



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA

**EVALUACIÓN DE LA CURVA DE CRECIMIENTO DE
LECHONES PRODUCTO DE LÍNEAS GENÉTICAS Y SUS
CRUZAS, DURANTE LA LACTANCIA Y BAJO CONDICIONES
COMERCIALES**

TESIS QUE PRESENTA

PMVZ: GERARDO ORDAZ OCHOA

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

ASESOR:

MC. Víctor Manuel Sánchez Parra

CO-ASESORES:

MC. Ruy Ortiz Rodríguez

Dr. Benjamín Gomes Ramos

MORELIA MICHOACAN. ENERO DEL 2012





UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EVALUACIÓN DE LA CURVA DE CRECIMIENTO DE
LECHONES PRODUCTO DE LÍNEAS GENÉTICAS Y SUS
CRUZAS, DURANTE LA LACTANCIA Y BAJO CONDICIONES
COMERCIALES**

TESIS QUE PRESENTA
PMVZ: GERARDO ORDAZ OCHOA

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA



MORELIA MICHOACAN. ENERO 2012

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la vida y por darme una excelente familia, por demostrarme tantas veces su existencia y con ello darme fuerzas para salir delante de cada tropiezo.

A mi Papa por su determinación entrega y humildad que me ha enseñado tanto, es un logro que quiero compartir contigo, gracias por creer en mí y darme la oportunidad de ser alguien en la vida, que sin saber de dónde o como tú siempre estuviste al pendiente de lo que necesitaba.

A mi mamá que es la mejor mamá que pueda existir, gracias por tu esfuerzo y apoyo que me brindaste. Gracias porque siempre te preocupaste por buscar lo mejor para mí.

A mi hermano, gracias por estar siempre a mi lado ayudándome en lo que te pedía.

Gracias a mi asesor MC. Ruy Ortiz Rodríguez por su apoyo incondicional en el transcurso de la carrera y en la elaboración de esta tesis, por la paciencia que mostro en todo momento y por la preocupación para que se culminara rápidamente este proyecto. Gracias también por compartir sus conocimientos y el valioso tiempo que aportó para la elaboración de esta tesis.

Gracias a mi asesor MC. Víctor Manuel Sánchez Parra por el apoyo incondicional en la elaboración de esta tesis, por su amabilidad y sencillez y por nunca negarse en proporcionar lo que se le solicitaba.

Gracias Dr. Benjamín Gomes Ramos por su colaboración y sugerencias en la realización de este proyecto.

A mis tíos Salvador Murillo y María Melva Ochoa por el apoyo económico, moral y proporcionarme las armas para seguir adelante.

A mis amigos y compañeros que de una manera incondicional estuvieron conmigo en los momentos difíciles y en los que más los necesitaba gracias Juan, Rogelio, Rubén, Ulises, Jesús, Jorge, Carlos.

Laura Alicia López Arreguin que es una parte importante de mi vida, por su paciencia, gracias por estar a mi lado apoyándome para que saliera adelante.

DEDICATORIA

Con mucho cariño a mis padres Gerardo Ordaz Ayala y Ofelia Ochoa Pedraza que me dieron la vida y han estado a mi lado en todo momento. Gracias por todo papá y mamá que por ustedes soy lo que soy, por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor, por todo esto les agradezco de corazón el que estén a mi lado. Este trabajo es para ustedes.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
2.1. Perspectivas y situación actual de la porcicultura nacional	3
2.2 Fisiología del crecimiento de los lechones durante el periodo de lactancia	4
2.2.1 Factores genéticos y ambientales que contribuyen en el crecimiento del lechón durante la lactancia	6
2.2.2. Peso del lechón del nacimiento al destete y su efecto en el desarrollo posterior	10
2.3. Efecto de la genética y el auto-reemplazo en la industria porcina cuando se considera como criterio de selección el peso al destete	13
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
4. JUSTIFICACIÓN	19
5. HIPÓTESIS	20
6. OBJETIVO	20
5.1. Objetivo general	20
5.2. Objetivos específicos	20
7. MATERIAL Y MÉTODOS	21
7.1. Materiales	21
7.2. Métodos	22
7.3. Análisis estadístico	24

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
8.1. Efecto del sexo sobre el peso del lechón durante la lactancia	25
8.2. Efecto de la interacción genotipo de la madre*días de lactancia sobre el peso del lechón	28
8.3. Efecto del genotipo del lechón sobre el peso durante la lactancia	30
8.4. Efecto del número de partos sobre el peso del lechón durante los días de lactancia	33
8.5. Efecto del genotipo materno y número de partos sobre el peso del lechón durante los días de lactancia	36
9. CONCLUSIÓN	38
10. BIBLIOGRAFÍA	39

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1. Influencia de peso al nacimiento sobre desempeño posterior	11
Cuadro 2. Mortalidad en relación con la ganancia de peso entre las 0 y 24 horas de vida	13
Cuadro.3 Valores del índice de heredabilidad (h^2) para características de interés en el cerdo	16
Figura 1. Medida de mínimos cuadrados para el peso del lechón de acuerdo al sexo y días de lactancia	26
Figura 2. Medida de mínimos cuadrados para el peso del lechón de acuerdo con el genotipo de la madre*días de lactancia.	28
Figura 3. Medias de mínimos cuadrados para el peso del lechón durante la lactancia de acuerdo a su genotipo	31
Figura 4. Medida de mínimos cuadrados para el efecto del número de partos en el peso del lechón durante los días de lactancia	33
Figura 5. Medida de mínimos cuadrados para el efecto del número de partos y genotipo materno sobre el peso del lechón durante los días de lactancia	36

RESUMEN

Los objetivos de la presente investigación fueron: a) determinar el efecto del auto-reemplazo en la curva de crecimiento de los lechones en etapa de lactancia b) Determinar la composición genética de los auto-reemplazos bajo condiciones comerciales en la empresa porcicola Garleone. Para ello se utilizaron 332 lechones producto de 60 hembras de casas genéticas ya establecidas (PIC y Genetiporc). Para evaluar el crecimiento de los cerdos se peso de manera individual cada 7 días, hasta el término de la lactancia (21 días). La información recabada se analizo bajo la metodología de Modelos de Efectos Fijos con Mediciones Repetidas. Se encontró efecto ($p < 0.001$) de las interacciones sexo*semana, genotipo de la madre*semana, genotipo del lechón*semana, semana*número de parto, genotipo de la madre*semana*número de parto sobre el peso vivo de los lechones analizados. El sexo no interviene en el peso de los lechones durante la lactancia, el genotipo de la madre intervino en el peso del lechón durante el periodo de 7-14 días, el genotipo del lechón que mostro superioridad en peso fueron los descendientes de las hembras PIC, las cerdas que destetaron los lechones más pesados son las que se encontraban en una edad de 3 a 5 partos. En conclusión, el genotipo de los cerdos de auto-reemplazo afecta directamente la productividad de la industria.

Palabras clave: curva de crecimiento, lechones, auto-reemplazo, lactancia, líneas genéticas.

1. INTRODUCCIÓN

Cualquier explotación porcina se debe visualizar como un sistema en el cual todos sus componentes funcionan ordenadamente para un mismo fin, un sistema está conformado por la suma de todos los procesos que existan y que se quiera o no son interdependientes entre sí, aún cuando a primera vista no lo aparente o no se quiere ver así. Sin meta, sin propósito el sistema no puede ser definido. El propósito implica que la misión, visión, valores y los principios estén claramente escritos, conocidos, aprobados y haya un compromiso por parte de todos (Huerta, 2011). El principal objetivo de todo sistema de producción porcina, independientemente del grado de tecnificación, es la generación de capital económico (utilidades) a través de la inversión económica en las diferentes etapas de producción (Kato, 1995).

Se puede observar claramente que la mayoría de los eventos en los sistemas de producción porcina ocurren alrededor del promedio y conforme se aleja del mismo sea a la derecha o sea a la izquierda la ocurrencia de los eventos va disminuyendo. Además del promedio, se puede notar otra característica en la curva de distribución normal que da la amplitud de la base de la campana. Entre más amplitud tenga la base de la campana el sistema de producción presenta mayor variabilidad en la producción, esto a su vez dará como consecuencia una producción más heterogénea, alterando a sí los ingresos a la granja y dificultando un flujo de producción constante (Huerta, 2011).

La selección de remplazos es un eslabón muy importante en la cadena de producción porcina ya que en estas hembras que se seleccionan caerá todo el peso de la producción, por tal motivo a la hora de la selección se debe tomar a criterio diversos patrones como lo son procedencia, genética, información de progenitores, fin zootécnico, por mencionar algunos (Andres *et al*, 2009).

En la actualidad existen gran cantidad de núcleos genéticos que proporcionan animales según sean las demandas de mercado que tenga el productor, estos núcleos cuentan con líneas genéticas ya establecidas de las cuales proporcionan tanto hembras como machos para garantizar una uniformidad del producto acorde a lo que necesita el productor. Sin embargo en algunos sistemas de producción porcina con el intento de minimizar costos a la hora de adquirir vientres llevan a cabo su propio sistema de remplazo de vientres mediante el cruzamiento de estas líneas genéticas ya establecidas, y de los descendientes forman sus grupos de remplazos esto sin ningún tipo de medición cuantitativa, basándose únicamente en el aspecto fenotípico. Como consecuencia de estos cruzamientos el producto obtenido sufre una regresión genética alterando diversos caracteres productivos como lo son conversión alimenticia, velocidad de crecimiento, homogeneidad del producto, aumento en los días a mercado por mencionar algunos (Pinilla *et al*, 2008).

2. ANTECEDENTES

2.1. Perspectivas y situación actual de la porcicultura nacional

El ganado porcino puede considerarse una de las especies ganaderas que ha sufrido una mayor transformación en los últimos años, bien sea en la técnica de manejo, en los tipos de animales que se utilizan, los progresos conseguidos tanto en los aspectos de crecimiento y eficiencia alimenticia como en calidad de canal han sido muy importantes (Roppa, 2005). No obstante, la porcicultura nacional ha atravesado por etapas de crecimiento y de crisis; en la primera década del siglo pasado se favoreció el desarrollo de esta actividad y para el año de 1983, alcanza su máximo nivel en cuanto inventario y volumen de producción siendo en ese momento, el sistema pecuario más importante del país superando la avicultura y la bovinocultura; sin embargo, a partir de 1984 comenzó a decaer la actividad y para el año de 1991 ya se ubicaba como el tercer sistema pecuario de importancia. Desde ese año hasta la fecha no se ha logrado el nivel de producción de 1983, situación por demás grave ya que la población creció y se ha tenido que importar aceleradamente para cubrir las demandas del cárnico que consume el mercado interno (Pesado, 2006).

Por otra, parte las nuevas empresas que se integran cada vez más a este rubro, y que manejan un mayor número de eslabones de la cadena porcina, aprovechan economías de escala, bajando costos, lo que les ha permitido tener ganancias, acumulando, concentrando y reproduciendo ampliamente el capital (Pesado, 2006). No obstante, México se encuentra atrapado en un cuadro de

competitividad entre los grandes productores de cerdo, pues no tiene grandes ventajas más allá de acceso a granos de Estados Unidos, superficie para expandir la industria y bajas presiones de bienestar animal. Además, la principal barrera a la competitividad la constituye el control y prevención de enfermedades de alto impacto económico (Bobadilla, 2010).

La concentración de producción de cerdo en México es cada día más evidente, dos entidades, Sonora y Jalisco, concentran alrededor del 40% de la producción nacional. Es importante señalar la dicotomía que se determina en las dos principales entidades productoras, ya que mientras Sonora se muestra una clara orientación a los procesos de exportación, Jalisco se enfoca al abasto nacional. Si bien la preponderancia la de porcicultura de la zona centro del país se mantiene, esta pierde representatividad por el bajo ritmo de crecimiento cediendo participación a entidades como Sonora, Yucatán y Tamaulipas. Con respecto a Michoacán actualmente se encuentra ubicado en el séptimo lugar en cuanto a producción porcina a nivel nacional (SAGARPA, 2009).

2.2 Fisiología del crecimiento de los lechones durante el periodo de lactancia

La nutrición en el lechón es importante ya que determina el peso al nacimiento, el número de lechones destetados y su velocidad de crecimiento ulterior. Un lechón con más peso al nacimiento tiene más posibilidades de sobrevivir que uno más ligero. Un lechón con mayor peso al destete exhibe una interrupción

en el crecimiento menor, al adaptarse más rápidamente al cambio de alimentación que ocurre en ese momento, es un candidato a crecer más rápidamente y costarle menos dinero al productor, tanto en alimentación como en alojamiento, ya que tardara menos días en llegar a peso de mercado que un cerdo destetado con menos peso. El lechón lactante generalmente crece 180-240 g/día entre el nacimiento y el destete a las 3-4 semanas de edad. Cuando se calcula como porcentaje del peso corporal, la velocidad de crecimiento del lechón no consigue ser igual a la mayoría de las especies domesticas, se ha observado que una velocidad de crecimiento de 300 g/día para un cerdo de 5,0 kg representaba un incremento diario del 6% del peso corporal (Águila, 2006).

El potencial de crecimiento de tejido muscular en el cerdo neonato se encuentra probablemente restringido por la composición de la leche de la madre. El lechón al nacer es pequeño y tiene, en comparación con otros animales domésticos un alto coeficiente de superficie-peso (1.2% del total del peso corporal) y por eso, los depósitos de glucógeno en el hígado y de proteínas en el musculo esquelético representan las principales reservas de energía que pueden ser utilizadas para mantener la temperatura corporal. Dichas reservas corporales son pequeñas, lo que quiere decir que a menos que el lechón tenga rápidamente acceso frecuente a grandes cantidades de ED (energía digestible) sucumbiría al frio y a la hipotermia y moriría. La leche de cerdas parece bien diseñada para la supervivencia de los lechones porque tienen un alto contenido de grasa y es liberada a intervalos frecuentes (una vez por hora) por la madre. No solo es rica en grasa sino que también es pobre en proteína, y, debido

relativamente a esta baja proporción proteína: energía (9,2 – 10,4 g/MJ EB (energía bruta)), incita al lechón a depositar grasa. La mayoría de esta grasa se deposita bajo la piel y puede servir a la vez como reserva de energía y como capa aislante. La leche de cerda esta por lo tanto diseñada primordialmente para promover la acumulación de grasa y no de musculo en el lechón, esto parece ser así duramente por lo menos las tres primeras semanas de vida. Además de mejorar la supervivencia aumentando las reservas de energía del lechón, las dietas bajas en proteína pueden también ser ventajosas en ciertos estados de enfermedad (Varley, 1995).

2.2.1 Factores genéticos y ambientales que contribuyen en el crecimiento del lechón durante la lactancia

Hay un gran número de factores que ocasionan perdidas en el crecimiento de los lechones en la etapa de lactancia los cuales puedes ocasionar hasta un 25% de variabilidad al momento del destete, y existen reportes que indican que hasta el 50% del potencial genético puede ser perdido al final del periodo de engorda. Además, el sistema de manejo afecta la homogeneidad en el crecimiento, el peso al nacer influye de una manera importante ya que las genéticas actuales han sido seleccionadas para una mayor prolificidad por parto lo que incrementa el número de fetos presentes en un útero del mismo tamaño básicamente, el menor espacio relativo asignado a cada feto, reduce las

posibilidades de una alimentación a plenitud, durante la gestación lo que repercute sobre la ganancia de peso durante esta etapa (Barbolla, 2005).

Existe poco efecto del nivel nutricional de la madre sobre el peso del lechón al nacer, ya que una vez que la camada está establecida en útero, la mayor parte de los nutrientes ingeridos en la dieta o de los provenientes de las reservas corporales son utilizados para el crecimiento de los fetos, aun durante la etapa de crecimiento logarítmico al final de la gestación. Una sobrealimentación materna podría incrementar las reservas grasas y de glucógeno en el lechón recién nacido, pero el efecto positivo de esto es reducido comparado con los problemas al parto y durante la lactancia que se observa en una cerda gorda (Barbolla, 2005).

Uno de los pilares fundamentales y el cual influye directamente en el peso del lechón al destete es la producción láctea ya que esta es la única fuente de alimento en más de un tercio de la lactancia, en la actualidad se ha estimado que la producción láctea es de 10 a 12 kg de leche por hembra al día, sin embargo son muchos los factores que influyen en la producción láctea: sanidad, medio ambiente (principalmente temperatura y ventilación), potencial genético, intensidad de amamantamiento (duración de la lactancia, número y peso de los lechones), nutrición, alimento consumido, condición corporal y consumo de agua. Por lo cual se debe maximizar la producción de leche lo más que se pueda para tener un máximo peso por camada, por tal motivo es necesario realizar una selección de hembras de remplazo por el número y calidad de

tetas. El criterio para descarte es que las hembras tengan menos de 12 tatas (Pinilla, 2008).

Generalmente, las líneas maternas modernas tienen más de 12 tetas, de hecho más del 85% de las hembras seleccionadas en los núcleos genéticos presentan 14 o más tetas funcionales, también se deben seleccionar hembras con alta tasa de crecimiento y servir las cuando pesen más de 136 kg de peso vivo. En las hembras primerizas hay una alta correlación (0.52) entre la GDP en el periodo de los 30 kg a los 89 kg y el peso al destete de la camada. Actualmente, el potencial de mayor producción lechera, y consecuentemente, el potencial de destetar lechones más pesados, se pueden explicar parcialmente por cerdas más largas y la presencia de mayor tejido mamario en los genotipos actuales. Adicionalmente a los efectos en la tasa de retención y tamaño de la camada, la recomendación es servir a la cerda en el peso antes mencionado para conseguir un peso al parto de unos 182 kg, lo cual representa beneficios adicionales, ya que las cerdas generan menos peso corporal durante su primera gestación, por lo tanto pierden menor peso corporal durante su primera lactancia y no afectando así los parámetros tanto reproductivos como productivos en el parto posterior (Pinilla, 2008).

El tamaño de la camada (número y peso de los lechones) es el principal factor individual que determina la producción de leche. Desde el punto de vista productivo, se estima tener más del 50% de las cerdas con 11 lechones destetados o más, particularmente debido a que la producción de leche es 50% superior cuando el tamaño de la camada se incrementa de 6 a 12 lechones. Las

cerdas pueden responder a un mayor requerimiento de leche con un mayor consumo de alimento. Las glándulas mamarias serán más grandes y más productivas en las lactancias subsecuentes, comparadas con las glándulas que no han amamantado o lo han realizado pobremente. Un bajo desempeño en maternidad se puede deber a que las hembras de primer parto son apenas cargadas con 9 a 10 lechones, “para prevenir un catabolismo intenso”. Otra herramienta recientemente investigada para producir camadas más pesadas, es dejar parir a las cerdas naturalmente y/o limitar la práctica de inducción de partos en cerdas que representen un riesgo (obesas, con claudicaciones o hembras con más de 5 partos). Datos recopilados muestran que por cada día adicional en la etapa de gestación en un rango de 113 a los 118 días permite obtener lechones con un peso extra de 0.068 kg/día adicional. Por lo tanto lechones más pesados al nacimiento tienen una oportunidad mayor de mamar vigorosamente, sobrevivir, ganar más peso y destetarse a un mayor peso (Pinilla, 2008).

El estado sanitario de la camada es también un factor que influye de manera importante en la homogeneidad al destete y en el cual se gasta gran cantidad de recursos para su control. Un animal enfermo deberá utilizar gran parte de sus nutrientes para contrarrestar la enfermedad a través de la producción de células inmunes y/o anticuerpos. El consumo de un animal enfermo es normalmente reducido por lo que una gran parte de la materia prima es para establecer una defensa inmune proviene de la movilización del tejido muscular utilizando grandes cantidades de ácidos grasos provenientes del tejido adiposo.

Al redirigir la energía hacia el sistema inmune, el animal deja de crecer mientras contrarresta la infección, y mientras más tiempo tarde, mayor será el efecto sobre el crecimiento posterior del cerdo. Ligado al estado sanitario se encuentra también la sobrepoblación ya que al haber una gran aglomeración de cerdos consecuentemente hay una mayor carga bacteriana donde los cerdos más susceptibles a dichos patógenos no tendrán la inmunidad necesaria para combatirlos y alteraran así su estado fisiológico (Barbolla, 2005).

2.2.2 Peso del lechón del nacimiento al destete y su efecto en el desarrollo posterior

Tradicionalmente el indicador de desempeño de la hembra es el número de cerdos destetados por hembra al año (D/H/A). En años recientes la industria ha considerado el peso al destete como un indicador con la misma importancia, ya que los altos pesos al destete, tienen una correlación positiva con la ganancia diaria de peso (GDP), con los kilogramos de cerdo vendidos y con la eficiencia alimenticia (Pinilla, 2008). Por razones antes mencionadas se debe tener en cuenta la gran influencia en el peso de los lechón al nacimiento, puesto que estudios realizados demuestran que por cada 45.4 g de incremento de peso al nacimiento se observan las siguientes mejoras: a) 0.70% de disminución en la mortalidad. b) 95 g de incremento de peso al destete. c) 191 g de incremento de peso a los 42 días. d) 1.2 días menos a mercado a los 91 Kg de peso. e) 0.38 cm de disminución de grasa dorsal. Hay ciertos factores que influyen en el peso del lechón al destete como lo es la alimentación de la cerda en los últimos 15-

20 días pre-parto ya que los fetos ganan el 40% de su peso en esta etapa además de que esto dará como resultado aumento en la supervivencia, uniformidad de la camada y disminución de mano de obra (Martínez, 2003).

En el cuadro 1 se demuestra que las diferencias pequeñas se vuelven grandes, y que el crecimiento compensatorio es un mito, pues los cerdos de lento crecimiento no crecen lo suficientemente rápido en etapas posteriores para alcanzar a los cerdos más rápidos del grupo; esto significa que los cerdos con pobre ganancia de peso en las primeras semanas de vida, están destinados a una curva de crecimiento lenta en las etapas subsecuentes, de hecho pueden añadirse 10 a 20 días para que alcancen el peso a mercado. Se sabe que medio kilogramo mas de peso al destete equivale, seis semanas después, a 1.5 Kg , y una semana menos a peso de sacrificio (Águila, 2006).

Cuadro 1. Influencia de peso al nacimiento sobre desempeño posterior

Peso nacimiento (kg)	< 1.0	1.0 - 1.2	1.2 - 1.4	1.4 - 1.6	1.6 - 1.8	> 1.8
Tiempo (d)	184	184	182	180	181	177
Peso sacrificio (kg)	100.8	104.2	108.4	109.5	108.6	110.6
Peso canal (kg)	82.6	83.6	85.8	86.5	86.3	88.2

Fuente: (Águila, 2006)

El peso al destete está relacionado con el peso al nacimiento y con la cantidad de leche de la cerda consumida por el lechón durante la lactancia. Además es uno de los principales componentes de la productividad de la piara, por lo que es de gran interés desde el punto de vista económico, siendo usualmente

considerado la base inicial de la evaluación del merito genético de los animales (Córdova, 2008).

Durante las primeras horas pos parto la producción láctea (calostro) es de gran importancia no solo por el aporte de una inmunidad pasiva satisfactoria para los lechones, sino que también aporta cantidad de energía limitante para el desarrollo posterior. Un nivel de inmunoglobulinas satisfactorio, suponiendo que la concentración sérica de IgG es aproximadamente 15 a 17 g/ml, puede ser adquirido por una ingesta mínima de 70 g de calostro por kilo de peso vivo. Pero a este nivel de ingesta de calostro la ganancia de peso de los lechones es negativa (-40 g) entre el nacimiento y las primeras 24 horas de vida, lo que constituye un factor de riesgo para su supervivencia. Es necesario un mínimo de 100 a 150 g/kg de peso vivo de calostro para mantener la temperatura corporal del lechón recién nacido, ya que en las primeras 12 horas de vida 80 % del glicógeno del que disponía el lechón al nacimiento ha desaparecido, y, teniendo en cuenta que el lechón dispone de muy pocos lípidos, las reservas corporales se han agotado (Iraburu, 2007).

Para tener el máximo de posibilidades de supervivencia el lechón deberá aumentar su peso en 100 g en el primer día de vida para que se logren dos factores el primero y que es inmediato es que se reduzca la mortalidad de lechones en un mínimo a causa de inanición e hipoglucemia y el segundo que beneficiara posteriormente al lechón en la ganancia de peso (Iraburu, 2007). Con base a lo antes mencionado en el cuadro 2, se observa la mortalidad que

presentan los lechones en relación a la ganancia de peso obtenida en el primer día de vida.

Cuadro 2. Mortalidad en relación con la ganancia de peso entre las 0 y 24 horas de vida

Rango de ganancia entre las 0 y las 24 horas de vida	GDP medio	Numero de muestras	Peso al nacimiento	Mortalidad %
Pérdida de peso	-81	122	1.249	41
0 a 100 g	52	147	1.357	18
100 a 200 g	151	153	1.547	3
Más de 200 g	263	75	1.683	1

Fuente: (Iraburu, 2007).

2.3 Efecto de la genética y el auto-reemplazo en la industria porcina cuando se considera como criterio de selección el peso al destete

En cualquier empresa porcina del mundo existen varios factores que afectan la competitividad del mercado dentro de los cuales se encuentran: el manejo del personal, nutrición, medio ambiente y sanidad, asimismo en la industria existen propuestas adecuadas para el mejoramiento de cada uno de estos factores; sin embargo la genética es un factor de competitividad muy importante y frecuentemente es minimizado por los productores, este factor tiene la característica de tener ganancias permanentes y se requiere de un entrenamiento sofisticado y tiempo para su manejo adecuado (Chávez *et al*, 2006).

El papel del mejoramiento genético en la actualidad, no se limita al buen desempeño en granja, se debe considerar: A) Los clientes pueden estar situados en cualquier parte de la cadena productiva. B) La cadena porcina no guarda la estructura tradicional, si no que están cambiando constantemente; (globalización de la industria alimentaria, cambios en el consumidor, cambios en la estructura de comercialización, entre otros). C) Existe actualmente una interrelación de la genética con productores, rastros, obradores, empacadoras, tiendas de autoservicio, industria hotelera, restaurantera y con el consumidor final. D) Los aspectos influenciados en gran medida por la genética son de interés común en la cadena porcícola, entre los que se encuentran características de calidad y cantidad de carne como son: marmoleo, textura, color, sabor, profundidad de lomo, conformación, porcentaje de carne magra, pérdida de líquidos, fibra del músculo, jugosidad, pH, grasa dorsal y peso (Chávez *et al*, 2006).

Hay que tener en cuenta que el potencial genético en términos de características económicamente importantes, está regido por muchos genes diferentes, y mejorar este potencial considera el manejo de dichos genes. El mejoramiento genético implica introducción de genes nuevos y útiles, dentro de una raza, línea o familia, o aumentar la frecuencia de genes favorables existentes o la combinación de los mismos. Esto se logra mediante la cruce con otras razas o líneas, o por selección dentro de las razas, líneas o familias existentes. Por lo tanto, los métodos básicos de mejoramiento genético son: el cruzamiento, selección o una combinación de ambos (English *et al*, 1992).

Las granjas productoras de genética, especialmente los núcleos de selección, tienen ciertas particularidades, tanto de manejo, como de orientación productiva, como de gestión de datos. Dado que el proceso de mejora genética y su influencia en el manejo de estas granjas suele ser poco conocido, cada vez es mayor el número de granjas que optan por cubrir varios pasos del proceso (granjas con abuelas que tienen auto-reemplazo, o incluso granjas que, para evitar la entrada de animales, optan por tener también bisabuelas). Dentro de las particularidades que más destacan a este tipo de producción son: 1) Trabajan con líneas puras, lo cual dificulta el manejo, ya que estas líneas son menos productivas que las híbridas, y menos rústicas. Además suelen coexistir varias líneas genéticas en la misma granja. 2) suelen tener un elevado estatus sanitario, y cuentan con estrictas normas de bioseguridad. 3) cuentan con instalaciones específicas para el objetivo de selección-multiplicación genética (estaciones de testaje, recría de reproductoras entre otras). 4) requieren un mayor control individual de los animales y de un mayor volumen de recogida de datos y de gestión de estos (Andrés *et al*, 2009).

Actualmente, las empresas de genética aplican, para sus líneas genéticas, unos pocos caracteres, dependiendo de las líneas, y dando más importancia a unos u otros caracteres según la orientación que quieren que siga la línea, dentro de las características que deben contemplar para el mejoramiento de un cierto carácter están: 1) Tener importancia económica. 2) Tener variación. 3) Ser medible. 4) Ser heredable. 5) Conocer las interacciones tanto positivas como negativas con otros caracteres (Andrés *et al*, 2008). En el cuadro 3 se muestran

las características más importantes de tipo productivo que intervienen en la etapa de lactancia, así como la heredabilidad que presenta cada una.

Cuadro.3 Valores del índice de heredabilidad (h^2) para características de interés en el cerdo

Característica	Valor Promedio	Escala
N° total de lechones al nacer	15.8	Bajo
N° de nacidos vivos	13.0	Bajo
Peso total al nacer	12.9	Bajo
Peso a los 21 días	11.0	Bajo
Peso individual al nacer	14.0	Bajo
Peso individual a los 21 días	7.8	Bajo
PGD del nac. A los 21 días	7	Bajo
Producción lechera	16.0	Baja
Numero de tetas	27.2	Medio

Fuente: (Herrera, 2003)

Uno de los efectos importantes para la producción porcina es que la mayoría de las empresas llevan a cabo el auto-reemplazo de sus vientres dejando a un lado o no tomando en cuenta los aspectos que deben manejar para la selección de sus animales y puedan competir con líneas genéticas estandarizadas o comerciales. Dentro de estos sistemas se destaca dos: 1) Unidades de producción “abiertas” que introducen abuelas, (introducen periódicamente animales en granja). Con la descendencia de estas abuelas es con la que

reemplazan sus F1. 2) Unidades de producción “cerradas”, son granjas en las que no entran animales, auto-reemplazan sus abuelas (Andrés *et al*, 2009).

La utilización del auto-reemplazo en la industria se lleva a cabo principalmente para la reducción de costos en el reemplazo de vientres y prevenir la introducción de enfermedades a la granja, pero en gran medida las pérdidas económicas a causa de esto son considerable ya que al llevar a cabo el reemplazo en la misma granja: A) Existen varios tipos de animales en granja, lo cual dificulta ligeramente el manejo diario (manejos diferenciados, control de los animales por genética, manejo específico en transición-cebo). B) Heterogeneidad de los animales en la engorda. De la descendencia de las abuelas, obviamente sólo las hembras se usan para el reemplazo, quedando los machos para la engorda y envío a matadero. Estos animales son de distinta genética que los animales de engorda, lo que implica distintas velocidades de crecimiento y morfología. El resultado es una mayor heterogeneidad del producto resultante, con la consecuente penalización a la hora de la comercialización. C) Pérdida de plazas de engorda, por dos razones: parte de las plazas de engorda se van a usar como recria de los reemplazos, y además, estos animales requieren mayor espacio. D) En las granjas cerradas, si no se hace selección de las abuelas, con el tiempo se produce un “desfase genético” (las cerdas de la explotación no tienen mejora genética, mientras que las cerdas de mercado sí). Esto hace que, a pesar de ser granjas cerradas, se recomiende, pasados unos años, efectuar una entrada de abuelas, para salvar este desfase. Por estas razones es conveniente una previa valoración antes de

tomar la decisión de llevar a cabo un auto-reemplazo de vientres, se deben visualizar las ventajas e inconvenientes para llevar a cabo una producción constante sin variabilidad y con producto de gran calidad para así competir con los estándares más altos en que se encuentre la producción porcina (Andrés *et al*, 2009).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la producción porcina se ha presentado un incremento en la adquisición de nuevas líneas genéticas comerciales debido a la homogeneidad de sus productos (cerdos para abasto); aspecto que también se presenta en la región de La Piedad Michoacán, México. Sin embargo, existen productores en esta entidad, que por diversas razones producen sus propios reemplazos a partir de las líneas genéticas comerciales, realizando apareamientos sin considerar las especificaciones de los cruzamientos establecidos por la casa comercial que oferta las líneas genéticas. Así, los esquemas de cruzamiento diferentes a los establecidos para las líneas genéticas y el auto-reemplazo de vientres en la industria porcina no se ha evaluado y desconoce el grado de variabilidad en la curva de crecimiento de los cerdos para abasto, provocando aumento en los costos de producción y una heterogeneidad en la progenie, por ello es importante analizar, en una primera etapa, elementos reproductivos y productivos bajo estos esquemas de cruzamiento y auto-reemplazo, específicamente la curva crecimiento de los lechones del nacimiento al destete.

4. JUSTIFICACION

En la actualidad los sistemas de producción porcina tienen la necesidad de incorporar tecnología de punta así como la aplicación de nuevas técnicas zootécnicas, producto de las recientes investigaciones que incrementen la eficiencia de estos sistemas, cuyo propósito es responder a la activa competencia de la industria porcina y las demandas del mercado. La genética con que cuente la empresa es una de las herramientas fundamentales ya que esta interviene directamente y de manera permanente en el tipo de producción que se esté manejando, alterando positiva o negativamente los ingresos que se tienen en el sistema de producción según el uso que se le haya dado.

Por tal motivo la porcicultura de La Piedad Michoacán debe poner un mayor cuidado en la adquisición de los animales que entran a sus piaras de producción para no ver afectados posteriormente parámetros tanto reproductivos como productivos como lo son prolificidad, nacidos vivos, peso al nacimiento, peso al destete, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia entre otros y no tengan fugas de capital a causa de una mala selección de reproductores.

4. HIPÓTESIS

El auto-reemplazo de hembras y los tipos de cruzamientos utilizados en la industria porcina comercial provocan variabilidad en curva de crecimiento de los cerdos del nacimiento al destete, y en consecuencia una menor rentabilidad de la producción.

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

Determinar si el auto-reemplazo de vientres y tipos de cruzamientos en la producción porcina bajo condiciones comerciales interviene en la variabilidad de la curva de crecimiento de la progenie.

6.2 Objetivos específicos

- Determinar la composición genética de los auto-reemplazos bajo condiciones comerciales.
- Establecer los tipos de cruzamientos utilizados en hembras de auto-reemplazo bajo condiciones comerciales.
- Determinar la existencia de heterogeneidad en la curva de crecimiento de la progenie resultado de las cruzas bajo condiciones comerciales.
- Determinar la composición genética de los cerdos, producto de las cruzas bajo condiciones comerciales, que produzcan la mejor curva de crecimiento, del nacimiento al destete.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Materiales. El presente trabajo de investigación se realizó en un sistema de producción de ciclo completo perteneciente a la Empresa Porcícola “GARLEON”; ubicada en el Km 1 carretera La Piedad-Manuel Doblado, camino antiguo a la Estación del FF NN S/N Santa Ana Pacueco, Guanajuato. La climatología de la entidad es la siguiente: tipo de clima: templado con lluvias en verano; altura sobre el nivel del mar: 1,775 m; latitud norte: 19° 20'. Longitud oeste 122° 07'; temperatura máxima exterior 38.5°, mínima exterior -3.0°; temperatura media anual 19.1°; precipitación pluvial: 772.2 mm y viento dominante; NE (INEGI, 2010).

La clasificación del sistema de producción es intensivo-multisitios, con un alto nivel tecnológico. Sus características principales radican en ser de ciclo completo con una capacidad instalada para 3,600 vientres. Posee animales en la piara reproductiva de potencial genético (líneas genéticas) provenientes de diferentes empresas genéticas tales como Genetipor, Genesis, PIC, principalmente. Administrativamente se maneja mediante flujo de producción semanal. Como estrategia reproductiva maneja el auto-reemplazo proveniente de las líneas genéticas antes mencionadas y establece los tipos de cruzamiento de acuerdo a la composición genética de los auto-reemplazos, y de acuerdo a las especificaciones de las empresas genéticas cuando se trata de cerdas de línea genética.

La alimentación (cantidad y calidad) de los animales está en función de cada etapa productiva ya que la empresa GARLEON está integrada a una empresa procesadora de alimentos balanceados para la producción porcina (NU3). En cuanto a técnicas reproductivas, productivas y de bioseguridad, estas se encuentran presentes y son establecidas desde la gerencia de la empresa.

7.2 Métodos. Para el logro de los objetivos de la presente investigación primeramente se estableció el grupo de cerdas próximas al parto para recabar la información correspondiente a la composición genética de las mismas y se eligieron a las cerdas de dicho grupo en función de las líneas genéticas presentes en el sistema. Una vez paridas las hembras se procedió a la selección (completamente al azar) los lechones ($n=6/\text{cerda}$) a monitorear hasta el momento de ser destetados. Se evaluaron a un total de 332 lechones provenientes de 60 hembras y 60 machos. Para el monitoreo de los animales primeramente se identificaron de manera individual mediante muescas. Dicha identificación se realizó al nacimiento. Una vez identificados se pesaron semanalmente de forma individual y durante 3 semanas, que es lo que dura la etapa de lactancia (21 días).

Durante el monitoreo se registro la caseta y jaula de parto, donde estuvieron ubicados. Respetando el manejo establecido en el área de producción. Puesto que lo que se intenta es determinar la curva de crecimiento de los lechones bajo

las condiciones impuestas desde la gerencia de la empresa. Es decir, en el presente trabajo de investigación No se Realizo Ningún Tipo de Manejo a los cerdos a excepción del pesaje semanal, ya que dicho trabajo se realizo bajo condiciones comerciales. No obstante, se registraron eventos tales como enfermedades, cambios de alimentación o cualquier manejo que haya alterado el crecimiento de los lechones para poder explicar con mayor detalle el fenómeno a investigar (curva de crecimiento). La variable medida fue la curva de crecimiento, se peso semanalmente hasta ser destetados. Se evaluó la constitución genética de los cerdos a monitorear, la constitución genética de las madres y de los padres y la edad de las madres (número de partos).

7.3. Análisis estadístico

Los datos se analizaron bajo un modelo de efectos fijos con mediciones repetidas. La comparación entre medias se realizó con la metodología de las medias de mínimos cuadrados (LsMeans, siglas en inglés), para ello se utilizara el programa estadístico SAS (SAS, 2000).

El modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijklmno} = \mu + GMADRE_i + GPADRE_j + SEX_k + SEM_l + NP_m + (GMADRE*SEM)_{jk} + (GPADRE*SEM)_{jl} + (GMADRE*GPADRE*SEM)_{ijl} + \beta_1(X_{ijklmno} - \bar{X}) + \varepsilon_{ijklmno}$$

Donde:

$Y_{ijklmno}$ = Observación del peso del i-ésimo genotipo de la madre, j-ésimo genotipo del padre, k-ésimo sexo del lechón, l-ésima semana, m-ésimo número parto.

μ = Constante que caracteriza a la población.

$GMADRE_i$ = Efecto fijo del i-ésimo genotipo de la madre (i=1,2)

$GPADRE_j$ = Efecto fijo del j-ésimo genotipo del padre (j = 1, 2)

SEX_k = Efecto fijo del k-ésimo sexo (k = 1, 2)

SEM_l = Efecto fijo del la l-ésima semana (l = 1, 2, 3)

$(GMADRE*SEM)_{jk}$ = Efecto fijo de la interacción del i-ésimo genotipo de la madre con la k-ésima semana.

$(GMADRE*SEM)_{jk}$ = Efecto fijo de interacción del j-ésimo genotipo del padre con la k-ésima semana.

$(GMADRE*GPADRE*SEM)_{ijk}$ = efecto fijo de la interacción del i-ésimo genotipo de la madre con el j-ésimo genotipo del padre y la k-ésima semana.

β_1 = Coeficientes de regresión parcial para el efecto lineal de los nacidos vivos.

$(X_{ijklmno} - \bar{X})$ = Efectos de las covariable lineal del número de lechones nacidos.

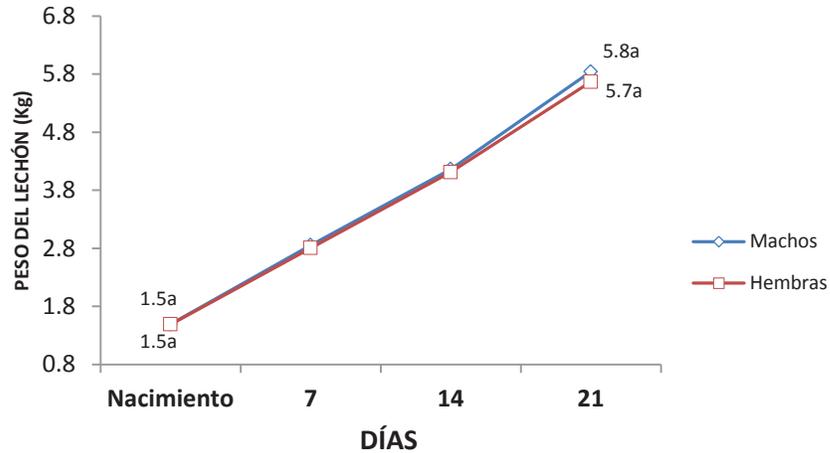
$\varepsilon_{ijklmno}$ = Error aleatorio asociado a cada observación. $\varepsilon_{ijklmno} \sim NID(0, \sigma_e^2)$.

Sólo se presentan resultados para efectos principales, e interacciones que fueron estadísticamente importantes.

8. Resultados y discusión

De acuerdo con los resultados se encontró que el peso de los lechones estuvo afectado por las siguientes interacciones semana*sexo ($p < 0.001$), genotipo de la madre*semana ($p < 0.001$), genotipo del lechón*semana ($p < 0.001$), semana*número de parto ($p < 0.001$), genotipo de la madre*semana*número de parto ($P < 0.001$). Efectos que concuerdan con Gómez (1999), Kephart (2002), López (2002), Cardona (2003), Martínez (2003), Vásquez (2006), Córdova (2008), Pinilla *et al.* (2008), PIC (2010). Estos efectos serán analizados a profundidad individualmente en los siguientes párrafos:

8.1. Efecto del sexo sobre el peso del lechón durante la lactancia: Al respecto no se encontró efecto de sexo del lechón ($P > 0.05$) sobre el peso de estos (Figura 1). Sin embargo, sí se encontró efecto ($P < 0.05$) de los días de lactación (0, 7, 14 y 21 días) sobre el peso del lechón.



a,b= Literales diferentes indican diferencias estadísticas ($P > 0.05$)

Figura 1. Medida de mínimos cuadrados para el peso del lechón de acuerdo al sexo y días de lactancia

Los resultados consignados en la Figura 1, concuerdan con Vásquez (2006) y Córdova (2008), pues ellos no encontraron efecto del sexo sobre el peso del lechón durante el periodo de lactación; aunque si bien, Vásquez (2006), encontró efecto del sexo sobre el peso del lechón al día de nacimiento, estableciendo un peso mayor en hembras recién nacidas, ello en comparación con los machos.

En referencia al peso del lechón al nacimiento, Kephart (2002) determinó que el peso al nacimiento se encuentra en un rango de 0.900 a 1.800 kg. No obstante, el peso viable para el lechón recién nacido debe ser de 1.200 kg para asegurar la supervivencia durante el periodo de lactancia (English *et al.*, 1981). Al respecto, los resultados del peso promedio al nacimiento de hembras y machos (1.5 kg), de la presente investigación, se encontraron dentro de lo establecido por los autores antes citados.

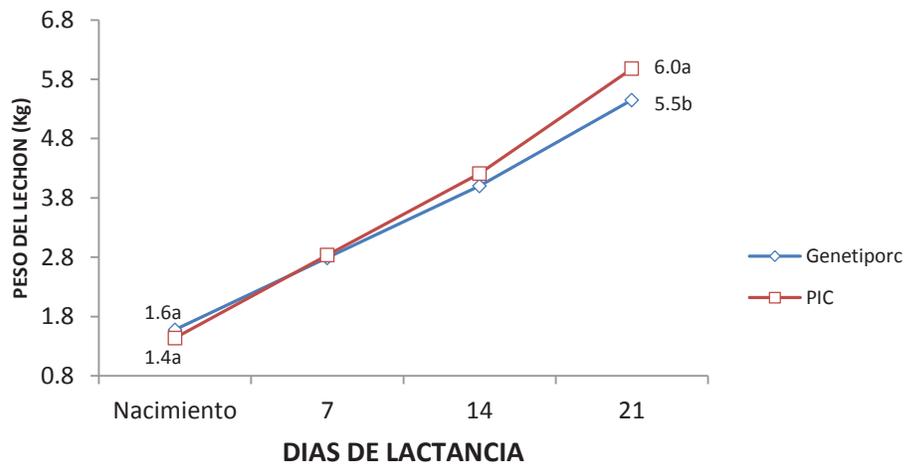
En relación al peso al destete (21 días de lactancia) se encontró que este fue de 5.844 y 5.668 kg para machos y hembras, respectivamente (Figura 1). Resultados estadísticamente iguales ($P > 0.05$). No obstante, estos pesos promedio estuvieron por debajo del peso promedio establecido por Pinilla *et al.* (2008), quienes reportan un promedio de 6.150 kg en lechones destetados a 21 días. Ahora bien, para la empresa PIC (2010), existen tres categorías de pesos de lechón al nacimiento: a) pesados, >1.5 kg; b) medianos, 1.5 a 1.0 kg y, c) pequeños, <1.0 kg. De acuerdo con estas categorías, los resultados encontrados (5.844 y 5.668 kg, para machos y hembras respectivamente) determinan que posiblemente los pesos al destete de los lechones evaluados estuvo influenciado por el peso al nacimiento (1.5 kg), mismo que se encontró dentro de la categoría de medianos, de acuerdo con PIC (2010).

En lo referente a la categoría de medianos, PIC (2010), determina que los lechones medianos obtienen una ganancia de 206 g/d durante la lactancia vs 211 g/d de ganancia para la categoría de pesados. Lo que podría explicar porqué los lechones evaluados no alcanzaran el peso de 6.150 kg al final de la lactación. Si esto es así, entonces se debería establecer si el peso durante la lactancia estuvo afectado por efectos ambientales o genéticos.

Para cuestiones ambientales, un factor que determina el peso al destete es la edad (en número de partos) de las progenitoras. Pues se ha establecido que las hembras primíparas tienden a producir menor cantidad de leche en comparación con las multíparas; debido a que parte de los nutrientes se canalizan hacia mantenimiento, crecimiento y producción láctea en las cerdas

primíparas, mientras que en la múltiparas los nutrientes se canalizan hacia mantenimiento y producción láctea (Cardona, 2003). No obstante esto se discutirá a mayor detalle cuando se aborde el efecto del número de parto sobre el peso de lechón durante la lactancia, pues a continuación se discutirá el efecto genético sobre el peso del lechón al destete.

8.2. Efecto de la interacción genotipo de la madre*días de lactancia sobre el peso del lechón: En relación al efecto ($P < 0.001$) de la interacción genotipo de la madre*días de lactancia sobre el peso del lechón, se encontró que este solo se manifestó en el día 21 de lactación (Figura 2).



a,b= Diferencias estadísticas ($P < 0.05$)

Figura 2. Medida de mínimos cuadrados para el peso del lechón de acuerdo con el genotipo de la madre* días de lactancia.

Los resultados que se observan en la figura 2, determinaron que el peso de los lechones, producto de las hembras PIC y Genetiporc, se comportaron estadísticamente igual ($P > 0.05$) durante los primeros 14 días postnacimiento y

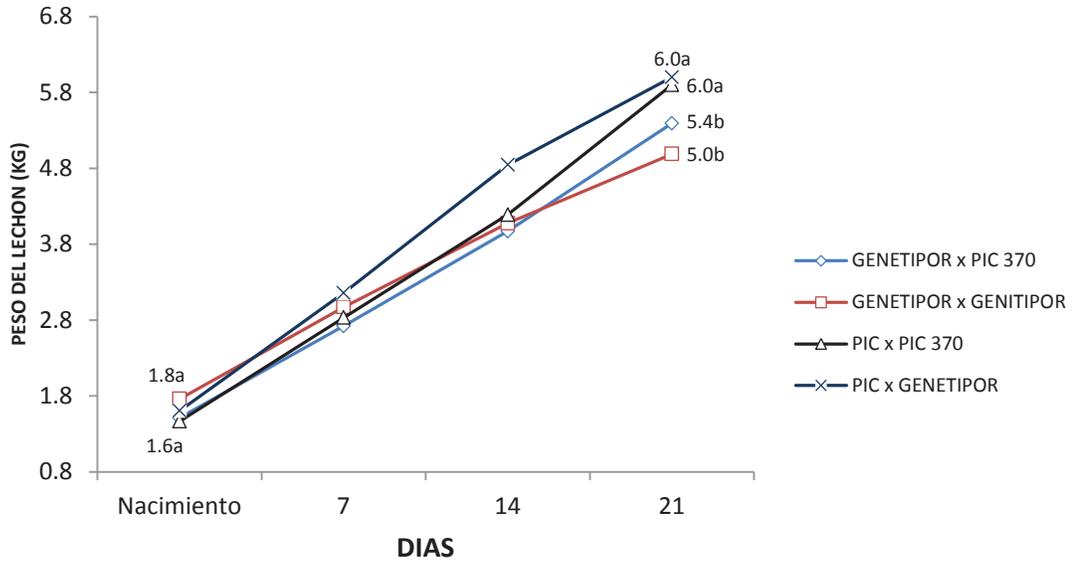
solo en el día 21 de lactación se observan diferencias ($P < 0.05$) en el peso promedio de los lechones, 6.0 y 5.5 kg, para lechones cuyas madres pertenecieron al genotipo PIC y Genetiporc, respectivamente. Pinilla *et al* (2008), señalan que la producción láctea es un factor primordial en el crecimiento de los lechones durante el transcurso de la lactancia, sin embargo, ésta es afectada por varios factores a la vez y no solo por la genética del animal; factores como sanidad, época de año, número de parto, intensidad de amamantamiento, nutrición, alimento consumido, condición corporal y consumo de agua son variables que también determinan la producción de leche de las cerdas durante el periodo de lactancia. No obstante, Tertius (2004) estableció que el peso del lechón es afectado en gran medida por el genotipo y solo se manifiesta una vez que los animales empiezan a ingerir dietas solidas. Lo que podría explicar el comportamiento de los lechones a partir del día 14 hasta el día 21 de lactancia. Pues la técnica de alimentación del lechón, en el sistema analizado, durante la lactancia fue la de iniciar el suministro de alimento sólido a la camada a partir del día 7 postnacimiento. López (2003) y Martínez (2003) encontraron que el comportamiento productivo que tienen las líneas maternas (como lo es Genetiporc) durante el periodo de lactancia es superior al que presentan las líneas terminales (como lo es PIC), esto durante los primeros 10 días posteriores al nacimiento, debido principalmente al potencial lechero que poseen las líneas maternas, aspecto del cual carecen las líneas terminales. Asimismo la Figura 2 muestra que el peso promedio de los lechones, de ambos genotipos, al término de la lactancia (21 día) mostró diferencia estadísticas ($P <$

0.05), esto es debido a que el potencial genético de los lechones procedentes de líneas terminales es expresa al comienzo de una alimentación sólida (preiniciadores) y hasta la finalización, el cual es medido a través de la ganancia diaria de peso (Martínez, 2003). Por lo que podría suponerse que el efecto en el peso del lechón a los 21 días en realidad estuvo afectado no por el genotipo de la madre, sino por la carga genética del propio lechón.

Por otra parte, el análisis del peso de los lechones durante los 21 días de lactación muestran que las hembras PIC otorgaron superioridad en el peso promedio de sus lechones (6.0 kg) en comparación con el peso de los descendientes de las hembras Genetipor (5.5 kg). Posiblemente el peso de los lechones, a 21 días de edad, producto de las cerdas Genetipor fuera menor debido a la edad (número de partos) que tenían las hembras de este grupo genético: 4 partos promedio para la línea PIC y 2 partos promedio para la línea Genetiporc; cuyas consecuencias en tamaño de camada, producción de leche y peso del lechón ya fueron abordadas con anterioridad.

8.3 Efecto del genotipo del lechón sobre el peso durante la lactancia.

Evaluando los resultados obtenidos en la investigación se encontró un efecto del genotipo del lechón ($P < 0.001$) sobre el peso adquirido del mismo durante los 21 días de lactancia analizados (Figura 3).



a,b= Diferencias estadísticas ($P < 0.05$)

Figura 3. Medida de mínimos cuadrados para el peso del lechón durante la lactancia de acuerdo a su genotipo

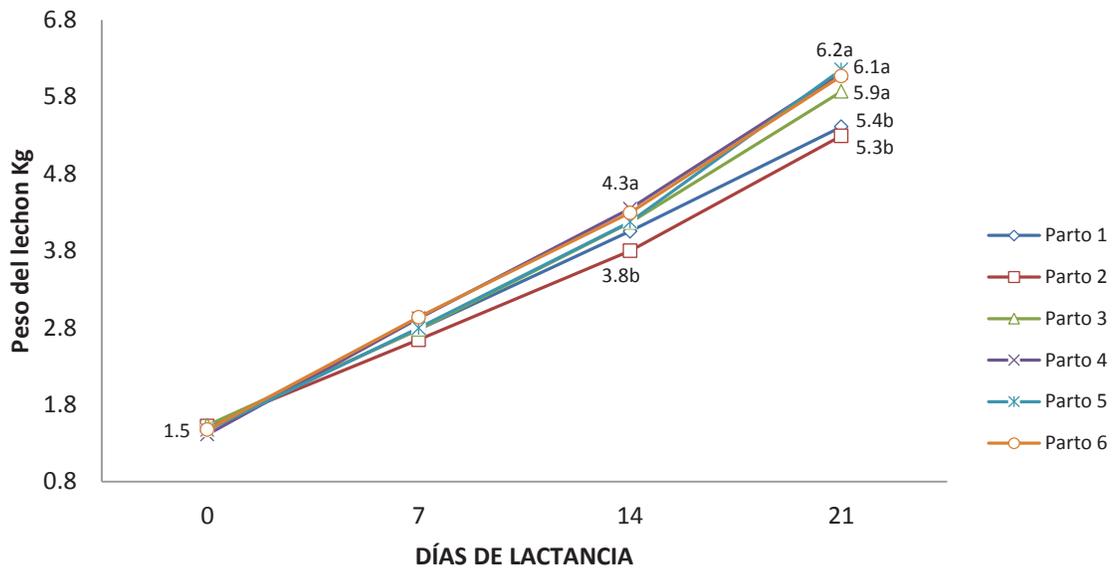
De acuerdo con la figura 3, Berruecos (1972) establece que los cruzamientos entre líneas genéticas no emparentadas son superiores a las cruzas de las líneas parentales en cuanto a viabilidad (supervivencia y crecimiento); al parece entre menor relación tengan las líneas, mayor será la repuesta en el cruce, característica que no concuerda con los resultados obtenidos (Figura 3). Ya que en la figura 3 se puede observa que no todos los cruzamientos realizados produjeron un efecto positivo en su descendencia, a pesar de que todos fueron entre líneas no emparentadas, pues sobresalen los lechones producto de madres PIC que mostraron un mayor peso al destete (6 kg), independientemente del genotipo del padre (PIC 370 o Genetiporc), esto debido a que las cerdas PIC heredan características tanto de prolificidad como

velocidad de crecimiento y conversión alimenticia, particularidad que no se reflejó en las cerdas Genetiporc. Posiblemente ello se debió a que dentro de características de dicha línea (Genetiporc) sobresalen aspectos de prolificidad y producción láctea, más que de velocidad de crecimiento.

Berruecos (1972), encontró que en el cruzamiento de líneas genéticas no emparentadas y que fueron desarrolladas para caracteres diferentes, se puede presentar -al azar- un aumento en la frecuencia ciertos genes, con respecto a otros, lo que da como resultado una variabilidad en el producto obtenido. Tal como sucedió con los lechones producto de las cerdas Genetiporc y padres PIC 5 kg (Figura 3). Lo que concuerda con Bereskin (1984), quien demostró que en el cruzamiento entre líneas ya establecidas para características diferentes, se tiene: regresión genotípica y variabilidad fenotípica en los descendientes, alterando esto la homogeneidad en la producción y los parámetros reproductivos.

Resumiendo, el peso de los lechones durante los 21 días de lactación estuvo afectado por su genotipo ($P < 0.001$) de los 7 días postnacimiento al término de la lactancia (21 días), en el cual sobresalieron las cruzas PIC x Genetiporc y PIC x PIC 370, ello a diferencia de las cruzas Genetiporc x Genetiporc y Genetiporc x PIC 379 (Figura 3), esto se puede atribuir a las características heredadas por las cerdas PIC (velocidad de crecimiento y conversión alimenticia), independientemente del genotipo del padre.

8.4. Efecto del número de partos sobre el peso del lechón durante los días de lactancia: En lo referente a esta característica se encontró un efecto del número de parto ($P < 0.05$) sobre el peso del lechón a partir del día 14 a los 21 días que fue el término de la lactancia (Figura 4). Así mismo, se encontró un efecto de los días de lactancia ($P < 0.05$) sobre peso del lechón.



a,b= Diferencias estadísticas ($P < 0.05$)

Figura 4. Medida de mínimos cuadrados para el efecto del número de partos en el peso del lechón durante los días de lactancia

Los resultados que se observan en la figura 4, muestran una variación en el peso promedio de los lechones del día 14 al término de la lactación (21 días), donde se distingue claramente la heterogeneidad en el peso de los lechones que provienen de las cerdas de primero y segundo parto (5.5 kg) comparadas con las que tienen de cuatro a seis partos (6.1 kg). Con base a esta

característica, PIC (2011), encontró que las hembras son más productivas del 3 al 5 parto, característica acorde con lo encontrado (Figura 4).

PIC (2011), señala que las primerizas (1 y 2 parto) paren lechones de menor peso y el calostro de estas cerdas contiene menores niveles de protección inmunitaria, asociando esto con una tasa de mortalidad pre-destete mayor. En relación al efecto del peso del lechón al nacimiento con la edad de la cerda (número de partos) no se encontró efecto ($P > 0.05$), ya que todos los pesos fueron homogéneos (1.5 kg), en lo que respecta a la menor inmunidad que aportan al lechón las cerdas primerizas es debido a que han estado expuestas a menor cantidad de agentes infecciosos debido a su edad, para lo cual aun no poseen inmunidad para ciertas enfermedades comparado esto con cerdas > 4 partos que brindan mayor protección inmunitaria a sus lechones (Pinilla *et al.* 2008).

Cardona (2003), encontró que el tamaño de camada al nacimiento aumenta del primer al cuarto parto al igual que el peso del lechón al nacimiento y al destete ya que a partir del segundo parto la cerda ya está totalmente desarrollada por lo cual ya no canaliza parte de sus reservas al crecimiento, lo que proporciona a los lechones una mayor nutrición durante la gestación y en la lactancia. No obstante, el comportamiento de las cerdas de segundo parto no concuerda (Figura 4) con lo dicho por Cardona (2003).

Pinilla *et al.* (2008), indican que las cerdas deben recibir su primer servicio basándose en el peso del animal (136 kg) y en su edad cronológica esto ya que

algunas líneas genéticas actualmente alcanzan este peso a una edad muy precoz y aun no se encuentran totalmente desarrollados sus órganos reproductivos, el peso con el que deben ser servidas las cerdas a primer servicio (136 kg), es para conseguir un peso al parto de 182 kg aproximadamente, lo cual representa beneficios, ya que las cerdas generan menos peso corporal durante su primera gestación, por lo tanto pierden menor cantidad de peso corporal durante su primera lactancia no afectando así los parámetros tanto reproductivos como productivos en el parto posterior.

En base al comportamiento que tienen las hembras de primero y segundo parto Gómez (1999), observo una disminución en el tamaño de la camada al nacimiento entre el primero y segundo parto, pero no una disminución en los pesos al nacimiento, característica que coincide con los resultados obtenidos (Figura 4), ya que los pesos al nacimiento fueron iguales (1.5 kg), independientemente de la edad de la cerda. La disminución en el tamaño de camada en el segundo parto puede deberse a lo antes mencionado que las cerdas son servidas cuando aun no llegan a su peso óptimo (136 kg), esto debido principalmente a una mala planeación del número de remplazos requeridos o manejo reproductivo inadecuado que reciben los animales a la hora de realizar los grupos que entraran a servicio y gestación.

De manera general, el análisis del peso de los lechones durante la lactancia (21 días) estuvo afectado por el número de parto de la madre ($P < 0.001$) durante el lapso de 14 a los 21 días que duro la lactación (Figura 4), donde las hembra de 3 a 6 parto mostraron superioridad en relación del peso promedio de los

lechones (6.1 kg), en comparación con las hembras de 1 y 2 parto (5.4 kg). Probablemente el peso de los lechones al destete (21 días) producto de las hembras con 1 y 2 partos estuvo influido por aspectos ambientales como lo es el peso de las cerdas durante el primer servicio y el catabolismo que sufrido en la lactancia anterior por no estar desarrolladas aun completamente Pinilla *et al* (2008).

8.5. Efecto del genotipo materno y número de partos sobre el peso del lechón durante los días de lactancia: En base a esta característica se encontró un efecto del número de parto y genotipo de la madre ($P < 0.05$) sobre el peso del lechón a partir de los 7 días de nacimiento y hasta el término de la lactancia (Figura 5). Además, se encontró un efecto de los días de lactancia ($P < 0.05$) sobre el peso del lechón.

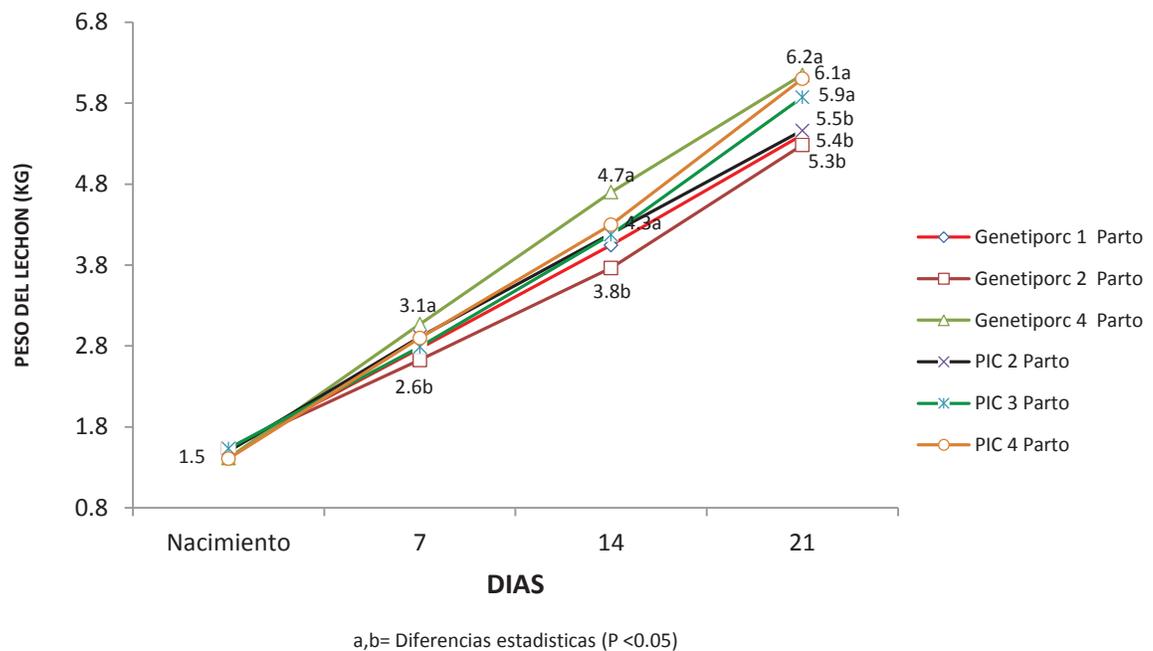


Figura 5. Medida de mínimos cuadrados para el efecto del número de partos y genotipo materno sobre el peso del lechón durante los días de lactancia

Los resultados mostrados en la figura 5, muestran una variación en el peso de los lechones del día 7 postnacimiento hasta término de la lactación (21 días), donde se observa una dispersión en el peso promedio de los lechones que va de 5.3 kg a 6.2 kg. Con base a los resultados observados, PIC (2011), indica que la productividad de la hembra es superior del 3 al 5 parto, característica que también se observa en la figura 5, donde se muestra un mayor desempeño en las cerdas de 3 a 5 partos. Así mismo PIC (2011), señala que la producción láctea de las cerdas no es determinada en su totalidad por el genotipo del animal sino parte de esto depende de su condición corporal, técnicas nutricionales e intensidad de amamantamiento que se le haya dado a la cerda en la primera lactancia. Por otro lado Martínez (2003) menciona que el genotipo de las hembras es un factor clave que interviene directamente en el peso del lechón conforme transcurre la lactancia, característica que se ve claramente en la figura 5, donde en el día 14 de lactación las cerdas con 4 partos del genotipo Genetiporc mostraron una superioridad en peso promedio de sus descendientes comparado con el peso promedio de los lechones producto de las cerdas del genotipo PIC con mismo número de partos (4.7 kg contra 4.3 kg respectivamente), al final de la lactancia (21 días) ambos genotipos se comportaron estadísticamente igual ($P > 0.05$) con un peso de 6.0 kg, esto debido a que el genotipo PIC por ser línea terminal su potencial genético se comienza a expresar una vez consumiendo alimento sólido (pre-iniciadores), ya que no posee el efecto lechero de las líneas maternas (López, 2003).

9. Conclusiones

- En los resultados obtenidos en la investigación, el sexo de los lechones no fue un factor que determinó su peso al término de la lactancia, por otra parte el peso a la edad del destete (21 días) fue inferior en ambos sexos a lo reportado en otras investigaciones
- El genotipo de la madre no afectó en el peso de los lechones en el periodo de lactancia, sin embargo sí hubo un efecto del genotipo que presentaba el lechón.
- Los cruzamientos de hembras PIC con Genetiporc o PIC 370 mostraron superioridad en el peso (6 kg) de sus descendientes a los 21 días en comparación del peso (5 kg) a 21 días de los lechones producto del cruzamiento de hembras Genetiporc con machos Genetiporc o PIC 370.
- Las hembras mayores a 3 partos destetaron a los 21 días los lechones con mayor peso en comparado con las cerdas primerizas (1 y 2 partos), independientemente del genotipo que presentaban.

10. Bibliografía

- Águila, R., 2006. “La rentabilidad de los pre-iniciadores” en *Los porcicultores y su entorno*. Año 8, N° 49. Enero-Febrero 2006, pp. 60-62.
- Andrés. M.A., M. Piñero. C. 2008. Granjas de genética: proceso de recogida de datos. PigCHAMP Pro Europa S.A. España.
- Andrés. M.A., M. Piñero. C. 2009. Granjas de genética - por qué y cómo practicar la auto-reposición. PigCHAMP Pro Europa S.A. España.
- Barbolla, G., 2005. “Estrategias para producir cerdos mas uniformes” en *Los porcicultores y su entorno*. Año 7, N° 46. Julio-Agosto 2005, pp. 49 - 57.
- Bereskin. B., 1984. “Genetic Correlations of Pig Performance and Sow Productivity Traits”. Journal Of Animal Science. US Departament Of Agriculture, Beltsville, MD. pp 1477- 1487.
- Cardona, V. W. 2003. “Variabilidad de la longitud de lactancia y su efecto en la productividad de un sistema de producción porcina”. Tesis de licenciatura. UMSNH. FMVZ. Morelia Michoacán. pp 21, 22.
- Chávez. C., Montes. O. M., Rothschild. M. 2006. La genética como factor de competitividad. Porcicultura.com
- Córdova, A., 2008. “Efecto del sexo sobre la ganancia de peso al destete” en *Los porcicultores y su entorno*. Año 11, N° 64. Julio-Agosto 2008, pp. 174.

- English, P. R., Smith, W. J. y MacLean, A. 1981. “La cerda. Como mejorar su productividad. Editorial manual moderno. pp 295-319.
- English. R. P., Baxter. S., Fowler.R. V., Smith. J. W. 1992. “Crecimiento y finalización del cerdo *como mejorar su productividad*”, Manual moderno, México, D.F. Cap. 3. pp. 25 – 32. Cap. 5– 47. Cap. 12. pp 292 – 293.
- Gómez, R. B. 1999. “Efectos genéticos y ambientales para prolificidad de líneas y cruzas porcinas maternas”. Tesis de maestría. UMSNH. FMVZ. Morelia Michoacán. pp 37-40.
- Gordon, I. 1997. “Controlled production in pigs” en *Controlled reproduction in farm animals stres*. Vol 3 Ed. Cab International. United States of America pp 17, 165-169.
- Herrera, J. G., Lemus, C. F., Barreras, A. S. 2003. “Mejoramiento genético animal un enfoque aplicado”. Colegio de Posgrados. Programa en ganadería IREGEP. Primera edición. México.
- Hypor., 2007. “Mejora estructural del numero de lechones nacidos vivos” en *Los porcicultores y su entorno*. Año 10, N° 59. Septiembre-Octubre 2009, pp. 30-32.
- Huerta. A. OF. 2011. “Manejo de primerizas y su efecto sobre la productividad de granjas porcinas”. Memorias del X ciclo de conferencias AMVEC La Piedad 2011.

INEGI. 2010. LA Piedad (municipio): [en línea]
http://es.wikipedia.org/wiki/La_Piedad [Consultado 22 junio 2011].

Iraburu, J., Zuñiga, S, S., 2007. “El calostro primer elemento de supervivencia del lechón” en *Los porcicultores y su entorno*. Año 10, N° 59. Septiembre-October 2007, pp. 80 - 83.

Kato. LM. 1995. “La producción porcina en México: contribución al desarrollo de una visión integral”. UAM-Ascapotzalco y UMSNH. pp 21- 53.

Kephart, K. 2002. Manejo del lechon. [En línea]. Universidad estatal de Pensilvania. Venezuela Porcina N° 44
<<http://www.porcicultura.com/menu/maratic.htm>> [Consulta: 13 de Agosto de 20011].

Manual agropecuario., 2002. IBALPE. Bogotá Col. Capitulo 4 Cerdos. pp. 143 – 144.

Martínez, G. RG., Lopez, A. M. 2003. “Elementos empleados en la selección de sementales” en *Los porcicultores y su entorno*. Año 6, N° 32. Marzo-Abril 2003, pp. 16-24.

Martínez, L., 2003. “La influencia de la edad al destete, el estado sanitario y la alimentación” en *Los porcicultores y su entorno*. Año 6, N° 34. Julio-Agosto 2003, pp. 125-130.

Pesado, A., 2006. “Producción y consumo de la porcicultura mexicana” en *Los porcicultores y su entorno*. Año 8, N° 49. Enero-Febrero 2006, pp. 4-14.

PIC, 2002. Impacto de las variables que determinan el desarrollo magro del cerdo. [En línea]. PIC, México. Visión técnica. <<http://www.pic.com.htm>> [Consulta: 3 de septiembre del 2011].

PIC, 2010. “Efecto del peso al nacimiento en el rendimiento productivo del cerdo. [En línea]. PIC USA. <http://www.3tres3.com/clientes/pic/2010/articulo_peso_nacimiento.htm> [Consulta: 11 de Septiembre de 2011].

PIC, 2011. Aspectos económicos de la productividad de la cerda durante su vida útil. PIC, USA. Visión técnica.

Pinilla. J. C, DVM, MS; Geiger. J, DVM, MS; Kummer. R, DVM, PhD; Plva. J, DVM; Schott. R, BSc; Williams. N. H, MS, PhD. 2008. “Estrategia de manejo para maximizar el peso al destete”. PIC USA, Hendersonville Tennessee.

Robinson. J. A. B., Buhr. M. M. 2005. “Impact of genetic selection on management of boar replacement”. Theriogenology N° 63 Department of Animal and Poultry Science, University of Guelph, Guelph, Ont., Canada. pp 668- 178.

Roppa, L., 2005. “Producción mundial de cerdo: situación actual y perspectivas” en *Los porcicultores y su entorno*. Año 7 N° 47. Septiembre-Octubre 2005, pp. 26-35.

SAGARPA. 2009. "Situación actual y perspectiva de la producción de carne de porcino en México 2009".

SAS, 2000. Statistical Analysis System. Institute Inc. North Caroline. USA.

Shimada, M. A., 2005. "Nutrición animal", Trillas, Primera reimpresión, México. Capitulo 12 Alimentación de cerdos. pp. 236 – 238.

Tertius. J. J. 2004. "The production performance of two pigs genotypes on varying levels of dietary protein". Submitted in fulfillments of part of the requirements the degree of Master of Science in Agriculture, specializing in Animal Science en the Faculty of Agricultura and Natural Sciences. University of Pretoria.

Varley. M. A., 1995. "El lechón recién nacido desarrollo y supervivencia", Ed. ACRIBIA, S.A. Zaragoza (España). pp. 213-215.

Vásquez, R. J. L. 2006. "Curva de crecimiento de lechones con destete temprano (16 días), comparada con destete a 24 días en la costa de Michoacán. Tesis de licenciatura. UMSNH. FMVZ. Morelia Michoacán. pp 24, 25.