

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

**Instituto de Ciencias Agrícolas
Instituto en Investigaciones en Ciencias Veterinarias**



**RELACION DEL LARGO DE LACTANCIA, INTERVALO
DESTETE SERVICIO E INTERVALO PARTO SERVICIO CON
CARACTERES DE PRODUCTIVIDAD DE LA HEMBRA
PORCINA EN UN SISTEMA
DE PRODUCCION INTENSIVO**

T E S I S

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

PRESENTA

MC. ANA LAURA KIENJARA ESPINOZA

DIRECTOR

DR. ALBERTO BARRERAS SERRANO

MEXICALI, B.C.

AGOSTO DE 2015

La presente tesis “**Relación del largo de lactancia, intervalo destete servicio con caracteres de productividad de la hembra porcina en un sistema de producción intensivo**” realizada por la **C. Ana Laura Kinejara Espinoza** dirigido por el **Dr. Alberto Barreras Serrano**, ha sido evaluada y aprobada por el Comité Particular abajo indicado, como requisito parcial para obtener el grado de:

Doctor en Ciencias Agropecuarias

Comité Particular

Dr. Alberto Barreras Serrano
Director de Tesis

Dr. Eduardo Sánchez López
Sinodal

Ph.D. Fernando Figueroa Saavedra
Sinodal

Dr. Jorge Alejandro Martínez Partida
Sinodal

Dra. Alma Tamayo Sosa
Sinodal

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría mostrar mi agradecimiento a mi director de tesis, el Dr. Alberto Barreras Serrano por su valiosa orientación y ayuda durante toda mi formación, así como por su apoyo y la gran paciencia que me ha brindado. A mí comité conformado por el Dr. Fernando Figueroa, Dr. Eduardo Sánchez, Dr. Alejandro Martínez y la Dra. Alma Tamayo quienes han apoyado a lo largo de este proceso.

A el MVZ. José Gpe. Soto por ponerme en contacto con el personal de la granja “Valle Hermoso” y gestionar así las facilidades para la realización de este proyecto. Al personal que labora en dicha granja muchas gracias por prestarme su tiempo y ayudarme a realizar el trabajo.

El agradecimiento más importante y especial a mi madre, quien han dedicado todo su esfuerzo en mi educación y ha permanecido siempre a mi lado, a mis hermanos por el apoyo brindado en todo momento. Y a mi esposo e hijos por brindarme el amor, apoyo, cariño y sobre todo comprensión y no les ha importado hacer sacrificios para que yo lograra este objetivo; los amo.

A mi compañero y gran amigo Poncho por ayudarme a despejar dudas y aclarar enredos no importándole la hora en que le marcara, es un privilegio ser tu amiga.

Al CONACyT y a la UABC por las facilidades proporcionadas para la realización de mis estudios.

A todos mil gracias...

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	V
ABSTRACT.....	VI
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCION GENERAL.....	1
CAPITULO II.....	2
REVISION DE LITERATURA.....	2
Factores que influyen en el número de lechones destetados por cerda por año.....	2
Intervalo destete servicio.....	3
Estro y ovulación.....	5
Servicios y concepción.....	6
Tasa de partos.....	7
Gestación.....	8
Parto.....	9
Mortinatos.....	9
Mortalidad	al 10
destete.....	
Muerte por aplastamiento.....	11
Muerte por enfriamiento.....	12
Inanición.....	12

Duración del periodo de lactancia.....	14
Días no productivos.....	14
LITERATURA CITADA.....	15
CAPITULO III.....	19
ARTICULO I.....	19
Resumen	20
Abstract.....	21
Introducción.....	22
Materiales y métodos.....	23
Análisis estadístico.....	24
Resultados.....	24
Discusión.....	25
Agradecimientos.....	26
Literatura citada.....	27
Cuadros, gráficas e ilustraciones.....	29
ARTICULO II.....	30
Resumen	31
Abstract.....	31
Introducción.....	32
Materiales y métodos.....	33
Características	33
generales.....	
Análisis estadístico.....	33

Resultados.....	35
Discusión.....	42
Conclusiones.....	44
Agradecimientos.....	44
Literatura citada.....	45
CAPITULO IV.....	48
CONCLUSIONES GENERALES.....	48

RESUMEN

En la actualidad el rápido aumento demográfico supera la producción de alimento, tal situación ha conllevado a investigar más acerca de cómo elevar la producción en las granjas porcinas, principalmente en las hembras reproductoras, principal objetivo en las explotaciones de cerdos. Lo anterior es factible si se mejoran los parámetros reproductivos que afectan directamente a la producción. En la porcicultura se exige tener mayor productividad numérica de la cerda (más de 21 lechones destetados por hembra por año); esta meta solo es posible a través de un eficiente manejo reproductivo de las hembras, por lo cual es necesario conocer su fisiología y comportamiento reproductivo y los principales factores que pudieran influenciarla.

El número de lechones destetados por cerda por año es una buena medición de la productividad de la cerda y esta se ve afectada por el número de lechones nacidos vivos, la mortalidad pre destete (es decir, la mortalidad de los lechones nacidos vivos y que mueren antes del destete) y la tasa de partos. Esta medida también está estrechamente relacionada con el número de lechones producidos por año, lo que determina en parte la rentabilidad de una granja.

ABSTRACT

At present, the rapid population growth exceeds food production, this situation has led to investigate more about how to raise production in pig farms, mainly in breeding females, the main objective in pig farms. This is feasible if the reproductive parameters which directly affect production are improved. In the pig is required to have greater numerical sow productivity (over 21 weaned piglets per sow per year); this goal is only possible through efficient management of reproductive females, so it is necessary to know its physiology and reproductive behavior and the factors that might influence it.

The number of piglets weaned per sow per year is a good measure of the productivity of the sow and this is affected by the number of piglets born alive, mortality pre weaning (ie, mortality of piglets born alive and die before weaning) and farrowing rate. This measure is also closely related to the number of pigs produced per year, which partly determines the profitability of a farm.

CAPITULO I

INTRODUCCION GENERAL

La demanda de proteína de origen animal se ha incrementado debido a que el aumento demográfico supera la producción de alimento. Tal situación ha conllevado a investigar más acerca de cómo elevar la producción en las granjas porcinas, principalmente en las hembras reproductoras, que son el principal objetivo en las explotaciones de cerdos. Lo anterior es factible si se mejoran los parámetros reproductivos que afectan directamente a la producción (Ordaz et al; 2013) señalaron que en la porcicultura se exige tener mayor productividad numérica de la cerda (más de 21 lechones destetados por hembra por año); esta meta solo es posible a través de un eficiente manejo reproductivo de las hembras, por lo cual es necesario conocer su fisiología y comportamiento reproductivo.

King y Biehl (2002) señalaron que el desempeño reproductivo es parte es parte integral de la producción de cerdos y que existen diversos factores que pueden influenciarlo. Además, el porcentaje de partos y el tamaño de la camada pueden afectarse significativamente por el manejo durante la cubrición; en consecuencia, técnicas de servicio apropiadas son esenciales para maximizar la respuesta reproductiva de la cerda.

Varias investigaciones han demostrado que la producción de la cerda esta influenciada por el número de partos. Tal componente se debe a que la hembra alcanza su mayor producción al llegar la madurez física (lo cual sucede entre el 4 y 5 parto), después de los cuales comienza a descender debido la edad del animal (Gómez et al 1999, Hafez y Hafez 2002).

Los factores que afectan el tamaño de camada suelen estar contenidos en los registros de la granja edad de la cerda, número de parto, número de cubriciones por concepción,

época del año, duración de la lactancia, intervalo destete concepción y representadas por otras variables ambientales o genéticas (Tuchscherer et al., 2000; Kilbride et al, 2012).

El parámetro más utilizado para medir la productividad de la hembra porcina es el número de lechones destetados por hembra por año, el cual está directamente influenciado por el intervalo entre partos, el cual expresa el potencial de partos por hembra por año, siendo el largo de lactancia el principal factor que incide sobre los mismos, ya que este puede ser modificado de acuerdo al sistema de producción.

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

Factores que influyen en el número de lechones destetados por cerda y año

Para evaluar la productividad de una explotación, el parámetro adecuado es el número de lechones destetados por hembra por año (Bowman et al., 1996). El número de destetado por cerda es de gran importancia económica para los productores (Aumaitre et al, 1976). Van Arendonk et al., 1996). Sin embargo, también incluye varios otros parámetros, relacionados como la fertilidad de la cerda y la mortalidad de los lechones (Van Arendonk et al., 1996). El número de lechones destetados por cerda y año se ve afectada por el número de lechones nacidos vivos por camada (Knox, 2005a; Gill, 2007), la mortalidad pre destete y el número de camadas por cerda por año (Knox, 2005a; Gill, 2007).

Knox (2005a) y Gill (2007) utilizaron modelos de simulación para establecer niveles mínimos para diferentes parámetros de producción con el fin de llegar a 30 lechones destetados por cerda por año. Gill (2007) declaró que: "El número medio de lechones destetados por cerda por año (PSY) en un hato es una función de días vacíos (E) número de lechones, nacidos vivos por camada (N), la mortalidad pre-destete% (M), duración de la lactancia en días (L), el intervalo destete al primer día del celo (W) y la constante (K) Duración de la gestación en días; donde:

$$PSY = (365-E) / (L + W + K) * N * ((100-M) / 100)$$

Intervalo destete servicio

El intervalo destete al estro es el tiempo en días entre el destete y el estro y es un importante parámetro productivo (Tummaruk et al., 2000), que es individual y específico

(Aumaitre et al., 1976; Gill, 2007). Es deseable que las cerdas regresen al estro tan pronto como sea posible Belstra et al. (2004) encontraron que el intervalo destete estro fue en promedio de 4.6 ± 0.1 días.

Con un destete prolongado se acortarán los intervalos destete - estro y estro-ovulación (Merks et al., 2000; Belstra et al., 2004; Gill, 2007). Si se incrementa el intervalo destete - estro de 4 a 6 días la duración del estro disminuye 56-46 horas (Gill, 2007). Una duración más corta del estro y del intervalo estro ovulación podría causar un servicio no óptimo en relación al momento de la ovulación.

De esta manera un intervalo destete servicio prolongado esta relacionado con bajos tamaños de camada (Vesseur et al., 1994; Kemp y Soede, 1996). Las cerdas que retornen al estro y se sirvan dentro de cuatro a cinco días post-destete obtendrá el mayor número de lechones nacidos vivos y totales (Tummaruk et al., 2000; Knox, 2005a). Sirviendo cerdas entre cinco y diez días post destete se obtendrán camadas más pequeñas (Tummaruk et al., 2000). Sin embargo, si se sirven cerdas a los nueve a 12 días después del destete, los tamaños de camada a aumentan de nuevo (Vesseur et al., 1994).

Es posible controlar el intervalo destete servicio por medio del manejo (Merks et al., 2000; Knox et al., 2005a), y utilizando diferentes métodos para la estimulación del celo. Los requisito para un corto intervalo destete servicio y el éxito reproductivo es que las cerdas están en una buena condición corporal (es decir, que la pérdida de peso durante la lactancia se ha mínima) y que sean alimentadas correctamente durante el período de transición (Gill, 2007). También es importante minimizar el estrés; algunos productores utilizan al verraco con el fin de estimular el estro y asegúrese de que todas las cerdas destetadas en un grupo regresen al estro al mismo tiempo (Knox, 2005 a,b). Las cerdas pueden ser alimentados por ejemplo con harina de pescado alrededor de destete (Knox, 2005a) o ser alojadas en estrecha conexión a un semental (Gill, 2007) con el fin de inducir el celo el contacto con el verraco se puede utilizar para acelerar el intervalo destete estro y para inducir signos distintos de celo, como el reflejo de pie, si la cerda es capaz oler,

oír, ver y tener contacto físico con semental (Knox, 2005b). Sin embargo, es importante que no sobreexponer a la hembra con el verraco. La sobreexposición puede afectarlos de manera opuesta, y el "efecto sorpresa" no debe ser descuidado; el reflejo de pie de la cerda tiene una duración de 15 minutos y se tarda alrededor de dos horas antes de que lo repita, si se expone a los mismos estímulos (Knox, 2005b). No importan las estrategias de manejo que se utilicen, el factor más importante es contar con un técnico capaz de detectar el estro con precisión, con el fin de detectar el momento óptimo de servicio (Kemp y Soede., 1996; Gill., 2007).

Estro y ovulación

El estro se define como el período cuando la cerda permitirá el apareamiento, la duración del celo es en promedio de 50 a 52 horas (Gill, 2007). Cuando se incrementan los intervalos de tres días a $\geq$ siete días, la duración de estro disminuye, así como el tiempo entre el estro y la ovulación (Belstra et al., 2004; Gill, 2007). Hay muchos y diferentes signos de estro, tales como el reflejo de pie, vulva hinchada y presencia de moco. El momento adecuado para la inseminación es cuando la cerda muestra el reflejo de pie cuando se somete a una presión en el lomo, sin resistencia o vocalización. Con el fin de detectar el estro, y de ese modo permitir la inseminación en el momento adecuado, es importante celar cerdas y cerdas jóvenes, al menos, dos veces al día. También es importante realizar esta actividad, al mismo tiempo todos los días, incluidos los fines de semana (Knox, 2005b). Hemsworth et al. (1984) reportaron que se detectó una mayor proporción de cerdas en estro cuando se esta en una estrecha relación con el semental. La ovulación se define como el derramamiento de ovocitos y normalmente (en el 70% de los casos) se produce dentro del tiempo del estro (Gill, 2007). La ovulación ocurre normalmente a las 42-44 horas después del comienzo del estro (Belstra et al., 2004; Knox, 2005b). Los ovocitos son normalmente viables de seis a ocho horas después de la ovulación (Gill, 2007). La tasa de ovulación, es *decir*, el número de ovocitos, aumenta con número de parto hasta que alcanza el punto máximo en el cuarto o quinto parto (Bidanel, 2011). El inicio de la pubertad es definido como el momento de la primera ovulación y normalmente se produce a una edad promedio de seis a siete meses en razas

comerciales (Bidanel, 2011). El estado nutricional, las instalaciones y la salud son importantes para una tasa de ovulación y calidad de ovocitos. Sin embargo, los factores de manejo más importantes para la fertilización es invertir tiempo en la detección de estro y el servicio en el momento óptimo (Merks et al., 2000; Gill, 2007).

Servicio y concepción

Una cerda en celo puede ser servida y fertilizada por monta natural o por inseminación artificial. La Inseminación artificial se define como la entrega artificial de espermatozoides en la hembra tracto reproductivo. Después de la inseminación, el espermatozoides es transportado a través del oviducto por contracciones uterinas. Este evento dura de dos a cuatro horas (Knox, 2005b; Gill, 2007). Es por lo tanto importante que la inseminación se lleva a cabo antes de la ovulación (Knox, 2005b). Otro factor importante a tener en cuenta es la calidad de las dosis seminales. Las dosis de semen de buena calidad se caracterizan por 1). Al menos el 60% de los espermatozoides en la dosis tiene motilidad, 2). 30 % de los espermatozoides en la dosis tiene una morfología anormal 3) la concentración de espermatozoides es al menos 25×10^6 espermatozoides / ml, y 4). El volumen de dosis de semen debe ser al menos de 70 ml. Las dosis de semen que no cumplan estos criterios deben ser clasificados como de mala calidad (Young et al., 2010). Para proporcionar dosis de semen de buena calidad el manejo es un factor importantes con el fin de evitar problemas reproductivos (Merks et al., 2000; Gill, 2007). Los espermatozoides son viables durante 24 horas, si la dosis de semen son tratadas correctamente. El éxito durante la detección del celo y la inseminación hace que sea posible maximizar el número de lechones nacidos vivos (Kemp y Soede, 1996; Gill, 2007). Cuando el objetivo de disminuir el riesgo de cerdas repetidoras (regresan al estro después del servicio), el aumento de la tasa de partos y maximizar el número de camadas por cerda por año, la herramienta de manejo más importante es invertir tiempo en la detección de celos y usar una adecuada técnica inseminación. El tamaño de la camada está estrechamente relacionada con la cantidad de espermatozoides fértiles inseminados (Knox, 2005a). El momento y el número de inseminaciones son de gran importancia (Young et al, 2010). Para optimizar el rendimiento reproductivo las cerdas deben ser inseminadas entre 24 a 28 h antes y

cuatro h después de la ovulación (Gill, 2007) y las inseminaciones se deben realizar en intervalos de 12 ó 24 horas (Knox, 2005b). Se recomienda para inseminar la cerda al menos dos veces al estro en para aumentar las posibilidades de embarazo, aumentar el tamaño de camada y aumentar la tasa de parto (Gill, 2007).

La elección de servicio ya sea monta natural o inseminación, afecta el comportamiento reproductivo de la cerda. Hay varios estudios que reportan que el uso de monta natural arroja camadas más numerosas que cuando se utiliza inseminación artificial (Tummaruk et al., 2000). Sin embargo, Dewey et al. (1995) afirman que el resultado de la inseminación depende de las habilidades del técnico que realiza la inseminación. Si el servicio se realiza a través de monta natural, siempre es importante reducir al mínimo el estrés durante el servicio, ya que el estrés puede afectar la calidad, transporte y fertilización de los espermatozoides.

Tasa de partos

Es el número de partos de un periodo dado, entre el número de cubriciones en ese mismo periodo y multiplicado por 100 (Tummaruk et al., 2000) y es una medida común del desempeño reproductivo del hato. La tasa de partos de cerdas normalmente es de 80 a 90% (Bidanel, 2011) y de acuerdo a Young et al. (2010) una tasa >85% se considera alta, mientras que una tasa <85% se considera baja. En modelos de simulación por Knox (2005a) y Gill (2007) una tasa de parto superior al 90% es recomendada para alcanzar 30 lechones destetados por cerda y año. Sin embargo, Knox (2005a) afirmó que el 85% podría ser suficiente. Young et al. (2010) encontró un aumento de las tasas de parto cuando las cerdas se cubrieron al día cuarto día post-destete en lugar del tercer día post destete.

Un requisito para una alta tasa de parto es el momento correcto del servicio (Young et al., 2010). Las cerdas deben ser servidas dentro de cuatro a cinco días después destete para obtener altas tasas de parición y deben de evitarse servicios después de cinco a diez días post destete (Tummaruk et al, 2000). Sin embargo, el servicio a los 20 días post

destete mejora el índice de partos (Tummaruk et al., 2000). Durante la inseminación es importante que el técnico este completamente enfocado en la cerda ya que se ha demostrado que si se utilizan un equipo de asistencia para la aplicación de la dosis disminuye la tasa de partos (Young et al., 2010). De acuerdo con Love y Wilson (1990), la realización de un servicio antes del séptimo día aumenta la tasa de parto de manera significativa.

Young et al. (2010) encontraron una significativa conexión entre el secado de la vulva antes del servicio y una tasa de partos menor. Inseminar cerdas dos veces en lugar de una disminuye la incidencia de cerdas repetidoras debido al aumento de la posibilidad de una correcta sincronización y fertilización.

La estación del año, número de parto, duración de la lactancia y la raza afecta la tasa de partos (Aumaitre et al, 1976;. Vesseur et al, 1994;.. Koketsu et al, 1997b). el número de parto afecta la tasa de partos ya que las cerdas primerizas y de segundo parto tienen bajas tasas de parto, pero esto se puede mejorar si el primer y segundo parto se sirven mediante monta natural (Koketsu et al., 1997a,b) En un estudio realizado por Young et al. (2010) reportaron que se tenían mejores tasas de partos si se combinaba la inseminación artificial y la monta natural y por lo tanto se mejora el número de camadas por cerda por año.

Gestación

El manejo que se le brinde a las de cerdas gestantes es importante para las tasas de parición y tamaños de camada. La duración de la gestación cerda es normalmente 115 días, pero puede variar entre 110 a 120 días. Los embarazos son más vulnerable durante los primeros días después del servicio. En el 12º día de gestación los embriones se adhieren a la pared del útero y es importante que el nivel de estrés sea mínimo y con el fin de evitar abortos involuntarios. De este modo, las cerdas no deben ser movidas o reagrupadas durante las primeras tres a cuatro semanas de gestación (Knox, 2005a). Las cerdas gestantes también deben ser alojados adecuadamente (Gill, 2007) la temperatura

en la unidad de gestación no debe ser demasiado alta durante el inicio de la misma. Una condición corporal deseable es necesaria durante el embarazo y vital para el período de lactancia por venir y la posibilidad de que las hembras destetadas se vuelvan a servir post destete (Knox, 2005b). Las cerdas siempre deben ser alimentados de acuerdo a la condición corporal (Knox, 2005a; Gill, 2007), pero cerdas que necesitará subir de peso, preferiblemente deben hacerlo durante el comienzo y parte media de la gestación (entre la tercera y la octava semana). Una cerda que es demasiado delgada tendrá dificultades para producir suficientes cantidades de calostro y leche durante la lactancia, y una cerda que es demasiado gorda se expone a un mayor riesgo de tener lechones nacidos muertos u otros problemas al parto. Para la conservación del embarazo son necesaria hembras sanas (Knox, 2005a).

Parto

Un alto número de lechones nacidos vivos es un requisito previo para un elevado número de lechones destetados por cerda por año. La razón más importante por la cual el número de lechones destetados ha aumentado en muchos países durante los últimos años es la selección genética para así tener un mayor número de lechones nacidos (Knox, 2005a; Gill, 2007). Además de la selección genética, manejo, nutrición, instalaciones y salud también han contribuido al aumento en el número de lechones nacidos (Merks et al., 2000; Knox, 2005a). El tamaño de la camada de la cerda también está relacionado al tamaño de la camada de su parto anterior (Dewey et al., 1995).

Mortinatos

Como consecuencia de las complicaciones del parto, en ocasiones los lechones pueden morir. Cuando hay un parto complicado por lo general hay presencia de mortinatos ya que son producto de que uno o varios lechones son tan grandes que bloquean la salida del útero por la ruptura antes de tiempo del cordón umbilical (causa de hipoxia) (Malmkvist et al., 2006). Aunque el lechón pueda sobrevivir se separa demasiado pronto de la placenta durante el parto, por lo que podría llegar a ser débil y por lo tanto tener

dificultades para encontrar un pezón disponible a tiempo y después morirá de inanición (White et al., 1996). Otro factor predisponente para mortinatos es una duración prolongada del parto (Canario et al, 2006; Oliviero et al., 2010). Friend et al. (1962) reportan que un aumento de la duración del parto (> ocho horas) estaba relacionado con la presencia de mortinatos (de 2.4%, que se considera normal, a 10.5%). La duración del parto no debe de exceder de tres horas y se ve afectado por factores como la raza, número de parto, tiempo de gestación, el número total de lechones nacidos, instalaciones, condición corporal de la cerda y presencia de estreñimiento (Oliviero et al., 2010). El riesgo de muerte fetal intrauterina aumenta con el número de parto (Canario et al., 2006). Las cerdas con seis, ocho, nueve o más de nueve partos tienen mayor probabilidad de incidencia de mortinatos en comparación con cerdas primerizas (Kilbride et al., 2012). El aumento en el tamaño de la camada tiende con frecuencia a aumentar la presencia de nacidos muertos (Canario et al, 2006; Oliviero et al, 2010; Kilbride et al., 2012). Lechones más ligeros y machos tienen mayor probabilidad de morir (Canario et al., 2006)

La mortalidad al destete de lechones

La mortalidad pre destete (es decir, la mortalidad de los lechones nacidos entre el nacimiento y el destete) representa pérdidas sustanciales en la producción anual y la rentabilidad (Tuchscherer et al., 2000; Kilbride et al., 2012). La reducción de la mortalidad pre destete es una tarea importante con el fin de mejorar los resultados de producción, la rentabilidad y el bienestar animal (Tuchscherer et al., 2000; Gill, 2007). La mayoría de las muertes de los lechones se producen lechones dentro de los primeros tres días después del nacimiento (Kilbride et al., 2012) y el 80% se da dentro de la primera semana de vida (Friend et al., 1986). Entre las causas más comunes de mortalidad están: aplastando por la cerda, hambre, frío y enfermedades (Malmkvist et al, 2006; Kilbride et al., 2012), donde los aplastados y el hambre son las más importantes (Dyck y Swierstra, 1987). Aplastados por la cerda es la causa más común de muerte en lechones sanos recién nacidos (Weber et al, 2009; Kilbride et al, 2012). Sin embargo, debido a las diferencias de manejo y los

aspectos ambientales, existe una variación en las causas de mortalidad en las camadas (White et al., 1996).

Con frecuencia se ha reportado que camadas grandes están fuertemente relacionadas a un aumento de la mortalidad pre destete (Webervet et al., 2007). Esto es debido en parte al hecho de que las camadas más grandes también están asociados a pesos bajos al nacer (Roehe, 1999) y variabilidad de tamaño dentro de camada (Marchant et al., 2000). La mortalidad es más alta entre más bajo sea el peso (Roehe y Kalm, 2000) y el orden de nacimiento (Tuchscherer et al., 2000). La mortalidad pre destete debido a enfermedades la más común es la diarrea (Kilbride et al., 2012). White et al. (1996) reportaron en un estudio en un estudio que la enfermedad más común es la colibacilosis, una enfermedad conectado a la diarrea causada por *Escherichia coli* (*E. coli*). Existe una correlación positiva y desfavorable entre mortinatos y mortalidad pre destete (Pedersen et al., 2006). Kilbride et al. (2012) reportaron que el riesgo de mortalidad pre destete fue significativamente mayor en camadas donde dos o más lechones nacieron muertos. De este modo, una duración prolongada del parto también aumenta la mortalidad pre destete (Tuchscherer et al., 2000). También hay una correlación negativa y desfavorable entre el número de lechones nacidos totales y los rasgos maternos, lo que indica que las cerdas se convierten peores madres cuando las camadas son más grande (Lund et al., 2002). Los lechones splay (nacen con las piernas abiertas son también un gran riesgo de mortalidad (Cronin et al., 1996).

Muerte por aplastamiento

Desde recién nacido los lechones carecen de la capacidad de termorregulación por lo que necesitan de una fuente de calor externa (Bowman et al., 1996). El propósito de proporcionar una zona con lámparas u otras fuentes de calor, es atraer a los lechones a un área de descanso segura (Knox, 2005b). Sin embargo, durante los primeros días de vida, los lechones a menudo tienden a permanecer cerca de la cerda, ya que esta produce grandes cantidades de calor, en lugar de utilizar el área segura. Se ha demostrado que el número de parto y tamaño de la camada afecta significativamente la

presencia de aplastados (Weber et al, 2009). Tanto Lensink et al. (2009) y Weber et al. (2009) reportaron que las cerdas con más partos y camadas mas numerosas eran más propensas a aplastar lechones. Los lechones que son vigorosos y que tienen un mayor peso al nacer corren menos riesgo de ser aplastado (Roehe y Kalm, 2000).

Muerte por enfriamiento

Los lechones nacen con sólo una o dos por ciento de la grasa corporal y por lo tanto tienen capacidad limitada de termo regulación (Bowman et al, 1996). Debido a esto, los lechones dependen de agruparse entre ellos y con la cerda para mantenerse calientes (Hartsock y Graves, 1976). Además de la regulación térmica limitada, los lechones también son sometidos a enfriamiento por evaporación debido a restos de membranas fetales y líquidos después del nacimiento. La evaporación hace que la temperatura corporal de los lechones baje, lo que aumenta el riesgo de mortalidad debido al enfriamiento (Tuchscherer et al, 2000). Un pequeño lechón tiene una mayor pérdida de calor y menor viabilidad que un lechón grande (Andersen et al, 2007). El secado o el calentamiento de los lechones después del parto aumenta la probabilidad de la ingesta de calostro y la supervivencia (White et al., 1996; Tuchscherer et al, 2000).

Inanición

Los lechones nacen con reservas de energía bajas (Bowman et al, 1996) que consiste en pequeñas cantidades de glucosa en la sangre y el glucógeno del hígado (Tuchscherer et al., 2000) y uno a dos por ciento de la grasa corporal (Widdowson, 1950). Estas reservas energéticas son sólo suficientes para que el lechón llegue a la ubre después del nacimiento. Con el fin de rellenar energía, el lechón debe ingerir calostro. El calostro se produce durante las primeras 24 horas después del parto y también contiene grandes cantidades de inmunoglobulinas. La tarea de inmunoglobulinas es proporcionar el lechón con inmunidad pasiva, hasta que el lechón en sí mismo puede producir anticuerpos y alcanzar inmunidad activa (Rooke y Bland, 2002; Baker, 2008). La ingestión de calostro es por lo tanto esta altamente relacionada con la supervivencia (Malmkvist et al,

2006). Los lechones que no tienen éxito al tratar de ingerir el calostro se irán debilitado y el riesgo de morir de hambre, frío o enfermedad es mayor, debido a la debilidad y bajo estado de alerta también están en riesgo de ser aplastado (Knox, 2005b).

Es común que la muerte se produzca como resultado de una combinación de estos factores (Edwards, 2002). Esto significa que los lechones registrados como muertos por inanición podrían haber sido débiles desde el principio y, por lo tanto, no pudieron llegar a la ubre o defender un pezón o viceversa (Kilbride et al., 2012). Durante las primeras horas después del nacimiento hay una gran competencia entre lechones por los pezones. Los pezones anteriores producen más leche (Rooke y Bland, 2002) e inmunoglobulinas (Rooke y Bland, 2002) que los posteriores. Los lechones que nacen primero tienen más tiempo para explorar la ubre y por lo tanto tienen la oportunidad de elegir los pezones, que producen más leche. Mientras tanto, también pueden mamar más calostro que otros compañeros de camada, por eso la cantidad ingerida puede variar entre los lechones dentro de la camada (Hartsock y Graves, 1976; Rooke y Bland, 2002).

Los lechones que son grandes, pesados y vitales tienen mayores posibilidades de defender su pezón en comparación con sus compañeros más pequeños, ligeros y débiles de la camada. Entre más grandes las camadas también aumenta la competencia por la ubre, que a su vez aumenta el riesgo de hambre de los lechones más débiles (Andersen et al., 2007).

En resumen, los lechones que sobreviven son significativamente más pesados al nacer, los primeros en nacer, tener un intervalo más corto entre el nacimiento y la llegar a la ubre, y son los primeros en mamar y tienen caídas más bajas en la temperatura entre el nacimiento y una hora después de parto (Tuchscherer et al, 2000). Roehe y Kalm (2000) reportaron que los lechones machos eran 1.5 veces más propensos a morir que los hembras pero Tuchscherer et al. (2000) no encontró ningún impacto sobre la mortalidad en función del sexo, sin embargo, los lechones que mueren pueden ser menos maduros fisiológicamente y el punto de cuidado debe estar en prevenir el debilitamiento de los

lechones y que estos se acuesten alrededor de la cerda cuando esta no los este amamantando (Knox 2005 a).

Duración del período de lactancia

Se ha sabido durante mucho tiempo que es importante no destetar a edades muy tempranas (es decir, <15-17 días de edad) con el fin de no perturbar la fisiología reproductiva de la cerda (Knox, 2005a), para no disminuir el número de lechones nacidos en la subsiguiente camada y para permitir el equilibrio del estado metabólico de la cerda. La duración de la lactancia debe ser lo suficientemente larga para que el útero complete la involución antes del destete, con el fin de obtener estro normales, la concepción y el embarazo. Histológicamente, la involución uterina de la cerda se completa en 21 días después del parto, lactancias cortas (es decir, <17 a 28 días) aumentan el intervalo destete servicio de manera lineal (Tummaruk et al., 2000; Knox, 2005a). Sin embargo, también se ha encontrado que la duración del estro disminuye linealmente cuando la duración de la lactancia se incrementa de ≤ 13 días en ≥ 20 días (Belstra et al., 2004), lo que puede agravar el momento óptimo de servicio. Koketsu et al. (1997) reportaron un aumento significativo en la incidencia de fracaso reproductivo en cerdas que habían lactando por menos de siete días (es decir, un tiempo muy corto de lactancia), pero Tummaruk et al. (2000) no encontró diferencias significativas en la tasa de partos de cerdas que habían lactando por cuatro, cinco, seis o siete a ocho días.

La duración de la lactancia afecta el número de lechones destetados por cerda por año, ya que afecta a la tamaño de la camada posterior y al intervalo de destete servicio (Tummaruk et al., 2000) y al índice de partos (Vesseur et al., 1994). El número de lechones nacidos totales y nacidos vivos en las camadas posteriores aumentan linealmente como la duración de la lactancia aumenta (Tummaruk et al., 2000; Knox, 2005^a).

Días no productivos

El número de días no productivos es el número de días que la cerda no está ni embarazada ni en período de lactancia. Los factores que afectan el número de días vacías son el intervalo del destete al estro, la habilidad para detectar el estro, habilidades de inseminación, la habilidad para detectar cerdas repiten el estro después inseminación y habilidades en la selección de hembras a desechar. Minimizar el número de días no productivos es el factor clave para mejorar la productividad de la cerda y para lograr 30 lechones destetados por cerda por año. Reducir el número de días no productivos es principalmente un producto del manejo (Knox, 2005a; Gill, 2007).

Administrar correctamente todos estos factores nos permitirá tener un alto estado de salud, minimizando el intervalo destete servicio, tener herramientas eficaces para la detección oportuna de las hembras vacías para que las cerdas no fertilizadas se detecten a tiempo y se desechen conforme a la política de la empresa (Knox, 2005a; Gill, 2007). El momento de la introducción de las cerdas de reemplazo en el hato es también importante (Gill, 2007) ya que King et al. (1998) reportaron que el número de días no productivos aumentó cuando una mayor proporción de hembras reproductoras son primerizas.

LITERATURA CITADA

- Aumaitre, A., Dagorn, J., Legault, C and Le Denmat, M. (1976). Influence of farm management and breed type on sow's conception-weaning interval and productivity in France. *Livestock Production Science*, vol. 3, pp. 75-83.
- Belstra, B.A., Flowers, W.L. and See, M.T. (2004). Factors affecting temporal relationships between estrus and ovulation in commercial sow farms. *Animal Reproduction Science*, vol. 84, pp. 377-394.
- Bidanel JP (2011) Biology and genetics of reproduction. In 'The genetics of the pig'. 2nd edn (Eds MF Rothschild, A Ruvinsky) pp. 218–241.
- Bowman, G.L., Ott, S.L. and Bush, E.J. (1996). Management effects on preweaning mortality: A report of the NAHMS National Swine Survey. *Swine Health and Production*, vol. 4, pp. 25-32.
- Gill, P. (2007). Managing reproduction – critical control points in exceeding 30 pigs per sow and year. [Electronic] London Swine Conference – Today's Challenges Tomorrow's Opportunities (pp. 171-184). London, Ontario, Canada 3-4 April. Available:
http://www.londonswineconference.ca/proceedings/2007/LSC2007_PGill2.pdf
- Gómez, M., Segura, J. 1999. Efecto del año, bimestre y número de parto de la cerda en el tamaño y peso de la camada al nacer y al destete en una granja comercial. *Rev. Biomedica*. 10 (1) 23-28.
- Hafez, E. y Hafez, B. 2002. Reproducción e Inseminación Artificial Porcina en Animales. 7^{ma} ed. Interamericana Mexico. 519 p.

- Kemp, B. and Soede, N.M. (1996). Relationships of Weaning-to-Estrus Interval to Timing of Ovulation and Fertilization in Sows. *Journal of Animal Science*, vol. 74, pp. 944-949.
- KilBride, A.L., Mendl, M., Statham, P., Held, S., Harris, M., Cooper, S. & Green, L.E. (2012). A cohort study of preweaning piglet mortality and farrowing accommodation on 112 commercial pig farms in England. *Preventative Veterinary Medicine*, vol. 104, pp. 281-291.
- King, A. and Biehl, L. 2002. Swine mating practices and gilts management on U.S. Swine operations:2000. In proceeding of the 17th congress of the International Pig Veterinary Society. Ames, Iowa. Paper 16.
- Knox, R. (2005a). Getting to 30 pigs weaned/sow/year. [Electronic] In: Murphy, J.M. (ed.), 5th London Swine Conference – Production at the Leading Edge (pp. 47-59). London, Ontario, Canada 6-7 April. Available:
http://www.londonswineconference.ca/proceedings/2005/LSC2005_RKnox.pdf
- Knox, R. (2005b). Making changes to get to 30 pigs/sow/year. [Electronic] In: Murphy, J.M. (ed.), 5th London Swine Conference – Production at the Leading Edge (pp.143-149). London, Ontario, Canada 6-7 April. Available:
<http://londonswineconference.ca/proceedings/2005/2005.pdf#page=152>
- Knox, R.V., Miller, G.M., Willenburg, K.L. & Rodriguez-Zas, S.L. (2002). Effect of frequency of boar exposure and adjusted mating times on measures of reproductive performance in weaned sows. *Journal of Animal Science*, vol. 80, pp. 892-899.
- Merks, J., Ducro-Steeverink, D. and Feitsma, H. (2000). Management and Genetic Factors Affecting Fertility in Sows. *Reproduction of Domestic Animals*, vol. 35, pp. 261-266.

- Ordaz Ochoa, G., Juárez Caratachea, A., García Valladares, A., Pérez Sánchez, R. E., & Ortiz Rodríguez, R. (2013). Efecto del número de parto sobre los principales indicadores reproductivos de las cerdas. *Revista Científica*, 23(006).
- Tuchscherer, M., Puppe, B., Tuchscherer, A. and Tiemann, U. (2000). Early identification of neonates at risk: Traits of newborn piglets with respect to survival. *Theriogenology*, vol. 54, pp.371-388.
- Tummaruk, P., Lundeheim, N., Einarsson, S. and Dalin, A.M. (2000). Reproductive Performance of Purebred Swedish Landrace and Swedish Yorkshire Sows: II. Effect of Mating Type, Weaning-to-first-service Interval and Lactation Length. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*, vol. 50, pp. 217-224.
- Van Arendonk, J.A.M., van Rosmeulen, C., Janss, L.L.G. and Knol, E.F. (1996). Estimation of direct and maternal genetic (co)variances for survival within litters of piglets. *Livestock Production Science*, vol. 46, pp. 163-171.
- Vanderhaeghe, C., Dewulf, J., De Vliegher, S., Papadopoulos, G.A., de Kruif, A. Maes, D. (2010). Longitudinal field study to assess sow level risk factors associated with stillborn piglets. *Animal Reproduction Science*, vol. 120, pp. 78-83.
- Vesseur, P.C., Kemp, B. and Hartog, L.A. (1994). The effect of the weaning to oestrus interval on litter size, live born piglets and farrowing rate in sows. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, vol. 71, pp. 30-38.
- Young, B., Dewey, C.E. and Friendship, R.M. (2010). Management factors associated with farrowing rate in commercial sow herds in Ontario. *Canadian Veterinary Journal*, vol. 51, pp.185-189.

CAPITULO III

ARTICULO No.1

EFFECTO MEDIO DE SUSTITUCION ALELICA DEL GEN RECEPTOR DE ESTROGENO (ESR) SOBRE CARACTERES DE PROLIFICIDAD

Ana Laura Kinejara Espinoza^a, Alberto Barreras Serrano^{a*}, José Guadalupe Soto Ávila^a,
Alfonso González Arangure^a, Clemente Lemus Flores^b,
José Guadalupe Herrera Haro^c

^aInstituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias, Universidad Autónoma de Baja California. Obregón y J. Carrillo s/n col. Nueva, 21100, Tel. (686) 563 69 06 Mexicali, Baja California, México. ^bLaboratorio de Genética Molecular, Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, Nayarit México. ^cPrograma de Ganadería. Campus Montecillo. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Texcoco 56230, Edo. México.

Enviado a: Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar la tasa de cambio esperada en caracteres de prolificidad como efecto medio de sustitución alélica para el locus del gen receptor de estrógeno. Se utilizaron 588 muestras de sangre y registros sobre tamaño (TCN) y peso de la camada al nacer (PCN), tamaño (TCD) y peso de la camada al destete (PCD), de hembras reproductoras clasificadas por grupo racial. El polimorfismo se identificó por medio de PCR-RFLP. Los datos fueron analizados usando un modelo lineal, en el que el efecto medio de sustitución alélica de A por B se estimó adicionado como covariable, el número de alelos B presentes en el genotipo (0, 1,2 para AA, AB, BB) respectivamente. Otros componentes incluidos en el modelo fueron: raza, número de parto, y la subclase año-estación. La solución de los efectos en el modelo se obtuvo de aplicar el procedimiento REML utilizando el procedimiento MIXED del SAS 9.2®. La tasa de cambio esperada por efecto de sustituir el alelo B por A en TCD, PCN, TCD y PCD fue de 0.29 lechones, 0.27 kg, 0.07 lechones y 0.54 kg, respectivamente, sin diferencia significativa ($P > 0.05$). La sustitución del alelo A por B en TCN, PCN, TCD y PCD en la raza Landrace, produjo una tasa de cambio positiva de 2.64 lechones y 1.45 kg, 1.24 lechones y 9.43 kg ($P < 0.05$), respectivamente. Se observó una fuerte variación genética entre grupos raciales.

PALABRAS CLAVE: Receptor de estrógeno, Substitución alélica, Prolificidad, Cerdos

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the change rate on prolificacy traits resulting from the average effect of the allelic substitution for estrogen receptor gene locus. Blood samples and records from total number of born piglets (TNB), number of weaned piglets (NW), litter weight at birth (LWB) and weaning weight of piglets (WW) from 588 sows were used. The polymorphism was identified by means of the PCR-RFLP method. Data was analyzed using a linear model, in which the allele substitution effects were estimated by substituting for ESR genotype a covariate that included the number of B alleles present (0,1,2 in AA, AB, BB genotypes). Non genetic effects accounted for by the model were breed group, calving number, and year-season subclass. REML procedure was utilized for estimating each component to be included in the model using MIXED procedure from SAS. The replacement of B for A allele at TNB, LWB, NW and WW was 0.29 piglets, 0.27 kg, 0.07 piglets and 0.54 kg respectively, but not different from zero ($P > 0.05$). Substitution of A for B allele at TNB, LWB, NW and WW in Landrace breed, resulted in an increase of 1.45 piglets, 2.64 kg, 1.24 piglets, and 9.43 kg ($P < 0.05$), respectively. A strong genetic variation between breed groups was observed.

KEY WORD: Estrogen receptor, Substitution allelic, Prolificacy, Swine

Introducción

El gen receptor de estrógeno (ESR) ha sido identificado como gen candidato para tamaño de camada ^(1,2), este gen regula la síntesis de estrógeno, el cual participa en la actividad reproductiva de la hembra, así como en el peso de la camada al nacer⁽³⁾. Se ha observado un efecto aditivo positivo para el alelo B, oscilando desde 0.31 a 0.6 lechones nacidos vivos por camada⁽⁴⁾ a 1.15 en animales de primer parto⁽²⁾.

El efecto medio de sustitución alélica de un gen es la desviación media, con respecto a la media de la población de un grupo de individuos que reciben este alelo de un progenitor y el otro, de una muestra aleatoria de individuos de la población. Este concepto es más fácil de entender si consideramos que los individuos no pasan a su descendencia los genotipos, sino los alelos de que son portadores, por lo que el comportamiento de un individuo como reproductor depende de los alelos que transmite a su descendencia. Por lo tanto, son los efectos medios de los genes de los progenitores los que determinan el valor genotípico de su progenie⁽⁵⁾. La forma más sencilla de esto es cuando solo están bajo consideración dos alelos a un locus y representa el cambio promedio en el valor genotípico cuando el alelo A_2 es aleatoriamente sustituido por el alelo A_1 ⁽⁶⁾.

Isler et al. ⁽³⁾ señalan que el genotipo B tiene mayor asociación con la prolificidad, presenta baja frecuencia en la población y afirman que con un esquema de selección asistida por marcadores pudiera incrementar la tasa de progreso genético para prolificidad. Existe poca atención en el efecto del gen ESR sobre peso al nacer, tamaño de camada al destete, y peso al destete.

El objetivo de este estudio fue estimar los cambios sobre características de prolificidad como efecto de la sustitución alélica del gen receptor de estrógeno.

Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en el laboratorio de genética molecular de la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nayarit y de la Universidad Nacional Autónoma de México. Se utilizaron muestras de sangre colectadas del seno orbital en tubos vacutainer con 0.5 mg/ml de EDTA de hembras reproductoras provenientes de dos localidades: hembras Yorkshire-Landrace pertenecientes a una granja comercial, localizada en Navojoa, Sonora. Y 288 procedentes de la unidad de producción del Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la UABC en Mexicali, Baja California, agrupadas en tres razas porcinas (52 Duroc, 100 Landrace, y 136 Yorkshire) Además se contó con información individual de las cerdas sobre: tamaño y pesos de la camada al nacimiento y al destete.

Se extrajo y purifico el ADN de acuerdo a la técnica salina⁽⁶⁾. El polimorfismo del gen ESR se determinó empleando las técnicas de PCR-RFLP siguiendo el protocolo previamente establecido por Short et al.,⁽⁴⁾.

Los primers usados para la amplificación del ESR fueron F:5'-CCT TTT ACA GTG ACT TTT ACA GAG-3' y R: 5'-CAC TTC GAG GGT CAG TCC AAT-3'⁽⁴⁾. La amplificación por PCR (con volumen final de 25 µL) se realizó con 100 ng de ADN, 1U de Taq polimerasa, 0,2 mM de dNTPs, 0,4 µM de cada primer, 1X de buffer, 1,5 mM de MgCl₂ y 15,55 µL de H₂O, por reacción. Las condiciones de PCR fueron 95°C por 8 min; seguido por 30 ciclos a 95°C de 45seg, 58°C por 1 min, 73°C 1 min; por ultimo 73°C por 10. El fragmento de amplificación del ESR fue de 120pb. Posteriormente se tomaron 5 µL de producto de PCR para ser sometidos a digestión utilizando la enzima PvuII. Por último el fragmento

de RFLPs fue visualizado en geles de agarosa al 4%, preteñidos con bromuro de etidio (0.5 µg/mL), en un trasluminador de rayos ultravioleta. El tamaño de las ampliaciones fue comparado con el marcador de peso molecular BR322/Msp1.

Análisis estadístico

El efecto medio de substitución alélica de A por B se estimó adicionando como covariable el número de alelos favorables en el genotipo (0, 1, 2) en substitución de los genotipos AA, AB, BB para el gen ESR en el modelo líneal:

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + NP_j + AE_k + \beta_1(ESR) + H_{l(i)} + \varepsilon_{ijkl}$$

Dónde: Y_{ijkl} es la variable de respuesta, μ la media poblacional, R_i es el efecto fijo del i -ésimo grupo genético de la hembra ($i=Y, L, D, YL$), NP_j es el efecto fijo del j -ésimo número de parto ($j=1, 2, 3, 4+$), AE_k es el efecto fijo de la k -ésima subclase año-estación de parto ($k=1,2,...,8$), β_1 es la covariable asociada a la sustitución alélica del gen ESR (0,1,2), $H_{l(i)}$ es el efecto aleatorio de la l -ésima reproductora dentro del i -ésimo grupo genético NID (0, σ_{rep}^2), y ε_{ijkl} es el error aleatorio NID (0, σ_e^2). Las interacciones no-significativas ($P>0.10$) no fueron incluidas en el modelo. El análisis se realizó utilizando el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS 9.2^{®(7)}.

Resultados

En la práctica de la mejora genética animal, una de sus metas es el cambio en las medias de comportamiento de un grupo de animales. Lo anterior es posible si se puede cambiar las frecuencias génicas buscando el incremento de alelos deseables. El efecto promedio de la sustitución del alelo A por B para cada una de las características por grupo genético y en general se muestran en la Tabla I. El valor Δ indica la tasa de cambio esperada por sustitución alélica del alelo A por B en la población⁽⁵⁾. En general, este estudio mostró que la sustitución del alelo A por el alelo B para el gen ESR provoca una tasa de incremento en TCN de 0.29 lechones, así como de 0.27 y 0.54 kg para las variables PCN y PCD, sin embargo, no hubo diferencia estadística. En el análisis dentro de grupo genético, el sustituir al alelo A por B en Landrace, se observó una disminución en el promedio de 1.45 y 1.24 lechones en TCN, y TCD respectivamente ($P < 0.05$). Los incrementos alcanzados por sustitución del alelo A por B en los grupos genéticos Yorkshire y Duroc no fueron significativos. En PCN y PCD, la sustitución alélica de A por B repercute significativamente en una tasa de disminución de 2.64 y 9.43 kg respectivamente, en el grupo Landrace. Entonces en este grupo los de mejor comportamiento fueron los animales de genotipo AA por el gen ESR. No se observaron efectos significativos de sustitución para PCN en el grupo de cruza Y-L. En el grupo Landrace el alelo A fue el que mostró mejor respuesta en las variables en estudio.

Discusión

Isler *et al.*⁽³⁾ evaluaron la relación entre el genotipo del gen ESR y caracteres reproductivos en Yorkshire y Large White, encontrando asociación significativa para PCN. Hembras con genotipo AA presentaron ($P = 0.04$) camadas más pesadas en el nacimiento

(14.44 ± 0.36 kg) que las hembras con el genotipo BB (13.43 ± 0.47 kg). Se observaron modificaciones del gen ESR para PCD mas no fueron significativos ($P > 0.05$). Se concluyó que el genotipo AA para el gen ESR puede asociarse positivamente a varios caracteres reproductivos. En este estudio, para la variable PCN, animales de genotipo AA presentaron camadas ligeramente más pesadas que los de genotipo AB (15.57 vs 15.27 , respectivamente), sin diferencia entre ellos. Rothschild et al. ⁽²⁾ y Short et al ⁽⁴⁾ reportaron efectos de substitución alélica de A por B para TCN en un rango de 0.3 a 0.6 lechones, mientras Goliášová and Wolf^(8,9) de 0.26, los cuales son muy similares al valor general encontrado en este estudio y al de los grupos Yorkshire y Y-L, no así para el grupo Landrace y Duroc, los cuales presentaron valores superiores a la unidad, negativo en Landrace y positivo en Duroc. Horogh,et al.⁽¹⁰⁾ reportan un valor de substitución alélica de 0.49 lechones para TCN en animales de primer parto, con variación de 0.32 y 0.44 lechones para segundo y tercer parto. Analizando los resultados de este estudio, se observa en general un diferencial positivo para aquellos genotipos con la presencia del alelo B en las características de prolificidad y productividad, sin embargo para el grupo Landrace los mejores comportamientos correspondieron a genotipos AA, entonces en esta raza particular el alelo A es el alelo favorable para todas las características evaluadas. Sugiriendo que, en la respuesta es importante considerar la naturaleza genética de cada grupo genético puesto que éste puede estar afectando el control de la expresión del gen^(10,11,12).

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y a la Universidad Autónoma de Baja California (15^{va} convocatoria interna de apoyo a proyectos de Investigación), por el apoyo económico para el desarrollo del proyecto.

Literatura Citada

1. Rothschild MF, Larson RG, Jacobson C, and Pearson P. PvuII polymorphisms at the porcine estrogen receptor locus (ESR). *Animal Genetics* 1991;(22): 448-448.
2. Rothschild MF, Jacobson C, Vaske D, Tuggle C, Wang L, Short T, Eckardt G, Sasaki S, Vincent A, McLaren D, Southwoods O, van der Steen H, Mileham A, and Plastow G. The estrogen receptor locus is associated with a major gene influencing litter size in the pig. *Proc Natl Acad Sci USA* 1996; (93):231- 205.
3. Isler BJ, Irvin KM, Neal SM, Moeller SJ, Davis ME. Examination of the relationship between the estrogen receptor gene and reproductive traits in swine. *J Anim Sci* 2002; (80):2334-2339.
4. Short TH, Rothschild MF, Southwood , McLaren DG, De Vries A, Van der Steen H, Eckardt GR, Tuggle CK, Helm J, Vaske DA, Mileham AJ, and Plastow GS. Effect of the estrogen receptor locus on reproduction and production traits in four commercial pig lines. *J Anim Sci* 1997; (75):3138-3142.
5. Falconer DS, and Mackay TFC. *Introduction to Quantitative Genetics* 4th ed Addison Wesley Limited, Edinburg Gate, Harlow Essex, UK 325 p 1996.

6. Sambrook, J.; Fritsch, E.F.; Maniatis, T. Molecular cloning. A. laboratory manual. 2nd Ed. Cold Spring Harbor Press – NY. 1.36-1.37 pp 1994.
7. SAS. Sas/Stat 9.1 User's Guide Sas Inst Inc, Cary, NC 5136 Pp. 2004.
8. Goliasova E, and Wolf J. Herd specific effects of the ESR gene on litter size and production traits in Czech Large White sows. Czech J Anim Sci, 2004; 49 (9): 373–382.
9. Goliasova E, and Wolf J (2004) Impact of the ESR gene on litter size and production traits in Czech Large White pigs. *Anim Genet* 35(4):293-297.
10. Horogh G, Zsolnai A, Komlósi I, Nyíri A, Anton I, and Fésus L. Oestrogen receptor genotypes and litter size in Hungarian Large White pigs. *J Anim Breed Genet*. 2005; (22):56-61.
11. Van Rens BTTM, de Groot PN, and van der Lende T. The effect of estrogen receptor genotype on litter size and placental traits at term in F2 crossbred gilts. *Theriogenology* 2002; (57):1635-1649.
12. Aparecida SBA, Biase FH, Antunes RC, Borges M, Machaim M, and Goulart LR. Association of the estrogen receptor gene Pvull restriction polymorphism with

expected progeny differences for reproductive and performance traits in swine herds in Brazil. *Genetics and Molecular Biology* 2006; (29): 273-277.

Cuadros, graficas e ilustraciones

Cuadro I. Efectos medios de substitución del alelo A por B para el gen ESR, junto con su error estándar para caracteres reproductivos por grupo genético y en general.

Table I. Average effect of allelic substitution for estrogen receptor gene locus on prolificacy traits in swine by genetic group and general.

Grupo genético	n	TCN	Valor P	PCN	Valor P	TCD	Valor P	PCD	Valor P
Duroc	52	1.38 (0.87)	NS	2.03 (1.11)	NS	0.48 (0.59)	NS	7.25 (4.31)	NS
Landrace	100	-1.45 (0.71)	P<0.05	-2.64 (0.98)	P<0.01	-1.24 (0.59)	P<0.05	-9.43 (4.07)	P<0.05
Yorkshire	136	0.47 (0.70)	NS	-0.13 (0.93)	NS	0.48 (0.58)	NS	6.17 (3.68)	NS
Y x L ^{a/}	300	0.40 (0.27)	NS	0.57 (0.36)	NS	0.29 (0.13)	P<0.05	2.94 (1.24)	P<0.05
General	588	0.29 (0.23)	NS	0.27 (0.31)	NS	0.07 (0.16)	NS	0.54 (1.19)	NS

^{a/} Y x L grupo genético Yorkshire x Landrace, Valor de error estándar entre paréntesis, Valor-P para la $H_0 = \beta_1 = 0$, $H_a = \beta_1 \neq 0$, NS= No significativo ($P > 0.05$), TCN= Tamaño de camada al nacimiento, PCN= Peso de la camada al nacimiento en kilos, TCD= Tamaño de camada al destete, PCD= Peso de la camada al destete en kilos.

ARTICULO No. 2

LARGO DE LACTANCIA E INTERVALO DESTETE SERVICIO Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD SUBSECUENTE DE LA HEMBRA PORCINA EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN INTENSIVO

RELATIONSHIP BETWEEN LACTATION LENGTH AND WEANING SERVICE INTERVAL AND SUBSEQUENT SOW PRODUCTIVITY TRAITS IN AN INTENSIVE SWINE PRODUCTION SYSTEM

Ana Laura Kinejara Espinoza¹, *Alberto Barreras Serrano², José Guadalupe Soto Ávila²,
Eduardo Sánchez López², y José G. Herrera Haro³

¹Doctorado en Ciencias Agropecuarias. Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California. Carretera a Delta s/n, Ejido Nuevo León, Baja California, México C.P. 21705. Correo electrónico: kyhoang99@hotmail.com

²Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias, Universidad Autónoma de Baja California. Km. 3.5 Carretera San Felipe, Fracc. Campestre, Mexicali, Baja California. México C.P.21386 Tel.: (686) 5636906, ext. 132; fax: 686-5636907.

³Programa en Ganadería, Colegio de Postgraduados, carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México C.P. 56230. Correo electrónico: haro@colpos.mx

Enviado a la Revista Acta Universitaria editada por la Universidad de Guanajuato.

***autor de correspondencia**

Alberto Barreras Serrano, Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias, Universidad Autónoma de Baja California. Km. 3.5 Carretera San Felipe, Fracc. Campestre, Mexicali, Baja California. México C.P.21386 Tel.: (686) 5636906, ext. 132; fax: 686-5636907. Correo electrónico: abarreras@uabc.edu.mx

RESUMEN

Se investigó la relación de largo de lactancia (LL) e intervalo destete servicio (IDS) con tamaño de camada al nacer (TCN), total de nacidos vivos (TNV), peso al nacer (PNP) y al destete (PDP). La influencia de componentes ambientales y el efecto lineal y cuadrático de LL, e IDS sobre la productividad subsecuente fue analizada por ANOVA. El 24.4% de las hembras manifestaron estro entre los 5 a 7 días post destete. Hembras con $NP \leq 2$ mostraron diferentes ($P < 0.05$) valores de TNV entre clases de IDS. Se observaron IDS superiores a 7 días cuando $LL \leq 21$ días. Por cada día de incremento en LL, el subsecuente TNV disminuyó en 0.066 lechones. Además, si se incrementa IDS de 7 a 12 días, con $LL = 21$ días, el incremento en TNV sería de 0.07 lechones. También, por cada día de incremento en LL, el subsecuente PDP incrementaría en 0.235 kg.

Palabras clave: cerdos, largo de lactancia, intervalo destete servicio, tamaño de camada.

ABSTRACT

Relationship between lactation length (LL), weaning service interval (WSI) and number of piglets born (NPB), piglets born alive (PBA), birthweight (BW) and weaning weight (WW) was investigated. The influence of environmental components and the linear and quadratic effects of LL, and WSI on subsequent productivity were analyzed by ANOVA. Only 24.4% of females showed estrus between 5 to 7 days after weaning. In the $NP \leq 2$ females group, PBA values were different ($P < 0.05$) to WSI class. WSI higher than 7 days were observed when $LL \leq 21$ days. A one day increase in LL resulted in a decrease in 0.066 piglets for the subsequent PBA. If the WSI increases from 7 to 12 days and LL was fixed in 21 days, the increase in piglets was of 0.07 for PBA. Besides, for each one day increase on LL, a 0.235 kg increase may be expected in subsequent WW.

Keywords: swine, lactation length, weaning service interval, litter size.

INTRODUCCIÓN

En los sistemas porcinos de producción intensiva, la eficiencia reproductiva es el componente económico más importante y la forma de mejorarla es a través del manejo de la productividad de la hembra. El número de lechones nacidos vivos (TNV), y el peso total de la camada al destete (PCD) son características que definen la productividad de la hembra (Ehlers et al., 2005), y junto con el intervalo destete servicio (IDS), y largo de lactancia (LL) definen la permanencia de la hembra en la granja. El conocimiento de las distintas relaciones entre estos parámetros permite definir prácticas de manejo que maximicen el recurso genético en la explotación. LL cortos, de 14 días, producen un mayor número de lechones nacidos por hembra por año (Fahmy, 1981; Machado et al., 2000), pero menores tamaños de la camada en el parto posterior (Xue et al 1993; Dewey et al 1994; Mabry et al 1996). Aunque contradictorio para Koketsu and Dial (1998) quienes reportan mayores tamaños de camada. Este efecto puede verse afectado por el número de parto, siendo más evidente después del tercer parto (Foxcroft and Aherne, 2000), aunque Xue et al. (1993) no encontraron efecto del orden del parto. Por otra parte, LL de 28 días puede disminuir el número de camadas por cerda por año (Koketsu y Dial 1997), pero mayor tamaño de camada. Xue et al. (1993) reportaron un incremento de 0.06 lechones por cada día extra de lactancia, de los 17 a los 30 días.

El intervalo destete servicio se refiere al número de días no productivos de la hembra que transcurren desde la separación de los lechones hasta la presentación de los primeros signos de estro, siendo lo ideal de 5 a 7 días (Behan y Watson, 2005). El IDS puede verse afectado por el LL, número de parto, tamaño de camada (TC), estación de parto, entre otros (Dial et al., 1992). Un IDS mayor repercute en menor productividad subsecuente de la marrana al disminuir el número de partos por año. LL cortos producen IDS largos debido a que la involución uterina requiere de al menos tres semanas, periodo en el cual el sistema endocrino se regulariza. Distintos autores sugieren como óptimo LL de 3 a 4 semanas, para producir IDS ideales y la productividad subsecuente de la hembra no se vea comprometida (Xue et al, 1997; Tantasuparuk et al, 2000).

El objetivo fue investigar la relación de LL, e IDS con características de productividad subsecuente de la hembra porcina (TC al nacer, TNV, peso al nacer y peso al destete), en un sistema de producción intensivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características generales.

La información sobre la lactancia y comportamiento reproductivo fue obtenida del programa para manejo de granjas PigCHAMP de una granja de ciclo completo localizada en Navojoa, Sonora, y capturada en una hoja electronica de Microsoft Excell. La capacidad instalada de la granja es de 300 hembras genéticamente puras de raza Large White procedentes de Genetipork. El período analizado fue de enero del 2011 a diciembre del 2012.

Se utilizó la información de cada hembra sobre LL, IDS, y características productivas como tamaño de camada al nacer (TCN), TNV, peso promedio al nacer (PNP), peso promedio al destete (PDP), número de parto (NP: 1, 2, 3, y 4), año, y estación de parto (Invierno: octubre a marzo, y Verano: abril a septiembre). Las hembras fueron agrupadas en 5 clases para LL, siendo 13-15, 16-19, 20-22, 23-26, y 27-36 días, y en 8 clases para IDS siendo ≤ 4 , 5, 6, 7, 8, 9-10, 11-21, y ≥ 22 días.

Las cerdas fueron alimentadas con dietas balanceadas por etapa productiva, de elaboración propia. El agua se ofrecio *ad libitum*. Se agrupaban en jaulas individuales de gestación y 15 días antes de la fecha probable de parto se bañaban, desparasitaban y acomodaban en salas de maternidad en las cuales se colocaban en camas individuales de parto. Al destete se trasladaban a corrales de cerdas vacías. Después de la detección del estro las cerdas fueron inseminadas dos o tres ocasiones a intervalos de 12 horas.

Análisis estadístico.

La base de datos resultó con información sobre 796 partos. Se obtuvieron estadísticos descriptivos para las variables en estudio. La influencia del NP, año y estación de parto, junto con las interacciones año por estación de parto y NP por estación de parto sobre las variables de productividad subsecuente de la hembra fue analizada

por ANOVA utilizando un modelo lineal al que se le adicionó como covariables los efectos lineal y cuadráticos de LL, e IDS y resuelto de aplicar el procedimiento MIXED (SAS Inst., Inc., Cary, NC; Version 9.3). Las interacciones y covariables no-significativas ($P > 0.05$) fueron eliminadas del modelo. Las medias mínimo cuadráticas, al resultar significativo ($P < 0.05$) el componente en el modelo, fueron comparadas por la prueba de Bonferroni (Christensen, 1998). Los componentes de error aleatorio en los modelos para Las variables de productividad subsecuente de la hembra fueron sometidos a la prueba de homocedasticidad (Bartlett) y de normalidad (Shapiro-Wilks) utilizando el procedimiento GLM y UNIVARIATE (SAS Inst., Inc., Cary, NC; Version 9.3). La influencia de LL e IDS como clase sobre las variables de productividad subsecuente de la hembra fue analizada por ANOVA y resuelto de aplicar el procedimiento MIXED (SAS Inst., Inc., Cary, NC; Version 9.3). Las medias mínimo cuadráticas, al resultar significativo ($P < 0.05$) el componente en el modelo, fueron comparadas por la prueba de Bonferroni (Christensen, 1998).

RESULTADOS

Los estadísticos descriptivos para LL, IDS, y variables de productividad subsecuente de la hembra se presentan en el cuadro 1. El valor promedio para NP refleja una estructura de hembras jóvenes en la granja. Además, los indicadores de productividad, como lo son el TCN y TNV, se ubican en el límite inferior aceptable para una granja bajo un sistema de producción intensiva. Para la variable peso promedio al destete, su valor medio de 6 kg la ubica dentro de los parámetros normales pero con capacidad de mejora a niveles de 7.5 a 8 kg para granjas bajo un sistema de producción intensivo.

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos para las variables analizadas en una granja porcina empleando hembras Large White en un sistema de producción intensivo.

Variable	<i>n</i>	Media $\pm$ DE
intervalo destete servicio, días	796	6.6 $\pm$ 6.3
largo de lactancia, días	796	21.9 $\pm$ 4.1
número de parto	796	2.5 $\pm$ 0.9
subsecuente tamaño de camada al nacer	796	12.3 $\pm$ 2.3
subsecuente total de nacidos vivos	796	10.9 $\pm$ 2.2
subsecuente peso promedio al nacer, kg	796	1.5 $\pm$ 0.2
subsecuente peso promedio al destete, kg	796	6.0 $\pm$ 1.5

DE= desviación estándar

Los niveles de significancia para todos los factores incluidos en el modelo lineal estadístico se presentan en el cuadro 2. Un efecto ambiental significativo ($P < 0.05$) por estación de parto sobre LL estuvo presente en cada grupo de parto. Valores de LL fueron ligeramente mayores en la estación de invierno que en el verano independientemente del parto, a excepción del grupo de parto 3 donde los valores resultaron similares entre estación (21.1 vs 21.3 días). Se observó un efecto importante ($P < 0.05$) de interacción año por estación de parto para las variables LL y PDP como consecuencia de una mejora

en el ambiente, fundamentalmente en el microclima en el área de maternidad, para reducir el estrés térmico durante el verano. El año de parto resultó significativo ($P<0.05$) para TNV y PNP, explicado por cambios en el manejo, así como cambios en las prácticas tecnológicas ante la demanda de insumos en el mercado, lo que provocó adecuaciones y modificaciones como en el programa nutricional de la granja. Efectos significativos ($P<0.05$) del número de parto fue observado en las variables TNV, PNP, PDP, LL, e IDS explicado en mayor parte por diferencias en la madurez fisiológica de la hembra porcina. Solo LL e IDS como covariables lineales resultaron significativas ($P < 0.05$) para la variable PDP.

Cuadro 2. Niveles de significancia para los factores incluidos en el modelo lineal

Factores	TCN	TNV	PNP	PDP	LL	IDS
<i>clases:</i>						
Número de parto (NP)	NS	**	**	*	**	**
Año de parto (AP)	NS	**	*	**	NS	NS
Estación de parto (EP)	NS	*	NS	NS	NS	NS
AP x EP	NS	NS	NS	**	**	NS
NP x EP	NS	NS	NS	NS	**	NS
<i>covariables:</i>						
Largo de lactancia (LL)	NS	NS	NS	**	--	--
LL x LL	NS	NS	NS	NS	--	--
Intervalo Destete Servicio (IDS)	NS	NS	NS	*	--	--
IDS x IDS	NS	NS	NS	NS	--	--

** = $P<0.01$, * = $P<0.05$, NS= $P>0.05$. TCN= Tamaño camada al nacer; TNV= Total de nacidos vivos; PNP= Peso al nacer promedio; PDP= Peso al destete promedio.

Hembras mostrando estro a los 0,1, y 2 días después del destete representaron 18.3%, 7.6% y 11.2%, respectivamente. El 38.3% del total de las hembras manifestaron estro entre los 3 a 5 días postdestete. Al agrupar la variable IDS en clases, se encontró

que el 59.1% de las hembras mostraron estro en menos de 4 días después del destete (cuadro 3).

Cuadro 3. Medias mínimo cuadráticas junto con DE para subsecuente total de nacidos vivos para hembras agrupadas por número de parto (NP) e intervalo destete servicio (IDS).

IDS, días	NP ≤ 2		NP ≥ 3	
	n	TNV	n	TNV
≤4	324	11.6 ± 2.2 a	146	10.9 ± 2.1 a
5	56	10.2 ± 2.3 b	76	11.2 ± 2.3 a
6	21	10.4 ± 1.9 ab	25	10.2 ± 1.9 a
7	6	11.2 ± 2.0 ab	10	10.8 ± 1.5 a
8	5	8.4 ± 2.2 b	16	10.4 ± 1.2 a
9-10	5	11.4 ± 2.3 ab	12	10.4 ± 1.7 a
11-21	19	9.7 ± 2.3 b	31	10.7 ± 2.5 a
≥22	21	11.9 ± 1.4 a	22	10.5 ± 2.1 a

Letras diferentes por columna, difieren (P <0.05)

El promedio general para TNV fue de 10.9 lechones. El comportamiento del total de nacidos vivos para cada clase de IDS y grupo por número de parto se presenta en el cuadro 3. En el grupo de hembras jóvenes (NP ≤ 2), los valores más bajos para TNV se observaron en la clase de IDS de 8 y 11-21 días (P <0.05). Para hembras maduras (NP ≥ 3), los valores para TNV no mostraron diferencias (P >0.05) por cambios en la longitud del IDS. Solo en el grupo de hembras jóvenes se observaron diferencias (P <0.05) para TNV entre clases de IDS, con valores mayores en las clases de IDS ≤4, 7, 9-10, y ≥22 días.

La distribución de frecuencias de hembras, de acuerdo al grupo de número de parto (NP ≤ 2 y NP ≥ 3), grupos de largo de lactancia (13-15, 16-19, 20-22, 23-26, y 27-36 días), para cada una de las clases de IDS se presenta en el cuadro 4. La gran mayoría de

hembras de todas las clases de largo de lactancia manifestaron su estro dentro de < 5 días después del destete. Más del 90% de las hembras jóvenes con largos de lactancia de 20-23, 23-26 y 27-36 días mostraron estro en menos de 7 días después del destete, siendo solo de alrededor del 75% de hembras primiparas las que mostraron estro en menos de 7 días después del destete cuando sus largos de lactancia fueron de 13-15 y de 16-19 días. Para el grupo de hembras maduras ($NP \geq 3$), con largos de lactancia de 20-22 y 23-26 días, arriba del 80% mostraron estro en menos de 7 días después del destete.

Cuadro 4. Porcentaje de hembras distribuidas de acuerdo al número de parto (NP) y largo de lactancia (LL), dentro de las clases de intervalo destete servicio (IDS).

IDS, días	NP ≤ 2					NP ≥ 3				
	Largo de lactancia, días					Largo de lactancia, días				
	13-15	16-19	20-22	23-26	27-36	13-15	16-19	20-22	23-26	27-36
	n=19	n=106	n=136	n=88	n=108	n=19	n=127	n=88	n=26	n=78
≤ 4	31.6	57.6	72.8	79.6	81.5	36.8	38.6	50.0	42.3	44.9
5	36.8	11.3	12.5	11.4	9.3	26.3	18.9	25.0	23.1	24.4
6	0.0	9.4	4.4	3.4	1.9	10.5	6.3	6.8	11.5	7.7
7	5.3	0.9	3.0	0.0	0.0	0.0	3.2	2.3	7.7	2.6
8	0.0	1.9	0.7	0.0	1.8	10.5	4.7	2.3	3.9	6.4
9-10	0.0	1.9	0.0	3.4	0.0	5.3	5.5	1.1	3.9	2.6
11-21	21.0	8.5	3.7	1.1	0.0	5.3	12.6	5.7	3.9	10.3
≥ 22	5.3	8.5	2.9	1.1	5.5	5.3	10.2	6.8	3.9	1.3

Largo de lactancia ejerció un efecto lineal significativo ($P < 0.01$) sobre el intervalo destete servicio, ambas analizadas como variables de naturaleza continua, en un modelo lineal que incluyó como componentes de clasificación al número de parto, el efecto ambiental de año de parto y la interacción entre ambos, y como covariable el LL en su efecto lineal, todos ellos con efectos importantes ($P < 0.01$) sobre la variación en IDS. En general la relación lineal fue $IDS = 10.8706 - 0.1533 \cdot LL$, indicando una tasa de disminución de 0.15 días en el IDS por unidad de cambio en el LL (Figura 1). Largos de lactancia de 21 días, independientemente del número de parto de la hembra, producen

valores ligeramente superiores a 7 para IDS, que es el límite superior del rango óptimo para esta variable.

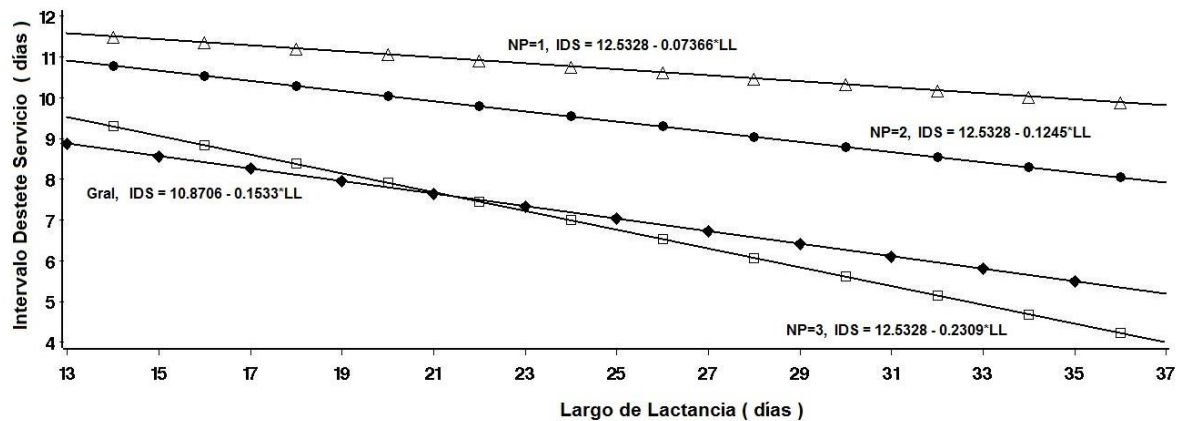


Fig1. Efecto del largo de lactancia sobre el intervalo destete servicio, en general y por número de parto

Para un análisis comparando hembras de primero versus segundo versus tercer parto se observa que las tasas de disminución en IDS por un incremento en LL fueron de mayor magnitud para NP=3, no así para NP=1 quienes mostraron una pendiente negativa mínima en IDS por incremento en LL. Los datos mostraron IDS superiores de los 5-7 días como óptimos cuando los largos de lactancia fueron menores de 21 días. Para camadas destetadas alrededor de los 25 días de lactancia, las hembras de tercer parto mostrarán el estro alrededor de los 7 días posteriores, mientras que para las hembras de primero o segundo parto el tiempo de presentación del estro será superior a los 10 días.

El comportamiento del subsecuente tamaño de camada al nacer y total de nacidos vivos en relación a previos largos de lactancia se presenta en la Figura 2, junto con las ecuaciones para predecir estas variables de productividad de la hembra. No se observó un cambio significativo ($P > 0.05$) en TCN por cambios en los valores de LL e IDS. Sin embargo, al analizar TNV se observa que por cada día de incremento en los días al destete el subsecuente total de nacidos vivos disminuirá en 0.066 lechones. Si se desteta a una edad de 28 días en lugar de los 21 días, el TNV disminuirá en .46 lechones y se incrementaría en la misma magnitud si el destete previo se realizara a los 14 días en lugar de los 21 días (11.04 vs 10.58 lechones), al mantener constante el IDS a 7 días. Si

se incrementa el valor del IDS de 7 a 11 o de 7 a 12 días, considerando un valor de LL de 21 días, el incremento en TNV sería de magnitud 0.05 y 0.07 lechones, respectivamente.

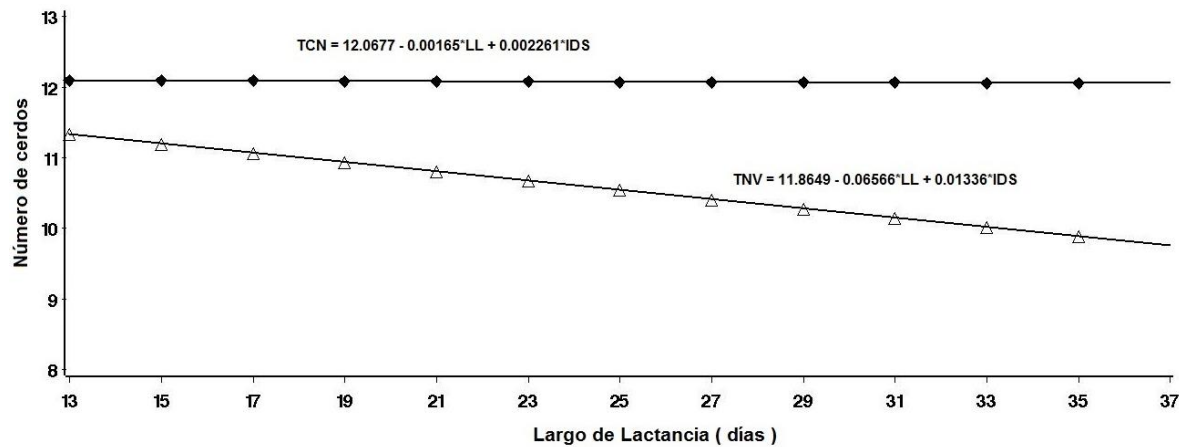


Fig2. Efecto del largo de lactancia sobre el subsecuente número de lechones al nacer (TCN) y total de nacidos vivos (TNV)

El comportamiento para el subsecuente total de nacidos vivos para hembras agrupadas por número de parto (NP) y distintas clases de largo de lactancia (LL) se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Medias mínimo cuadráticas junto con DE para subsecuente total de nacidos vivos para hembras agrupadas por número de parto (NP) y largo de lactancia (LL).

LL, días	NP = 1		NP = 2		NP = 3	
	n	TNV	n	TNV	n	TNV
13-15	6	12.6 ± 1.0 a	13	10.8 ± 1.2 a	18	12.0 ± 1.2 a
16-19	43	10.9 ± 2.1 b	63	10.7 ± 2.0 a	103	11.1 ± 2.2 a
20-22	68	12.4 ± 1.9 a	68	11.0 ± 2.3 a	64	11.0 ± 1.8 a
23-26	61	12.2 ± 2.3 a	27	10.6 ± 1.8 a	21	10.2 ± 1.7 a
27-36	70	10.7 ± 2.4 b	38	10.4 ± 2.7 a	46	10.8 ± 2.1 a

Letras diferentes por columna, difieren (P <0.05)

Hembras de primer parto en general mostraron mejor comportamiento en TNV que las de parto superior. Además, en hembras de primer parto se observó que valores de LL de 20 a 22 días, el subsecuente TNV fue de 12.4 lechones, siendo mayor que al tener LL de 27-36 días, y similar a LL de 13-15 días (10.7 y 12.6 lechones, respectivamente). Para hembras de segundo o tercer parto no se observaron diferencias para TNV en las distintas clases de largo de lactancia consideradas.

El comportamiento de las variables PNP y PDP por efecto de cambios en el LL se muestra en la Figura 3, junto con las ecuaciones de predicción. No se observó un cambio significativo ($P > 0.05$) en la variable PNP por cambios en los valores de LL e IDS. Sin embargo, al analizar la variable PDP se observa que por cada día de incremento en los días al destete, el subsecuente peso al destete promedio incrementará en 0.235 kg. Si se desteta a una edad de 28 días en lugar de los 21 días, el PDP subsecuente incrementaría en 1.644 kg y se disminuiría en la misma magnitud si el destete previo se realizara a los 14 días en lugar de los 21 días (3.896 vs 5.54 kg), al mantener constante el IDS a 7 días. Si se incrementa el valor del IDS de 7 a 11 o de 7 a 12 días, considerando un valor de LL de 21 días, el incremento en el PDP sería de magnitud 0.018 y 0.023 kg, respectivamente.

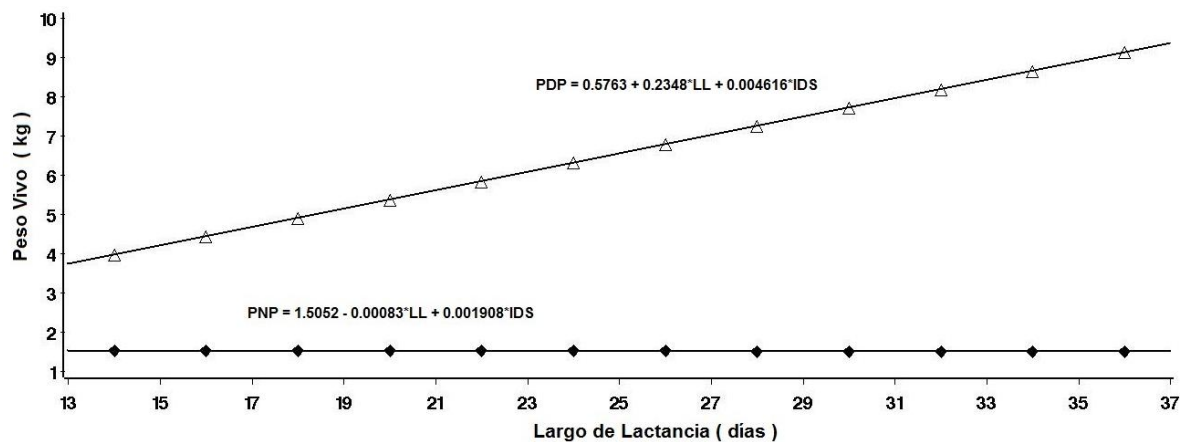


Fig 3. Efecto del largo de lactancia sobre el subsecuente peso promedio de la camada al nacer y al destete

No se observaron ($P > 0.05$) relaciones funcionales entre las variables PNP y PDP con diferentes longitudes de IDS. Las rectas construidas con las ecuaciones de predicción tanto para PNP como para PDP resultaron paralelas al eje donde se visualizan los valores de IDS.

DISCUSIÓN

En las granjas modernas las hembras comúnmente presentan el estro a los 3 o 5 días postdestete pero el 90% retornan al estro al 7° día (Belstra et al., 2004, Behan and Watson, 2005), sin embargo en este estudio el 37.14% de hembras retornaron al estro hasta dos días postdestete y es superior al reportado por Vesseur et al., (1994), y Poleze et al., (2006). En distintos estudios las hembras fueron agrupadas por IDS de 0 a 3 días, 0 a 4 días, y el porcentaje de hembras que retornan al estro ha oscilado entre 0.6% hasta 24.6% y de 4.5 a 26% respectivamente (Tantasuparuk et al., 2000 y 2001). Agrupando a las hembras por número de parto las hembras primíparas presentaron IDS de entre 5.6 días en comparación con multíparas 4.2 días, en este estudio el 59% de las hembras con hasta dos partos retornaron al estro 4 días post destete.

Levis (19977) indica que IDS aumenta de manera curvilínea conforme la duración de la lactancia disminuye para el 1°, 2°, 3° a 6° y >6°, lo cual concuerda con los resultados encontrados para hembras de 1°, 2° y 3° parto. También reportaron que el IDS de las hembras primerizas es más amplio que el de las multíparas. Sin embargo en este estudio la relación es lineal es decir en hembras de 1°, 2° parto el IDS es mayor a 10 días con LL largos, se pudiera esperar una disminución en el IDS (8 días) en lactancias mayores de 28 días pero solo en hembras de 3° parto.

Diversos estudios han reportado una relación positiva entre el LL y en TNV en la camada subsecuente: Mabry et al (1996) reportó un aumento el total e nacidos vivos en la camada subsecuente a medida que aumenta la lactancia. Mencionó que un aumento en LL de 15 a 20 días se traduciría en un aumento 0.20 lechones más en la próxima camada. Babot et al (1994) reportó un aumento del tamaño de la camada 0.03-0.04 cerdos nacidos vivos por cada día de LL anterior, Xue et al (1997) informó coeficientes

de 0.07 y 0.05 para LL con TN y TNV. En el presente estudio se encontró una disminución de 0.46 lechones cuando se tienen LL de 28 días y si se corta el periodo de lactancia a 14 días esta disminución puede aumentarse. Sin embargo, el aumento de LL aumentaría el intervalo destete servicio y disminuir el número de cerdos destetados por hembra por año y podría reducir la productividad de la granja (King et al 1998).

Fahmy et al (1979) reportaron un aumento del tamaño de la siguiente camada con el aumento en el intervalo destete servicio. Sin embargo, Tantasuparuk et al (2000), Cavalcante-Neto et al (2008) y Kemp y Soede (1996) reportaron una asociación negativa entre IDS y el tamaño de la camada subsecuente. En el presente estudio se encontró que con un IDS de siete a 11 días o 12 y con LL de 21 días el incremento en el TNV sería de 0.05 y 0.07 respectivamente.

Según lo mencionado por Tantasuparuk et al (2000), la razón para el aumento de tamaño de la camada con el IDS pudiera ser por que las cerdas tuvieron un período más largo para recuperarse del catabolismo antes del destete. Karveliene et al (2008) reportó una relación negativa entre IDS y LL lo que concuerda con este estudio. Por lo tanto, los resultados entre los estudios pueden variar dependiendo de las diferencias del largo de gestación, sino también en la amplitud del IDS utilizados. Sin embargo, la condición corporal después del destete juega un papel importante en el retorno al estro y tiene un efecto perjudicial sobre el tamaño de la próxima camada. El IDS en una piara puede reducirse a través de mejores prácticas manejo, mejoramiento genético, aunque su heredabilidad es baja (Marois et al 2000; Cavalcante-Neto et al 2008).

Tamaño de la camada posterior no fue significativamente diferente cuando las hembras se agruparon por NP, sin embargo se mostro una diferencia en el tamaño de camada por largo de lactancia en las hembras primerizas, cuando lactaron hasta 26 días tuvieron TNV mayores que con LL de hasta 36 días, lo cual difiere con otros estudios ya que ellos reportan que el TNV posterior fue significativamente menor cuando las cerdas lactaron menos de 22 días en comparación con las cerdas que lactaron hasta por 23 a 25 días (Knox, 2005) es decir el TNV en las camadas posteriores aumena conforme la duración de lactancia aumenta. Los factores que podrían influir en el tamaño de camada subsiguiente de cerdas recién destetados son: (1) la duración del tiempo necesario para

que el útero para someterse a la involución, (2) la tasa de ovulación, (3) la tasa de fecundación de los óvulos y (4) la tasa de supervivencia de los embriones (Levis., 1997).

Para PNP y PDP no se observaron cambios significativos por LL e IDS lo cual concuerda con lo reportado por Tantasuparuk (2000) ya que no encontrar relación entre el largo de lactancia con el peso de la camada, solamente se vio afectado el peso de la camada por la estación del año, es decir las camadas solo variaron su peso al destete en épocas de lluvia, al igual que en este estudio donde los pesos se vieron afectados en época de verano.

CONCLUSIONES

El número de parto y el largo de lactancia influyen en la longitud del Intervalo destete servicio. Hembras primíparas presentan Intervalos destete servicios más largos que hembras multíparas.

La manipulación de los largos de lactancia afectan el comportamiento productivo de las hembras, pero pueden ser influenciadas por el técnico, y así afectar positiva o negativamente a la marrana.

Los largos de lactancia cortos producen IDS largos debido a que la involución uterina requiere al menos de tres semanas.

El Intervalo destete servicio puede verse afectado por número de parto, estación de parto y tamaño de la camada.

Los IDS cortos presentan mejores TNV independientemente del NP o LL.

El PNP no se ve afectado por el IDS ni el LL. Sin embargo el PDP de la camada subsecuente se ve favorecida con LL prolongados.

Agradecimiento

Los autores agradecen a la Coordinación de Posgrado e Investigación de la UABC el apoyo económico brindado a través de la 15va. Convocatoria Interna de Apoyo a Proyectos de Investigación.

LITERAURA CITADA

- Babot D, Noguera J L, Alfonso L and Estany J 1994 Influence of management effects and comparison group size on the prediction of breeding values for litter size in pigs. In: Proceedings of the 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Guelph, 7–12 Aug. 1994, Vol. 17. Guelph, University of Guelph: 351–354.
- Behan, J.R., Watson, P.F., 2005. The effect of managed boar contact in the post-weaning period on the subsequent fertility and fecundity of sows. *Anim. Reprod. Sci.* 88, 319 – 324
- Belstra, B.A., Flowers, W.L., See, M.T., 2004. Factors affecting temporal relationships between estrus and ovulation in commercial sow farms. *Anim. Reprod. Sci.* 84, 377 – 394.
- Cavalcante Neto A, Lui J F, Sarmento J L R, Ribeiro M N, Monteiro J M C e Tonhati H 2008 Fatores ambientais e estimativa de herdabilidade para o intervalo desmamecio de fêmeas suínas. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37(11): 1953-1958
- Christensen, R. 1998. Analysis of Variance, Design and Regression. Applied Statistical Methods. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, USA
- Cozler L, Dagom J, Dourmad J, Johansen S, Auma'itre A. 1997. Effect of weaning-to-conception interval and lactation length on subsequent litter size in sows. *Livestock Production Science* 51: 111
- Dewey C E, Martin S W, Friendship R M and Wilson M R 1994 The effect on litter size of previous lactation length and previous weaning-to-conception interval in Ontario swine. *Preventive Veterinary Medicine* 18: 213–223.
- Dial, G.D., Marsh, W.E., Polson, D.D., Vaillancourt, J.-P., 1992. Reproductive failure: differential diagnosis. In: Leman, A.D., Straw, B.E., Mengeling, W.L., D'allaire, S., Taylor, D.J. (Eds.), *Diseases of Swine*, 7 ed. Iowa State University Press, Ames, pp. 88 – 137.
- Fahmy M H 1981 Factors influencing the weaning to oestrous interval in swine: a review. *World Review of Animal Production* 17:15-28.

- Karvelienė B, Šernienė L and Riškevičienė V 2008 Effect of different factors on weaning-to-first-service interval in Lithuanian pig herds. *Veterinarija ir Zootechnika* 41: 64-69.
- Kemp B and Soede M N 1996 Relationship of weaning-to-oestrus interval to timing of ovulation and fertilization in sows. *Journal of Animal Science* 74: 944-949.
- Koketsu Y and Dial G D 1997 Factors influencing the postweaning reproductive performance of sows on commercial farms. *Theriogenology* 47: 1445-1461.
- Levis, Donald G., "EC97-275 Effect of Lactation Length on Sow Reproductive Performance" (1997). Historical Materials from University of Nebraska-Lincoln Extension. Paper 137 1-1-1997
- Mabry J W, Culbertson M S and Reeves D 1996 Effects of lactation length on weaning-to-first-service interval, first-service farrowing rate, and subsequent litter size. *Swine Health and Production* 4(4): 185-188.
- Marois D, Brisbane J R and Laforest J P 2000 Accounting for lactation length and weaning-to conception interval in genetic evaluations for litter size in swine. *Journal of Animal Science* 78: 1796-1810.
- Poleze E, Bernardi ML, Amaral Filha WS, Wentz I, Bortolozzo FP, 2006: Consequences of variation in weaning-to-estrus interval on reproductive performance of swine females. *Livest Sci* 103, 124– 130
- Poleze, E., Kummer, R., Bernardi, M.L., Soares, J.L., Wentz, I., Bortolozzo, F.P., 2004. Reproductive consequences of the variation in weaning to oestrus interval in swine. 18th International Pig Veterinary Society Congress, Hamburg, Germany, Proceedings, p. 475.
- Rojanasthien S, Einarsson S, Kindahl H, Edqvist LE, Lundeheim N. Clinical and endocrine responses to pulsatile administration of gonadotropin-releasing hormone (G&H) treatment during lactation in primiparous sows. *Anim Reprod Sci* 1988; 17: 123-140.
- Tantasuparuk W, Lundeheim N, Dalin A M, Kunavongkrit A and Einarson E 2000 Effects of lactation length and weaning to service interval on subsequent farrowing rate

and litter size in Landrace and Yorkshire sows in Thailand. *Theriogenology* 54: 1525–1536.

Vesseur, P.C., 1997. Causes and consequences of variation in weaning to oestrus interval. Ph.D Thesis. Research Institute for Pig Husbandry. The Netherlands. 165p

Wilson, M.R., Dewey, C.E., 1993. The associations between weaning-to-estrus interval and sow efficiency. *Swine Health Prod.* 1, 10 – 15.

Xue J L, Dial G D, Marsh W E and Lucia T 1997 Association between lactation length and sow reproductive performance and longevity. *JAVMA* 210(7): 935–938.

Xue J L, Dial G D, Marsh W E, Davies P R and Momont H W 1993 Influence of lactation length on sow productivity. *Livestock Production Science*.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES GENERALES

La productividad de una granja porcina depende de la productividad anual de las cerdas, la cual esta integrada por tres que componentes principales: el total de nacidos vivos, el número de partos por cerda por año y la mortalidad entre nacimiento y el destete, lo que da por resultado final el número de lechones destetados por hembra por año. Cada uno de estos componentes están influenciados, notablemente en su expresión, por diversos factores.

Se puede maximizar la producción de la hembra siempre y cuando se logre el máximo de eficacia en cada una de las áreas de reproducción, la productividad y por lo tanto los beneficios de la explotación serán máximos.

Factores de manejo afectan al número de lechones destetados por cerda por año. El número de lechones destetados por camada está influenciada significativamente por la total de nacidos vivos, el número de pezones funcionales por cerda.

El número de camadas por cerda y año se ve afectada por las decisiones que toma el técnico. El intervalo destete servicio, tasa de parto, el porcentaje de cerdas que regresan al estro después del servicio y el número de días no productivos son más importantes que el largo de lactancia.

La manipulación de la lactancia puede ser una herramienta muy útil para mejorar el numero de camadas por cerda por año, pero no debemos evaluarla junto con el numero de partos por que el largo de lactancia esta sujeto a las decisiones técnicas de la granja y el largo de la gestación es un proceso fisiológico el cual no puede ser manipulado

