



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**“ANÁLISIS HISTÓRICO DEL INTERVALO DESTETE-SERVICIO EN
UN SISTEMA INTENSIVO DE PRODUCCIÓN PORCINA EN LA
REGIÓN DE LA PIEDAD, MICHOACÁN, MÉXICO”**

Tesis que presenta

ALEJANDRO MORENO GARCÍA

Para obtener el Título de
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Asesor

M.C. VÍCTOR MANUEL SÁNCHEZ PARRA

MORELIA, MICHOACÁN

Octubre de 2009





UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**“ANÁLISIS HISTÓRICO DEL INTERVALO DESTETE-SERVICIO EN
UN SISTEMA INTENSIVO DE PRODUCCIÓN PORCINA EN LA
REGIÓN DE LA PIEDAD, MICHOCÁN, MÉXICO”**

Tesis que presenta

ALEJANDRO MORENO GARCÍA

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

MORELIA, MICHOCÁN

Octubre de 2009



AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES: MARIO MORENO Y MARÍA LUISA GARCÍA POR DARMER LA VIDA, EL CARIÑO Y AMOR PARA SALIR ADELANTE EN TODOS MIS ESTUDIOS SIEMPRE BUSCANDO EL BIEN PARA MÍ.

A MI HERMANO LUIS ADRIAN MORENO POR SER MI MANO DERECHA EN TODO ESTE TIEMPO Y DARMER EL APOYO TANTO ECONÓMICO, MORAL Y CARIÑO.

A MIS TÍOS MARTÍN MORENO, ARTURO MORENO Y CRISTINO MORENO POR EL APOYO ECONÓMICO, MORAL Y PROPORCIONARME LAS ARMAS PARA SALIR ADELANTE.

A MIS HERMANOS MARIO, ROCÍO Y KARINA MORENO POR SER ELLOS TAMBIÉN UN GRAN APOYO TODO ESTE TIEMPO DE MIS ESTUDIOS.

A MI PROFESOR RUY ORTIZ POR COMPARTIRME MUCHOS DE SUS CONOCIMIENTOS CONMIGO EN TODOS ESTOS AÑOS DE MI CARRERA.

A MI AMIGO PEDRO Y GILDARDO POR SER ELLOS UNOS GRANDES EJEMPLOS A SEGUIR Y SU APOYO TODO ESTE TIEMPO.

ÍNDICE	Página
1. INTRODUCCIÓN	4
2. ANTECEDENTES	6
2.1. Consideraciones preliminares sobre el concepto de sistema	6
2.2. Características de los sistemas intensivos de producción porcina	9
2.3. La tecnología y el hombre en los sistemas intensivos de producción porcina	11
2.4. Efectos ambientales sobre el intervalo destete-estro y destete-servicio	18
2.4.1. Tamaño de camada e intervalo destete-servicio	18
2.4.2. Período de lactación e intervalo destete-servicio	20
2.4.3. Efecto de la temperatura en el intervalo destete-servicio	22
2.4.4. Número de parto de la cerda e intervalo destete-servicio	22
2.4.5. Época de año e intervalo destete-servicio	23
2.4.6. Efecto del intervalo destete-estro sobre la productividad de la piara	24
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	27
4. HIPÓTESIS	28
5. OBJETIVOS	28
6. MATERIAL Y MÉTODOS	29
6.1. Manejo de la cerda	29
6.2. Método	30
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
8. CONCLUSIONES	45
9. BIBLIOGRAFÍA	46

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS	Página
Cuadro 1. Medias de mínimos cuadrados por genotipo para intervalo destete-servicio para cerdas en un sistema intensivo de producción porcina	34
Cuadro 2. Estructura de piara por genotipo en un sistema intensivo de producción porcina	36
Cuadro 3. Medias de mínimos cuadrados por época para intervalo destete-servicio para cerdas en un sistema intensivo de producción	39
Figura 1. Esquema generalizado de un Sistema de Producción Porcina (SPP).	7
Figura 2. Distribución del porcentaje de cerdas que retornan a estro después del destete.	32
Figura 3. Medias de mínimos cuadrados por número de parto para intervalo destete-servicio para cerdas en un sistema intensivo de producción	37
Figura 4. Medias de mínimos cuadrados por año para intervalo destete-servicio para cerdas en un sistema intensivo de producción	41

“ANÁLISIS HISTÓRICO DEL INTERVALO DESTETE-SERVICIO EN UN SISTEMA INTENSIVO DE PRODUCCIÓN PORCINA EN LA REGIÓN DE LA PIEDAD, MICHOACÁN, MÉXICO”. Presenta: **ALEJANDRO MORENO GARCÍA** como requisito para obtener el Título de **MÉDICO VETERINARIO ZOTECNISTA**. Asesores: **M.C. VÍCTOR MANUEL SÁNCHEZ PARRA, DR. ROSA ELENA PÉREZ SÁNCHEZ**. Co-Asesor: **MC. RUY ORTÍZ RODRÍGUEZ**.

RESUMEN

Se realizó un trabajo de investigación en un sistema intensivo de producción porcina para evaluar los factores genéticos y ambientales que afectan al intervalo destete servicio (IDS) en un periodo de 11 años. Se utilizó la información histórica (de los años 1993 a 2003) de un sistema localizado en la Región de La Piedad, Michoacán, México, con un inventario de 2400 cerdas en producción y con una lactación longitud promedio de 21 días, utilizándose para su análisis el procedimiento mixed SAS (2000). Los indicadores evaluados fueron: intervalo destete-servicio: número de parto, genotipo, época y año de parto. El promedio general del IDS durante el periodo de estudio fue de 7.01 días, con un 80% de retoro al estro antes de los 7 días de las cerdas destetadas. El genotipo F₁ (Landrace x Yorkshire), obtuvo el mayor IDS (P<0.05), que el resto de los genotipos evaluados (7.2, 6.7, 6.6 y 6.7 días); así mismo, las hembras de 1^{er} parto presentaron un IDS más elevado (P<0.01), disminuyendo a mayor número de partos (11.7, 7.4, 6.7, 6.7, 6.1, 6.2, 6.1 y 5.7 días). Fue en el verano la época en donde se reportó (P<0.01) el mayor IDS (6.8, 7.8, 7.6 y 6.1 días) a diferencia del invierno en donde se registraron los menores días. Los menores valores de IDS (P<0.01) correspondieron a los años 1993, 1995, 2001 y 2002 (6.4, 7.9, 6.2, 7.2, 7.1, 7.9, 7.3, 7.1, 6.8, 6.6 7.3 días). Se concluye que los factores que afectaron al promedio del IDS, fueron: el genotipo, año, época y número de partos, por lo que el avance de los conocimientos y las tecnologías para su control no se aplicaron correctamente dentro del sistema de producción evaluado.

Palabras claves: Cerdas, destete, estro, reproducción, producción, genotipo, teoría general de sistemas, sistema intensivo.

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción porcina se clasifican en *sistema de traspatio* o *familiar*, *sistema semi-intensivo* y *sistema intensivo*. Sin embargo, la principal característica de todo sistema de producción porcina, independientemente del grado de tecnificación con el que cuente, es su *objetivo*: la generación de capital económico (utilidades) a través de la inversión económica en las diferentes etapas de producción (Kato, 1995). Es un hecho que los sistemas intensivos de producción porcina son el resultado de una serie de cambios tecnológicos evolutivos que se han acondicionado a través del tiempo para que los procesos de producción sean más eficientes, dinámicos y homogéneos (Kato y Bello, 2002). En lo referente a los sistemas intensivos de producción porcina de la Región de La Piedad, Michoacán, estos han incorporado una serie de tecnologías recientes y aún, se perciben como ineficientes. Dentro de las causas de variación se encuentran: las prácticas de alimentación, inadecuado mantenimiento del equipo o su uso incorrecto, deficiencias en los programas de salud, inadecuada supervisión de servicios, entre otros muchos más. Mismas que pueden presentarse en las diferentes etapas fisiológicas por las cuales pasan los cerdos, tales como: *servicio*, *gestación*, *parto*, *lactancia*, *crecimiento*, *engorda* y *finalización*. En la etapa de servicio y gestación las variables con las que se mide su eficiencia se denominan intervalo destete-estro (IDE) e intervalo destete-servicio (IDS). Tanto el IDE como el IDS deben ser igual o menor a siete días, y así alcanzar la meta del 95% de fertilidad.

No obstante las observaciones experimentales y de campo coinciden que el principal problema reproductivo es el retorno a estro. Un incremento del IDE y en consecuencia IDS en las cerdas, ocasiona una disminución en la duración de estro, poco tiempo en de ovulación y como consecuencia una disminución de partos/hembra/año. Lo que genera una inevitable inestabilidad en los flujos de producción y la ineficiencia de los sistemas intensivos de producción porcina.

En un intento por minimizar los efectos detrimentales debido al incremento del IDE se ha utilizado tecnología de la industria farmacéutica, infraestructura para minimizar la influencia del ambiente, dietas balanceadas de acuerdo a la etapa fisiológica de la cerda en reproducción, sistemas de identificación de la cerda destetada, prácticas que disminuyen el estrés provocado por factor social de las cerdas destetadas, adecuada exposición al semental y una buena identificación de estro. Por lo cual en la presente investigación se analizan los factores genéticos y ambientales que afectan el IDE -y en consecuencia el IDS- contrastando los resultados con el avance de los conocimientos y tecnologías para el control y manipulación de los eventos reproductivos, los cuales han evolucionado a través del tiempo.

2. ANTECEDENTES

2.1. Consideraciones preliminares sobre el concepto de sistema.

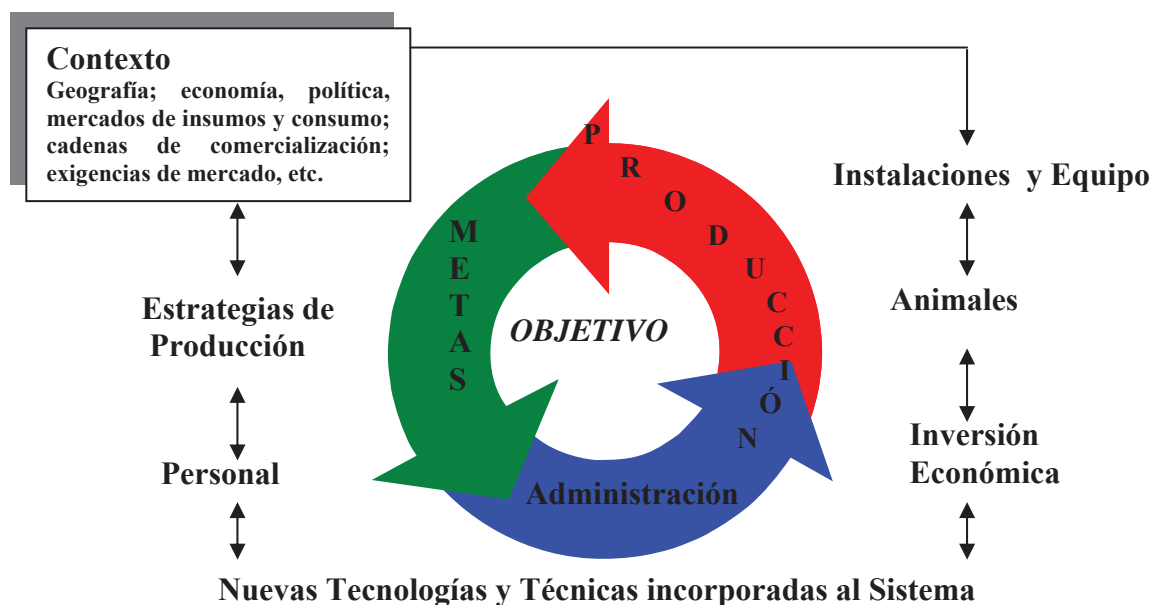
Para establecer y concebir un sistema de producción porcina es necesario partir primeramente de la definición de sistema. El concepto clásico de sistema, refiere a todas aquellas estructuras que están conformadas por dos o más elementos en compleja organización y que interaccionan entre sí para obtener un resultado definido; sea éste cualitativo o cuantitativo (Bertalanffy, 1973). Para Cárdenas (1984), los sistemas se dividen en dos grupos: cerrados o abiertos.

Los sistemas abiertos son aquellos que están dominados por elementos externos al mismo sistema y que afectan, directa o indirectamente sus resultados (Cárdenas, 1984).

De acuerdo con esta definición los sistemas de producción animal, de forma general, están catalogados como sistemas abiertos; sin embargo y de acuerdo a los propósitos de las diferentes disciplinas científicas que coadyuvan en la producción de los cerdos, también podrían ser catalogados como sistemas cerrados. Así, para los programas de mejoramiento genético se puede establecer que el sistema se cierre o se abra a material genético extraño a la población mejorada o a mejorar. Del mismo modo, para aspectos de bioseguridad, se requiere de un sistema cerrado, como una alternativa de control de enfermedades. Aspectos estos que concuerdan con la moderna definición de sistemas establecida por Niklas Luhmann (1990): *“Todo sistema posee la cualidad de abrirse o cerrarse”*.

Los sistemas de producción porcina presentan por sí solos una gran *complejidad*; de tal forma que no es posible plantear relaciones y correspondencias de forma lineal entre elementos del sistema. Además, este tipo de sistemas son *autopoiéticos*, en tanto estos puedan crear su propia estructura y los elementos de que se compone. Por tal motivo, los sistemas de producción porcina son *autorreferentes*, aspecto éste que les otorga la categoría de sistemas cerrados, pero con un atributo: se abren, es decir, poseen la cualidad de ser sistemas cerrados o abiertos de acuerdo a las diferentes situaciones que los ponga en riesgo: enfermedades, exigencias del mercado, economía y políticas del sector pecuario del país e incluso de la influencia de otro(s) país. La siguiente Figura podría unir y ejemplificar los postulados de Bertalanffy (1973), Cárdenas (1984) y Luhmann (1990).

Figura 1. Esquema generalizado de un Sistema de Producción Porcina (SPP)



Fuente: Ortiz y Ortega (2001).

En síntesis, el concepto de sistema se refiere a todas aquellas estructuras que están conformadas por dos o más elementos en compleja organización y que interactúan entre sí para obtener un resultado definido. Sin embargo, un sistema no es afectado directamente por la magnitud de sus propios productos y tiene una delimitación específica que considera a todos los mecanismos de retroalimentación participantes (Spedding, 1988; Ortiz y Ortega, 2001).

En sentido abstracto, los sistemas de producción porcina están compuestos por tres componentes: el hombre, el animal y la tecnología (Van, 1998). Bajo este enfoque, los sistemas de producción porcina no son capaces de tener vida propia, autorregulada e independiente del hombre, por ello y de de forma general se pueden encontrar los siguientes estados en los sistemas: I) sistema de producción *ideal*: el hombre manipula y controla las diferentes procesos de producción animal; II) sistema de producción *ordinario*; el sistema se le impone al hombre, independientemente de todos los deseos de éste para manipularlo o trasformarlo y, III) sistema de producción en *paralelo*; el sistema se presenta de forma indiferenciada: hombre y sistema de producción llevan existencias paralelas pero de forma simbiótica (Lushmann, 1990).

De la misma manera, la clasificación de los sistemas de producción porcina: *sistema de traspatio* o *familiar*, *sistema semi-intensivo* o *sistema intensivo* están determinados no por el entorno del sistema, sino por las fuerzas intrínsecas de los «*motivos*»¹ del hombre

¹ De forma general los motivos en la producción animal es de orden económico y no como se ha querido precisar “ambiguamente” como una fuente de empleo (Ortiz y Ortega, 2001). Para el sistema familiar los motivos pueden ser la obtención de carne a través de poca inversión de capital y tiempo en la actividad porcina rural.

(Luhmann, 1998). Así, la principal característica de todo sistema de producción porcina, independientemente del grado de tecnificación con el que cuente, es su *objetivo*: la generación de capital económico (utilidades) a través de la inversión económica en las diferentes etapas de producción (Kato, 1996). Por lo tanto, el cerdo es el medio para lograr dicho objetivo y esto se manifiesta en mayor grado en los sistemas semi-intensivos e intensivos de producción porcina.

2.2. Características de los sistemas intensivos de producción porcina.

Actualmente, los sistemas de producción porcina, tienen que ser eficientes en sus procesos productivos. Los sistemas eficientes se caracterizan por poseer procesos relativamente estables. Esta estabilidad va a depender de un conjunto de características, tales como: producción en cadena, procesos de administración de recursos humanos y materiales, confinamiento total, animales de alto rendimiento, alimentación balanceada de acuerdo a la etapa productiva, programas de alta salud y su integración a cadenas agroindustriales nacionales e internacionales (Flores *et al.*, 2007).

Así, la producción en cadena es un proceso global de producción, el cual se divide en etapas o fases y en donde cada etapa previa interacciona con las siguiente; ello con el propósito de mantener una producción constante. Las diferentes etapas o estados fisiológicos por las cuales pasan los cerdos son: *servicio, gestación, parto, lactancia, crecimiento, engorda y finalización*. Cada etapa de producción se define en términos

productivos por las características de los insumos utilizados y, en términos biológicos, sobre la base de manipular la adaptación de los animales; logrando el control de los eventos biológicos a través de la tecnología, en función de sus características genéticas y las variables fisiológicas que manifiestan según la etapa de desarrollo en la que se encuentren (Ortiz *et al.*, 2007).

Las fases de producción son planeadas en base a el flujo de producción, este concepto a nivel de las empresas porcinas significa que semanalmente se puedan servir un grupo de hembras reproductoras, el cual se mantiene en el parto y son la base para la formación de grupos uniformes al destete, la engorda y finalización de los animales. De ésta manera, se logrará entregar cada semana un número determinado de cerdos al mercado de acuerdo con la capacidad instalada de la explotación (Pérez, 2007).

En la etapa de servicio y gestación la variable con las que se mide su eficiencia se denomina intervalo destete servicio (IDS), el cual es igual o menor a siete días. Esta primera medición, establece la homogeneidad reproductiva de las hembras destetadas. Una medida que se asocia con el IDS, es el porcentaje de retornos a estro (PRE), que en realidad estima la actuación por grupo. Para los sistemas, el PRE antes de los siete días debe ser del $85 \pm 10\%$ (Flores, 2005). En la misma fase de servicio y gestación también se estima la tasa de concepción, la cual se mide a partir de los 21 días postservicio. Dicha medida debe ser $\geq 85\%$ para proporcionarle carácter de estabilidad, por lo que la mínima variabilidad debe ser como máximo del 15% (Flores *et al.*, 2007).

En el caso de los sistemas de producción porcina es necesario establecer objetivos y metas en cada proceso parcial de producción, como por ejemplo, en la fase de servicio donde el objetivo es detectar estros de manera eficiente, la meta es obtener el 95% de fertilidad (English *et al.*, 1992; Campos, 1995). En la fase de maternidad el objetivo es incrementar la tasa de partos (>85%), el número de lechones nacidos vivos (12 LNV) y disminuir la mortalidad predestete (<10%). En las fases de destete-engorda y finalización el objetivo es disminuir la mortalidad y la meta es 2%. Lo anterior permitirá la venta de grupos homogéneos de cerdos en periodos preestablecidos, lo que contribuye a la eficiencia productiva y económica del sistema (Ortiz *et al.*, 2004).

Sin embargo, la alteración de una fase de producción repercute en todo el sistema. Así, las lactaciones cortas (< 21 días) pueden incrementar el intervalo destete estro (IDE), ya que el amamantamiento es el principal factor en la inhibición de la actividad reproductiva durante periodo de la lactación (Pérez, 2007).

2.3. La tecnología y el hombre en los sistemas intensivos de producción porcina.

En la mayoría de las investigaciones de los sistemas intensivos de producción porcina no se cuantifica la acción directa del personal en los resultados de su productividad (Ortiz y Ortega, 2000). Sin embargo, uno de los mayores problemas en estos sistemas es sin duda el hombre, puesto que el sistema biológico del cerdo se ve frecuentemente alterado por esquemas de producción inadecuados o ejecutados con deficiencias de origen. Así, la desarticulación entre las acciones del personal y el cerdo, crean por lo

general un fracaso en el logro de objetivos y metas de todo sistema intensivo de producción porcina (Coleman *et al.*, 2000). La explicación más frecuente a este fracaso es atribuida a problemas del sistema biológico (cerdos) o a las enfermedades infecciosas; explicación *ad hoc*, bajo el supuesto de la eficiencia del personal o para satisfacer las respuestas a un problema que no es posible solucionar, por falta de elementos en el análisis del sistema (Ortiz y Ortega, 2000).

La principal característica del sistema intensivo de producción porcina, independientemente del grado de tecnificación con el que cuente, la utilización de una serie de estrategias tecnológicas para aumentar la productividad y la rentabilidad de los mismos (Dritz *et al.*, 1994). No obstante se ha demostrado que no todos los sistemas de producción porcina alcanzan altas tasas de producción y la estandarización del producto final y ello se debe, esencialmente, a que los sistemas de producción animal se encuentran dentro de la clasificación de sistemas abiertos (Kato, 1995; Ortiz y Ortega, 2002); lo que implica que importen y procesen elementos (energía, materia, información) de su ambiente; intercambios que determinan su equilibrio, capacidad reproductiva o continuidad, es decir, su viabilidad (Pérez, 2000).

En la actualidad, las políticas macroeconómicas y sectoriales recientes han tenido un fuerte efecto en el desarrollo del sector agropecuario, y en particular en el sector porcícola. El retiro de los apoyos del gobierno a los poricultores y los efectos de la apertura comercial han provocado una depuración en la actividad al consolidar a las empresas más eficientes y al eliminar a las semi-tecnificadas; esta depuración estuvo

asociada en gran medida al progreso tecnológico (García *et al.*, 2004). No obstante, Bello (2000), estableció que la incorporación de nuevas tecnologías en los sistemas de producción porcina no es sinónimo de eficiencia productiva, pues es necesario el dominio de los aspectos biológicos en cada uno de los procesos parciales de producción y éste deberá ser mayor a medida que se adquieran tecnologías más sofisticadas.

Así, los sistemas intensivos de producción porcina se han caracterizado por el uso de prácticas de alto grado de integración vertical en la cadena de producción porcícola, tanto hacia atrás como hacia delante; además han incorporado la aplicación de programas computarizados integrales para el manejo en general del sistema; utilizan: líneas genéticas especializadas, inseminación artificial, esquemas rigurosos de alimentación, programas sanitarios y de conservación del ambiente. Utilizando para ello, construcciones y equipo moderno altamente eficientes (Baxter *et al.*, 1980; FIRA, 1993; FIRA, 1997).

En lo referente a los sistemas intensivos de producción porcina de la Región de La Piedad, Michoacán, estos han incorporado una serie de tecnologías recientes y aún, se perciben como ineficientes. Esto debido principalmente a su alta variabilidad en cada uno de sus procesos de producción y en la calidad de sus productos (Ortiz, 1999; Pérez, 2000; Perea, 2003); lo que provoca inestabilidad en los mismos, al romperse la continuidad de los procesos parciales de producción (Flores y Ortiz, 2003). Para Sánchez (1998) y Perea (2003), esta variabilidad –en los sistemas intensivos de

producción porcina en la Región de La Piedad, Michoacán– es producto de las enfermedades infecciosas presentes en la región. Y se ha establecido que los agentes infecciosos impactan en forma negativa a la productividad de los animales en cualquiera de sus etapas de producción y conlleva al desequilibrio de los flujos de producción y en consecuencia a un incremento en el uso de instalaciones, mano de obra y capital (Dial, 1992).

Por lo que con lo anteriormente escrito, la mínima variabilidad del sistema queda pulverizada cuando se permite, por diferentes razones, la entrada de patógenos infecciosos al sistema. Ortiz y Ortega (2002), realizaron una investigación en la Región de La Piedad, Michoacán, sobre: el factor humano en la producción porcina, concluyen que la entrada de los patógenos al sistema intensivo de producción porcina sólo es atribuible al factor humano, es decir, cuando dicho factor relaja los programas de bioseguridad o aumenta el estrés de los animales por el uso ineficientes prácticas nutricionales, reproductivas o de confort.

Sin embargo, la inestabilidad de los sistemas intensivos de producción porcina también puede surgir por la variación inherente al uso de la tecnología, por la variación inherente al recurso humano, cuyo efecto es transitorio. Dentro de esta variación se encuentran: las prácticas de alimentación, inadecuado mantenimiento del equipo o su uso incorrecto, deficiencias en los programas de salud, inadecuada supervisión de servicios, entre otros. Sin embargo, en la mayoría de los procesos productivos de los sistemas

intensivos de producción porcina se pueden encontrar ambas variaciones en mayor o menor grado (Dial, 1996).

Así, la inestabilidad de los sistemas intensivos de producción porcina responde a deficiencias a la hora de crear y operar dichos sistemas. Lo que al agregarse a la variación inherente de la biología del cerdo, impacta sobre el pretendido objetivo de una mínima variabilidad de los sistemas intensivos de producción porcina. Al respecto Pérez (2000), en un sistema, observó una gran variabilidad en los flujos de producción y en consecuencia una inestabilidad y deficiencias. Las razones de la inestabilidad fueron atribuidas a la planeación y administración en la tasa de reemplazo y no a problemas inherentes al sistema biológico manipulado.

Ortiz (1999), al analizar la fase de reproducción de un sistema intensivo de producción porcina, en donde se utilizó la metodología del destete temprano segregado como medida de control de las enfermedades infecciosas, encontró que dicha metodología impactaba a la fertilidad y a la prolificidad de manera negativa y en consecuencia, provocaba inestabilidad reproductiva. La conclusión a la que llegó fue: los efectos detrimentales en la reproducción de los cerdas sometidas a lactaciones a 12 días no son atribuidos al destete temprano, sino más bien, se asocian a factores ambientales en donde se encuentran incluidos las deficiencias de los trabajadores al momento de manipular los procesos parciales de la reproducción.

Sánchez (1998), en un estudio de perfiles serológicos en dos sistemas intensivos de producción porcina (uno con un sitio único y el otro con tres sitios), determinó que el estado sanitario de los sistemas con un sitio único al igual que los de tres sitios presentaron circulaciones altas de varios patógenos en los animales en las distintas etapas de producción. Es decir, de nuevo se resalta que las inversiones económicas en paquetes tecnológicos altamente sofisticados, como es el caso de la creación de tres sitios, no garantiza la estabilidad, la mínima variabilidad y la eficiencia del sistema. Este mismo investigador, encontró una mejora en el sistema con tres sitios con respecto al sistema con un sólo sitio, debido a que los procesos tecnológicos de los sistemas con tres sitios proveen un mayor confort de los animales y en consecuencia un menor estrés.

Ortiz y Ortega (2002), intentaron explicar las causas de la alta variabilidad en los procesos de producción de un sistema intensivo de producción porcina (ubicado en La Piedad, Michoacán) y encontraron que la causa de la variabilidad fue el factor humano; debido esencialmente a dos causas: falta de capacitación del personal y apatía a disminuir esta variabilidad por parte de los trabajadores y de los técnicos. En éste trabajo se comprobó que una tecnología importante y de accesibilidad económica como es el termómetro de mínimas y máximas, no se utilizaba; por lo que el control del micro clima de los edificios no se hacía eficientemente, provocando un mayor estrés de los animales en las horas con temperaturas por arriba de los 25° C. Así, uno de los factores que propicia la ineficiencia en los diversos sistemas de producción animal, es la introducción parcial de tecnología. Al respecto, el proceso de transferencia de

tecnología en dichos sistemas no ha sido exitoso debido a que se ha tenido un concepto erróneo por parte de quienes han intentado transferir tecnología, así como de los productores o receptores de la tecnología (Coetano y Mendoza, 1994).

Es un hecho que el proceso de transferencia tecnológica incluye la participación de centros de investigación que generan tecnología (Bennett *et al.*, 2002; Smilor y Matthews, 2004; Yao *et al.*, 2004); los cuales participan evaluando él o los sistemas de producción, validando tecnologías e implementando la apropiada en o los sistemas, para posteriormente ser evaluada mediante sus parámetros de producción y constatar si existió o no el proceso de asimilación tecnológica.

Respecto a la asimilación tecnológica, esta implica el dominio que tengan los operarios sobre la tecnología transferida. Y por lo tanto, se evalúa a partir del mismo dominio: de ser positiva ésta, se obtendrá el objetivo de la transferencia de tecnología que es la maximización de la producción mediante nuevas formas de producción (Singh, 2003; Price, 2003; Uden, 2004).

Coetano y Mendoza (1994) establecen que el proceso de adopción de tecnología se circunscribe a una acción propia del productor, es decir, que es el propio productor quien determina el tipo de tecnología más conveniente a instaurar en su sistema de producción y por lo general, esta acción proviene de una serie de problemas presentes en el sistema y un intento de resolverlos a través de la tecnología seleccionada: ya sea

por imitación o por sugerencia de proveedores o especialistas en producción agropecuaria.

De aquí la importancia de establecer si el intervalo destete-servicio ha sido controlado y manipulado a lo largo de un periodo de 11 años, mediante la acción del personal y con el uso de técnicas y tecnologías en un sistema intensivo de producción porcina. Puesto que la evolución de los sistemas intensivos de producción porcina se debe en parte al avance e innovación de tecnologías para la producción porcícola.

2.4. Efectos ambientales sobre el intervalo destete-estro y destete-servicio.

2.4.1. Tamaño de camada e intervalo destete-servicio:

El efecto del número de lechones vivos y destetados sobre el intervalo destete-servicio biológicamente puede ser explicado, a través de lo que algunos investigadores denominan intensidad de amamantamiento, el cual se asocia con el número de lechones que amamanta la cerda (Almond, 1992; Tubbs, 1992; Clowes, *et al.*, 2003). No obstante, para explicar este fenómeno es necesario determinar la endocrinología de la cerda lactante: así pues, como consecuencia directa del parto aparecen cambios endocrinológicos que se relacionan con el inicio del amamantamiento y durante esta etapa, el sistema reproductivo de la cerda pasa por tres distintas fases: a) fase hipergonadotrópica, que dura 2 a 3 días después del parto; b) fase hipogonadotrópica o de transición, que empieza aproximadamente al 3^{er} día y culmina cerca del día 14^o de lactación y, c) fase de normalización, que va del día 14 hasta el día 21 posparto. La

manifestación y duración de estas fases dependen de la intensidad de amamantamiento, edad al destete, el estado nutricional, el número de parto y la estación del año (Varley y foxcroft, 1990; Britt, 1996).

Con respecto al párrafo anterior, se ha establecido que los efectos de la presencia de quistes foliculares a causa de un destete inmediatamente después del parto o entre los dos primeros días pueden ser: 1) Un prolongado e impredecible retorno a estro, 2) estros constantes, 3) prolongado anestro y, 4) estros irregulares. Pues la fase endocrinológica por la que atraviesan estas cerdas es la hipergonadotrópica, cuyos efectos indeseables son más prominentes en las cerdas primíparas que en las múltiparas (Dial y Almond, 1998; Britt 1996). De hecho, el inicio del amamantamiento incrementa los niveles tónicos de los opioides endógenos, los cuales son los responsables de inhibir la liberación de LH y FSH (Britt, 1996). Posiblemente los opioides endógenos durante la lactación actúan en el hipotálamo del cerdo, compitiendo por los sitios receptores de estrógenos y reduciendo la liberación de GnRH, causando por lo tanto la inhibición de LH (Kraeling y Barb, 1990). De esta manera, el mecanismo de retroalimentación positiva de los estrógenos a nivel del hipotálamo no funciona y durante este período (tres a catorce días postparto), la LH y FSH alcanzan su punto más bajo durante la lactación y los folículos de tamaño ovulatorio desaparecen de los ovarios. La cerda entra entonces en un estado profundo de anestro, denominado anestro lactacional (Britt, 1996).

El destete reduce el tono de los opioides endógenos lo cual resulta en un incremento de la secreción pulsátil de LH, lo que estimula el inicio del estro (Britt, 1996). Sin embargo, parece ser que la fase de normalización esta supeditada al número de lechones que amamanta la cerda, pues se ha observado que cuando se reduce el tamaño de camada, al utilizar el sistema del destete parcial tempranamente en la mitad del total de los lechones amamantados, se logra que las cerdas retornen con mayor rapidez a estro y se disminuya tanto el intervalo destete-estro como el intervalo destete-estro (Reese *et al.*, 1985; Gordon, 1989). Así mismo, Britt (1996) indica que en las cerdas destetadas después de dos semanas –fin de la fase de transición e inicio de la fase de normalización–, el intervalo destete a estro es afectado más profundamente por la intensidad del amamantamiento de la camada. Lo que concuerda con los resultados de Ortiz (1999), quien encontró que existe efecto del tamaño de la camada (TC) sobre el intervalo destete-servicio ($p < 0.01$), cuantificándose para β_1 en 0.30 días. Es decir, que por cada lechón más en el TC, el intervalo destete-servicio se incrementa en 0.30 días.

2.4.2. Período de lactación e intervalo destete-servicio:

En relación a la longitud de la lactación, la información obtenida bajo condiciones experimentales (con 75 hembras o menos) muestra que conforme se acorta el período de lactación, el IDE se alarga, siendo más evidente este fenómeno, en lactaciones de una semana o menos; observándose una gran variabilidad en el intervalo destete-estro, de 8 a 19.7 días. No obstante, cuando las cerdas se destetan a las dos semanas de lactación, se observa un efecto moderado sobre el intervalo destete-estro y una mayor

uniformidad de los valores promedio, con respecto a los obtenidos bajo destetes de una semana o menos.

En contraste, resultados recientes obtenidos bajo condiciones de campo señalan que el porcentaje de cerdas que retornaron a estro durante los primeros 6 días postdestete fue del 9, 50, 75 y 80% con períodos de lactación de 1, 2, 3 y 4 semanas respectivamente. Como consecuencia directa de este hecho el intervalo destete-estro se incrementó afectando a su vez al intervalo destete-servicio (IDS); el cual aumentó conforme se acortó el período de lactación, siendo el efecto más pronunciado en destetes de una semana (IDS de 22 días) en comparación con lactaciones de tres semanas (IDS < 8 días). Estos resultados fueron obtenidos en trabajos realizados en granjas comerciales. Las conclusiones de estudios previos determinan que lactaciones menores de tres semanas tienen como resultado un aumento en el intervalo destete-estro (IDE) y en consecuencia un aumento en el IDS (Dial., *et al* 1992; Xue *et al.*, 1992), encontraron que el IDS se incrementa bajo períodos de dos semanas, sin embargo, lactaciones de 3 a 6 semanas no afectan el IDS. Por su parte, Foxcrof, *et al* (1998), no observó diferencias significativas en el IDE, con lactaciones de 8 a 19 días, aunque fue significativamente más corto en lactaciones de 20 días o más. Por otra parte, estos resultados de comportamiento reproductivo coinciden con los estudios endocrinológicos reproductivos de la cerda durante la lactación. Además, se ha determinado que el fin del período de lactación normalmente genera un incremento en la síntesis de GnRH y de LH, siempre y cuando este ocurra entre los días 14 a 21 postparto ó después de la fase de transición (Britt, 1996).

2.4.3. Efecto de la temperatura en el intervalo destete-servicio:

Las altas temperaturas ($> 25^{\circ}\text{C}$) provocan un retraso en el estro post-destete (Quiles y Hevia, 2007). Según Dourmad (1988) por cada grado de temperatura que se eleva en el ambiente por encima de los 16°C , la cerda consume 170gr menos de alimento al día. Así Barb *et al.* (1991) observaron como en cerdas sometidas a altas temperaturas durante la lactación existe un incremento de la somatotropina y una disminución del cortisol, lo cual podría alterar la secreción de gonadotropinas o modificar el crecimiento folicular directamente a nivel de ovario. Por otra parte la exposición continua de cerdas adultas a altas temperaturas tiene un efecto negativo sobre la ovulación y provoca una marcada incidencia de anestros y reducción en el porcentaje de gestación (D' Arce y Teagues 1970; Quiles y Hevia, 2005). Trevis (1980), establece que las altas temperaturas pueden provocar demora en la presentación del estro, anestro, reducción del número de partos y el tamaño de la camada, siendo las cerdas más sensibles a estas condiciones, en comparación a las hembras de otras especies.

2.4.4. Número de parto de la cerda e intervalo destete-servicio:

Sesti y Britt (1993), Britt (1996) y Koketsu y Dial (1997), han determinado que la madurez de la cerda tiene una gran influencia sobre el intervalo destete-estro, siendo las cerdas primíparas las que presentan un intervalo mayor en comparación con las cerdas múltiparas. Ortiz (1999) encontró que el número de parto de la cerda contribuyó ($p < 0.01$) en la variación del intervalo destete-servicio, estableciendo que dicho intervalo en cerdas de segundo parto es mayor (9.45 días) en comparación con el tercero, cuarto y quinto parto, (6.8, 5.8 y 5.9 días, respectivamente), con diferencias estadísticas entre

sí ($p < 0.05$). Esto se debe probablemente a que existe variación metabólica entre las cerdas primíparas y multíparas. Así, las cerdas primíparas son más vulnerables a los efectos inhibitorios de secreción de GnRH y LH durante el amamantamiento. Esta información permite establecer que las piaras jóvenes tendrán tendencias hacia un aumento en el intervalo destete-servicio independientemente del período de lactación al que estén sometidas.

2.4.5. Época de año e intervalo destete-servicio:

Armstrong, *et al* (1986), Almond (1992) y Britt (1996), han señalado previamente la existencia de un efecto de la estación del año (época) sobre el intervalo destete-servicio, pero ha sido durante el verano donde ellos han encontrado un mayor impacto. No obstante, Almond (1992), refiere que en la actualidad la influencia de la estación tiende a ser mínima, debido a las recientes mejoras en las prácticas de manejo sobre las cerdas destetadas, lo que provoca una mayor uniformidad en el intervalo destete-servicio y un incremento en el porcentaje de cerdas que retornan a estro dentro de los 7 días postdestete durante las distintas estaciones del año. Sin embargo, estos efectos no están totalmente controlados en las granjas estudiadas, como lo muestran los resultados obtenidos por Ortiz (1999); quien encontró un efecto altamente significativo ($p < 0.001$) de la interacción estación-año sobre el intervalo destete-servicio. Las medias de mínimos cuadrados y su error estándar para el intervalo destete-servicio, fueron: verano (1995), 6.82 ± 0.58 ; otoño (1995), 7.08 ± 0.50 ; invierno (1995-1996), 7.80 ± 0.49 y primavera (1996), 6.45 ± 0.50 . Para este mismo investigador el efecto de época esta enmascarando deficientes prácticas administrativas y de manejo, tales

como: un relajamiento en el régimen de alimentación o en la vigilancia de la presentación de estro de las cerdas destetadas durante las diferentes épocas del año. A lo que también se le conoce como efecto de Granja: se considera que el efecto de granja involucra principalmente los siguientes aspectos: personal, alojamiento y equipo, genotipo de la piara reproductora, número de vientres, estructura media de partos y las técnicas reproductivas y nutricionales utilizadas (Ortiz, 1999).

2.4.6. Efecto del intervalo destete-estro sobre la productividad de la piara:

Las observaciones experimentales y de campo coinciden que el principal problema reproductivo es el tiempo para retorno a estro (Willis *et al.*, 2003). El problema del incremento del intervalo destete estro y en consecuencia del intervalo destete-servicio en las cerdas, es que ocasiona una disminución en la duración del estro, una disminución en el tiempo de ovulación y como consecuencia una disminución de la tasa de partos y en el tamaño de camada (Steverink *et al.*, 1999; Willis *et al.*, 2003). Además, se disminuye el porcentaje de servicios a 7 días postdestete (PS7D) (Dusza *et al.*, 1979), hasta en un 68% (Merks *et al.*, 1995), esto en comparación con la meta establecida del 85% (Xue *et al.*, 1992), lo que representa el 17% menos del PS7D. Así, la reducción del PS7D, tiene como consecuencia una disminución en la eficiencia reproductiva y productiva del sistema; debido al aumento en los días no productivos y a la disminución del número de partos/hembra/año (Merks y Molendijk, 1995). Lo que genera inevitablemente la inestabilidad en los flujos de producción y la ineficiencia de los sistemas intensivos de producción porcina.

No obstante, en un intento por minimizar los efectos detrimentales debido al incremento del intervalo destete-estro, se ha utilizado tecnología de la industria farmacéutica, con el objetivo de mejorar la reproducción de los animales; interviniendo en la fisiología de la reproducción con varios métodos que han probado controlar los ciclos reproductivos de la cerda. Algunos fármacos que interrumpen la actividad ovárica (progestágenos) o provocar la regresión del cuerpo lúteo (prostaglandinas) o inducen el desarrollo folicular y la ovulación. Este último grupo incluye las gonadotropinas exógenas, tales como: Gonadotropina coriónica equina y Gonadotropina coriónica humana en forma separada o conjunta. Se han observado buenos resultados con el uso de Gonadotropina coriónica equina y Gonadotropina coriónica humana en el manejo reproductivo de cerdas de distintas categorías (Videla y Wüst, 2006).

Existen otras técnicas utilizadas en los sistemas de producción porcina para mejorar el comportamiento del intervalo destete-estro. Al respecto, Almond (1992), refiere que en la actualidad la influencia del ambiente tiende a ser mínima, debido a las recientes mejoras en: edificios, equipo y prácticas de manejo sobre las cerdas destetadas, lo que provoca una mayor uniformidad en el intervalo destete-estro y un incremento en el porcentaje de cerdas que retornan a estro dentro de los 7 días postdestete durante las distintas estaciones del año. En cuanto a otras técnicas, se encontró que para que exista un porcentaje elevado de cerdas con un intervalo destete-estro menor a 7 días, se requiere de un adecuado consumo de alimento, facilidad de identificación de la cerda destetada, disminución del estrés provocado por la interacción social entre cerdas destetadas, adecuada exposición del semental y una buena identificación de estros

(Ortiz, 1999). Además, Dial y Almond (1988) establecen que la genética (razas, híbridos y/o líneas) también contribuyen con el incremento o disminución del intervalo destete-estro.

Una medida que se asocia con el intervalo destete-servicio, es el porcentaje de retornos a estro (PRE), que en realidad estima la actuación por grupo. Para los sistemas, el PRE antes de los siete días debe ser del $85 \pm 10\%$ (Flores, 2005), aspecto que está determinado por la eficiencia del intervalo destete-estro (IDE). En la misma fase de servicio y gestación también se estima la tasa de concepción, la cual se mide a partir de los 21 días postservicio. Dicha medida debe ser $\geq 85\%$ para proporcionarle carácter de estabilidad, por lo que la mínima variabilidad se encuentra como máximo en un 15% (Flores *et al.*, 2007). Así, el comportamiento del IDE y en consecuencia del IDS determinaran en gran medida la eficiencia reproductiva postparto de las cerdas y del sistema en general. Puesto que la eficiencia de ambos intervalos (IDE e IDS) permite la formación de grupos homogéneos de cerdas en periodos preestablecidos, lo que contribuye a la eficiencia productiva y económica del sistema (Ortiz *et al.*, 2004). Ello en estrecha relación con el avance de los conocimientos y de tecnologías para el control y manipulación de los eventos reproductivos los cuales evolucionan conforme transcurre el tiempo.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Es un hecho que los sistemas intensivos de producción porcina son el resultado de una serie de cambios tecnológicos evolutivos que se han acondicionado a través del tiempo para que los procesos de producción sean más eficientes, dinámicos y homogéneos. No obstante, los sistemas de producción porcina de la Región de La Piedad, Michoacán, aún y cuando han incorporado una serie de tecnologías para eficientar la producción se perciben como ineficientes. Dentro de las causas de variación se encuentran: las prácticas de alimentación, inadecuado mantenimiento del equipo o su uso incorrecto, deficiencias en los programas de salud, inadecuada supervisión de servicios, entre otros muchos más. Mismas que pueden presentarse en las diferentes etapas fisiológicas por las cuales pasan los cerdos, tales como: *servicio, gestación, parto, lactancia, crecimiento, engorda y finalización*. Bajo el enfoque de la *teoría general de sistemas*, se puede establecer que una alteración en una de las partes del sistema repercutirá en el resto del sistema. Así, el incremento del intervalo destete-estro y en consecuencia del intervalo destete-servicio en las cerdas, ocasiona una disminución en la duración del estro, disminuye la fertilidad y prolificidad de la cerda, cuya consecuencia es una disminución en la eficiencia reproductiva y productiva del sistema; debido al aumento en los días no productivos, a la disminución del número de partos/hembra/año, disminución en el número de cerdos destetados y finalizados/cerda/año. Por todo lo anteriormente escrito, es importante analizar los factores genéticos y ambientales que afectan al intervalo destete-estro (IDE) y en consecuencia el intervalo destete-servicio (IDS) y como se comportan estas variables a lo largo del tiempo (11 años).

4. HIPÓTESIS

El sistema intensivo de producción de cerdos debe tener mayor control sobre el intervalo destete servicio conforme transcurre el tiempo, debido a los avances científicos y tecnológicos para el control y la manipulación de las variables biológicas asociadas a dicho intervalo.

5. OBJETIVOS

- Evaluar los factores genéticos y ambientales que afectaron el intervalo destete servicio (IDS) en un sistema intensivo de producción porcina de La Piedad, Michoacán, en el transcurso de 11 años (1993-2003).
- Determinar la importancia de los factores que interfieren en el retorno a estro en cerdas en sistemas de producción intensiva.
- Examinar a través de un estudio retrospectivo (1993-2003), los efectos del manejo reproductivo sobre productividad de las cerdas en los sistemas de producción intensiva.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó bajo la metodología de la documentación retrospectiva, utilizando para ello la información de un sistema de producción porcina localizado en la Región de La Piedad, Michoacán, México, con un inventario de 2 400 hembras, sometidas a períodos de lactación de 21 días en promedio. El esquema de cruzamiento utilizado es de tipo terminal con líneas parentales comerciales. En este sistema se encuentra únicamente la piara reproductiva y constituye el sitio uno; pues está incorporado a un sistema de producción de tres sitios aislados. El sistema posee edificios de confinamiento tipo semi-abierto; planeados para un uso intensivo en confinamiento total de los cerdos y distribuidos por áreas, tales como: cerdas de reemplazo, cerdas destetadas o vacías, gestación, parto y lactación. Las diferentes etapas de producción por los cuales pasan los cerdos son: servicio, gestación, parto, lactancia, crecimiento y finalización.

6.1. Manejo de la cerda.

Las prácticas reproductivas y de alimentación de las cerdas durante y después de la etapa de lactación, se detallan a continuación. Al inicio de la lactación se le suministró a la cerda 2 kg de alimento (15.5% proteína cruda), incrementándose éste conforme progresa la lactación, alcanzando un promedio de 4 kg diarios en la cerda primípara y de 6 kg en las cerdas multíparas, los cuales fueron distribuidos en dos porciones, una por la mañana y la otra por la tarde.

Las cerdas recién destetadas, fueron agrupadas de acuerdo al peso, tamaño y número de parto. Aquí se les proporcionó a las cerdas 2 kg de alimento, el cual contenía un 14% de proteína cruda. Una vez agrupadas las cerdas, la detección de estros se realizó con la ayuda de un semental, 24 h después de haber realizado el destete: dos veces al día, con una duración de 2 horas por vez; las cerdas que no entraron en estro antes de 7 días fueron reagrupadas con los nuevos lotes de cerdas recién destetadas. Detectado el estro, la cerda fue inmediatamente trasladada al área de gestación, donde fue inseminada. La alimentación (14% de proteína cruda) en esta área fue de 2 kg diarios de alimento durante la mayor parte de la gestación (107 días) o hasta 3 kg si la condición corporal de la cerda fue menor a 3, estos 3 kg de alimento diario se suministraron hasta que la cerda alcance una condición corporal de 3.

6.2. Método.

Para cubrir el objetivo de la presente investigación se recopiló y depuró la información reproductiva obtenida a lo largo de un periodo de 11 años (1993-2003) del sistema intensivo de producción porcina en estudio. Los indicadores evaluados fueron: intervalo destete-servicio/número de parto (1, 2, 3...,8), intervalo destete-servicio/genotipo (F_1 Yorkshire x Landrace; $\frac{3}{4}$ Yorkshire x $\frac{1}{4}$ Landrace; Camborough 22 y Yorkshire), intervalo destete-servicio/época de parto (primavera, verano, otoño e invierno), intervalo destete-servicio/año de parto (1993 a 2003). Dicha información se analizó utilizando el procedimiento mixed del paquete estadístico (SAS, 2000). Para probar diferencias entre genotipos se utilizó como termino de error el cuadrado medio de la cerda dentro del

genotipo, mientras que para los efectos de número de partos, época de parto y año de parto se utilizó el cuadrado medio de residuales. Las comparaciones entre medias se realizó por la metodología de medias de mínimos cuadrados (SAS, 2000). Los componentes de varianza para cerda anidada dentro de genotipo y residual se estimaron mediante el procedimiento de máxima verosimilitud restringida (REML), en un intento de tomar en cuenta la “pérdida de grados de libertad” resultante al estimar los efectos fijos, esto de acuerdo a Patterson y Thompson (1971).

El modelo utilizado fue el siguiente: $Y_{ijklmo} = \mu + G_i + A_j + E_k + NP_l + C_m(G)_i + e_{ijklmo}$

Donde:

Y= una observación del IDS

μ = media general

G_i = efecto fijo del i - ésimo genotipo ($i=1, 2, \dots, 4$)

A_j = efecto fijo del j - ésimo año ($j = 1, 2, \dots, 11$)

E_k = efecto fijo k - ésima época ($k = 1, 2, \dots, 4$)

NP_l = efecto fijo l – ésimo parto ($l = 1, 2, \dots, 8$)

$C_m(G)_i$ = efecto aleatorio de la m - ésima cerda anidada en el i - ésimo genotipo, normal

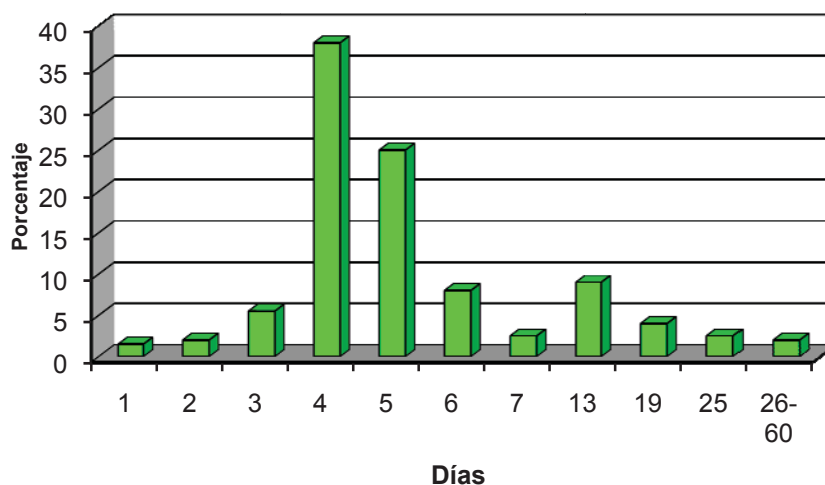
e independientemente distribuido $(0, \sigma_v^2)$

e_{ijklmo} = el error residual NID $(0, \sigma_e^2)$

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran que el promedio general para el intervalo destete-servicio (IDS) en once años fue de 7.01 ± 6.3 días; mismo que se encuentra dentro de lo establecido para este indicador ($IDS \leq 7$ días) en sistemas de producción intensivo (PigCHAMP, 1999). Sin embargo, la variabilidad del intervalo destete-servicio (± 6.3 días) propicio que solamente el 80% de las cerdas destetadas retornaran a estro antes de los 7 días postdestete, por lo que es posible encontrar un retorno a estro en cerdas destetadas a partir del primer día postdestete; siendo en el cuarto y quinto día donde se concentro el mayor porcentaje de cerdas que retornan a estro (38 y 25%, respectivamente). Mientras que en el sexto día el retorno a estro no superó el 8% y para el séptimo día tan sólo se encontró un 2.5% de cerdas con retorno a estro (Figura 2).

Figura 2. Distribución del porcentaje de cerdas que retornan a estro después del destete



De acuerdo con los valores consignados en la Figura 2, se observa que sólo el 80% de las hembras son servidas antes de 7 días postdestete. Dicho valor no concuerda con el 85% de cerdas servidas antes de 7 días postdestete establecido para los sistemas con flujos de producción eficientes y estables (Ortiz *et al.*, 2007). Este resultado encontrado en el presente trabajo (80% de hembras servidas antes de 7 días) estuvo determinado por la variabilidad del intervalo destete servicio; aspecto que puede afectar la estabilidad del flujo. Puesto que el efecto directo del incremento en el intervalo destete-servicio es una menor duración del estro, disminución en el tiempo de ovulación, disminución de la tasa de partos y del tamaño de camada; además, puede ocasionar una disminución del número de partos/hembra/año y un menor número de lechones destetados/año (Pérez *et al.*, 2008).

Los resultados también muestran que el genotipo afectó ($p < 0.05$) al intervalo destete-servicio, dato que concuerda con investigaciones en torno al comportamiento de diferentes genotipos en el aspecto reproductivo; de hecho se sabe que el genotipo es el factor determinante en el tiempo de retorno a estro en cerdas (Aumatre *et al.*, 1976; Ten Papel, 1998 y Sterning *et al.*, 1998) y en consecuencia también el genotipo determina el intervalo destete-servicio.

En este trabajo se encontró que las cerdas F_1 (Landrace x Yorkshire) presentaron un mayor intervalo destete-servicio (7.2 ± 0.16), en comparación con el resto de los

genotipos evaluados (Cuadro 1). Resultados que no concuerdan con lo encontrado por Pérez *et al.* (2008); en donde el genotipo F₁ (Landrace x Yorkshire) obtuvo un intervalo.

Cuadro 1. Medias de mínimos cuadrados por genotipo para intervalo destete-servicio para cerdas en un sistema intensivo de producción porcina

Genotipo	N	Media*	E.E
F ₁ (Yorkshire x Landrace)	2857	7.2 ^b	0.16
³ / ₄ Yorkshire x ¹ / ₄ Landrace	5535	6.7 ^a	0.11
Camborough 22	15592	6.6 ^a	0.07
Yorkshire	11018	6.7 ^a	0.08

^{a, b} Literales distintas indican diferencias estadísticas ($p < 0.01$)

N= número de observaciones

*=días

El genotipo F₁ (Landrace x Yorkshire) debería poseer una superioridad sobre las razas por el efecto de heterosis; aspecto que no se reflejó al compararse con la raza Yorkshire (Cuadro 1). No obstante, el híbrido ³/₄ Yorkshire x ¹/₄ Landrace fue estadísticamente igual ($p > 0.05$) al genotipo Yorkshire, pero diferente ($p < 0.05$) a F₁. En lo que respecta a la raza Yorkshire, Wise *et al.* (2000) encontraron que en las cerdas de razas europeas el intervalo destete-servicio fue de 4.8 días, resultado inferior a lo obtenido en el genotipo analizado en el presente trabajo (6.7 días, Cuadro 1). Por otra parte, Clutter *et al.* (1995) y Willis *et al.* (2003) indican que el intervalo destete-servicio en genotipos como la línea Camborough 22 se incrementa por arriba de los 7 días. Aspecto que tampoco concuerda con los resultados de la presente investigación (Cuadro 1).

Esta diferencia en el comportamiento del intervalo destete-servicio entre híbridos, líneas genéticas y razas se debe a que los genotipos seleccionados para velocidad de crecimiento y magres de la canal, como es el caso de Camborough 22, presentan hipofagia fisiológica durante la fase temprana de lactación, lo que ocasiona menor deposición de grasa dorsal y baja condición corporal al destete y en consecuencia, una deficiencia reproductiva (George *et al.*, 2002). Lo que posiblemente también le ocurrió al híbrido $\frac{3}{4}$ Yorkshire x $\frac{1}{4}$ Landrace puesto que este esquema de cruzamiento en el sistema analizado estaba orientado a la obtención de cerdos con velocidad de crecimiento y magres de la canal. No obstante, la línea Camborough 22, el híbrido ($\frac{3}{4}$ Yorkshire x $\frac{1}{4}$ Landrace) y la raza Yorkshire lograron un menor intervalo destete-servicio (6.7, 6.6 y 6.7 días, respectivamente), con respecto a las cerdas F_1 (7.2 días).

Posiblemente el resultado del genotipo F_1 fue determinado por la estructura de piara de estas cerdas –la estructura de las cerdas F_1 estuvo constituida por un menor porcentaje de hembras multíparas en comparación con la estructura del resto de los genotipos evaluados (Cuadro 2)-. Aspecto que concuerda con D’Allaire *et al.* (1992), quienes determinan que las estructuras de piara con menos del 70% de cerdas multíparas ocasionan mayor intervalo destete-servicio, debido a que este porcentaje (< 70%) no es capaz de contrarrestar los efectos de una menor eficiencia reproductiva de las hembras jóvenes y viejas.

Cuadro 2. Estructura de piara por genotipo en un sistema intensivo de producción porcina

Genotipo	Estructura de piara (%)		
	Primerizas	Múltiparas	Viejas
F ₁ (Yorkshire x Landrace)	37.8 ^a	41.2 ^a	21.0 ^a
¾ Yorkshire x ¼ Landrace	29.0 ^b	46.6 ^b	24.4 ^b
Camborough 22	31.3 ^b	46.5 ^b	22.2 ^a
Yorkshire	30.5 ^b	49.9 ^c	19.6 ^c
Estructura ideal*	15	70	15

^{a, b} Literales distintas indican diferencias estadísticas ($P < 0.01$)

* Kato (1995)

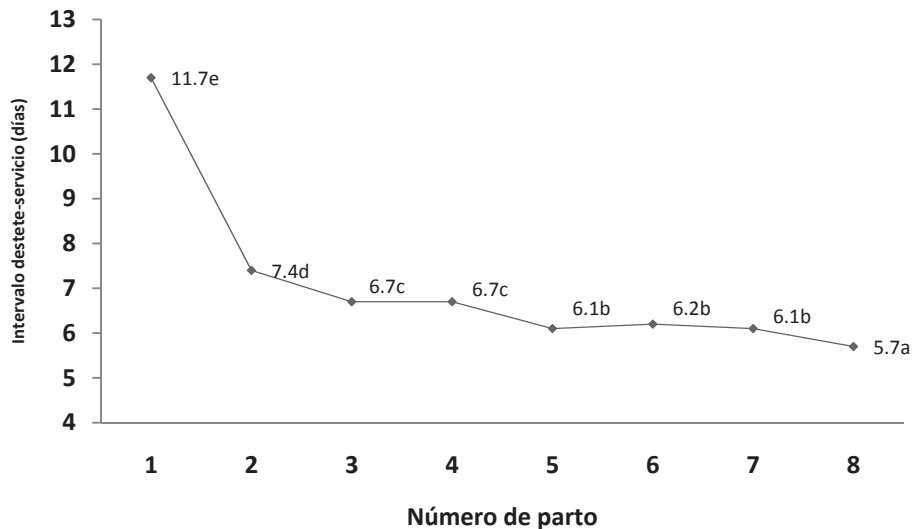
En el Cuadro 2, se observa que la estructura de la piara, de acuerdo al genotipo, no se aproxima a la estructura ideal de un sistema intensivo de producción porcina, puesto que, el genotipo F₁ supero el 15% establecido tanto para cerdas primíparas como para cerdas viejas en base a una estructura ideal; lo cual pudo repercutir en el intervalo destete-servicio (7.2 días), debido a que las proporción de múltiparas en el genotipo F₁ no fue capaz de contrarrestar los efectos detrimentales en la reproducción de las cerdas primíparas y múltiparas en dicho genotipo.

En relación a la importancia del número de partos sobre el intervalo destete servicio, Britt (1996) y Koketsu y Dial (1997), determinan que la madurez de la cerda tiene una gran influencia sobre el intervalo destete-servicio, siendo las cerdas primíparas las que presentan un intervalo mayor en comparación con las cerdas múltiparas. Esto se debe probablemente a que existen diferencias metabólicas entre las cerdas primíparas y múltiparas y porque las cerdas primíparas son más vulnerables a los efectos inhibitorios de secreción de GnRH y LH por el amamantamiento (Sesti y Britt, 1993); esto en

comparación con las cerdas adultas, quienes mostrarán esto aproximadamente cada 21 días hasta la edad de 10 a 12 años; edad en la que empieza afectarse la función ovárica (Huches, 1988) y, en consecuencia, las funciones reproductivas decrecen.

De acuerdo a los resultados del presente trabajo, se pudo establecer que las cerdas del 1^{er} y 2^o parto mostraron un intervalo destete-servicio mayor (11.7 y 7.4 días, respectivamente), en comparación con el resto de los partos evaluados (Figura 3).

Figura 3. Medias de mínimos cuadrados por número de parto para intervalo destete-servicio para cerdas en un sistema intensivo de producción



a, b, c, d, e Literales distintas indican diferencias estadísticas ($P < 0.01$)

Los resultados de la Figura 3, concuerdan con Ortiz (1999), quien observó que en las cerdas de 1^{er} y 2^o parto el intervalo destete-servicio fue mayor (9.45 días) en comparación con el intervalo destete-servicio del 3^o, 4^o y 5^o parto (6.8, 5.8 y 5.9 días,

respectivamente); con diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre sí. Es por ello que la distribución normal de un sistema intensivo de producción debe ajustarse a 15% de reemplazos, 15% primíparas y un 70% múltiparas para mantener la productividad de la granja, con equilibrio sobre todo en cerdas de segundo y quinto parto (Kato *et al.*, 1995).

La época de parto afectó significativamente al intervalo destete-servicio, lo que concuerda con Almond (1992), quien señaló la existencia de un efecto de la estación o de época del año sobre el intervalo destete-servicio. No obstante, Blestra *et al.* (2004), determinaron que el efecto de época sobre el intervalo destete-estro depende de la infraestructura tecnológica para el control de las variables ambientales, en cada sistema intensivo de producción porcina. Sin embargo, los resultados determinaron que los intervalos destetes-servicios para las épocas de verano y otoño (7.8 ± 0.09 y 7.6 ± 0.09 días, respectivamente) sobrepasaron la meta establecida: ≤ 7 días (Cuadro 4). Resultados que coinciden con Rozeboom *et al.* (2000), quienes registraron en la época calurosa un incremento en el intervalo destete-servicio. Pero no con los encontrados por Ortiz (1999), quien registró en verano un intervalo destete-servicio de 6.82 ± 0.58 días y en otoño fue de 7.08 ± 0.50 días, resultados posiblemente afectados por el manejo de las cerdas. Para Almond (1992), la influencia de la estación tiende a ser mínima en la actualidad, debido a las recientes mejoras en las prácticas de manejo sobre las cerdas destetadas, lo que provoca una mayor uniformidad en el intervalo destete-servicio y un incremento en el porcentaje de cerdas que retornan a estro dentro de los 7 días postdestete durante las distintas estaciones del año.

Por otra parte, durante el verano las temperaturas son más altas que en el resto de las estaciones; hecho que produce una modificación del balance térmico de los animales y los mecanismos termorreguladores tienden a mantener una temperatura corporal normal y a ajustar todas las funciones biológicas a las necesidades requeridas (Quiles y Hevia, 2003). Además, en esta época del año la temperatura supera los 18°C, lo que somete a las cerdas a estrés calórico (Johnston *et al.*, 1998) y provocará, de acuerdo a la magnitud y duración del estrés, una disminución del consumo de alimento y una pérdida de peso corporal, en consecuencia un incremento del intervalo destete-servicio subsiguiente a dicho estrés. Al respecto Ortiz y Ortega (2001), observaron que temperaturas entre 18 y 27°C en el área de parto y lactancia están asociadas con irregularidades en la prolificidad, condición corporal al destete, bajo consumo de alimento, incremento en el intervalo destete-servicio independientemente del número de parto y genotipo de las cerdas.

Cuadro 3. Medias de mínimos cuadrados por época para intervalo destete-servicio para cerdas en un sistema intensivo de producción

Época	N	Media*	E.E
Primavera	9012	6.8 ^b	0.09
Verano	9009	7.8 ^d	0.09
Otoño	8909	7.6 ^c	0.09
Invierno	8626	6.1 ^a	0.10

a, b, c, d Literales distintas indican diferencias estadísticas (p<0.01)

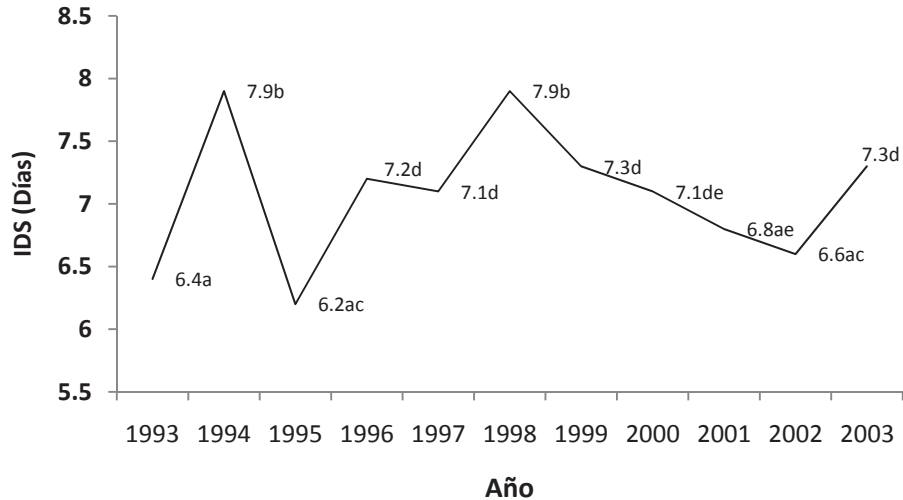
* = Días

Armstrong *et al.* (1986), Almond (1992) y Britt (1996) han señalado previamente la existencia de un efecto de la estación del año sobre el intervalo destete-servicio, pero han sido durante el verano donde ellos han encontrado un mayor impacto. Para Escobar y Espinosa, (1995) refieren que 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. Peltoniemi *et al.* (1999 y 2000), señalan que durante el periodo de verano-otoño hay una reducción en la secreción de LH lo que conlleva a un aumento del intervalo destete servicio.

En cuanto al efecto del año del parto sobre intervalo destete servicio (IDS) se encontró un efecto significativo ($p < 0.01$) sobre dicho intervalo. Manifestándose en la variabilidad del IDS a lo largo de los años evaluados; esto a pesar de las inversiones económicas realizadas para el control artificial del medio ambiente dentro de los sistema de producción analizado; esto con el fin de potenciar los eventos reproductivos.

Para Almond (1992), el efecto de la estación o del año sobre las variables reproductivas ya no es tan perceptible debido a los avances tecnológicos para el control del medio ambiente. No obstante, se encontró que en los años 1993, 1995, 2001 y 2002 se logró un IDS menor a 7 días (Figura 4). Lo que determino en gran medida una inconsistencia en el uso de técnicas y tecnologías para el control y manipulación de esta variable a lo largo del tiempo.

Figura 4. Medias de mínimos cuadrados por año para intervalo destete-servicio para cerdas en un sistema intensivo de producción



a, b, c, d, e Literales distintas indican diferencias estadísticas ($P < 0.01$)

Ortiz (1999) y Perea (2003), establecen que las prácticas tecnológicas pueden variar a causa de la rotación de personal o de variaciones en los recursos económicos para la operación de los mismos. Es por ello que la capacitación de los nuevos trabajadores es importante para proporcionarles conocimientos, aptitudes y habilidades que requieren para lograr un desempeño satisfactorio dentro del sistema; especialmente dentro de los sistemas de producción porcina, puestos que estos tienen influencia directa de un 80 a 70%, sobre la eficiencia productiva del sistema (Dial, 1996; English., 1992). Gómez (2006), indica que los efectos de año son difíciles de interpretar, pues es casi imposible individualizar los componentes de esta variable (factores climáticos y de manejo).

En la Figura 4, se observa una gran inestabilidad en el intervalo destete-servicio en los diferentes años. Esto posiblemente debido a factores tales como el genotipo, el número de partos y la época del año, ya discutidos anteriormente. Esta inestabilidad pudo originarse desde que el sistema analizado no utilizó los criterios adecuados para lograr la proporción ideal de reemplazos así como, la deficiencia en sus programas de planeación de la producción tanto en la ejecución como en supervisión. Bajo estos resultados, el sistema de producción porcina analizado puede catalogarse como un sistema de producción *ordinario*; puesto que el sistema se le impuso al hombre, independientemente de todos los deseos de éste para manipularlo o transformarlo; clasificación que concuerda con los postulados de Lushmann (1990).

La misma Figura 4 pone de manifiesto que la serie de cambios tecnológicos evolutivos que se han acondicionado a través del tiempo para que los procesos de producción sean más eficientes, dinámicos y homogéneos (Kato y Bello, 2002), no fueron aplicados correctamente en este sistema. Aun y cuando en este sistema se incorporaron y aplicaron programas computarizados integrales para el manejo en general del sistema, además de utilizar: líneas genéticas especializadas, inseminación artificial, esquemas rigurosos de alimentación y programas sanitarios no lograron la meta establecida para el intervalo destete-servicio, independientemente de que se utilicen para ello, construcciones y equipo moderno altamente eficientes, tal como lo refiere Baxter *et al.* (1980), FIRA (1993) y FIRA (1997)

Por último, un efecto que debió ser cíclico a lo largo de los 11 años analizados, fue el efecto de época de año sobre el intervalo destete-servicio. Mismo que fue mayor en el verano y otoño (7.8 ± 0.09 y 7.6 ± 0.09 días), en comparación con el resto de las épocas analizadas. Este factor pudiese estar reflejando la inestabilidad del intervalo destete-servicio en los diferentes años; aspecto que contradice a Kato y Bello (2002): “los sistemas intensivos de producción porcina han acondicionado una serie de tecnologías a través del tiempo para que los procesos de producción sean más eficientes, dinámicos y homogéneos”. No obstante, Bello (2000), estableció que la incorporación de nuevas tecnologías en los sistemas de producción porcina no es sinónimo de eficiencia productiva, pues es necesario el dominio de los aspectos biológicos en cada uno de los procesos parciales de producción y éste deberá ser mayor a medida que se adquieran tecnologías más sofisticadas.

De acuerdo con los resultados consignados en la Figura 4 y a la discusión de los mismos, se puede inferir que uno de los mayores problemas en estos sistemas es sin duda el hombre, puesto que el sistema biológico del cerdo se ve frecuentemente alterado por esquemas de producción inadecuados o ejecutados con deficiencias de origen. Así, la desarticulación entre las acciones del personal y el cerdo, crean por lo general un fracaso en el logro de objetivos y metas de todo sistema intensivo de producción porcina (Coleman *et al.*, 2000). De la misma manera, el fracaso del control y manipulación del intervalo destete-servicio a través de la tecnología a lo largo del tiempo puede atribuirse al personal que incidió directamente en el sistema analizado. Pues habría que establecer que cada etapa de producción se define en términos

productivos por las características de los insumos utilizados y, en términos biológicos sobre la base de manipular la adaptación de los animales, logrando el control de los eventos biológicos a través de la tecnología, en función de sus características genéticas y las variables fisiológicas que manifiestan según la etapa de desarrollo en la que se encuentren (Ortiz, et al., 2007).

8. CONCLUSIONES

El genotipo F₁ (Landrace x Yorkshire), tiende a presentar el mayor intervalo destete-servicio ($P < 0.05$), sobre el resto de los genotipos evaluados (7.2, 6.7, 6.6 y 6.7 días), siendo por tanto dentro de este estudio en genotipo con menor rendimiento reproductivo.

La edad de las hembras es determinante para la presentación del IDS, observándose un rango mayor en las hembras jóvenes, sobre todo en aquellas de primer parto y conforme maduran estas cerdas, se muestra una mejoría en la disminución del IDS.

La época del año también muestra ser determinante en el parámetro reproductivo estudiado, encontrándose promedio mayores durante el verano en contraparte con lo observado durante el invierno; ello posiblemente debido a las elevadas temperaturas del verano.

El IDS que se muestra en los diferentes años, no sirve como testimonio concluyente del afecto en dicho parámetro, dado que no se conoce el manejo que se realizaba dentro del sistema, ni las modificaciones que pudieron verse afectadas por algún cambio.

Es posible que los conocimientos y las tecnologías para el control del IDS, no hayan sido aplicados correctamente en el sistema de producción evaluado.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. **Almond G 1992.** Factors Affecting the Reproductive Performance of the Weaned Sow. *Veterinary Clinics of North America: food-animal Practice.* 8:3 pp. 503-516.
2. **Armstrong DJ, Britt HJ y Cox MN 1986.** Seasonal Differences in Function of the Hypothalamic-Hypophysial-Ovarian axis in Weaned Primiparous Sow. *Journal of Reproduction Fertility.* 78 pp. 11-20.
3. **Aumatre A, Dagorn J, Legault C y Denmat ML 1976.** Influence of Farm Management and Breed Type on Sows Conception-Weaning Interval and Productivity in France. *Livest. Prod. Sci.* 3:75.
4. **Barb CR, Estienne MJ, Kraeling RR, Marple DN, Rmpacek GB, Rahe CH y Sartin JL 1991.** Endocrine changes in sows exposed to elevated ambient temperature during lactation. *dom.anim.endocrine.* 8: 117-127.
5. **Baxter SH y Robertson AM 1980.** Pig housing-the last ten years. Scottish farm building investigation unit. *Pig News and Information.* 1:1-5.
6. **Bello OR 2000.** Propuesta metodológica para el análisis de sistemas porcícolas intensivos: intensidad de uso y renovación de la cerda. Tesis de Maestría. UMSNH. Morelia. Mich., México.
7. **Bennett D, Vaidya K, Hongyu Z y Brttan S 2002.** International technology transfer and collaborative new product development: evidence and a case from the machine tool industry. *International Journal of Technology Transfer and Commercialisation.* Vol. 1. No.1/2. Pp 106-121
8. **Bertalanffy VL 1976.** Teoría general de los sistemas: Fundamentos, desarrollo y aplicaciones. Fondo de Cultura Económica: México.
9. **Buxadé CC 1995.** Conceptos básicos de las poblaciones donde se aplica la mejora. En: *Zootecnia, bases de producción animal.* Tomo V. Ed. Mundi-Prensa. pp. 17-30.
10. **Blestra BA, Flower WL y See MT 2004.** Factors effecting temporal relationships between estrus and ovulation in commercial sow o farms animal reproduction *Science.* 84: 377-394.
11. **Britt JH 1996.** Biology and Management of the Early Weaned Sow. 27th Annual Meeting. American Association of Swine Practitioners. 417-426.
12. **Brunet III, González SF, Chagolla FMA, Flores RB 2003.** Las organizaciones y la gestión del cambio. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo-Universitat Rovira I Virgili, FeGoSa-Ingeniería Administrativa, Ciudad Universitaria. Morelia Michoacán, México.
13. **Campos ME 1995.** Sistemas de producción El sistema de producción 22/22. En: *La porcicultura en México: contribución al desarrollo de una visión integral.* Universidad Autónoma Metropolitana, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, p 113-141
14. **Cárdenas MA 1982.** El enfoque de sistemas: Estrategias para su implementación. Ed. Limusa. México, Df.
15. **Clowes EJ, Aherne FX, Schaefer AL, Foxcroft GR y Baracos VE 2003.** Selective protein Loss in Lactation Sows is Associated with Reduced Litter Growth and Ovarian Funtion. *Journal of Animal Science.* 81:753-764.

16. **Clutter AC, Spicer LJ, Woltman MD, Grimes R W, Hammond JM y Buchanan DS 1995.** Plasma Growth Hormone, Insulin-Like Growth Factor I, and Insulin-Like Growth Factor Binding Protein in Pigs with Divergent Genetic Merit for Postweaning Average Daily Gain. *Journal Animal Science*. 73:1776-1783.
17. **Coetano OA y Mendoza SJM 1994.** La transferencia de tecnología agropecuaria en el contexto de la transformación del agro mexicano. Modulo de transferencia de tecnología pecuaria. FMVZ-UNAM. México, DF.
18. **Coleman GJ, Hemsworth PH, Hay M, Cox M 2000.** Modifying stockperson attitudes and behaviour towards pigs at a large comercial farm. *Applied Animal Behaviour Science*. Volumen 66, issues 1-2 1 febraury 2000, Pp 11-20.
19. **D'Arce RD, Teagues ST 1970.** Efect of shorterm elevated deybelnd and duc point temperature in the cychingg. 85 pág.
20. **D'Allaire, S., Leman, A.D., and Drolet, R.:** Optimazing longevity in sows and boars. *Swine Reproduction* 8:545-557, 1992.
21. **Dial DG y Almond WG 1988.** Postpartum Reproductive Activity in the Sows. *Biology of Reproduction*. pp. 274-280
22. **Dial GD 1996.** Influence of source of variation on performance measure. Principles and application of constraint theory and capacity utilization to pig farms. Allen D. Leman Swine conference. College of Veterinary Medicine Iowa State University.
23. **Dial GD, Marsh WE, Polson DD 1992.** Reproductive Failure: Differential Diagnosis In: *Diseases of Swine*. 7a Ed. Iowa State University Press. Ames, Iowa, E.U.A. pp 88-137.
24. **Dritz SS, Nelssen LJ, Goodband DR y Tokach DM 1994.** Application of Segregated Early Weaning Technology in the Commercial Swine Industry. *Swine production Management. Compendium*. 677-685.
25. **Dourmad JY 1998.** Ingestion spontanec chez la truie en lactation: de nombreux factoteurs de variation. *INRA production animal* 1: 141- 146.
26. **Dusza L y Krzymowska H 1979.** Plasma Prolactin Concentration During the Estrous Cycle of Soe. *J.Reproduc.Fert.*, 57:511-514.
27. **Escobar R y Espinosa J 1995.** Comportamiento de cerdas reproductoras en un centro de cría de la Provincia Granma. *Rev. Res. I. Taller Internacional de Producción Animal. ISCAB*. 145 pág.
28. **English RP, Burgués G, Segundo R. y Dunne J 1992.** Stockmanship. Improving the care of the pig and other Livestock. Editorial Farming Press. London, pp 190.
29. **FIRA 1993.** Panorama General de la Porcicultura Nacional y Participación de FIRA en su desarrollo. México, DF. p 254.
30. **FIRA 1997.** Oportunidades de Desarrollo de la Porcicultura en México. *Boletín informativo*. 254 (26):17-30.
31. **Flores PJP 2005.** Variabilidad de los sistemas intensivos de producción porcina de la región de La Piedad, Michoacán. Tesis MSci. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia- UMSNH. Morelia, Mich., México. pp 19-25
32. **Flores PJP y Ortiz RR 2003.** Estabilidad: Característica inexistente en los sistemas intensivos de producción porcina de La Piedad, Michoacán. (Parte II). XXXIV Encuentro de investigación Veterinaria. Morelia, Mich., México.

33. **Flores PJP, Ortiz RR, González SF y Gómez RB 2007.** Análisis de la visión administrativa en sistemas de producción porcina. Revista Computadorizada de Producción Porcina Volumen 14 (número 2) pp. 170-172
34. **Foxcroft G, Aherne F y Kirkwood R 1998.** Physiology and management of the Lactating and Weaned Sow. Proc. V Simposium. Swine reproduction an A.I. Leon, Gto., México. pp. 129-141.
35. **García MR, Del Villar VFM, García SAJ, Mora FJS, García SCR 2004.** Modelo econométrico para determinar los factores que afectan el mercado de la carne de porcino en México. Interciencia. 29:414-420.
36. **George R, Foxcroft GR, Aherne F y Kirwood R 2002.** Fisiología y Manejo de la Hembra de Reemplazo. Agrupación de Consultores en Tecnologías del Cerdo. Animal Industry Division. Alberta Agriculture, Edmonton, Alberta, Canadá.
37. **Gordon I 1989.** Partos más Frecuentes en la Cerda. En: Control en la Crianza de los Animales de Granja. Ed. CECSA. México, D.F. pp. 365-372.
38. **Huches P E y Varley M A 1988.** Reproduction in the pig. London, 389 p.
39. **Johnson DE 1998.** Métodos Multivariados Aplicados al Análisis de Datos. Editorial Soluciones Empresariales. Distrito Federal de México, p 93-215.
40. **Kato L. M. y Bello O. R. 2002.** Impacto de la biotecnología en el sector porcino. UAM-Ascapotzalco , FIRA, Confederación de Porcicultores Mexicanos A.C.
41. **Kato LM 1995.** *La producción porcina en México: contribución al desarrollo de una visión integral.* UAM-Ascapotzalco y UMSNH. p21-53.
42. **Koketsu Y y Dial GD 1997.** Influence of various factors on farrowing rate farms using early weaning. Journal Animal Science. 75 pp. 2580-2587.
43. **Kraeling RR y Barb CR 1990.** Hypothalamic Control of Gonadotrophin and Prolactin Secretion in Pigs. Control of Pig Reproduction III. Journal Reprod Fertil. 40 pp. 3-17
44. **Luhmann N 1998.** Sociología del riesgo: El caso especial de la alta tecnología. Triana editores. Universidad Iberoamericana. México, D.F. p. 127-146
45. **Lushmann N 1990.** Sociedad y sistema: la ambición de la teoría. Ediciones Paidós Ibérica, S. A. Barcelona, España. p. 9-29.
46. **Merks JWM y Molendijk RJF 1995.** Genetic Correlation Between Production Traits and First Parity Traits. In: Porc. 46th Annu. Mtg. Eur. Assoc. Anim. Prod. Commission on Pig Production, Prague, Czech Republic. Abstrac pp. 4-11
47. **Noordhuizen JPTM y Kemp B 1999.** Duration of Estrus in Relation to reproduction Results in Pigs on Comercial Farms.
48. **Ortiz RR 1999.** Comportamiento reproductivo y productividad de la cerda destetada a 12 y 21 días. Tesis de Maestría. UMSNH. FMVZ. División de Estudios de Postgrado. Morelia, Michoacán, México.
49. **Ortiz RR y Ortega GR 2001.** *Importancia del factor humano en la productividad de los sistemas intensivos de producción porcina.* Acontecer Porcino Agosto-Septiembre 2001. Vol. IX (50) 86-98.
50. **Ortiz RR y Ortega GR 2002.** Importancia del factor humano en la productividad de los sistemas intensivos de producción porcina. UMSNH, FMVZ. Morelia, Michoacán, México.

51. **Ortiz RR, Becerril AJ y Ortega GR 2004.** Efectos ambientales en cerdas sometidas a lactaciones de 12 y 21 días en México. Rasgos del Comportamiento Reproductivo. Revista Computarizada de Producción Porcina. Año 2004. Volumen 11(Número 3) pp. 48-61
52. **Ortiz RR, Gómez RB, Chávez IR, Rizo CA y Montes RD 2007.** Variabilidad de los principales componentes biológicos de la fase de servicio y gestación en un sistema de producción porcina. Memorias del XVIII Encuentro de Investigación Veterinaria y Producción Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UMSNH. Morelia, Michoacán. 4 al 6 de Diciembre del 2007. pp. 37- 39
53. **Perea PM 2003.** Variabilidad de los estimadores reproductivos en un sistema de producción porcina afectado por el síndrome respiratorio y reproductivo del cerdo. Tesis de Maestría. UMSNH. FMVZ. División de Estudios de Postgrado.
54. **Pérez SER, Herrera CJ, Gómez RB, Juárez CA, Ortiz RR y Gutiérrez VE 2008.** Efecto del genotipo, peso de la cerda al destete y la concentración sanguínea de prolactina, sobre el intervalo destete-estro en cerdas sometidas a lactaciones de 15 días. Memorias del 4^{to} congreso estatal de ciencia y tecnología del 30 y 31 de octubre del 2008 pp 277.
55. **Pérez SRE 2000.** Estabilización de un sistema de producción porcina a través de la tasa de reemplazo. Tesis de Maestría. UMSNH. FMVZ. División de Estudios de Postgrado.
56. **Pérez SRE 2007.** Evaluación de algunos factores ambientales y genéticos que determinan los intervalos destete-estro y destete-servicio en cerdas con lactaciones cortas. Tesis de Doctorado. Instituto de Investigaciones agropecuarias y forestales-UMSNH. Morelia, Mich., México. pp. 4-6
57. **Pérez SRE y Ortiz RR 2002.** La Porcicultura en Lázaro Cárdenas, Mich.: Informe. Documento propiedad de la Fundación Produce Michoacán. Morelia, Michoacán.
58. **Pig CHAMP ® 1999.** Summary Report. University of Minnesota.
59. **Quiles A y Hevia M 2005.** La pubertad de la cerda: factores que la influyen. <http://www.porcicultura.com/articulos/reproduccion/articulo.php?.htm>
60. **Quiles A y Hevia ML 2007.** Departamento de producción animal. Facultad de veterinaria. Universidad de Murcia. 30071-murcia.quiles@um.es N° 233 pp. 25.
61. **Reese DE, Peo Jr ER y Lewis AJ 1985.** Relationship of lactation energy intake and occurrence of postweaning estrus in sow. Journal of Animal Science 55 pp. 590-598
62. **Sánchez SM 1998.** Perfiles serológicos en sistemas de producción porcina en uno y tres sitios. Tesis de Maestría. UMSNH. FMVZ. División de Estudios de Postgrado.
63. **Sánchez SM 1998.** Perfiles serológicos en sistemas de producción porcina en uno y tres sitios. Tesis de Maestría. UMSNH. FMVZ. División de Estudios de Postgrado.
64. **SAS 2000.** Statistical Analysis System. Institute Inc. North Carolina.USA Van Soest P, Wine RH, Moore LA. Estimation of the true digestibility of forages by the *in vitro* digestion of cell walls. Proc. 10th Int. Grasslands Congress. Helsinki. Finnish Grassland Association. 1966; 438-441.
65. **Sesti LAC y Britt HJ 1993.** Relationship of secretion of GnRH *in vitro* to changes in pituitary concentrations of LH and FSH and serum concentrations of LH during Lactation in Sows. Journal of Reproduction Fertility. 98 pp. 393-400.

-
66. **Singh RP 2003.** Improving technology transfer through the management of stakeholder networks: theoretical perspectives. *International Journal of Technology Transfer and Commercialisation*. Vol. 2. No. 1. Pp 1-17.
67. **Smilor R y Matthews, J. 2004.** University venturing: technology transfer and commercialisation in higher education. *International Journal of Technology Transfer and Commercialisation*. Vol. 3. No. 1. Pp 111-128.
68. **Spedding CRW 1988.** An introduction to agricultural systems. 2^a ed. Elsevier Applied Science.
69. **Sterning M, Rydhmer L y Eliasson-Selling 1998.** Relationships Between Age at Puberty and Interval From Weaning to Estrus and Between Estrus Sing at Puberty and After the First Weaning in Pigs. *J. Anim.Sci.* 76:353-359.
70. **Steverink, DWB, Soede NM, Groenland GJR, Van SFW, Van G 1998.** Teoría general de sistemas. 2^a ed. Ed. Trillas. México. P 581.
71. **Ten Napel J, Meuwissen THE, Johnson K A y Brascamp EW 1998.** Genetics of the Interval from Weaning to Estrus in First-Litter Sows: Correlated Responses. *Journal of Animal Science*. 76:937-947.
72. **Trevis J 1980.** Summer heat requieres of breeding mnagement. *Feed tufts* (2): 12.
73. **Tubbs CR 1992.** Managing and Feeding Sow for optimum Productivity. *Veterinary Clinics of North America: food-animal Practice*. pp. 1048-1056.
74. **Videla DI y Wüst A 2006.** Uso de gonadotropinas exógenas en el manejo reproductivo de cerdas multíparas y nulíparas. Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. [en línea] http://www.engormix.com/s_articles_view.asp?art=850&AREA=POR [Consulta 18/09/2008]
75. **Varley, M.A. y Foxcroft, G.R. 1990.** Endocrinology of the Lactating and Weaned Sow. *Journal Reprod Fertil* (40):47-61.
76. **Willis HJ, Zak LJ y Foxcroft GR 2003.** Duration of Lactation, Endocrine and Metabolic State, and Fertility of Primiparous Sows. *Journal of Animal Science*. 81:2088-2102.
77. **Wise TK, Howard HJ, Conley AJ y Ford JJ 2000.** Endocrine Relationships of Meishan and White Composite Females after Weaning and During the Luteal Phase of the Estrous Cycle. *Journal of Animal Science*. 79:176-187.
78. **Xue J, Dial DG, Marsh EW, Davies RP y Momont WH 1992.** Influence of Lactation length on Sow Productivity. *Proceedings. International Pig Veterinary Society 12th*. pp. 526.
79. **Yao S, Ito A, Masui T, Tacaño M, Urushizaki N, Iwasaki Y. 2004.** Technology transfer of the nodular cast-in-place concrete pile. *International Journal of Technology Transfer and Commercialisation*. Vol. 3. No. 2. Pp 166-186.