a ver los primeros signos de organización de programas de selección. La exigencia era alimentar a la población y consecuentemente los gobiernos pusieron en marcha programas de selección.

La obtención de licencias de ciertos machos llegó a ser una exigencia en muchos países para asegurar que el resultado de las progenies reuniera ciertos criterios de mejora. A comienzos y mediados de los sesenta comenzaron a aparecer compañías de selección las cuales controlaron la organización de grandes poblaciones de animales a partir de las cuales empezaron a seleccionar futuras generaciones. Es evidente que algunas razas que hoy conocemos como "puras", históricamente no lo fueron tanto (Brian, 2002).

El pesaje individual y en grupos de líneas puras de abuelas permitió una rápida mejora de la camada, particularmente en caracteres con alta heredabilidad. La llegada de programas informáticos para la aplicación del BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) permitió añadir una dimensión económica al sistema de selección. Progresivamente los ordenadores también permitieron que caracteres muy importantes pero con baja heredabilidad se pudieran incluir en los programas de selección. Hoy en día en todo el mundo, solamente un 30% de la producción porcina proviene de programas reconocidos de selección de híbridos.

Desde una compañía de genética porcina esto podría verse como una excelente oportunidad; de la misma forma que Coca Cola veía que la gente continúa bebiendo agua (Brian, 2002).

La mayoría de las especies de mamíferos salvajes, la perpetuación de la especie constituye uno de los objetivos esenciales de la reproducción, la cual se desarrolla bajo la influencia del medio ambiente (Bronson, 1985).

Los efectos del medio ambiente repercuten sobre el potencial genético de los individuos, determinando durante el año los períodos de reproducción así como su intensidad. El inicio y la terminación de la actividad sexual de los pequeños mamíferos salvajes están condicionados por factores muy diversos. En las zonas tropicales,

hábitat de la mayoría de las especies, los pequeños mamíferos han desarrollado una estrategia reproductiva de tipo oportunista, que les permite iniciar su actividad sexual cuando los factores ambientales son propicios: alimentación, temperatura, presencia de individuos del sexo opuesto, entre otros.

Por el contrario, en las zonas templadas, es necesario criar a los animales jóvenes durante la época más favorable del año, lo que ha conducido a la mayoría de las especies salvajes a limitar el período de nacimientos al final del invierno e inicio del verano, cuando el clima es menos rígido y la disponibilidad de alimentos abundante (Orienda,1995).

Selección

Existen dos vías por las cuales se pueden mejorar las propiedades genéticas de la población. La primera a través de la elección de los individuos que van a usarse como progenitores, lo que constituye la selección, y la segunda a través de la forma en que se programa el apareamiento de los mismos, conocido en el sentido amplio como cruzamiento. El programa de mejoramiento del cerdo en Cuba, se basa en la integración del programa de selección y de la política de cruzamiento para la utilización más efectiva de las razas a través de la estructura piramidal implantada.

Selección natural: Se define como aquella en la que no interviene la mano del hombre y su forma de actuar es principalmente a través de las diferencias de fertilidad y viabilidad entre los individuos de la población (Diéguez, 2002).

Selección artificial: Es la selección realizada por el hombre, mediante la cual, se eligen los individuos que serán utilizados como progenitores en futuras generaciones. Existen diferentes métodos para realizar la selección artificial. El método que se elija debe ser lo suficientemente eficaz como para escoger con la mayor precisión posible, aquellos individuos genéticamente superiores que transmitan a la descendencia las características deseadas por las que fueron seleccionados (Santana et al, 1990).

Ventajas de la inseminación artificial

Según Gadea, J. (2004) la inseminación artificial como técnica reproductiva aporta una serie de ventajas, entre las que se encuentran:

- La amplia difusión del material genético del verraco seleccionado que alcanza para inseminar un mayor número de hembras.
- Mejoras sanitarias en la explotación, al evitar el contacto directo macho-hembras por lo que se impide la transmisión de enfermedades por vía venérea y por contacto.
- Se evalúa continuamente la capacidad de producir espermatozoides de calidad suficiente para asegurar la fecundación.
- Supone de forma indirecta mejorar el control de los resultados reproductivos de la explotación.
- Reducción en el número de verracos por hembra, con la consiguiente reducción en costes de adquisición, alojamiento, alimentación, etc. Ese dinero ahorrado puede ser destinado a la compra de verracos de mejor calidad genética.

Limitaciones

- La inseminación artificial necesita establecer un nivel más elevado de manejo y puede consumir gran cantidad de tiempo si no se le organiza correctamente. El productor debe desear verdaderamente que la IA tenga éxito, detallando concienzudamente todas las fases del programa.
- La IA requiere que el servicio se haga correctamente y en el momento apropiado durante el estro para obtener una alta tasa de partos y buen tamaño de camadas. La detección del celo debe hacerse por lo menos dos veces al día si se quieren obtener los mejores resultados.
- El semen fresco sin diluir debe emplearse dentro de las dos horas siguientes a la colecta.

- El semen líquido extendido puede almacenarse por solamente tres a siete días. El lapso de almacenamiento depende en gran parte de los verracos y del extendedor que se use. También es crítica la temperatura a la que se almacene.
- El semen congelado tiene un nivel de fertilidad sustancialmente inferior (en tasa de partos y tamaño de camadas) que el semen fresco o la monta natural.
- La higienización de equipo es absolutamente esencial.

Criterios de Selección.

El trabajo de selección se realiza en los Centros Genéticos y el objetivo fundamental es producir un animal que integre el mayor crecimiento con el incremento en la producción de carne en la canal a expensas de la disminución de la grasa. Es por ello que se utiliza un índice de selección que tiene en cuenta.

- La ganancia por día de vida o peso por edad (PPE)
- Espesor de la grasa dorsal medida en vivo (EGD)

El primer criterio mide precisamente la velocidad de crecimiento, mientras que el segundo mide indirectamente la composición corporal. Entre ambos se mejora indirectamente la eficiencia en la utilización de los alimentos. Este programa de selección se denomina "Prueba de comportamiento en campo" (Ricco, 2004).

Pruebas de comportamiento en campo.

El método se basa en la confección de un Índice de Selección de todos los animales presentados a selección agrupados en tandas contemporáneas. Se mide el peso y el espesor de la grasa dorsal en vivo de cada animal, mediante equipo ultrasónico, y se determina el valor genético de cada animal mediante su propio rendimiento (Diéguez, 2002).

II.4. Fisiología reproductiva de la cerda y el semental porcino.

La cerda doméstica es poliéstrica anual con ciclos de aproximadamente 21 días el mismo se divide en proestro que dura dos días y el diestro que ocupa el resto del ciclo.

Los cuerpos lúteos son funcionales durante alrededor de 16 días después de la ovulación (Alonso, 1990).

La ovulación ocurre espontáneamente, 36 a 44 horas después del inicio del estro o un poco después de la mitad del estro (Cintora, 2003).

La pubertad ocurre alrededor de los seis o siete meses con un peso corporal de 100 a 110 Kg. En el macho ocurre aproximadamente a la misma edad. Por otra parte, la gestación dura un promedio de 114 días, dando camadas de 8 a 10 lechones para cerdas de primer parto y 10 a 16 lechones en cerdas adultas.

Durante la lactancia, la cerda puede tener un estro corto poco después del parto, pero normalmente no cicla y no se cruza hasta después del destete de los lechones (Soto, 1991).

Factores Genéticos, no genéticos que afectan la eficiencia productiva y reproductiva.

Numerosos son los factores tanto genéticos como no genéticos que influyen en el comportamiento animal dentro de los cuales se abordara la raza, alimentación y época de parto.

Influencia de algunos factores en el comportamiento productivo y reproductivo.

La época resulta significativa para todas las medidas. Las camadas más numerosas correspondieron al cruce Duroc x Yorkshire (DY) y las menos numerosas al Hampshire x Duroc (HD). Las interacciones cruces por partos no producen diferencias significativas ($p > 0.05$) para los nacidos totales, nacidos vivos, número de lechones, peso promedio y total de las camadas a los 21 días de edad y número de destetados, peso total y peso promedio al destete con medias superiores para las cerdas adultas (Villareal, 2001).

Los valores más bajos de tasa de ovulación para la cerda HD al utilizar una dieta convencional, lo cual evidencia que este tipo de cerdas no es de un alto potencial

reproductivo bajo ninguno de los dos sistemas de alimentación. Al analizar las medias obtenidas para los pesos promedios, fueron las camadas de la HD las de más bajo peso lo que demostró una pobre habilidad maternal en este tipo de animal, que con camadas poco numerosas no es capaz de destetar animales con alto peso (Díaz, 1992 y Arias, 1997).

Influencia del clima en la fertilidad de la cerda

El criterio que la humedad relativa del medio ambiente no debe ser superior al 75%. Cuando la temperatura baja y se acompaña de alto grado de humedad se favorece la presentación de enfermedades y es imposible la cría en las porquerizas, además plantea que la temperatura unida a la humedad del aire influye indirectamente; cuando la humedad contenga el aire, más fuerte se hará sentir el efecto de la temperatura provocado por un frío más sofocante todo lo cual afecta seriamente el rendimiento reproductivo de la cerdas (Díaz, 1992) .

El tamaño de la camada disminuye en las cerdas que no son cubiertas en los meses de mayo a octubre como consecuencia de la fertilización de un menor número de óvulos lo cual coincide con las altas temperaturas ambientales; más altas en el país.

El verano los golpes de calor son una causa importante de la mortalidad embrionaria de las cerdas, disminución de la fertilidad de los reproductores así como deficiencias en la presentación del celo y recomienda el uso de receladores acompañado de zonas naturales sombreadas (Muñoz, 1994).

La época del año influye en la efectividad de las cubriciones, lográndose los mejores resultados en los meses de enero hasta mayo y de octubre a diciembre. Incidiendo en ese resultado entre otros factores las temperaturas moderadas y la humedad relativa que es más baja.

Las investigaciones desarrolladas en Cuba prueben que los factores dependientes del medio ambiente fundamentalmente las altas temperaturas provocan serios trastornos en la reproducción de las cerdas entre ellos: demora en la presentación del celo y baja fertilidad del mismo. Cuando se relaciona la humedad relativa sobre la efectividad de

las cubriciones y tamaño de la camada en condiciones de manejo de una unidad comercial los mejores resultados del porciento de gestación se obtuvieron a temperatura por debajo de 28°C (Arias, 1997).

Alimentación de las cerdas.

En Cuba el sistemas de alimentación más utilizados en las reproductoras en este estudio son los piensos comerciales solamente y los de pienso industriales más la miel final. La etapa de cubierta de gestación tiene una duración de 114 días. Es imposible ser específicos sobre los niveles de alimento en esta etapa, ya que influyen factores como: tamaño de la cerda, temperatura ambiental y tipo de ración.

Además plantea que se consideraron haber realizado una buena alimentación llegando al parto en buen estado cárnico y con ejemplo de reservas energéticas, pero sin exceso de grasa. Para ello es imprescindible lograr una adecuada alimentación individual. De 6-12 semanas y de 13-16 semanas deben consumir de 2,5 a 3 kg de pienso industrial más 1,9 kg de miel final. Esto permite garantizar durante el periodo de gestación 250 g de proteínas por día (II P, 2005). Las reproductoras lactantes después del día de parida deben recibir 5 kg diarios de pienso lo cual permitirá una buena producción láctea y se garantizara que no ocurra pérdida de peso en la reproductora.

El consumo de alimentos de la cerda gestante está relacionado con el tamaño de la cerda, temperatura y que la dieta de las cerdas gestantes tienen influencia sobre le desarrollo del feto, por lo que dependiendo de los niveles nutritivos que circulan en la sangre materna, se nutrieron adecuadamente o no el feto.

Semental porcino

El sistema reproductor masculino está constituido de:

- a) Glándulas sexuales: testículos.
- b) Conductos secretorios: conducto eferente, deferente y epidídimo.
- c) Glándulas sexuales accesorias: vesícula seminal, próstata, glándulas bulbouretrales o de cowper, glándulas uretrales o de little.

d) Órgano copulador: pene

Mientras que (Saéz y col, 2004) incluye:

e) Prepucio

f) Uretra

Termorregulación testicular Según Albarrán et al, (2001).

En este proceso interviene el escroto o bolsa bilobulada escrotal que está constituida por tres capas de afuera hacia adentro, piel, túnica dartos y la túnica vaginal común.

La función principal del escroto es protectora y termorreguladora protegiendo los testículos contra los insultos directos, ayuda además a condicionar el proceso de una correcta espermatogénesis.

Normalmente la temperatura del escroto y testicular en relación con la temperatura corporal es más baja, encontrándose una diferencia de 4 – 7 C°. La temperatura intraescrotal sube de acuerdo a la temperatura corporal. En el mecanismo de la termorregulación participan, además del escroto, el músculo cremaster externo, el cual aleja y acerca el testículo a la pared abdominal y los vasos sanguíneos testiculares, que debido a las ondulaciones de la arteria espermática produce retardo.

Madurez Sexual

El cerdo reproductor es un proceso gradual, algunos pueden servir desde los 5 meses pero no es nunca aconsejable; se recomienda su uso como reproductor a los 7 – 8 meses de edad cuando están bien desarrollados y tienen un peso de 110 - 120 kg.

La producción óptima de espermatozoides se alcanza de los 12 a los 15 meses de edad. No es aconsejable utilizar un reproductor dos veces el mismo día. Cuando el reproductor (verraco) se muestre fatigado por exceso de servicios se le debe dejar descansar algún tiempo.

A continuación se presentan algunas consideraciones importantes para el manejo del reproductor:

1. Madurez sexual 5 - 6 meses
2. Madurez reproductiva 7 - 8 meses
3. Dos reproductores por cada 30 hembras y por cada 25 hembras más un reproductor extra, cuando se práctica una sola monta por calor.
4. Retirar los reproductores después del servicio para garantizar su efectividad de monta (libido).
5. De 8 meses de edad al primer año, 1 monta /semana terminándole con 2; menores de 1 1/2 años 3 montas /semana; mayores de 1 1/2 años. 5 montas /semana

Control endocrino de la reproducción en el macho.

En cuanto a la regulación neuroendocrina en el verraco, sólo recordar esquemáticamente que la espermatogénesis está regulada por factores endócrinos y ambientales (luz, estación, etc.) que van a actuar a nivel hipotálamo-hipofisario para la secreción de la hormona liberadora de la gonadotropina (GnRH), que a su vez estimula la secreción de FSH y LH que van a estimular las distintas etapas de la espermatogénesis.

La FSH actúa directamente sobre las células de Sertoli en los tubos seminíferos estimulando las primeras fases de la espermatogénesis, e induciendo la síntesis de proteína específica transportadora de andrógenos (PLA). Estas células también pueden producir inhibina que ejerce un efecto de retroalimentación negativo sobre la secreción de FSH cuando se produce un funcionamiento intensivo de las células germinales. La LH actúa sobre las células de Leydig causando la secreción de Testosterona, que junto a la PLA actúa sobre las células germinales manteniendo la espermatogénesis, pero por otro lado los andrógenos ejercen un efecto de retroalimentación negativo sobre la secreción de LH (Sánchez, 2008).

II. 5. Semen Porcino

Obtención del eyaculado porcino Según Sáez et al, (2004).

Para una correcta recolección del semen, hay que disponer de los machos a intervalos óptimos, preparación sexual y técnicas correctas

Para la obtención del semen, el cerdo debe ser entrenado en un lugar limpio, aireado, donde no haya distracción, en el cual su comportamiento sexual sea normal. La cantidad y la calidad del semen colectado depende en gran medida del reproductor; no obstante, esa cantidad y calidad puede disminuir si el semen es colectado sin medidas de higiene, con cambios bruscos de temperatura, presencia de luz solar, excesiva manipulación y presencia de agua. Puede efectuarse corrientemente mediante el uso de la vagina artificial o por el método de la mano enguantada, aunque esta última es la más utilizada en Cuba.

La obtención del semen está vinculada a varios factores como son alimentación y manejo adecuados; la correcta recolección del semen es de vital importancia para la inseminación artificial y requiere que el animal se encuentre en un ambiente propicio

Método de obtención mediante la vagina artificial

La vagina artificial ha sido de utilidad, en principio era muy parecida a la del bovino, pero provista de una pera para insuflar, que permite variar la presión del agua caliente en el interior de la vagina, ello condiciona una doble estimulación, temperatura y presión. Hay que considerar que existen diferentes modelos según sus fabricantes, sin embargo muchas de estas vaginas no van adaptadas al potro, por lo que toca coger el pene con la mano izquierda e introducirlo en la vagina, esta hace presión y estimula la eyaculación.

Sin embargo la técnica más utilizada en el país, es la mano enguantada.

Método de la mano enguantada

Los primeros autores que publicaron recogidas de forma manual, utilizando un guante de goma fueron Hancock y Howell en 1959. Con este método, el semen es colectado

libremente sobre un termo de recolección; los materiales que se precisan son poco costosos, un guante de goma muy fino que no quite la sensibilidad de la mano, un termo con una capacidad de 400-500 mL bien esterilizado y la temperatura del semen 37°C, para evitar el choque térmico. Este es el mejor método para la obtención del semen, pues provoca un gran estímulo que estimula la eyaculación en el macho. Por una parte, con el uso de la vagina se emplea tiempo y recursos en la esterilización y limpieza después de su uso, y, por otra, se requiere de un buen entrenamiento de los verracos y los técnicos para su uso.



Tiene la ventaja de la simplicidad, disminución de los costos de material, suprimiendo la necesidad de limpieza y esterilización. Finalmente tiene la ventaja de evitar las reacciones de inhibición de los verracos causadas, en particular, por las variaciones de temperatura que se producen en la vagina artificial y que hacen rehusar algunos machos la subida al potro, así como la producción de eyaculados incompletos por estímulos inhibitorios. El operador se coloca a la derecha del maniquí y cuando asoma el extremo del pene, le coge fuertemente del tirabuzón siguiendo sus movimientos antero-posteriores sin forzarlo y en el momento en que este se encuentra totalmente erecto, se tracciona dando comienzo la eyaculación. Para excitar mejor al verraco se puede hacer pequeñas contracciones con la mano.

El extremo de pene se coge con el pulgar por la base y parte posterior del tirabuzón, mientras con los dedos índice y medio se siguen los surcos que le rodean, quedando la palma de la mano en la parte superior, este método es el más difundido en Cuba.

Composición del semen Según Hafez, (1996).

El semen es la suspensión celular líquida o semigelatinosa que contiene los gametos masculino –espermatozoides- y las secreciones de los órganos accesorios del aparato reproductor masculino. La porción líquida de dicha suspensión, que se forma durante la eyaculación, se conoce como plasma seminal

Células espermáticas

Los espermatozoides se forman dentro de los túbulos seminíferos de los testículos; dichos túbulos contienen una compleja serie de células germinales en desarrollo que finalmente constituirán los gametos masculinos, altamente especializados.

Los espermatozoides maduros son células alargadas consistentes en una cabeza aplanada portadora del núcleo y una cola que contiene el aparato necesario para la motilidad celular. La célula espermática está cubierta en su totalidad por el plasmalema o membrana plasmática. El acrosoma, o casquete acrosómico, es una estructura de doble pared situada en la porción anterior del núcleo. Un cuello une la cabeza del espermatozoide con su cola (flagelo), la cual a su vez se subdivide en los segmentos medio, principal y caudal o terminal.

Morfología del espermatozoide

Cabeza: la característica principal de la cabeza del espermatozoide es el núcleo aplanado oval, que contiene cromatina muy compacta. La cromatina condensada consiste en un complejo formado por DNA y una clase especial de proteínas básicas llamadas *protaminas espermáticas*. Su número cromosómico y, por tanto, el contenido de DNA nuclear es haploide; esto es, dicho núcleo posee la mitad de cromosomas que el núcleo de las células somáticas de la misma especie. La naturaleza haploide de las células espermáticas se debe a las divisiones celulares meióticas que ocurren durante su formación.

Acrosoma. El extremo anterior del núcleo espermático está cubierto por el acrosoma, un delgado saco membranoso de doble capa estrechamente adherido al núcleo durante las últimas etapas de la formación del espermatozoide. Esta estructura en forma de casquete, que contiene varias enzimas hidrolíticas incluyendo proacrosina, hialuronidasa, esterases y acidohidrolasas, participan en el proceso de la fecundación (Mann y Lutwak-Mn, 1981). El segmento ecuatorial del acrosoma es importante debido a que es esta parte del espermatozoide junto con el segmento anterior de la región posacrosómica, la que se fusiona inicialmente con la membrana del oocito durante la fecundación.

Cola. La cola espermática está formada por el cuello y los segmentos medio principal y caudal. El cuello o segmento conector forma una placa basal que embona en una depresión en la superficie posterior del núcleo. La placa basal del cuello es continua en sentido posterior, y tiene nueve fibras gruesas que se proyectan hacia atrás a través de la mayor parte de la cola.

La región de la cola comprendida entre el cuello y el anillo citoplasmático es el segmento medio.

El centro de este segmento medio, junto con toda la longitud de la cola, constituye el axonema. Este se compone de nueve pares de microtúbulos dispuestos radialmente alrededor de los filamentos centrales. En el segmento medio, esta disposición 9+2 de los microtúbulos está rodeada por nueve fibras gruesas o densas que al parecer están asociadas a los nueve dobletes de axonema.

El axonema y las fibras densas asociadas del segmento medio están cubiertos periféricamente por numerosas mitocondrias. Esta vaina mitocondrial, dispuesta en un patrón helicoidal alrededor de las fibras longitudinales de la cola genera la energía necesaria para la motilidad espermática. La vaina mitocondrial termina en el anillo citoplásmico.

El segmento principal, que continua en sentido posterior desde el anillo citoplásmico y se extiende casi hasta la punta de la cola, está formado por el axonema en el centro y

sus fibras gruesas asociadas. Se piensa que la vaina Fibrosa da estabilidad a los elementos contráctiles de la cola.

El segmento caudal o terminal, posterior a la terminación de la vaina fibrosa, contiene solo el axonema cubierto por la membrana plasmática. El axonema es el que da la motilidad al espermatozoide. Los pares externos de microtúbulos del patrón 9 + 2 generan las ondas de flexión de la cola por un movimiento deslizante entre pares adyacentes. La inclusión protoplásmica o citoplásmica, que suele desprenderse de los espermatozoides tras la eyaculación, consiste en citoplasma residual.

Aunque se le considera anormal en los espermatozoides eyaculados de la mayor parte de las especies, puede retenerse en la región del cuello, donde se conoce como inclusión proximal, o cerca del anillo citoplásmico, donde se le denomina inclusión distal.

Composición química de los espermatozoides Según Hafez, (1996).

Los principales componentes químicos de los espermatozoides son los ácidos nucleicos, proteínas y lípidos. Alrededor de un tercio del peso seco de la célula espermática corresponde al núcleo. La cromatina nuclear está constituida por proporciones aproximadamente iguales de DNA y proteína.

El casquete acrosómico contiene una variedad de proteínas enzimáticas. En la cola hay muchas proteínas estructurales y enzimáticas así como lípidos

Según Mann y Lutwak-Mn, (1981). Existen dos tipos de constituyentes que son:

Constituyentes inorgánicos

Los espermatozoides son ricos en fosforo, nitrógeno y azufre. La mayor parte del fósforo está asociada a DNA, mientras que el azufre se deriva tanto de proteínas nucleares básicas como de los componentes queratínicos de la cola

Componentes bioquímicos

El núcleo del espermatozoide está compuesto por cromatina condensada en la que el DNA se estabiliza por conjugación con las proteínas específicas de los

espermatozoides llamadas en conjunto *histonas espermáticas*. En algunas especies, el núcleo contiene principalmente histonas espermáticas de bajo peso molecular conocidos como protaminas, mientras que en otras especies contiene cantidades variables de histonas ricas en arginina, más grandes. Estas proteínas nucleares básicas, importantes para la condensación y estabilización del DNA, son mantenidas juntas por enlaces sulfhidrilo. Dicha variante de enlace aumenta cuando los espermatozoides pasan por el epidídimo.

Durante la fecundación el espermatozoide experimenta una reacción acrosómica en la cual la mayor parte del contenido acrosómico se libera o expone a través de aberturas creadas por fusión del plasma y membranas acrosómicas externas. La hialuronidasa liberada dispersa las células monticulares que rodean a los óvulos recién ovulados. La proacrosina es el precursor de una enzima proteolítica, la acrosina que, según se cree, ayuda a digerir parte de la zona pelúcida para que el espermatozoide penetre. Sin embargo, no se comprende del todo el cometido específico de cada enzima acrosómica en la fecundación. El segmento ecuatorial difiere del casquete acrosómico en que su contenido no se libera durante la reacción acrosómica inicial, sino que se piensa que es expuesto cuando el espermatozoide penetra en la zona pelúcida. No obstante, estudios biofísicos indican que es posible que los espermatozoides sean capaces de penetrar mecánicamente en la zona pelúcida por medio de su propia motilidad (Green y Purves, 1984).

La vaina mitocondrial de los gametos masculinos, rica en fosfolípido, varía mucho con respecto al número de mitocondrias y composición bioquímica. Dichos gametos contienen enzimas del sistema respiratorio citocromo-oxidasa de citocromo y la vía glicolítica. Están presentes asimismo otras enzimas metabólicas, incluyendo la deshidrogenasa de lactato específica de los espermatozoides (llamada LDH-X). Los nucleótidos adenina guanina, ricos en energía, son componentes importantes de la energética espermática como lo son también las proteínas del axonema, tubulina y dineína. Se ha demostrado que la dineína espermática que es la principal proteína en los brazos de los microtúbulos axonémicos, es una ATP-asa activa por cationes divalentes.

Cromosomas sexuales: espermatozoides X y Y

En la mayor parte de los mamíferos, el proceso de formación de los espermatozoides da por resultado dos tipos de espermatozoides en cuanto a cromatina sexual se refiere. Así, los mamíferos machos son heterogaméticos en el sentido que aproximadamente la mitad de los espermatozoides contienen un cromosoma X y la otra mitad tienen un cromosoma Y.

De los dos tipos de gametos producidos por los mamíferos machos, los espermatozoides con el cromosoma X producen embriones femeninos al fecundar un oocito, mientras que los espermatozoides con el cromosoma Y producen embriones masculinos.

Aunque la diferencia en el contenido de DNA entre espermatozoides con cromosoma X y con cromosoma Y es de solo alrededor de 4% en los animales domésticos, esta pequeña diferencia puede detectarse mediante tinción fluorescente y citometría de flujo (Garner et al, 1983; Garner, 1984).

Además existen citómetros de flujo modificados para separar poblaciones relativamente puras de gametos masculinos viables X y Y (Jhonson et al, 1989). Cuando se inseminan hembras empleando estos gametos clasificados con pureza aproximada de 90%, la proporción de sexos de la progenie es casi idéntica a la predicha por la proporción de espermatozoides X y Y en el inseminado separado por flujo (Jhonson et al, 1989). Este logro es un paso significativo hacia el desarrollo de una forma práctica de controlar el sexo de hatos de animales domésticos.

Epitelios seminíferos

Espermatogénesis: espermatogonios, espermatocitos y espermátides

El epitelio seminífero, que reviste los túbulos seminíferos, está compuesto de los tipos básicos de células: las células de Sertoli y las células germinales en desarrollo. Estas últimas experimentan una serie continua de divisiones celulares y cambios, que comienzan en la periferia y avanzan hacia la luz de túbulo.

Las células madre llamadas espermatogonios, se dividen varias veces antes de formar espermatoцитos. Luego, estos experimentan una meiosis que reduce su contenido de DNA a la mitad del que tienen las células, somáticas. Esta serie de divisiones celulares, incluyendo la proliferación de los espermatogonios y las divisiones meióticas, se conoce como espermatocitogénesis. Las células haploides que resultan de este proceso son las espermátides, las cuales pasan por una serie de cambios estructurales y de desarrollo para formar los espermatozoides. Estos cambios metamórficos constituyen la espermiogénesis. Las células germinales en desarrollo están estrechamente asociadas a las grandes células de Sertoli o sustentaculares que las rodean durante el desarrollo.

Espermatocitogénesis

Durante el desarrollo embrionario, células especiales llamadas células germinales primordiales emigran desde la región del saco vitelino del embrión hacia las gónadas indiferenciadas. Después de llegar a la gónada fetal, las células primordiales se dividen varias veces antes de formar los gonocitos. En el macho, al parecer estos gonocitos experimentan la diferenciación precisamente antes de la pubertad para formar los espermatogonios tipo AO, de los cuales se originan las otras células germinales. Los espermatogonios tipo A1 se dividen progresivamente para formar los tipos A2, A3 y A4. El tipo A4 se divide una vez más para formar el tipo B. Estos distintos tipos de espermatogonios, que pueden identificarse en cortes histológicos del epitelio seminífero, son la base para proliferación de la línea de células germinales.

Existe cierta variación en la forma de clasificar los espermatogonios, y en algunas especies son evidentes tres tipo A en lugar de cuatro. Los espermatogonios tipo A2 producen no solo las muchas células germinales que darán origen a los espermatozoides; se piensa que también experimentan una división específica para reponer la población de espermatogonios tipo A1. Al parecer, espermatogonios especiales de reserva tipo AO reponen la población de células madre.

Los espermatogonios tipo B se dividen cuando menos una vez, y probablemente dos veces, para formar los espermatoцитos primarios.

II.6. Evaluación del semen del verraco Según Sáez et al, (2004).

En la práctica de la inseminación artificial constituye un elemento de especial interés la evaluación del semen colectado; esta evaluación debe realizarse inmediatamente después de la recolección del material espermático, buscando en todo lo posible que la células espermáticas sufran lo mínimo antes de su conservación (Sáez et al, 2004).

La evaluación del semen puede dividirse en una evaluación macroscópica y microscópica.

Evaluación macroscópica del semen del verraco

La evaluación macroscópica comprende el volumen del eyaculado, el olor y el color, todos estos aspectos pueden estar influidos por diversos factores como son: régimen de explotación del verraco, alimentación, raza, altas temperaturas y humedad relativa, especialmente en nuestro medio.

Volumen del eyaculado del verraco

El volumen puede variar entre 100-500 mL dependiendo de la edad, raza, condiciones ambientales, sanitarias y de nutrición. Ocasionalmente se pueden obtener eyaculas de 700-800 mL en cerdos con gran desarrollo de las vesículas seminales, pero suelen ser de baja calidad en cuanto a su morfología y concentración.

Es de suma importancia en los programas de inseminación artificial medir la porción espermática del eyaculado. Este volumen se determina después de haber filtrado el eyaculado, separando la porción gelatinosa de la porción líquida que contiene los espermatozoides. Del volumen del eyaculado depende en parte la dilución que se pueda realizar al semen para la inseminación artificial. Este eyaculado debe estar en un volumen promedio de 150-100 MI.

Color del eyaculado del verraco

El color normal del esperma es blanco lechoso, lo que indica una buena concentración espermática; la primera y la tercera fracción es de color más transparente. Un color café indica presencia de sangre, un color amarillo es indicio de orina en el semen, otras

tonalidades pardas indican supuraciones patológicas procedentes de las glándulas genitales.

Una alta concentración de espermatozoides produce un blanco intenso; el color amarillo es indicativo de lípidos, carotenos o presencia de orina, lo que se debe confirmar mediante el pH; el color rosado (sangre fresca) indica que el animal tiene una lesión penal; el carmelita oscuro debe analizarse cuidadosamente, pues indica lesión vieja; la tonalidad azulada puede ser consecuencia de contaminación prepucial con piocianico y es propia de sementales con largos periodos de abstinencia sexual (Sáez et al, 2004).Cualquier alteración en el color debe analizarse cuidadosamente y en todos los casos debe examinarse el macho mediante un examen andrológico.

Olor del eyaculado del verraco

El olor del semen del verraco ha sido ampliamente utilizado para desencadenar el deseo sexual y el celo en las cerdas. El solo olor del verraco incrementa los mecanismos hormonales en la hembra. Se han empleado atomizadores con olor de verraco antes de someter las cerdas a la inseminación artificial con buenos resultados de fertilidad. El esperma porcino ofrece un olor sui géneris muy acentuado en animales viejos y sometidos a intensa actividad sexual. No obstante, hay que tener en cuenta el olor urinoso que se aprecia cuando el eyaculado está integrado en parte por orina.

El semen del verraco suele ser sui géneris o asemejar al de las albuminas y en algunos casos tener olor característico del verraco; el olor depende del contenido de espermina

Evaluación microscópica

Motilidad. La motilidad es un parámetro muy importante dentro de la evaluación del semen. Debe evitarse el cambio de temperatura y hacer este examen manteniendo el semen a una temperatura de 37°C. Los cambios de temperatura son altamente perjudiciales. Las láminas y la platina sobre los cuales se va a realizar el examen deben mantenerse a una temperatura adecuada de 38°C. El movimiento de los espermatozoides debe ser rectilíneo y rotacional.

La evaluación de la motilidad del semen del verraco es considerada como una evaluación subjetiva del semen y depende en gran medida de la habilidad de los operadores del laboratorio, teniendo en cuenta los movimientos en remolino, en forma de oleada, y debe considerarse un semen apto para la inseminación artificial cuando su motilidad está por encima de 60%.

Concentración. Este parámetro es definitivo para todo programa de inseminación artificial. Existen varios métodos para determinar la concentración que van desde los muy subjetivos, como el juzgamiento del color, hasta los más exactos, que son obtenidos por espectrofotómetro, sin olvidar un segundo método que es exacto, como es el recuento de células espermáticas en la cámara de Neubauer .

Espermiograma. El propósito de este examen consiste en determinar la presencia e incidencia de formas anormales. Las perturbaciones del desarrollo de los nemaspermios que condicionan las anomalías morfológicas, se forman en el testículo en cualquier fase del proceso espermiocitogénico o espermiogénico. Se admite como máximo 20% de anomalías espermáticas siendo las más comunes las de gota citoplasmática en cuello y cola.

La lectura del porcentaje de células alteradas morfológicamente, en especial con lesiones del capuchón, resulta de interés en la evaluación de los eyaculados. Excluyendo errores técnicos, la presencia de un elevado número de capuchones lesionados u otras alteraciones del cuello o cola evidencian trastornos no compatibles con una óptima fertilidad.

- Es imposible que 100% de los espermatozoides se encuentren en excelentes condiciones, debido a la diferencia de edad que existe entre unos y otros. Se acepta y se considera normal una alteración de 15-20%, máximo en la morfología de las células espermáticas. Para calificar la morfología se debe tener en cuenta que el espermatozoide presente tres regiones bien definidas, la forma y tamaño de la cabeza, la pieza intermedia y la dirección de la cola.

II 7. Problemática de la evaluación de la calidad seminal

Según García et al, (2010). En el ganado porcino, en estos momentos, la tendencia apunta al uso cada vez más frecuente de la inseminación post-cervical, es decir, al depósito del semen en el cuerpo del útero, cuando habitualmente y de forma tradicional, la inseminación se realiza a nivel cervical. Esto hace posible una reducción del número de espermatozoides utilizado por cada dosis de inseminación. De esta forma, mientras en la inseminación cervical se utilizan una media de 3.000 millones de espermatozoides, la inseminación intrauterina se puede acometer con 1.500 e incluso con 1.000 millones de espermatozoides. Por ese motivo, el análisis de la calidad de los espermatozoides que se utilicen para estos propósitos adquiere una mayor importancia, imponiéndose la selección de los eyaculados que contengan una población de espermatozoides de óptima calidad.

Obviamente, la inseminación de tipo cervical también resultaría beneficiada con una selección previa de eyaculados más exigente.

En el eyaculado se encuentra una población de células espermáticas de diferente calidad que coexisten en el mismo, aunque la evaluación se realiza de forma global. Lo que se obtiene en dicha evaluación es la estimación del porcentaje de células que está en buen o mal estado según la prueba realizada. A su vez, el espermatozoide analizado de forma individual, tiene diferentes características que definen su calidad y que deben ser evaluadas para conocer el estado de todas sus funciones o de la mayor parte de ellas.

Los parámetros más utilizados en el análisis de la calidad seminal, son en primer lugar, la motilidad, la cual tan sólo indica que los espermatozoides están vivos, dado que la metodología de evaluación es tan importante, que la alteración tan sólo de un grado de temperatura al analizarlo varía el movimiento espermático. Por tanto, es un parámetro el cual no debe tener toda la importancia que se le da, ya que el espermatozoide una vez dentro del útero, se estimula con diversas sustancias secretadas por el útero,

logrando su máxima motilidad después de producirse el fenómeno de “capacitación” a la altura del oviducto, indispensable para lograr la fecundación del ovocito.

Por otra parte, el estudio de la morfología, indica que el espermatozoide ha llegado bien a su grado final de desarrollo y que no tiene ninguna anomalía que le impida realizar la fecundación (persistencia de gotas citoplásmicas proximales, anomalías en cabeza, tracto intermedio o cola). Pero estos parámetros no son suficientes si la tendencia es a disminuir el número de espermatozoides utilizados en la dosis seminal, ya que cada espermatozoide adquiere una mayor responsabilidad para conseguir la fecundación, siendo necesario el análisis de las estructuras de membrana, y como se ha constatado en nuestras más recientes investigaciones, el estado de la cadena del ADN.

En cuanto al estado de las membranas, es muy importante analizar el estado del acrosoma, que debe estar intacto. Es la estructura situada en la parte apical de la cabeza del espermatozoide, que contiene las enzimas necesarias para poder realizar la penetración del ovocito. Este análisis, es más importante cuanto más tiempo se mantengan las dosis conservadas. Las pruebas de membrana como el HOST corto y el HPAR (espermatozoides HOSTc positivos con el acrosoma intacto) muestran el estado estructural y la capacidad funcional de la membrana plasmática y del acrosoma.

Por otra parte, no se puede olvidar que la calidad del ADN del espermatozoide es esencial para conseguir un desarrollo embrionario perfecto. El índice de fragmentación del ADN (IF ADN) indica el porcentaje de espermatozoides con el ADN fragmentado.

La presencia de fragmentación del ADN en un espermatozoide implica que, aun teniendo capacidad fecundante, por presentar buena motilidad, no tener ninguna anomalía y tener las membranas en buen estado, se puede producir una muerte embrionaria, al no poder repararse de forma eficiente por el ovocito. Una mala reparación de la molécula de ADN impedirá un desarrollo embrionario normal.

Este problema, no era posible detectarlo hasta ahora, salvo por medio de técnicas poco accesibles y muy costosas. De esta forma, el índice de fragmentación de ADN espermático, un parámetro de indiscutible interés, no se ha incorporado de forma

rutinaria en la evaluación de la calidad seminal. En este momento, el test de dispersión de la cromatina (SCD), permite evaluar de forma sencilla y rápida la calidad del ADN en espermatozoides de verraco, teniendo la posibilidad de clasificar y controlar a los animales de un centro de inseminación.

El problema de la evaluación de la calidad seminal es que hasta ahora no existe ninguna prueba que valore todas las características que interesan. Todas ellas son independientes aunque exista cierto grado de interdependencia entre ellas, de forma que el conocimiento de la motilidad no informa del estado de los acrosomas, ni del grado de fragmentación del ADN del espermatozoide. En otras palabras, una buena motilidad espermática, no implica que el eyaculado tenga capacidad fecundante.

II.8. Factores que afectan la capacidad reproductora del verraco.

- 1. Edad de inicio como reproductor.** La importancia de la influencia del verraco en el nacimiento de camadas numerosas y sanas con la correspondiente productividad de la empresa porcina no puede ser ignorada, y a medida que se incrementa el uso de la IA habrá menos machos disponibles para llevar a cabo la tarea de fertilización, lo que aumenta la importancia de un adecuado manejo en la reproducción de los machos (Cameron, 1987; Lewis, 1996).

Los machos presentan la pubertad aproximadamente entre las 20 y 24 semanas de vida, cuando se presentan una serie de cambios histológicos caracterizados por un incremento en el diámetro y largo de los túbulos seminíferos, la formación del lumen tubular y la aparición de células espermátogénicas (Cameron, 1987); sin embargo, en este momento no puede considerarse que el animal este apto para la reproducción en un sistema intensivo.

Durante esta etapa, la calidad del semen de un macho joven no es adecuada, encontrándose una gran cantidad de espermatozoides inmaduros, un volumen de eyaculado reducido y una concentración espermática pobre cuando se le compara con las de animales de mayor edad. Se considera que un verraco joven

alcanza una capacidad fertilizante después de las 28-30 semanas de vida (Lewis, 1996).

Existen una serie de factores que se relacionan con la edad en que se recomienda el inicio del trabajo de los machos, entre ellos están:

- Alojamiento en grupos contra alojamiento individual. Cuando los animales son criados en forma aislada existe un retraso en la presentación de la pubertad, y en la conducta sexual lo que no ocurre cuando son alojados en grupo durante la etapa de crianza.

- Contacto con hembras. El desarrollo de los órganos reproductores y la edad a primera monta no son afectados cuando se crían junto con sus hermanas, o estando en contacto indirecto tras una mala con hembras adultas ciclando.

- Cría al exterior contra cría en interiores. Si bien los resultados son contradictorios no existe diferencia aparente en el tamaño testicular y en la conducta sexual entre los dos sistemas, pero si a favor de los cerdos criados al exterior en relación a la edad a la pubertad.

- Efecto del fotoperiodo: Los machos criados con una duración de 15 horas luz por día, alcanzaron primero la pubertad, pero no presentaron diferencias en la producción de semen, la calidad del mismo y la concentración en suero de LH, FSH y testosterona (Lewis, 1996).

- Efecto de la nutrición: Una reducción de la ingestión de alimento del 17 al 30% retarda la aparición de la pubertad y el desarrollo testicular, siendo la edad mucho más importante que el peso de los animales para alcanzar la pubertad. Se asume que una alimentación completa no influye en la posterior capacidad reproductora de los machos (Anónimo, 1996).

Si bien antes se ha mencionado que la edad para una reproducción óptima es después de los siete a ocho meses de vida, esto no quiere decir que los verracos jóvenes tengan que mantenerse inactivos durante el lapso de la pubertad hasta que inicia su trabajo, en este periodo debe realizarse la

adaptación y el entrenamiento de animal, ya sea para usarlo en monta directa o en IA (Huiker, 1995).

Es frecuente que un uso en esta etapa traiga como consecuencia un gran número de repeticiones o bien el nacimiento de camadas pequeñas, lo cual no debe ser motivo para el desecho o reemplazo del animal, lo único que se requiere es aguardar a que alcance una madurez adecuada.

2. Condiciones que afectan la producción de semen. Son muchos los factores que intervienen en la calidad del semen de un verraco, a continuación se analizan algunos de los más importantes:

- **Edad del macho:** Como se citó anteriormente la calidad del semen es baja después de la pubertad, pero se incrementa rápidamente más allá de los 9 meses, hasta alcanzar un máximo entre los 24 y 29 meses de vida. Entre los 12 y los 35 meses de vida no existen muchos cambios en la calidad del semen, pero después de los 35 meses comienza a disminuir (Cameron, 1987; Lewis, 1996). Con base en lo anterior se recomienda mantener un 25% de machos de menos de un año de edad, un 50% de animales entre 12 y 24 meses y solo un 25% como máximo de machos con más de 24 meses de vida (Ritter, 1996).
- **Frecuencia de eyaculación:** La eyaculación frecuente y regular causa una disminución en la calidad del semen, especialmente en la concentración espermática; cuando un macho se colecta cada 24 horas después de cinco días de descanso, entre la primera y segunda eyaculación se cuenta con un 46.9% menos espermatozoides, si se continúa colectando una vez por día, al sexto día tendrá un 80.2% menos células que en el primer eyaculado después del descanso. Lo mismo sucede cuando un macho se colecta más de dos veces en un día, en una tercera eyaculación se cuenta con casi un 70% menos de espermatozoides que en la primera. Sin embargo, no existe diferencia en el porcentaje de fertilidad y el tamaño de la camada cuando un macho adulto monta dos o seis veces por semana, siendo este el límite máximo de uso, siempre y cuando las montas no sean en días consecutivos. El dejar descansar a un verraco por más

de 25 días puede traer como consecuencia la presencia de espermatozoides "viejos" en el eyaculado, los cuales tienen una muy baja capacidad fertilizante (Lewis, 1996).

- **Temperatura ambiente:** Existe considerable variación entre la **respuesta al estrés térmico de un macho a otro, pero si un animal es** individualmente susceptible a dicho estrés, tendrá un incremento en anomalías espermáticas como gota citoplasmática proximal, defectos en la pieza media, defectos de cola y cabezas anormales, tendrá así mismo una motilidad reducida y una disminución en el volumen de eyaculado. Los efectos adversos de un estrés de este tipo aparecen generalmente de los 7 a 14 días después del inicio del incremento térmico. Después de un periodo de estrés térmico puede tomar de cinco a ocho semanas recuperar la calidad del semen (Larsson et al, 1988; Waberski et al, 1994).

La temperatura ambiente bajo la cual la motilidad de los espermatozoides se mantiene normal es de 28 grados centígrados, no importa si este incremento es súbito o paulatino, y la diferencia entre mantener a un macho a 32 grados centígrados puede ser hasta de un 28% más de células anormales que mantenerlo a 15 grados centígrados (Lewis, 1996). Cuando se presenta un periodo de estrés térmico de 24 horas, los cambios en las características del semen y en las concentraciones hormonales no difieren entre 20 y 35 grados centígrados, pero cuando el periodo es de 100 horas aumentan las anomalías, especialmente la presencia de gota citoplasmática y cabezas anormales y baja la motilidad, asociado a esto se observa una disminución en los niveles circulantes de testosterona y un incremento en los niveles de cortisol (Larsson et al, 1988).

- **Genética:** La raza del semental tiene efectos mínimos en la fertilidad y tamaño de camada cuando se emplea semen normal. Sin embargo, existen diferencias en la calidad del semen entre diferentes razas. Generalmente los verracos híbridos tienen ventajas en motilidad, volumen de eyaculado y número de células anormales cuando tienen menos de ocho meses de vida, pero estas diferencias con verracos puros son mínimas en animales maduros (Cameron, 1987; Lewis, 1996).

- **Nutrición:** Si bien no existen mucha investigación al respecto, está comprobado que una disminución en la ingestión de nutrientes ocasiona una disminución en la libido y en todas las características seminales (Lewis, 1996).

- **Ambiente social:** No existe ningún efecto de alojar a los machos en grupo, contra el colocarlos en corrales individuales sobre la fertilidad, la habilidad para copular, el libido y la longevidad, aunque si al alojarlos en grupos, se presenta actividad homosexual existe una disminución de la fertilidad. Cuando los machos son mantenidos sin contacto con cerdas en celo el tiempo de reacción a la monta aumento de 2 a 6 minutos y su comportamiento copulatorio se ve afectado mientras el aislamiento continua, cuando los animales estuvieron a menos de 18 metros de hembras en celo no se encontró ningún efecto adverso en su conducta sexual ni en la calidad del semen (Hemsworth et al, 1984; Lewis, 1996). El corral donde se realiza la monta es importante únicamente en machos jóvenes, siendo mejor la monta en corrales específicos para monta de 4 m de diámetro, que en el corral del semental de 10 m² de superficie (Hemsworth et al, 1989).

3. Condiciones que afectan la calidad del semen en el proceso de inseminación artificial. La IA permite llevar a cabo una evaluación de las características del semen con cada colección, siendo mucho más difícil utilizar un semen de mala calidad al preparar una dosis de semen diluido, sin embargo a diferencia de la monta directa donde el semen al salir del verraco llega directamente al útero de la hembra, durante los procesos de colección, dilución e inseminación un sin número de situaciones pueden presentarse y afectar la fertilización (Ritter, 1996). Dentro de lo que es la calidad del semen existen varios factores que intervienen en ella, entre estas están: la edad del semen, malas condiciones de almacenamiento, mala calidad del agua que se emplea en la dilución y una pobre calidad del diluyente.

La edad del semen está directamente relacionada con su capacidad fertilizante, a medida que el semen envejece su potencial disminuye, en el caso de emplear semen con más de 24 horas de almacenaje la motilidad será prácticamente nula

y el semen no tendrá capacidad de fertilizar. Las condiciones de almacenamiento son importantes, una vez colectado cualquier cambio en la temperatura, que se aleje de la temperatura corporal disminuirá la cantidad de espermias móviles. En la mayor parte de los centros de inseminación no se permite que la temperatura baje por abajo de 32 grados centígrados al momento de hacer la dilución (Huiker, 1995).

Existen tres tipos de agua con la que se puede trabajar para diluir al semen: el tipo 1 que es destilada, desionizada por osmosis inversa y filtrada, el tipo 2 de doble destilación y el tipo 3 de destilación simple o desionizada por osmosis inversa sin destilación. De estos el tipo 1 es el más indicado para trabajar.

La calidad de los diferentes tipos de agua puede verse afectada por condiciones como: Presencia de metales pesados, que causan muerte del espermia, la presencia de sales inorgánicas y minerales, que disminuyen el tiempo de almacenaje seguido por muerte súbita del espermia y la presencia de endotoxinas que también causa muerte inmediata del espermia. En cuanto a los diluyentes debe evitarse el uso de diluyentes hipo-osmóticos los cuales inducen una disminución en la motilidad espermática.

Asociado al tipo de diluyente se encuentra un índice de dilución subóptimo el cual puede causar una disminución de un 10% de fertilidad y el nacimiento de un lechón menos por camada. Un incremento en la cantidad de alteraciones en los espermias de más del 15% trae como consecuencia una disminución de la fertilidad de hasta 12% y también un lechón menos al parto (Lewis, 1996).

El aspecto que más afecta los parámetros productivos es el uso de verracos subfértiles los cuales pueden disminuir la fertilidad hasta en un 50% y el tamaño de la camada en 5 lechones. La identificación de este tipo de animales es básica en cualquier programa de inseminación artificial y la implementación de técnicas bioquímicas, de test de penetración in vitro y acrosomia está ampliamente justificada (García, 1995).

4. Enfermedades infecciosas que afectan la reproducción del verraco

Cualquier enfermedad infecciosa que afecte a un verraco y origine un cuadro febril va a causar un trastorno en la espermatogénesis y traerá como consecuencia una disminución en la calidad del semen y un decremento en la fertilidad.

Los patógenos que actúan directamente sobre la función testicular son:

- Brucelosis. Este patógeno puede llegar a localizarse en los testículos causando orquitis. Cuando esto sucede la espermatogénesis se interrumpe y se presenta degeneración testicular. El *Erisipelothrix rhusiopathiae* y *Mycoplasma hyosinoviae* también tienen un efecto adverso sobre la función testicular (Glossop, 1995; MacMillan, 1992; Thacker et al, 1984).

- Patógenos como *Streptococcus spp.*, *Staphiloccocus aureus* y *Escherichia coli* pueden encontrarse en los testículos, aunque se desconoce si la subsecuente enfermedad es debido al efecto sobre el tracto reproductor de la cerda o un efecto directo en la espermatogénesis (Glossop, 1995).
- La infección por el virus del Síndrome Reproductivo y Respiratorio del Cerdo tiene un marcado efecto en la espermatogénesis, la calidad del semen de los machos infectados se reduce hasta por un periodo de 13 semanas (Swenson et al, 1994).
- El virus de la Enfermedad del Ojo Azul ocasiona orquítis y epididimitis, generalmente unilateral, originando una disminución en la fertilidad (Stephano, 1992). La presencia de bacterias en el semen puede tener un efecto adverso sobre la fertilidad, experimentalmente ha sido demostrado que el semen con más de 10,000 bacterias por ml, tienen una fertilidad reducida y un aumento en el riesgo de infecciones uterinas (Glossop, 1995). Es importante hacer notar que el semen es la forma de transmisión de diversas enfermedades tanto bacterianas como virales. Dentro de las bacterias que se consideran patógenas que pueden encontrarse en el

semen en forma frecuente están: *Staphylococcus spp.*, *Pseudomonas spp.*, *E. coli*, *Klebsiella spp.*, *Citrobacter spp.*, *Micrococcus spp.* y *Actinomyces suis*. Menos frecuentemente se encuentran: *Leptospira spp.*, *Brucella suis*, *Bordetella bronchiseptica*, *Pasteurella spp.*, *Mycoplasma hyosinoviae*, *Mycoplasma hyorhinis*, *Actinobacillus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Proteus spp.*, *Enterobacter spp.*, *Aerobacter spp.*, *Corynebacterium spp.*, *Salmonella spp.*, y *Erysipelothrix rhusiopathiae* (Glossop, 1995; Thacker et al, 1984).

- Los virus pueden ser eliminados directamente en el semen desde el testículo o a partir de las glándulas accesorias, o bien pueden contaminar al eyaculado durante o después de la colección por medio de heces, orina, secreciones respiratorias y saliva. Puede ser difícil detectar virus en el semen ya que algunas enzimas proteolíticas del plasma seminal pueden interferir con la identificación y los verracos solo eliminarlos intermitentemente (Glossop, 1995). Numerosos virus pueden ser encontrados en el semen entre ellos: el virus de la enfermedad de Aujeszky, el de la Fiebre Porcina Clásica, el del Síndrome Reproductivo y Respiratorio del Cerdo, el de la Enfermedad del Ojo Azul y el Parvovirus Porcino.

En el caso del virus del Síndrome Reproductivo y Respiratorio del Cerdo se ha encontrado que los machos afectados eliminan el virus hasta por 92 días (Swenson et al, 1994). Dentro de los considerados como enfermedades exóticas están: el de la Fiebre Aftosa, el de la Fiebre Porcina Africana, el de la Enfermedad Vesicular del Cerdo, el del Exantema Vesicular y el virus de la Encefalitis Japonesa tipo B (Glossop, 1995; Thacker et al, 1984).

Otros virus que pueden encontrarse en el semen son: Adenovirus, Cytomegalovirus, Reovirus, el de la Influenza Porcina, el de la Gastroenteritis Transmisible, el del Papiloma Genital Transmisible y el de la Encefalitis Hemoaglutinante. Las micotoxinas también pueden afectar

la reproducción en el verraco, por ejemplo se ha reportado que la ingestión de 9 ppm de Zearalanona en machos jóvenes ocasiona una disminución en el tamaño y peso testicular y reduce significativamente la motilidad. El consumir alimento con 40 ppm de Zearalanona en machos prepúberes ocasiona una reducción en la libido (Lewis, 1996).

CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.

El estudio se desarrolló en el Establecimiento Provincial de Inseminación Artificial Granma, se evaluó la producción y calidad seminal de un total de 1164 eyaculados obtenidos durante el período 2009 – 2011, se tomó una muestra de 388 se trabajó con un promedio de 30 sementales de los genotipos Landrace, Yorkshire, Duroc, CC21, L35 con edades comprendidas entre 12 -18 meses. El sistema de manejo, explotación y alimentación se desarrolla según lo descrito por IIP, 2001.

Procesamiento estadístico

Se realizó análisis de varianza (modelo de clasificación simple) para comparar la cantidad de dosis producidas entre años y genotipos, indicadores de calidad (volumen, motilidad y concentración espermática).

La comparación entre proporciones múltiples se aplicó al porcentaje de extracciones aptas del total de extracciones realizadas para cada año, las anomalías espermáticas diagnosticadas por región (cabeza, cuello, parte intermedia y cola) y entre los genotipos. La estimación de los estadígrafos y la prueba de análisis de varianza se procesaron mediante el paquete Statistica (StartSoft, 2008), mientras que para la comparación múltiple entre proporciones se empleó ComparPro 1.0 (Font et al., 2007).

CAPITULO IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de los datos analizados se describen en la tabla 1 los principales estadígrafos de las variables estudiadas.

Tabla 1. Estadígrafos de los indicadores de calidad y frecuencia de extracción.

RAZAS					
	Landrace	Duroc	Yorkshire	L35	CC21
N	29	100	100	95	64
VOLUMEN DEL EYACULADO					
Media	181,03	132,8	206,1	162,95	146,41
Desviación	43,2	37,12	59,57	55,31	43,25
IC -95%	164,6	125,43	194,28	5,67	5,41
IC +95%	197,47	140,16	217,92	151,68	135,6
CV	23,86	27,95	28,90	33,94	29,54
MOTILIDAD					
Media	75,17	75,2	74,4	74,79	74,61
Desviación	0,93	1,21	5,09	1,01	4,48
IC -95%	74,82	74,96	73,39	74,58	73,49
IC +95%	75,52	75,44	75,41	74,99	75,73
CV	1,24	1,61	6,84	1,35	6,00
CONCENTRACION					
Media	372,24	417,85	357,79	367,46	377,59
Desviación	82,55	86,67	87,01	83,07	81,2
IC -95%	340,84	400,65	340,52	350,54	357,31
IC +95%	403,64	435,05	375,05	384,38	397,88
CV	22,18	20,74	24,32	22,61	21,50
FRECUENCIA DE EXTRACCIONES					
N	53	72	72	46	48
Media	5,49	5,58	4,61	5,98	4,54
Desviación	1,86	2,16	1,73	4,28	1,81
IC -95%	4,98	5,07	4,20	4,70	4,02
IC +95%	6,00	6,09	5,02	7,25	5,07
CV	33,81	38,70	37,57	71,71	39,84

El coeficiente de variación supera el 20 % en todas las variables excepto en la motilidad, donde no supera el 6 %.

La existencia promedio de sementales (Figura 1) responde a las demandas de semen de los diferentes genotipos, siendo el Landrace el de menor cantidad.

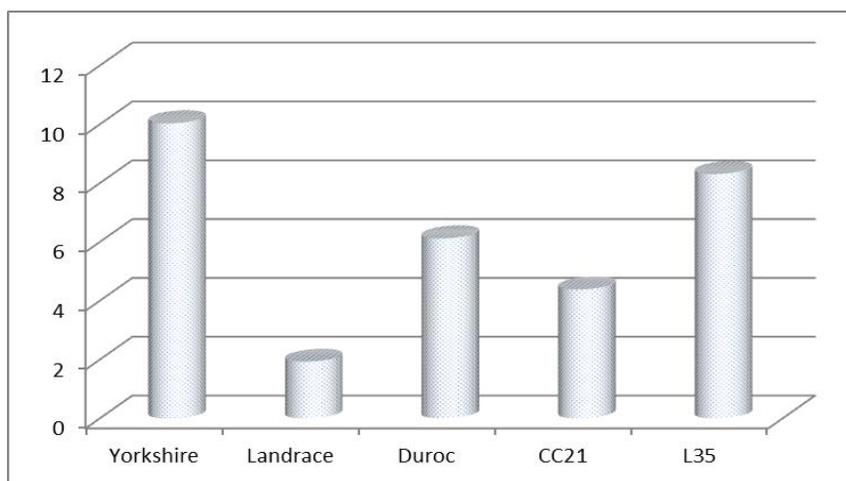


Figura 1. Existencia promedio de sementales durante el periodo evaluado.

Uno de los indicadores productivos para ésta actividad lo constituye la producción de dosis. El promedio mensual de dosis de semen (Tabla 2) en el período estudiando no mostró diferencia significativa entre los años, lo que atribuye a un correcto manejo, alimentación, eficiencia en el trabajo técnico del laboratorio y un comportamiento estable de los sementales porcinos durante este período.

Tabla 2. Cantidad de dosis obtenidas durante los años 2009-2011

Años	Dosis	EE	Sig
2009	323,61 ^a	46,68	ns
2010	253,85 ^a	28,59	
2011	274,47 ^a	31,31	

a, b, c, d. Letras diferentes expresan diferencia significativa (P<0.05).

En la tabla 3 se observa diferencias altamente significativas entre los genotipos para las dosis obtenidas, siendo los mejores genotipos Yorkshire, L35 y Duroc, entre ellas. No así en los genotipos Landrace y CC21, donde no se obtuvo diferencia. Sin entrar en

contradicción con los resultados obtenidos por Arias et al (2004), donde el mayor número de dosis fue en los verracos L35 x CC21 y CC21.

Tabla 3. Dosis obtenidas por genotipos.

Genotipos	Dosis	EE	Sig
Duroc	200,21b	20,708	***
L35	330,76c	27,047	
Yorkshire	508,41d	20,708	
CC21	100,15a	30,929	
Landrace	84,11a	26,285	

^{a, b, c, d} Letras diferentes expresan diferencia significativa (P<0.05).

Esto se debe a la demanda que existe del semen del genotipo Yorkshire en mayor medida, aspecto que responde netamente al mercado.

El número de dosis fue mayor en los genotipos Yorkshire (508), L35 (330) y Duroc (200), donde el mayor volumen de eyaculados fue Yorkshire (206 ml) con una concentración espermática de 357 millones/mm³ siendo la más baja de los genotipos estudiados, resultados que no coincide con lo referido por Kennedy y Welking (1984) donde el número de dosis por eyaculado fue mayor en los verracos L35 x CC21 y CC21 lo cual se corresponde con el volumen del eyaculado y la concentración espermática mayores.

En la tabla 4 se muestran los resultados de la calidad seminal en cuanto al volumen(ml), motilidad (%) y concentración (Millonaje/mm³), este primer aspecto arrojó diferencia altamente significativa entre los genotipos, siendo los mejores resultados en los genotipos Yorkshire, Landrace, L35, no así en CC21 y Duroc donde no se evidencia diferencia entre L35 y CC21, resultado diferentes obtuvieron Acosta et al (2008), al estudiar el promedio de los indicadores evaluados diariamente donde en el volumen no arrojó diferencia entre los genotipos.

Tabla 4. Volumen, motilidad y concentración en semen porcino de diferentes genotipos

Genotipos	Volume n (ml)	EE	Motilidad (%)	EE	Concentración (Millonaje/mm³)	EE
Landrace	181,03c	9,226	75,17a	0,616	372,24 ^a	15,729
Duroc	132,8a	4,967	75,2a	0,332	417,85b	8,471
Yorkshire	206,1d	4,969	74,4a	0,332	357,79 ^a	8,471
L35	162,95b	5,098	74,79a	0,340	367,46 ^a	8,690
CC21	146,41ab	6,211	74,61a	0,414	377,59 ^a	10,588
Significación	***		ns		***	

a, b, c, d. Letras diferentes en la misma columna difieren significativamente ($P < 0.05$).

La motilidad para todos los genotipos se comportó de forma similar, encontrándose siempre en valores por debajo de 80 % (rango máximo), aunque en los centro de inseminación artificial se considera un semen apto con una motilidad mayor del 60 %, siendo una evaluación subjetiva del semen y que depende en gran medida de la habilidad de los operadores del laboratorio, según Arias et al. (2002), en estudios realizados expresa que en el genotipo L35 la motilidad es inferior por su susceptibilidad al estrés que influye directamente en los indicadores seminales.

Los valores de concentración mostró que existe diferencia altamente significativa entre los genotipos, siendo el Duroc el de mejor comportamiento coincidiendo con lo planteado por (Cameron, 1987) cuando expresó que ninguna raza parece ser mejor para todas las características, por ejemplo los animales Yorkshire tienden a tener mayor motilidad y los Duroc mejor concentración espermática.

Al comparar los diferentes genotipos en cuanto al porciento de extracciones apta (Tabla 5) no se aprecia diferencia significativa, con 0 y 0,28 % de extracciones desechadas como mínimo y un máximo de 4,94 %. Destaca el genotipo Landrace entre los mejores de forma general.

Tabla 5. Comportamiento de las extracciones aptas para la producción de dosis.

Genotipos	2009	EE	2010	EE	2011	EE
Duroc	97,02 ^a	1,04	98,63 ^a	0,96	98,32 ^a	1,19
Landrace	100 ^a	1,90	100 ^a	1,97	-	-
Yorkshire	98,45 ^a	0,75	96,91 ^a	0,77	99,72 ^a	0,68
D-L35	-	-	95,06 ^a	1,27	96,06 ^a	0,78
CC21	-	-	96 ^a	1,89	100 ^a	1,75
Sig	ns		ns		ns	

a, b, c, d. Letras diferentes en la misma columna difieren significativamente (P<0.05).

La presencia de anomalías espermáticas por las diferentes regiones no muestra diferencia significativa en ninguno de los tres genotipos estudiados (Tabla.6), siendo de forma general bajos, pues no superan el 5 % del total del eyaculado. Estudio realizados por Rueda et, al (2006) reportan 3,5 y 5 %, anomalías de la región de la cabeza, destaca Bonet et al (1998), que las anomalías de la cabeza en número promedio no debe superar el 5%, y por norma general suelen ser el 10%.

Tabla 6. Comportamiento de las anomalías espermáticas según la región de presentación.

Anomalías	Duroc (%)	L35 (%)	Yorkshire (%)
Cabeza y Capuchón	24,68 ^a	26,07 ^a	24,93 ^a
Cuello	22,90 ^a	24,07 ^a	22,13 ^a
Parte intermedia	26,46 ^a	26,93 ^a	27,73 ^a
Cola	25,95 ^a	22,92 ^a	25,21 ^a
EE	2,18	2,32	2,29
Sig	Ns	ns	Ns

a, b, c, d. Letras diferentes en la misma columna difieren significativamente (P<0.05).

Las anomalías espermáticas se presentan en mayor cuantía en el genotipo Duroc, seguido por el L35 y Yorkshire (Tabla.7), observándose diferencias altamente

significativa entre ellas, esto puede estar dado a la característica de susceptibilidad al estrés que presenta el L35, aspecto corroborado por Arias et al. (2002). Agrega (Wysokinska y Kondracki 2005), que el genotipo es uno de los factores que pueden influir en la calidad espermática de los cerdos reproductores.

Tabla 7. Comportamiento de las anomalías espermáticas por genotipo.

Genotipos	Anomalías (%)
Duroc	35,76c
L35	31,76b
Yorkshire	23,38a
EE	1.39
Sig	***

a, b, c. Letras diferentes expresan diferencia significativa ($P < 0.05$).

En la literatura disponible se encontró muy poca información sobre la presente investigación, lo cual pone al descubierto un amplio campo para futuras investigaciones no únicamente en el Centro de Inseminación Artificial Granma, Cuba sino también en diferentes centros de producción de semen porcino del mundo que mantengan condiciones ambientales, de manejo, y procesamiento similares al establecimiento donde se obtuvieron los datos.

CAPITULO V. CONCLUSIONES

- La mayor producción de dosis se corresponde con los genotipos, Yorkshire, L35 y Duroc en respuesta con la demanda de estos por los productores.
- Se destaca el genotipo Yorkshire por su mayor volumen de eyaculado, menor concentración espermática y el Duroc por su mayor concentración espermática.
- El genotipo constituye la principal causa de variación de la calidad espermática en sementales porcinos en el Establecimiento Provincial de Inseminación Artificial Granma debido fundamentalmente a la presencia de anomalías.

CAPITULO VI. RECOMENDACIONES

- Promover en los productores porcinos la explotación de aquellos genotipos con menor demanda para lograr una mayor diversidad del genofondo en el territorio.
- Realizar un manejo diferencial en aquellos genotipos (Duroc) que por sus características son más susceptibles a las condiciones ambientales propiciando el estrés y por ende un mayor por ciento de anomalías espermática.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta,M,J., Perdigón, N.,Rueda Madelyn (2008) Valoración de indicadores de calidad seminal porcino utilizando la fracción rica del eyaculado.Rev.Unell.Cienc.Tec.26:49-53.
- Albarrán, I.,González,E., Calderon,R(2001) Inseminación artificial y andrología veterinaria.Tomo I. Anatomofisiología del sistema reproductor del macho Editorial Félix Varela.ISBN 959-258-239-4.pg 2-30.
- Alonso, R. (1990) La Reproducción de la cerda. Ediciones ENPES. MES. 289 p.
- Anónimo, (1996) Nutrición en el verraco. Nebraska Swine Reporte.Nebraska University Extension Service, Lincoln, Nebraska.
- Anónimo, (2008). Razas de cerdos. Disponible en: http://www.aacporcinos.com.ar/razas_porcinas/index.html.
- Arias, T. (1997) Aspectos de la reproducción porcina en Cuba. Memorias Seminario Alimentación Alternativa para el trópico y IV. Seminario Científico Internacional sobre Alimentación de animales Monogástricos ICA. 275 P.
- Arias, Teresa., Rueda, Madelín. , Mendoza, Digna., Brache, Felicia F.J. Diéguez y G. Morales (2004) Apuntes sobre la aptitud ante el maniquí y calidad espermática de cochinos L35xDuroc, L35Xcc21 y CC21. Revista computarizada de Producción Porcina Vol.11.No.2
- Arias,T .,Caballero,N., Diéguez, F,J., Morales,G.,Perdigón, R., Brache,F (2002)Características del semen y calidad espermática de verracos cruzados L35 y CC21 Hampshire x L35.R. Compo.Prod.Por8 Madelín. , Mendoza, Digna., Brache, Felicia F.J. Diéguez y G. Morales (2004)2.28-36.
- Asociación Nacional de Ganado Porcino Selecto (APNS) (2003). Razas Porcinas. España. Situado en: <http://www.eumedia.es/articulos/mg/116seleccporcina.html>.

- Berger, T. y Parker, K. (1989) Modification of the zona free hamster ova bioassay of boar sperm fertility and correlation with in vivo fertility. *Gamete Res.* 22, 385-227.
- Bonet, S., Pinart, E., Briz, M., Sancho, S. y Escuder, M. (1998) Aportación al conocimiento de la criptorquidia espontánea abdominal y unilateral en porcino. *Análisis microscópico del eyaculado. Anaporc*, 18(178):91-112.
- Brian, E. (2002) Selección y mejora genética. Una misión global. Disponible: <http://www.degesa.com/b8.htm>. Revisado en (Enero 2008).
- Bronson, F.H. (1985) *Mammalian reproductive biology*. University of Chicago Press, Chicago. 325 p.
- Cameron, R. (1987) Sexual development and semen production in boars. *Pig News and Inf* 8: 389-396.
- Cintora, I. 2003. Reproducción Porcina. En *Porcinocultura*. Revisado en mayo 2008. Disponible en <http://www.porcinocultura.com>
- Díaz M, R. (1965) *Ganado Porcino*. Edición Revolucionaria. La Habana. Cuba. 52 – 84p.
- Díaz, J. (1992) *Tecnología para la explotación de reproductoras porcinas*. Manual de Porcinotécnica. ISCAH. La Habana. 189 p.
- Diéguez, F. (2002) *Manual de Crianza para Centros Genéticos Porcinos*. La Habana, 116 p.
- Diéguez, F. J., G. Trujillo, Isabel Santana y G. Lubinetz. (1979) Cruzamiento de puercas Yorkshire, Yorkshire x Landrace y Yorkshire x Duroc con verracos de varias razas: Reproducción, ceba y composición corporal. XII Reunión ALPA Programas y Compendios. 280 p.
- Font, P., Noda, A., Aida, C., Torres, C., Verena, T., Herrera, V., Magaly., Delizazo, T., Sarduy, G., Lucia, R., Rodríguez, S., Lourdes. L., Jay, H., Gomez, C., Sarai. S. (2007). *COMPARPRO, Comparación de Proporciones*. Versión: 1.0. La Habana.
- Gadea, J. (2004). *EL USO DE SEMEN PORCINO CONGELADO*. *Mundo Ganadero*, 169:60-62.*Depto. Fisiología, Fac. de Veterinaria, Universidad de

Murcia, España. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/64-semen_congelado.pdf

- García, J. (1995). Evaluación práctica del semen porcino. *Acontecer Porcino*, 11(32):34-42.
- García, P., López C., Pérez, B., Hernández, R., Ibáñez, J. y Gosálvez J. (2010) Mejora de la calidad seminal en inseminación artificial. *Gestión Veterinaria Porcina*, S.L. 2Universidad Autónoma de Madrid. Disponible en: EUMEDIA www.eumedia.es; <http://www.adiveter.com/ftp/articles/A3190210.pdf>
- Garner, D, L., Gledhill, B, L., Pinkel, D.,Lake, S.,Stephenson, D., Van Dilla, M.A. and Jhonson, L.A. (1983). Quantification of the X- and Y-chromosome-bearing spermatozoa of domestic animals by flow cytometry. *Biol. Reprod.* 28: 312-321.
- Garner, D.L. (1984). An overview of separation of X and Y-spermatozoa-sexing. In *Proceedings of the 10th Technical Conference, National Association of Animal Breeders, Columbia, MO, National Assoc Animal Breeders.*
- Glossop, C. (1995) Diseases transmission in boar semen. *University of Minnesota, St. Paul, A.D. Lemn Swine Conference.* 22:97-100.
- Green, D.P.L. and Purves, R.D. (1984). Mechanical hypothesis of sperm penetration. *Biophysical J.* 45, 659. Disponible en *REPRODUCCIÓN E INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN ANIMALES*, Sexta Edición; México; Pág.: 161
- Hafez, E. (1996) *Reproducción e inseminación artificial en animal*, Sexta Edición; México; ISBN 968-25-2394-X, ISBN 0-8121-1534-1 (Edición Original); Pags:158 – 179
- Hemsworth, P.H., Cronin,G.M., Hansen, e. and Winfield, C.G. (1984) The effect of two oestrus detection procedures and intense boar stimulation near the time of oestrus on mating efficiency of the female pig. *Applied Animal Behaviour Science* 12: 339-347.
- Hemsworth, P.H., Hansen, C. and Winfield, C.G. (1989) Influence of mating conditions on the sexual behaviour of male and female pig. *Applied Animal*

<http://www.porcinocultura.com/rev/computarizada.htm>.

- Huiker, C. (1995) Diagnosis on farm problems: heat detection and insemination. University of Minnesota. St.Paul, A.D. Lemman Swine Conference. 22:68-71.
- Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP). (2001). Procedimiento técnico para la crianza porcina. La Habana. Instituto de investigaciones porcina 139 p.
- Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP). (2005). Conferencia Nacional de Mejora Genética. ISCAH. La Habana. 15-18 p.
- Jhonson, L.A., Flook, J.P and Hawk, H.W. (1989). Sex preselection in rabbits: live births from X and Y sperm separated by DNA and cell sorting. Biol. Reprod. 41: 199-203.
- Kennedy, B.W. y Welking, J.N. 1984. Boar breed and environmental factors influencing semen characteristics of boars used in artificial insemination. Canadian Journal of Animal Science, 18:397-402
- Larsson, K., Malmgren, L. and Einarsson, S. (1988): Exposure of boars to elevated ambient temperature, consequences for hormone secretion, sperm morphology and fertility. Pig News and Inf 9: 225-230.
- Lewis, D. (1996) Managing boars for optimum fertility. Cooperative Extension Service Bulletin. Michigan State University.
- MacMillan, A.P. (1992) Brucellosis: In Diseases of Swine eds. A.D.Leman, B.E.Straw, W.L. Mengeling, S. D'Alleire, DJ. Taylor. Iowa State University Press, Ames, Iowa, pp. 446-453.
- Mann, T. and Lutwak-Mn, C. (1981) Male Reproductive Function and Semen. New York, Sringer-Verlag. Disponible en REPRODUCCIÓN E INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN ANIMALES, Sexta Edición; México; Pág.: 159.
- Muñoz, A. (1994) Aspectos generales y consideraciones específicas del diseño de explotaciones y manejo efectivo animal. Memorias del III Congreso Nacional de Producción Porcina. Argentina.
- Nazaré, M., Scheid, R. y Cavicchioli, A. (2004) Envío de a muestras de sêmen para exámenes especiais. Suínos & Cia, II (8):27.

- Orienda del Valle, G. (1995) Efecto de algunos factores ambientales y genéticos sobre parámetros fisiológicos y productivas en Cerdas. 8-35 p.
- Ricco, González, Carmen (2004) La genética en manos el criador. ACPA. 42 p.
- Ritter, L. (1996) Alternative models for boar studs .. University of Minnesota, *St.Paul,A.D. Leman Swine Conference*. 23:67-68.
- Rueda, Madelyn., Arias, Teresa., Caballero, Niurys M. Tosar y M.J. Acosta (2006) Análisis de la calidad espermática de sementales porcinos en dos tipos de porcicultura cubana. *Revista Computadorizada de Producción Porcina Volumen 13 (número 1)*.
- Sáez, R. A. (1988) La Reproducción en la Cerda. ISCAH. La Habana. 11 p.
- Sáez, R.A.; Cama, J.M.; Gómez, J.R. (2004). EL CERDO. Editorial Félix Varela. ISBN 959-258-711-6.
- Sánchez, M. (2008); Producción e Higiene Veterinaria (Grupo A). Disponible en http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/14_17_26_tema_42.pdf.
- Santana, Isabel, Trujillo, G., Diéguez, F. J. y Lourdes, G. (1990) Evaluación comparativa en estación de pruebas de cerdos CC21 y de las razas puras Duroc, Yorkshire, Landrace y Hampshire. *Cienc. Tec. Agric. Ganado Porcino 13 (4): 7-14 p.*
- Santana, Isabel. (2005) Comportamiento reproductivo de cerdas de un cruce rotacional apareadas con verracos Yorkshire, Landrace, Duroc y CC21. *Gaveta Postal. La Habana* <http://www.porcinocultura.com/rev/computarizada.htm>.
- Soto, M. E. (1991) *Zootecnia Especial*. ISCAH. La Habana. 265 p.
- StartSoft, Inc. (2008). *STATISTICA (data analysis software system)*, version 8.0. www.statsoft.com.
- Stephano, A.H. (1992) Blue Eye Disease. In *Diseases of Swine* eds. A.D.Leman, B.E.Straw, W.L. Mengeling, S. D'Alleire, DJ. Taylor.Iowa State University Press, Ames, Iowa, pp. 237-241.
- Swenson, S.L., Hill, H.T., Zimmerman, J.J., Evans,L.E., Landgraf, J.G., and Frey, M.L. (1994) Excretion of porcine reproductive and respiratory syndrome virus after experimentally induced infection in boars. *I.A. V.M.A.* 204.

- Thacker, B.J., Larssen, R.E., Joo, H.S. and Leman, A.D. (1984) Swine diseases transmissible with artificial insemination. I.A. V.M.A. 5: 511-516.
- Valdez, M, J.F. (1981) Porcinocultura: Editorial Científico-Técnica. La Habana. 5p.
- Villareal, Patricia. (2001) Comportamiento reproductivo de la cerda Landrace x Yorkshire, Duroc x Yorkshire y Hampshire x Duroc alimentadas con una dieta no convencional. Instituto de investigaciones porcinas. La Habana. <http://cubasi.cu/rev.computarizada.htm>.
- Waberski, D., Weitze, K.F., Gleumes, T., Schwarz, M., Willmen, T. and Petzoldt, R. (1994) Effect of time of insemination relative to ovulation on fertility with liquid and frozen boar semen. Theriogenology 42:831-840.
- Wysokinska, A. y Kondracki, S. (2005) Czestosc Wyslępowania zmian w budowie morfologicznej plemników knurow mieszanconw Duroc x Pietrain i Hampshire x Pietrain. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Zootecjnica, 47: 191-198.