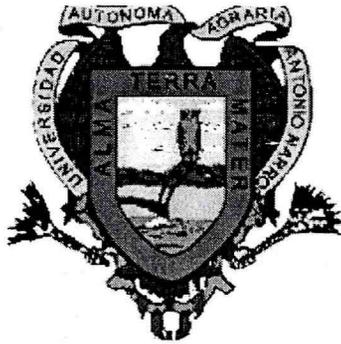


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**EFFECTO DE LA SELECCIÓN DE TETA SOBRE LA CURVA DE
CRECIMIENTO DE LOS LECHONES DEL NACIMIENTO AL
DESTETE.**

POR:

EDITH GARCIA MENDOZA

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO
MAYO DE 2004**

01897

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

EFFECTO DE LA SELECCIÓN DE TETA SOBRE LA CURVA DE
CRECIMIENTO DE LOS LECHONES DEL NACIMIENTO AL
DESTETE.

POR:

EDITH GARCIA MENDOZA

TESIS

TESIS DEL C. EDITH GARCIA MENDOZA QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DE LOS ASESORES COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

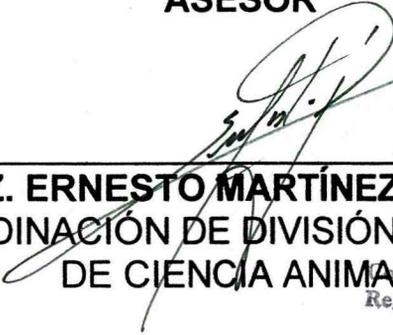
APROBADO POR:



M.C. DAVID VILLARREAL REYES
ASESOR PRINCIPAL



Dr. RAÚL VILLEGAS VISCAÍNO
ASESOR



M.V.Z. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA
COORDINACIÓN DE DIVISIÓN REGIONAL
DE CIENCIA ANIMAL

Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal
UAAAN - UL

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**EFFECTO DE LA SELECCIÓN DE TETA SOBRE LA CURVA DE
CRECIMIENTO DE LOS LECHONES DEL NACIMIENTO AL
DESTETE.**

POR:

EDITH GARCIA MENDOZA

TESIS

**QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR,
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADO POR:



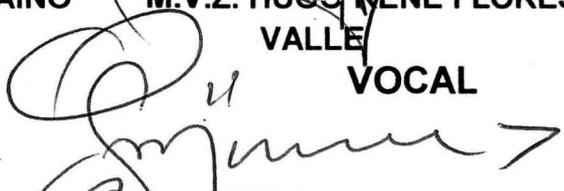
**M.C. DAVID VILLARREAL REYES
PRESIDENTE**



**Dr. RAÚL VILLEGAS VIZCAÍNO
VOCAL**



**M.V.Z. HUGO RENÉ FLORES DEL
VALLE
VOCAL**



**M.V.Z. SILVESTRE MORENO ÁVALOS
VOCAL SUPLENTE**



**M.V.Z. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA
COORDINACIÓN DE DIVISIÓN REGIONAL
DE CIENCIA ANIMAL**


Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

UAAAN - UL

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por darme mi familia compacta y permitirme ser lo que soy y estar donde el quiere que este, gracias por las oportunidades de vivir.

A mi asesor M.C. David Villarreal Reyes por la confianza depositada en mi para la realización de este trabajo y por su apoyo.

Al Dr. Raúl Villegas Viscaíno, por su paciencia y colaboración en el presente trabajo.

Al M.V.Z. Carlos Casas por su colaboración para realizar el trabajo de campo.

A los trabajadores de la granja la Victoria por su colaboración en el trabajo de campo.

A la familia Rivera Bailón por hacerme sentir parte de su familia, por su apoyo y amistad durante toda mi carrera.

A la familia Cervantes Padrón por su amistad y cariño.

A MAOMEDOL y el camioncito amarillo por enseñarme que lo único que vale en la vida es lo que te ganas con tu propio trabajo.

Al M.C. Jesús Heraclio Del río por enseñarme a creer en mi y por impulsar mis ideas.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

Gerardo García Pérez

Rita Mendoza Alvirde

Este triunfo es de todos, Gracias por la vida, el amor y el ejemplo

A MIS HERMANOS:

Mar: Gracias por ser mi apoyo y cuidarme.

Yoya: Gracias por ser mi amiga y un ejemplo a seguir.

Omarcito f Por regalarme tu infinito amor y compañía durante 22 años, por enseñarme a ser fuerte. Estés donde estés tu formas gran parte de este triunfo lo logramos.

A MI HIJO:

Gracias por estar conmigo y el futuro será mejor que el presente.

A MIS ABUELITOS:

José María García Ornelas f
Esperanza Pérez Órnelas

Hipolito Mendoza Esquivel
Teresa Alvirde Olivares

Por enseñarme que en la vida bien vale la pena luchar en contra de todo y de todos y por enseñarme aferrarme a ella, pero sobre todo por cuidar de este torito bravo.

A MIS TIOS:

Luis Antonio, Libia , Fernando, Lidia f

DEDICATORIA ESPECIAL PARA AMERICA MART Y MARA ESCOBAR MENDOZA:

Las quiero mucho

A ROBERTO CARLOS, AMERICA Y JAQUELINE:

Por llenar de amor la vida de mis hermanos.

A LA OTRA PARTE DE MI FAMILIA:

También el dolor se agradece, porque nos ayuda a superarnos

Índice general

	No. de página
Índice de cuadros.....	iv
Índice de figuras.....	iv
Resumen.....	1
Introducción.....	2
Objetivo.....	4
Revisión de literatura.....	4
La curva de crecimiento en lechones.....	4
Factores que afectan el crecimiento del lechón.....	5
El tamaño de la camada al nacimiento.....	5
Mejoramiento genético y heterosis.....	5
La raza.....	6
El número de parto.....	7
La Heredabilidad del verraco.....	7
Etología del ganado porcino.....	8
El lechón neonato en la etapa de lactación.....	8
Selección de teta.....	9
Competencia de los lechones.....	9
Lechones problemáticos.....	10
La hembra.....	10
Factores que determinan la supervivencia del lechón.....	11
Partos largos y/o distócicos.....	11
Reservas corporales del lechón neonato.....	12
Termorregulación del lechón neonato.....	12
La ingestión de calostro al nacimiento.....	15
El sistema inmune del lechón neonato.....	16
Endocrinología.....	16
Selección genética para la supervivencia.....	17

Efecto de la heterosis sobre la supervivencia	17
Adopción de lechones.....	17
Lactaciones cruzadas.....	18
Peso de la camada al nacimiento.....	18
Efecto de la época del año.....	18
Efecto de la craza sobre el peso de la camada.....	19
Peso del lechón al nacimiento.....	19
Factores inherentes a la hembra porcina.....	20
Crecimiento de la camada.....	21
Factores ligados a la hembra porcina.....	22
Producción de leche de la hembra porcina.....	22
Factores del lechón.....	23
Mortalidad de lechones durante le lactancia.....	24
Efecto del sexo.....	25
Factores ligados a la madre.....	25
Factores ligados al lechón y a la camada.....	26
Medio ambiente.....	26
Nutrición de la hembra porcina.....	26
Número de fibras musculares.....	27
Fibras secundarias.....	28
Vitaminas y minerales en la gestación.....	28
Desarrollo esquelético fetal.....	29
Nutrición de le hembra porcina en lactancia.....	29
Alimentación del lechón en lactación.....	30
La flora bacteriana.....	30
El destete.....	31
Fisiología digestiva.....	32
Integridad del intestino.....	34
Adaptación al alimento sólido.....	34
Edad al destete.....	35
Tamaño de la camada al destete.....	36

Peso de la camada al destete.....	36
Crecimiento.....	37
Crecimiento magro.....	39
Impacto entre sexos.....	40
Efecto de la raza sobre el crecimiento magro.....	41
Efecto de la somatotropina en crecimiento.....	41
Efecto del medio ambiente sobre el crecimiento.....	42
El ambiente de producción.....	42
Materiales y métodos.....	44
Animales y origen de los datos.....	44
Ubicación.....	44
Alojamiento de los animales.....	45
Alimentación.....	45
Pesaje de los lechones.....	46
Manejo.....	46
Selección de teta.....	47
Resultados.....	48
Discusión.....	55
Conclusiones.....	57
Literatura citada.....	58

Resumen

Uno de los objetivos principales de la explotación porcina productora de lechones es obtener el máximo número de lechones con mayores ganancias de peso al destete, pero en los porcinos domésticos, muy a menudo existe una variación con respecto a la ganancia diaria de peso. Esto está determinado por gran cantidad de variables una de ellas es la que se tomo como objetivo de este trabajo, el efecto de la selección de teta sobre la curva de crecimiento de los lechones del nacimiento al destete.

El trabajo se realizo en la granja "La Victoria" ubicada en el ejido "La Torreña" perteneciente al municipio de Gómez Palacio Durango, durante los meses de Octubre a Diciembre del 2003. El número de animales analizados fue de 96 lechones procedentes de 8 cerdas híbridas. Los datos de crecimiento fueron analizados conforme la persistencia de los lechones sobre la selección de teta, número de partos de la madre y al sexo.

Después de cada sesión de pesaje que se realizo al nacimiento y posteriormente con intervalos de una semana, se observó a cada camada hasta la realización de una sesión de amamantamiento en la que todos los lechones se alimentaran simultáneamente y registrándose en la hoja de campo en qué tetas lo hizo cada lechón. Con los registros de la teta usada para alimentarse se calculó el índice de persistencia en el uso de la teta por los lechones, como cociente del número de ocasiones en que usó una teta específica entre el total de sesiones de alimentación

El crecimiento de los lechones durante la lactancia se consideró como lineal y para estandarizarlo se obtuvo la recta de cuadrados mínimos, mediante el procedimiento de regresión lineal

Los resultados del crecimiento de los lechones por el análisis de regresión lineal del conjunto de datos nos indican un peso inicial de 1209 ± 74.6 g y una ganancia diaria de peso de 131 ± 4.2 g ($r^2=0.6723$). Sin embargo, es evidente que la dispersión de los datos aumenta conforme lo hace la edad de los lechones.

Para la variable de selección de teta los lechones que se amamantaron de las tetas pectorales alcanzaron un promedio de peso de 6.394 Kg, los que se alimentaron de las tetas abdominales obtuvieron un promedio de 5.078 Kg. y los de las tetas inguinales obtuvieron un promedio de peso de 4.88 Kg. La dispersión de los datos nos hace pensar que en la etapa de lactancia se concurren otros factores con relación a la ganancia diaria de peso de los lechones.

Con relación a la variable de sexo, la mayor ganancia diaria de peso la alcanzaron los machos con un promedio de 136.15 gramos en comparación de las hembras con un promedio de 133.2 gramos.

En la variable de número de parto de la madre las mayores ganancias de peso se encontraron en las camadas procedentes del tercer parto con 155 ± 0.54 (g/día) en comparación con las de primer parto de 111 ± 11.9 (g/día) y de sexto parto con 105 ± 06.6 (g/día).

Introducción

Una de las actividades rutinarias de los poricultores en todo el mundo, es la comercialización del ganado porcino, proceso que está íntimamente relacionado con una eficiente producción en la granja. El binomio producción-comercialización está fuertemente asociado a las utilidades del productor, en consecuencia existe una constante búsqueda para mejorar la eficiencia productiva, para lo cual normalmente el enfoque se dirige a mejorar los procesos reproductivo y nutricional de la hembra porcina y de los animales en diferentes fases de crecimiento (Trujillo, 2002)

El ganado porcino es una especie altamente productiva, presentando durante toda su vida un crecimiento sostenido, si bien la velocidad de crecimiento disminuye conforme el tiempo avanza. Este crecimiento es consecuencia de la sumatoria del desarrollo de diferentes tipos de tejidos, principalmente muscular, óseo y adiposo, lo que depende de la capacidad del animal para depositar proteínas y/o lípidos, cuya importancia relativa varía ampliamente en función del tiempo a partir del nacimiento (McClure, 1999).

Por tanto, la productividad del ganado porcino es consecuencia de la habilidad de los animales para expresar su capacidad genética, para transformar los alimentos que consumen en masas musculares y tejido adiposo, lo que depende de muchos factores tales como; edad, sexo, alimentación, manejo adecuado, clima, raza, cruza, tamaño de la camada, peso al nacimiento y peso al destete (García *et al*, 1989, Trujillo, 2002).

Conforme a lo anterior, resulta necesario conocer de manera detallada el comportamiento productivo del ganado porcino, para lo cual una de las herramientas utilizadas es el análisis de la curva de crecimiento, esto permite determinar las variaciones del desarrollo tisular que son reflejadas directamente en el peso del ganado porcino. La curva de crecimiento permite por el grado de inclinación establecer etapas de eficiencia productiva, dado que está, no es más

que la gráfica de los datos de peso alcanzado en un tiempo determinado, lo que corresponde a los volúmenes de producción tisular (Blasco *et al*, 1998).

La productividad porcina se refleja desde el nacimiento, existiendo una amplia variación de peso, a los 21 días, al destete y en cada una de las etapas biológicas de desarrollo hasta su venta. En tal variación, inciden una gran cantidad de factores, influyendo además el peso logrado en una etapa sobre la siguiente. En general se pueden establecer tres periodos en el ciclo productivo del porcino; del nacimiento al destete en el cual se refleja el efecto materno, el de crianza o destete que está determinado por la capacidad de adaptación del lechón a un nuevo entorno y del destete hasta su venta en el que variará la importancia relativa en el depósito de músculo y/o tejido adiposo. En los tres periodos el ambiente es fundamental, ya que permitirá la adecuada expresión de su potencial genético. Los factores por tanto, pueden considerarse como ambientales, propios del animal e inherentes a su madre, de esta última destacan la superficie endometrial disponible para la anidación embrionaria, el número de embriones y la productividad lechera, también influyen el peso al nacimiento, el tamaño de la camada, el sexo y la conducta lactacional entre otros (Thompson y Fraser, 1986).

Dentro de la etología porcina, desde el nacimiento se presenta una competencia intraespecífica alométrica característica de esta especie, esta sincronía conductual se refleja mediante una conducta agonística dirigida a jerarquizar, siendo el factor determinante el peso y el sexo. Los lechones desde el nacimiento hasta el destete luchan entre sí por la posesión de las tetas más productivas, siendo esto más frecuente en camadas más numerosas que en pequeñas, dado que no sólo satisfacen mejor su apetito, sino que además le garantizan un crecimiento mejor y más rápido, así, los lechones de camadas poco numerosas tienen menor variación de peso que las numerosas, por tanto la curva de crecimiento variará en función del tamaño de la camada, del sexo, y de la posesión de la teta (Lay *et al*, 2002).

Objetivo

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la selección de teta sobre la curva de crecimiento de lechones.

Revisión de literatura.

La curva de crecimiento en lechones

La evolución del aumento de peso vivo a lo largo de la vida de un animal es un fenómeno complejo que depende del genotipo del animal, de efectos ambientales que persisten a lo largo del tiempo y que tienen un efecto variable con la edad y el desarrollo del animal, y de variaciones aleatorias puntuales que pueden afectar sólo en periodos cortos de tiempo (Blasco, 1998).

El crecimiento puede ser descrito simplemente exponiendo la variación en el tiempo de las medidas tomadas, sin que sea necesario en muchas ocasiones el realizar ajuste alguno a esas medidas (Blasco, 1998).

Para la mayor parte de trabajos científicos con animales, es de gran importancia resumir el fenómeno del crecimiento con pocos parámetros descriptivos, preferiblemente que puedan ser interpretados biológicamente. (Blasco, 1998).

Hay publicadas una cantidad verdaderamente ingente de ecuaciones que pueden ser ajustadas para representar este comportamiento de evolución del peso vivo, cada una de ellas creada a partir de argumentos biológicos distintos. En la práctica casi todas las curvas propuestas ajustan muy bien a los datos experimentales, lo que resulta un tanto desconcertante, pues se basan en leyes diferentes, por lo que la elección de un modelo se suele basar en conveniencias de tipo práctico más que en deseos de averiguar cuál es la ley que rige el crecimiento de esos animales. (Blasco, 1998).

El modelo más utilizado para las curvas de crecimiento en lechones, es la de Gompertz, sin embargo, en esta ocasión dado que el crecimiento de los lechones en la fase de lactación es lineal, no se pudo adaptar a este trabajo.

Factores que afectan el crecimiento del lechón

El tamaño de la camada al nacimiento

El tamaño de la camada, es un factor fundamental para la ganancia diaria de peso de los lechones durante la lactancia y sus futuras fases de crecimiento. A medida que el tamaño de la camada aumenta, se reduce el peso del lechón al nacimiento, con un incremento en la morbilidad y mortalidad postnatal y una disminución en el crecimiento inicial (Roehe, 1996). Cuando las camadas son reducidas existe una tendencia lineal a obtener ganancias de pesos mayores (Thompson y Fraser, 1986) en tanto que, cuando las camadas son más grandes, existe una mayor variación de peso entre los lechones (Milligan *et al*, 2001), además, se incrementa la competencia entre lechones, con lo que se excluyen parcial o completamente los lechones más ligeros de las tetas funcionales, obteniendo pobres ganancias o bien la muerte (Van der Lende *et al*, 2002).

Existen otros factores que pueden influir en el tamaño de la camada al nacimiento, destacando aquí la buena detección de calores, lo que por sí mismo, puede mejorar hasta en un 15% lo cual representa casi un lechón por cada siete nacidos. (Gadd, 2000). Otro de los factores que influye en el número de lechones nacidos vivos, es la época del año, concluyendo que la época seca parece estar asociada a mayores aumentos en el número de lechones por camada (Leidenz *et al*, 1999).

Mejoramiento genético y heterosis

El mejoramiento genético de las características de la camada es importante en la producción porcina. Estas pueden ser mejoradas por la selección genética, estimando los parámetros específicos disponibles de cada

raza (Van der Lende *et al*, 2002; Chen *et al*, 2003a). Esto puede conllevar a incrementar la mortalidad durante el periodo de lactación, lo que puede afectar el número de lechones destetados (Roehe y Kalm, 2000).

La hibridación o heterosis, tiene un efecto benéfico sobre algunos aspectos productivos del ganado porcino, como son el tamaño de la camada, la sobrevivencia y la velocidad de crecimiento (Roehe, 1996). La ventaja máxima del cruzamiento se obtiene cuando se aparean animales híbridos, pudiéndose esperar un incremento adicional del 8.7% en el tamaño de la camada al ser destetados, esta mejora es debida a un incremento de un 4.7% adicional de porcinos nacidos vivos y a un elevado porcentaje de sobrevivencia. La ventaja reproductiva total de los porcinos híbridos sobre los porcinos puros resulta un 29% mayor (Clutter *et al*, 1998). en este sentido, las razas puras parecen tener menor número de lechones por camada (Roehe, 1996).

Las hembras híbridas de las razas Hampshire x Landrace, son las que tienen el mayor rango para el factor de tamaño de la camada desde el nacimiento hasta los 21 días. (Clutter *et al*, 1998).

La raza

Las razas es otro factor que influye de manera importante sobre el tamaño de la camada, ya que incluso puede existir variación entre la misma raza.

Las razas Yorkshire, Landrace, Hampshire, y Duroc son las que tienen los mayores índices de lechones nacidos vivos (Chen *et al*, 2003b). Las hembras Chester white son superiores a las hembras Yorkshire con respecto a los factores de tamaño y peso de la camada desde el nacimiento hasta el destete. Las hembras Landrace, Yorkshire, y Chester white son superiores con respecto a los factores de reproducción y habilidad materna (Clutter *et al*, 1998). Con relación a estos aspectos, Segura y Segura, (1991), mencionan que las hembras de la raza Landrace, tienen camadas mayores que las de raza Yorkshire y Hampshire, pero las de la raza Yorkshire, es superior al obtener

lechones de mayor tamaño al nacimiento que las de la raza Landrace, sugiriéndola como un raza optima para los cruzamientos.

El número de parto

Las hembras porcinas de primer parto tienen camadas poco numerosas si se comparan con las hembras de dos o más partos. Las hembras porcinas alcanzan la mayor producción de lechones al llegar a la madurez física, lo cual sucede al cuarto o quinto parto, después de los cuales empieza a descender de manera paulatina debido al incremento de la edad del animal (Gómez *et al*, 1999). Las camadas más grandes producen camadas de menor peso sobre el promedio (Segura y Segura 1991), sin embargo las hembras primerizas con un buen estado corporal, podrían llegar a producir camadas tan grandes al nacimiento como las hembras adultas (Gómez *et al*, 1999).

La heredabilidad del verraco

El tamaño de la camada al nacimiento no solo es influenciado por la hembra porcina, sino también por el semental, sí bien, con un porcentaje de heredabilidad menor que la hembra (Van der Lende *et al*, 2002).

Las camadas procedentes de verracos Yorkshire, obtienen menores tamaños de las camadas al nacimiento que las camadas de verracos Hampshire y Duroc, además se debe considerar el factor de fertilidad, con respecto al número de espermatozoides viables disponibles para la concepción, afirmando que el verano o los climas calurosos tienen un efecto importante sobre la espermatogénesis, lo cual es reflejado en la fertilidad de macho, siendo los más afectados los sementales de las razas menos adaptables. (Segura y Segura, 1991).

Etología del ganado porcino

El lechón neonato en la etapa de lactación

Inmediatamente después del nacimiento, los lechones neonatos se liberan de las envolturas fetales, se ponen de pie y comienzan a andar con movimientos incoordinados alrededor de su madre, pueden tardar entre 30 y 45 minutos reconociéndola y accediendo a los pezones. Durante las primeras horas posparto los lechones permanecen junto a las mamas, moviéndose muy poco, mientras la hembra porcina al levantarse o al acostarse puede aplastarlos. Desde la fase de expulsión de los lechones, el calostro ya está disponible para los que van naciendo, aunque el ciclo de amamantamiento no se inicia hasta transcurridas 6 u 8 horas después de finalizar el parto. Este ciclo es regulado cada hora durante las primeras 3 o 4 semanas de edad, aumentando los intervalos entre amamantamiento conforme pasan los días (Daza, 1995).

El consumo medio de leche por lechón y por amamantamiento es muy variable esto puede deberse al intervalo entre los amamantamientos y el tamaño de la camada, esto determina su vitalidad durante la lactancia, (Daza, 1995).

Otros factores que juegan un papel importante en mantener la temperatura corporal son la adaptación y el comportamiento, el lechón neonato es capaz de elegir su microambiente, lo que lo ayuda a reducir la exposición a las temperaturas frías en los primeros 3 días después del nacimiento, esto lo hace buscando calor con los otros lechones o con la madre, teniendo un mayor riesgo de ser aplastados por parte de la madre los lechones de bajo peso o los que permanecen más tiempo con la teta, los más hambrientos (Lay *et al*, 2002), y los lechones machos por el hecho de tener más desarrollado el vomeronasal, permanecen más tiempo olfateando la ubre de la madre, permaneciendo más tiempo al lado de ella, incrementándose así la probabilidad de ser aplastados (Lay *et al*, 2002).

Selección de teta

Durante los primeros tres primeros días postparto, los lechones más vigorosos establecen la especificidad del pezón, posecionándose primeramente de las mamas pectorales en los que la eyección de leche se produce más rápidamente por la estimulación. La especificidad de los pezones de las mamas abdominales, se establece, entre los 8 y 11 días postparto, manteniéndose generalmente la relación correspondiente de lechón-pezón durante toda la lactancia. Aunque pueden darse errores sobre la posesión de las tetas sobre todo en las mamas de la zona media, originando esto peleas entre lechones (Daza, 1995).

Las disputas por la teta antes de la eyección de la leche, se pueden observar desde el nacimiento, observándose mayor cantidad de peleas en las camadas grandes. En general en las camadas numerosas, los lechones más grandes desplazan a sus compañeros pequeños, parcial o completamente de las mamas, estableciéndose (Thompson y Fraser, 1986).

Competencia entre los lechones

La competencia neonatal es importante para la supervivencia del lechón. Este es un factor importante que influye en la ganancia de peso de los lechones durante la lactación, existen dos tipos de competencia la directa y la indirecta (Thompson y Fraser, 1986; 1988).

Competencia directa: Esta se basa principalmente en la posesión de la teta, lo que se refleja por la frecuencia de luchas debido al alto grado de persistencia de utilizar la misma teta (Milligan *et al*, 2001).

Competencia indirecta: Esta es limitada por la producción de leche de la hembra porcina. Los lechones más grandes obtienen mayor ganancia de peso debido a que estimulan con mayor efectividad su teta, adquiriendo un mejor

incremento de peso en la etapa de lactancia (Thompson y Fraser, 1986; Milligan *et al*, 2001).

Los lechones de menor peso al nacimiento o menos competitivos, están comprometidos fisiológicamente con insuficientes condiciones de reservas de energía, siendo una desventaja al competir con sus hermanos más pesados por la ubre (Lay *et al*, 2002), o pueden no tener éxito en establecer la propiedad de una teta, tales animales mueren a menudo durante los primeros tres días de vida (Alonso *et al*, 2001). Otros animales no poseedores de teta, sobreviven consiguiendo aproximadamente apropiarse de una teta a través de continuas luchas con sus hermanos de camada (Alonso *et al*, 2001).

Lechones problemáticos

Son lechones que se caracterizan por inconsistencia en la posición de amamantamiento tras los primeros días, lucha continua sobre las tetas, frecuente fracaso para conseguir leche durante los episodios de amamantamiento y ganancia de peso anormalmente baja (Alonso *et al*, 2001).

La hembra

El comportamiento de la hembra porcina es fundamental en relación con los lechones aplastados, por lo general esto sucede durante el primer día de edad, cuando la hembra porcina se cambia de posición de un lado a otro, anunciando con gruñidos en que momento va a echarse, ocurriendo con mayor probabilidad los aplastados, en corrales chicos y camadas grandes, afectando principalmente lechones con menor peso. Otra causa de muerte de lechones es por agresiones entre el lechón y su madre, principalmente en cerdas salvajes, observándose un mayor porcentaje en hembras primerizas, reduciéndose paulatinamente en partos posteriores, esta situación es también ocasionada por partos distócicos y largos (Lay *et al*, 2002).

Desfavorablemente, en la hembra porcina moderna genéticamente seleccionada, se enfatiza en características de crecimiento del lechón, número

de lechones nacidos vivos y números de lechones destetados por hembra porcina por año, omitiendo el comportamiento maternal, lo que varía grandemente entre cerdas, observando resultados en comportamientos maternos pobres, que contribuyen a lechones aplastados. Parece ser que la hembra porcina de raza Duroc, aplasta menos lechones que las hembras de raza Hampshire y Landrace (Lay *et al*, 2002).

Factores que determinan la supervivencia del lechón

Los factores que directa o indirectamente determinan la supervivencia del lechón son muy variados.

Partos largos y distócicos

El resultado de las camadas numerosas, es que propician partos largos, lo que puede tener un efecto crítico al nacimiento del lechón y su supervivencia al parto (Lay *et al*, 2002).

Los partos distócicos tienen como resultado la privación de oxígeno al lechón, causando hipoxia y contribuyendo con muertes durante el proceso del parto o consecuentemente, más aún disminuyendo el flujo sanguíneo del feto que es común en la contracción uterina normal del parto. Los nacimientos con un amplio esfuerzo se asocian a elevadas pérdidas por hipoxia, de partos aproximadamente de 6 horas; otros factores están asociados a condiciones inadecuadas durante la gestación, alojamiento, época de parto, tamaño de la camada y reservas corporales al parto (Lay *et al*, 2002).

Cualquier factor que influya en la adaptación al nuevo ambiente y/o la vitalidad del lechón para obtener un lugar a la hora de amamantarse, conllevará a una reducción en las posibilidades de supervivencia del animal (Casellas *et al*, 2003).

Reservas corporales del lechón neonato

Las reservas corporales de cualquier individuo es fundamental y crítica en las primeras horas de vida. Los requerimientos de energía de la hembra porcina gestante dependen de la reserva de energía de su cuerpo. Por ende, los lechones después del nacimiento dependen de sus propias reservas de carbohidratos y glucógeno (Noblet *et al*, 1997).

En los lechones neonatos, las reservas de carbohidratos en hígado y músculo es de aproximadamente 100 - 120 mg/g de tejido, alcanzando niveles máximos a las 12, 18, 36 a 48 horas de vida (Lay *et al*, 2002), si bien, los depósitos de glucógeno al nacimiento son altos, disminuyen rápidamente entre las 12 y 18 horas postparto (Miller *et al*, 1994).

La energía se almacena en el cuerpo del animal como glucógeno, proteína, o lípidos, en este aspecto, las reservas de glucógeno tienen gran importancia en el metabolismo energético a corto plazo. El glucógeno del hígado y del músculo, es sintetizado a partir de la glucosa después de una ingestión de alimento, y se utiliza más tarde para otros propósitos. A largo plazo las reservas de glucógeno varían poco y representan una pequeña proporción de almacenamiento de energía; el tejido adiposo será el más importante almacén de energía, la densidad energética del tejido adiposo es de tres a cuatro veces mayor que la del tejido magro. La densidad energética típica de los lípidos se considera de 39.8 kJ/g y de la proteína 23.8 kJ/g (Van Milgen, 2002).

Termorregulación del lechón neonato

El nacimiento es un momento crucial en la vida de los lechones al tener que adaptarse rápidamente a un nuevo ambiente, ya que cualquier retraso puede implicar una desventaja importante a la hora de competir con el resto de la camada por la leche, y reducir drásticamente la probabilidad de supervivencia. Esta adaptabilidad al ambiente externo se ha relacionado con la capacidad de termorregulación de los lechones, pero existen otras variables

fisiológicas, como la frecuencia cardiaca o la saturación arterial de oxígeno, que sufre cambios drásticos durante los primeros minutos de vida y que desafortunadamente son poco conocidas (Casellas *et al*, 2002).

El incremento de hipoxia y la cantidad del tiempo entre el nacimiento y la primera succión de calostro está asociado con hipotermia, con lo cual se reduce el crecimiento postnatal y se eleva la mortalidad neonatal. Pero el principal efecto de la ingestión de calostro es sobre el metabolismo de los carbohidratos, utilizando las reservas energéticas hasta las 11 o 12 horas de vida (Lay *et al*, 2002).

El estrés por frío es un factor crítico afectando la supervivencia del lechón, principalmente en los primeros días de vida, el cambio brusco del medio uterino a condiciones ambientales entre los 15 y 20 °C es crucial; el lechón recién nacido tiene una zona termoneutral, protegiendo al corazón primordialmente manteniéndolo en límites normales, y actuando 24 a 48 horas después del nacimiento (Lay *et al*, 2002).

En los lechones recién nacidos el balance homeotérmico es fundamental para la termorregulación, y depende de la habilidad de los lechones de producir calor en reacción al frío, la cúspide del metabolismo es aproximadamente cuatro veces mayor en el primer día de vida (Noblet *et al*, 1997).

Las respuestas o reacciones a los cambios en la temperatura ambiental son derivadas de los estímulos cutáneos y cerebrales. Los cutáneos son menos sensibles y responden a variaciones de temperatura en el orden de 1°C, mientras que los cerebrales son altamente sensibles y precisos, respondiendo a cambios de temperatura en la sangre de milésimo de grado centígrado. Algunos de los receptores están localizados en el hipotálamo anterior y responde a sensaciones de calor y los localizados en el hipotálamo posterior a sensaciones de frío. El hipotálamo estimula a la hipófisis la cual a su vez estimula a las glándulas suprarrenales que producen epinefrina y norepinefrina, hormonas

directamente relacionadas con el control de temperatura corporal (Zinin y Dos Passos, 1999).

Los mecanismos que reducen la temperatura corporal son: evaporación cutánea, poco significativa en los porcinos, ya que prácticamente no poseen glándulas sudoríparas, y la vasodilatación. Esta última es importante ya que aumenta la transferencia de calor a través de la piel hasta ocho veces. El hipotálamo es el centro de control de temperatura corporal, sin embargo, de acuerdo a evidencias obtenidas recientemente, otras partes del cerebro también tienen funciones termorreguladoras (Zinin y Dos Passos, 1999).

Otros factores fisiológicos que actúan contra el frío son: Reducción del flujo sanguíneo periférico, escalofríos y el incremento de porcentajes del metabolismo como ayuda en la producción de calor (Lay *et al*, 2002). El escalofrío es uno de los principales mecanismos de producción de calor en el recién nacido (Noblet *et al*, 1997).

El tamaño del lechón es también un factor importante asociado a la termorregulación en el recién nacido, los lechones con peso bajo al nacimiento tienen un mayor riesgo de hipotermia, a diferencia de los lechones grandes que tienen mayores reservas energéticas (Noblet *et al*, 1997; Lay *et al*, 2002).

Los animales de menor peso son los más afectados debido a que poseen una dimensión de espacio mayor y menores reservas de energía en comparación con los de mayor peso. Desde el nacimiento la temperatura corporal desciende rápidamente de 39 °C a 37 °C en los lechones, luego de alimentarse, la temperatura sube a lo normal (39 °C a 40.5 °C) en aproximadamente 1 o 2 horas, lo cual no sucede en los de menor peso (Zinin y Dos Passos, 1999).

La rápida ingestión de calostro por los lechones recién nacidos es vital, no sólo para la protección inmune, sino también para asegurar el suficiente

suministro para la termorregulación (Noblet *et al*, 1997), dadas sus bajas reservas de grasa y carbohidratos al nacimiento (Schoknecht *et al*, 1997).

La ingestión de calostro al nacimiento

Cuando el lechón nace no ha recibido inmunidad materna a través de la placenta y su propio sistema es aún inmaduro. Por tanto, el calostro que reciba de la madre durante las primeras horas de vida, le proveerá con las primeras defensas contra infecciones tempranas. Las inmunoglobulinas son proteínas muy grandes que generalmente no cruzan la barrera intestinal, pero el intestino del lechón recién nacido tiene una gran permeabilidad que permite que estas proteínas lo crucen durante las primeras 24 horas de vida. Después de esta edad esa permeabilidad desaparece. Un lechón que no ha consumido calostro en este periodo, tiene menos probabilidad de sobrevivencia, no solo por la menor permeabilidad intestinal, sino principalmente por la disminución de los niveles de inmunoglobulinas después de las 24 horas de vida (Goasduf, 2000).

El consumo de calostro es necesario para cada neonato, principalmente en el primer amamantamiento, ocurriendo usualmente de 20 a 30 minutos después del nacimiento, con un promedio de consumo de 200 a 300 g/kg por lechón sobre las 24 horas de vida (Noblet *et al*, 1997).

Los porcinos recién nacidos deben recibir calostro inmediatamente después del parto para alcanzar un nivel máximo de inmunoglobulinas a las 12 horas de vida. Los más débiles que no ingieren o ingieren poco calostro y que pierden peso poco después del parto tienen una probabilidad de supervivencia menor como consecuencia de adquirir una inmunidad pasiva más baja. Las necesidades de calostro son de 50 a 60 gramos no suponiendo ningún beneficio adicional de ingestiones superiores (Daza, 1995). Sin embargo, la alta concentración de nutrientes en el calostro es también crítico para la supervivencia y estimulación del crecimiento posterior (Schoknecht, 1997).

El sistema Inmune del lechón neonato

Como se ha mencionado, el sistema inmune del lechón no se desarrolla plenamente hasta que tiene de 3 a 4 semanas de edad, mientras tanto, el calostro es la única fuente de proteína inmune que dispone (Kephart, 2001).

Las inmunoglobulinas calostrales se degradan y diluyen en el torrente sanguíneo de manera progresiva durante las dos primeras semanas de vida, de forma que entre los 14 y 21 días de edad, el lechón se encuentra en los mínimos niveles de defensa inmunitaria. A partir de la tercera semana de vida, el lechón comienza a ser inmunocompetente, es decir, comienza la propia producción de anticuerpos, pero no será hasta la 6 u 8 semana de vida cuando haya completado su maduración inmunológica (Ribot, 1995).

Endocrinología

Se ha demostrado que los procesos fisiológicos y la actividad de comportamiento que determina la supervivencia de la camada, están controlados por el estado endocrino de los recién nacidos. Así, parece que los estrógenos están relacionados con el intervalo nacimiento - primera succión de calostro, y la hormona ACTH (hormona adrenocorticotropa) con los niveles de competencia entre lechones por las mamas (actividad agonística) en el intervalo citado (Daza, 1995).

En los procesos termogénicos que mantienen la temperatura corporal durante la exposición al frío en la mayor parte de los animales están involucradas un conjunto de hormonas: TRH (factor liberador de la tiotropina), TSH (hormona estimulante de la tiroides) y la tiroxina, mientras que los glucocorticoides a través de su posible efecto anabólico en el sistema digestivo del lechón, podrían dotar a la camada de una mayor inmunidad pasiva (Daza, 1995).

En los porcinos neonatos, así como en los porcinos en crecimiento, la somatotropina regula el metabolismo del tejido adiposo por medio de una

disminución de lípidos, aumentando la cantidad de la lipólisis LPL. De esta manera, la somatotropina puede jugar un rol importante en la repartición de nutrientes durante el periodo neonatal. La habilidad de la somatotropina para inhibir los depósitos de lípidos en el tejido adiposo tiene ya un desarrollo al nacimiento. En fetos y recién nacidos obesos, la concentración de somatotropina circulante es menor que en porcinos normales (Wang *et al*, 1998).

Selección genética para la supervivencia

La heredabilidad de la supervivencia del lechón y la mortalidad de la camada es dependiente de genes, tanto del lechón como de la madre. La selección genética de lechones para la supervivencia, puede mostrar un efecto directo al inicio de la lactancia hasta el destete, ambas con o sin correlación por el peso del lechón al nacimiento (Tettle *et al*. 2002), produciendo mejoras durante el periodo de lactancia (Roehe y Kalm, 2000).

Efecto de la heterosis sobre la supervivencia

El efecto positivo de la heterosis sobre la supervivencia del lechón, mejora (Clutter *et al*, 1998) entre un 4 y un 20 % en camadas cruzadas, comparado con lechones de raza pura (Lay *et al*, 2002), declinando linealmente del nacimiento a los 21 días de vida (Jungst *et al*, 1998).

Adopción de lechones

La adopción de los lechones consiste en pasar los lechones más grandes de las hembras malas productoras o camadas más numerosas, a hembras buenas productoras y con buen instinto maternal, dejando los más débiles con sus propias madres, procurando homogenizar camadas en números y pesos de los lechones, según el potencial productivo de la hembra porcina involucrada, en esta dinámica, aumenta la supervivencia global de los lechones, aunque disminuye la velocidad de crecimiento de los animales adoptados (Daza, 1995).

Con la adopción de lechones existen más peleas entre residentes y lechones adoptados, (excepto el primer día) en todos los días de edad consecutivamente (Robert y Martineau, 2001).

Lactaciones cruzadas

Los lechones criados con lactaciones cruzadas, desarrollan estrés entre él y la hembra porcina, situación que no mejora el peso corporal al destete. En el tamaño de la camada en los primeros 2 días de nacidos, la crianza cruzada reduce el porcentaje de mortalidad predestete, con la desventaja del aumento de infecciones debida al ciclo de transmisión de patógenos, pero con una ventaja de supervivencia (Robert y Martineau, 2001).

Peso de la camada al nacimiento

El peso de la camada es una medida de crecimiento de los lechones y normalmente se expresa a edades prefijas, tales como: nacimiento, 21 días o en cualquier edad antes del destete (Chang *et al*, 1999).

Los pesos de los lechones al nacimiento y al destete, están influenciados por el número de parto de la hembra porcina (Chang *et al*, 1999; Gómez *et al*, 1999). El peso de la camada al nacimiento es menor en cerdas de primer parto, que en hembras multíparas (Leidenz *et al*, 1999), además, está influido principalmente por la heterosis maternal (Roehe, 1996).

La raza es un factor que también influye sobre el peso de la camada (Chang *et al*, 1999), encontró los mejores pesos en los lechones de hembras Yorkshire, Duroc, Hampshire y Landrace (Chen *et al*, 2003b).

Efecto de la época del año

Otro factor importante es la influencia del mes o época del año, sobre la capacidad reproductiva de la hembra porcina, es decir, la época del servicio ya que está correlacionado con el peso de la camada al nacimiento (Gómez *et al*, 1999; Leidenz *et al*, 1999).

Efecto de la cruce sobre el peso de la camada

La reproducción de camadas con doble cruce, permite obtener camadas con un 11.3% de mayor peso que las camadas puras (Clutter *et al*, 1998) y menciona que las hembras Chester white x Yorkshire tiene el mayor índice de peso de la camada hasta los 21 días, teniendo además un alto índice de concepción.

En relación de la influencia del verraco, sobre el peso de la camada, parece ser que sólo se observa el efecto al nacimiento, y se va perdiendo conforme se incrementa la edad de los lechones (Chang *et al*, 1999).

Peso del lechón al nacimiento

En el peso al nacimiento influyen factores intrínsecos del animal: tipo genético, sexo, factores inherentes y externos a la reproductora: tamaño de la camada, edad de la hembra porcina, alimentación durante la gestación, condiciones ambientales y estado sanitario (Daza, 1995).

El peso de los lechones al nacimiento parece ser un factor fundamental para la supervivencia y crecimiento durante la lactancia y fases posteriores (Daza, 1995). Los lechones con mayor peso al nacimiento tienen una tendencia a lograr ganancias de pesos mayores (Thompson y Fraser, 1986; Van der Lende *et al*, 2002), además, permite establecer dominio de la teta con las consecuencias favorables (Milligan *et al*, 2001). Lechones menores a 1 kg, muestran valores más bajos en la saturación de oxígeno, temperatura y peso vivo, mientras que necesitan más tiempo para llegar a las tetas y empezar a mamar (Casellas *et al*, 2002). Estos pesos inicialmente bajos persisten hasta los 14 días de vida (Thompson y Fraser, 1988), con probabilidades altas de pérdidas en ambientes fríos y mortalidades predestete (Roehre y Kalish, 2000; Lay *et al*, 2002).

El efecto del sexo se traduce en un mayor peso al nacimiento de los machos que de las hembras, habiéndose observado diferencias medias comprendidas entre 33 y 110 gramos (Daza, 1995).

Sin embargo, el peso individual tiene incrementos por la heterosis directa del lechón (Roehe, 1996), así, pesos al nacimiento individuales de 1.0, 1.2, 1.5 y 1.8 kg, pueden tener un incremento de peso rápido por la heredabilidad (Roehe y Kalm, 2000).

Los lechones con bajo peso al nacimiento, tienen porcentajes reducidos de supervivencia neonatal (Lay *et al*, 2002). En este sentido, pesos mínimos de 900 - 1000 gramos es una condición necesaria para que los lechones tengan posibilidades razonables de sobrevivir, a diferencia de pesos menores, debido a sus escasas reservas de glucógeno hepático, músculo y grasa (Daza *et al*, 1998).

Factores inherentes a la hembra porcina

El tamaño de la camada aumenta con el número de parto, alcanzándose los máximos entre el 4° y el 5° disminuyendo progresivamente. Como consecuencia cuando se corrige la prolificidad, el peso del lechón al nacimiento disminuye con el número de la camada. Una supervivencia embrionaria elevada, determina un mayor reparto de la superficie del endometrio y un menor aporte de nutrientes al feto durante la gestación, fenómenos que derivan en una disminución significativa del peso del lechón al nacimiento conforme aumenta el tamaño de la camada (Daza, 1995).

El genotipo de la madre cuando se comparan cerdas puras y cruzadas, cubiertas por un mismo semental, tiene poca influencia sobre el peso del lechón al nacimiento, aunque los resultados son variables (Daza, 1995).

Para tamaño de la camada, similares y análogos del manejo nutricional de la hembra porcina durante la gestación, se han observado diferencias del peso de la camada entre razas e individuos pertenecientes a una misma raza,

admitiendo que el cruzamiento mejora ligeramente el peso de la camada y la consanguinidad lo disminuye, logrando porcentajes de heterosis bajos (2-3.5%) (Clutter, 1998).

El factor externo a la hembra porcina que tiene mayor influencia sobre el peso del lechón al nacimiento es la alimentación recibida durante la gestación. Una sobre alimentación de la hembra porcina durante la gestación origina problemas al parto de aplomos y de consumo durante la lactación. Aunque la alimentación proteica parece que tiene poca influencia sobre el peso de los lechones al nacimiento, una ingestión insuficiente de proteína durante la gestación puede disminuirlo, así como situaciones carenciales de ácido linoléico, ácido fólico, vitamina A y algunos minerales tales como el Yodo y el Sodio (Daza, 1995; Mahan y Vallet, 1997).

Aunque el efecto del fotoperíodo sobre el peso de la camada y de los lechones ha sido poco estudiado, cabe pensar, que como la duración del fotoperíodo aumenta la producción de hormonas gonadotrópicas, puede favorecer el desarrollo embrionario y fetal, por está razón, podría justificarse un mayor peso al nacimiento de los lechones nacidos en verano (Daza, 1995).

Un estado sanitario inadecuado de la hembra porcina gestante puede afectar negativamente el peso del lechón al nacimiento, originándose lechones débiles y de poca vitalidad, con escasas probabilidades de sobrevivir durante la lactancia (Daza, 1995; Quiles y Hevia, 2003).

Crecimiento de la camada

En el crecimiento de los lechones durante la lactancia están involucrados factores inherentes a la madre: raza, edad, tamaño de la camada, producción de leche, y al lechón: tipo genético, sexo, peso al nacimiento, así como un conjunto de variables nutricionales, ambientales, y sanitarias que pueden afectarlos a ambos (Daza, 1995).

Factores ligados de la hembra porcina

Los factores de edad de la hembra porcina y tamaño de la camada están altamente correlacionados con la producción de leche. Considerando como razas maternas Large White y Landrace, se puede esperar en ellas una mayor producción de leche, y como consecuencia, un mayor peso de la camada al destete, ya que entre el 40 y el 60 % de la variación de peso de la camada al destete, depende de la producción de leche de la madre, aumentando dicho porcentaje conforme disminuye la edad al destete. Todos los factores, nutricionales, ambientales y sanitarios que afecten negativamente a la producción de leche de la hembra porcina, afectarán también en mayor o menor grado el crecimiento de la camada (Miller *et al.*, 1994; Daza, 1995).

Producción de leche de la hembra porcina

La producción de leche de la hembra porcina es uno de los factores limitantes en el crecimiento de los lechones, tanto en producción como constitución (Miller *et al.*, 1994; Daza, 1995). El lechón depende de la producción y habilidad productiva de la hembra porcina. (Mckay, 1994). Hembras que tienen baja producción de leche al inicio, tienen una tendencia a producir un periodo más largo, y baja viabilidad de la camada (Thompson y Fraser, 1988).

Producciones bajas de leche de hembra porcina al primer día, después del parto, están asociadas a altas temperaturas (41 °C), con escasez de apetito, inflamación de la glándula mamaria e infecciones microbianas, afectando la ganancia de peso del lechón (Thompson y Fraser, 1988).

Mckay, (1994). Comenta que la producción de leche en las razas Yorkshire, Hampshire, y Landrace, es diferente entre ellas afectando el peso de la camada al destete, con pesos diferentes.

Este periodo crítico para el desarrollo mamario está establecido entre los días 75 al 100 de gestación, un exceso en el consumo de energía en este

momento, aumenta los depósitos de grasa en la glándula mamaria, los cuales reemplazan a las células secretoras, con lo que resulta una disminución en la producción de leche. El consumo excesivo de alimento debe evitarse en este periodo (Tokach, 2001).

Factores del lechón

El tipo genético del lechón influye sobre la velocidad de crecimiento durante la lactancia, el cruzamiento entre razas mejora sólo ligeramente la ganancia diaria de la descendencia (Daza, 1995).

La diferencia en el crecimiento diario entre machos y hembras durante la lactancia, no es significativa, a pesar de que los machos tengan un mayor peso al nacimiento. Parece que las hembras se adaptan mejor que los machos a las circunstancias del medio y que son más agresivas, logrando antes que los machos la especificidad del pezón de las mamas pectorales más productivas. Machos y hembras alcanzan pesos similares al destete de modo que la ligerísima superioridad del crecimiento de las hembras compensa la diferencia de peso al nacimiento con los machos (Daza, 1995). Aunque dentro de los lechones más pequeños, las hembras pueden tener una ventaja más grande de supervivencia que los machos, ya que estos contemplan más duelos y omiten su teta correspondiente, dando mayor oportunidad a que las hembras se establezcan (Lay *et al*, 2002).

La velocidad de crecimiento del lechón va aumentando progresivamente hasta los 18-21 días de edad, aunque después si no recibe un suplemento alimenticio, la ganancia diaria disminuye debido a que la producción de leche de la hembra porcina comienza a decaer y paralelamente las necesidades nutritivas de los lechones aumentan, de ahí la conveniencia de administrar alimento sólido a la camada desde una edad temprana para no disminuir su crecimiento y para atenuar la crisis del destete (Daza, 1995; Spreeuwenberg, 2001).

Las temperaturas subóptimas en la maternidad (de bajo de 32 - 34 °C) (Noblet *et al*, 1997), sobre todo durante las dos primeras semanas de vida, en las que el lechón todavía no ha desarrollado su mecanismo termorregulador, reduce las ganancias diarias debido a las pérdidas energéticas por radiación y convección de calor que se originan (Daza, 1995; Quiles y Hevia, 2003).

Mortalidad de lechones durante la lactancia

El lechón recién nacido con deficiencias fisiológicas está predispuerto a morbilidad y mortalidad más altas (Lay *et al*, 2002). Además, esta situación está asociada con baja producción de leche durante los primeros días después del parto, sumando hipoglucemia poco común (Miller *et al*, 1994). La morbilidad pre-destete de lechones es del 12% de todos los lechones nacidos vivos (Roehe y Kalm, 2000). Aunque para Casellas *et al*, (2003), aproximadamente el 13 % de los lechones nacidos vivos mueren antes del destete y cerca de la mitad de estas bajas se producen dentro de los primeros tres días de vida.

Por lo contrario, Daza *et al*, (1995), mencionan que alrededor de dos tercios de la mortalidad del nacimiento al destete acontece durante los tres primeros días de vida del lechón, indicando que la principal causa de mortalidad son los aplastados y el bajo peso al inicio, tanto durante los primeros días postparto como desde el tercer día hasta el destete. El 80% de los aplastados ocurren durante los cinco primeros días de lactación, fundamentalmente, en la región trasera de la hembra porcina. Los lechones débiles poco activos y de bajo peso al parto, encuentra seria dificultad para nutrirse, debido a la competencia de los más fuertes por la ingestión de calostro, apareciendo en ellos el denominado síndrome FHA (frío-hambre-aplastamiento).

Existen además cuadros patológicos de la reproductora (mastitis, agalactia, síndrome M.M.A. etc.) que determinan la desnutrición de la camada. Anomalías intrínsecas del lechón (genéticas) y canibalismo sobre todo en hembras primíparas (Daza, 1995).

Lay *et al*, (2002), menciona que el porcentaje de mortalidad neonatal en la raza Large White es del 12%, y en la Pietrain del 20%, típicamente en camadas grandes de 10 lechones nacidos vivos o más.

Efecto del sexo

Aunque los más pequeños siendo hembra o macho tienen pocas probabilidades de supervivencia, las hembras pueden tener una ventaja mayor sobre los machos, los machos débiles con hambre, enfrentan riñas con otros machos disputando la ubre, agotando sus reservas y exponiéndose a ser aplastados por la hembra porcina (Lay *et al*, 2002).

Factores ligados a la madre

Se admite correlación entre la mortalidad con el número de parto y prolificidad, aunque hay que señalar que la mortalidad en la primera lactancia puede ser superior a la de la segunda. El canibalismo de la hembra porcina primípara parece ser un componente de este fenómeno al que podría añadir su menor producción de leche. La capacidad lechera, número y disposición de pezones funcionales y comportamiento maternal afectan la mortalidad, de modo que todos los factores que influyan directamente sobre estos, incidirán indirectamente sobre la supervivencia de la camada (Daza, 1995; Quiles y Hevia, 2003).

Aunque el comportamiento maternal es un carácter de difícil evaluación, se ha comprobado que las hembras porcinas Chinas de raza Meishan exhiben características conductuales más favorables para la supervivencia de la camada que hembras Large White, menor duración del parto (9 minutos/lechón vs 25 minutos/lechón) reconocimiento y aceptación rápida de los lechones después del parto, mayor tiempo de contacto entre el aparato mamario y la camada durante la lactancia (75 vs 59 %), fenómenos que se traducen en una mortalidad menor de los lechones Meishan frente a los Large white (8.4 frente a 13.3 %), a pesar de la mayor prolificidad de las camadas Meishan (Daza, 1995).

Factores ligados al lechón y a la camada

La heterogeneidad del peso al nacimiento de los lechones, es un factor que influye en la mortalidad de una forma más directa, incluso que su peso medio al parto. En camadas heterogéneas la competencia entre lechones por los pezones da lugar a que los más pequeños consuman entre un 30 y un 40 % menos de calostro que los más pesados y vigorosos, prolongándose la competencia por el alimento prácticamente hasta el destete (Daza, 1995).

Medio ambiente

Durante la gestación el feto se encuentra en un medio húmedo y a 39 °C, pero cuando es expulsado al exterior el neonato se encuentra a temperaturas más bajas, desafiando su temperatura corporal y recuperándola unas horas después, una vez que ha ingerido repetidamente calostro. El descenso térmico es especialmente elevado en lechones con poco peso, que encuentran una temperatura exterior poco favorable apareciendo hipotermia, un estado de aletargamiento que dificulta o impide la ingestión de calostro, desencadenándose la muerte por inanición o por aplastamiento (Daza, 1995; Zinin y Dos passos, 1999).

Nutrición de la hembra porcina gestante

El alto o bajo consumo de alimento es un punto clave durante la gestación, y puede causar efectos negativos o conllevar a ventajas específicas (Tokach, 2001). La importancia de la ingestión de energía durante la gestación, influye subsecuentemente en el rendimiento reproductivo de la hembra porcina, en el desarrollo fetal, peso del lechón al nacimiento, mortalidad de los lechones, crecimiento durante la lactancia y el periodo post-destete. La ingestión de proteína durante la gestación es necesario para el crecimiento normal de los fetos (Schoknecht, 1997).

Un alto consumo antes del día 30 de gestación disminuye la supervivencia del embrión. Hay mayores pérdidas embrionarias cuando las

cerdas que están en buena condición corporal se sobrealimentan, mientras que en cerdas con pobre condición corporal, debido al bajo consumo de alimento durante la lactancia anterior, la sobrevivencia de embriones mejora suministrándoles alimentación extra los 21 o 30 días después del servicio (Tokach, 2001).

El aumento de la ingestión de alimentación de los porcinos del día 80 de gestación, puede mejorar el peso al nacimiento, el índice de crecimiento magro postnatal de la camada, y las fases del crecimiento al sacrificio (Dwyer *et al*, 1994).

En los porcinos, las diferencias de nutrientes en la gestación, provocan bajo peso de lechones al nacimiento, una disminución en el número de fibras musculares y una reducción de la velocidad de crecimiento postnatal (Dwyer *et al*, 1994).

En la camada tiene distribuciones de peso al nacimiento, índices de crecimiento y número de fibras musculares, esta variación está asociada por bajas en el útero, causando una reducción en las células musculares en los porcinos pequeños afectando la cantidad de fibras secundarias (Dwyer *et al*, 1994).

Número de fibras musculares

El número de fibras musculares es una determinante importante de la masa muscular y por lo tanto, es de importancia en la crianza de porcinos con propósitos comerciales, la hiperplasia de las fibras musculares está determinado a los 90 días de gestación para fibras primarias y secundarias, primeramente las fibras primarias con función de mioblastos primarios, seguidos de fibras secundarias superficiales encima de las primarias que se desarrollan por varios factores incluyendo los nutricionales.

Fibras secundarias

Los factores que afectan el desarrollo de las fibras secundarias, en el periodo prenatal y de ahí en adelante. La hiperplasia de las fibras secundarias empieza aproximadamente a los 50 días de gestación hasta 85 o 90 días, el número total de fibras esta determinado desde antes del nacimiento. El efecto del número de fibras musculares no se ve afectado por el sexo (Dwyer *et al*, 1994).

En el periodo de los 100 a 112 días de gestación, se debe prevenir que la hembra porcina pierda peso y grasa dorsal debido al rápido crecimiento fetal. Una falla en el consumo de alimento durante este periodo resultará en cerdas deficientes en energía, comenzando a utilizar sus propias depósitos de grasa si no se satisfacen sus necesidades energéticas (Tokach, 2001).

Para aumentar el peso del lechón al nacimiento y mejorar la homogeneidad de la camada, se recomienda incrementar al aporte energético diario durante el último mes de gestación mediante la adición de grasa a la ración. Además, la incorporación de grasa al alimento de lactación mejora la producción de leche y la ganancia diaria de los lechones (Daza, 1995; Tilton *et al*, 1999).

Vitaminas y minerales en la gestación

El periodo de gestación de la hembra porcina tiene requerimientos temporalmente altos de ciertas vitaminas y minerales, Retinol y Fe en el desarrollo del feto, vitamina A, E, y ácido fólico para el mantenimiento de la gestación. Una inadecuada nutrición con deficiencias de estos componentes, afecta el desarrollo fetal y la condición de la madre. Por ende, una nutrición adecuada a la hembra porcina, mejora el porcentaje de supervivencia embrionaria, con resultados de fetos óptimos y un buen desarrollo postnatal de los lechones. Las vitaminas antioxidantes, no solo logran mantener la gestación, sino además se involucran en el desarrollo fetal (Mahan y Vallet, 1997).

El ácido fólico tiene un papel importante en el mantenimiento de la fase reproductiva de la hembra porcina y en el primer desarrollo fetal. El ácido fólico adicional mejora la supervivencia embrionaria, particularmente en el periodo crítico de gestación a los 60 días, y en el porcentaje de ovulación, incrementándolo debido a un flushing o a una estimulación hormonal. La suplementación de ácido fólico en gestación y lactancia de la hembra porcina, durante el primer tercio de gestación, incrementa el tamaño de la camada, particularmente en hembras multíparas (Mahan y Vallet, 1997).

Desarrollo esquelético fetal

El calcio en la dieta de la hembra porcina es importante durante la gestación debido a los requerimientos incrementados por el desarrollo esquelético fetal y durante la lactancia (Miller *et al*, 1994).

Nutrición de la hembra porcina en lactancia

La nutrición de la hembra porcina en gestación y lactancia es fundamental para la transformación en leche usando triglicéridos de cadena media y larga, teniendo efecto de estimulación de glucosa (Lay *et al*, 2002), además requiere de adecuados consumos de energía como combustible en la producción de leche, afectando directamente el crecimiento de los lechones, principalmente en lactaciones largas (Schoknecht, 1997).

El aumento de lisina con un requerimiento del 54% y proteína en la dieta de la hembra porcina lactante, aumenta el peso de la camada al destete y su ganancia de peso. Las hembras porcinas altas productoras que destetan 10 o más lechones, requieren un incremento en la dieta de lisina y valina para aumentar la velocidad de crecimiento y minimizar la pérdida de peso, comparado con hembras que destetan menos de 10 lechones (Richert *et al*, 1997).

Las hembras porcinas más magras usan el tejido muscular en lugar de la grasa para apoyar la lactación, ya que sus reservas corporales de músculo son

mayores que las de grasa. El catabolismo del músculo es una fuente menos eficiente de energía que la de grasa por lo que es muy importante maximizar la ingesta de alimento, tanto al inicio, como durante toda la lactación de hembras genéticamente magras (Newton, 1999).

Parece ser que una fuente de fibra en la dieta de gestación puede aumentar el número de lechones nacidos y mejorar la ingesta de alimento durante la lactancia (Newton, 1999).

Alimentación del lechón en lactancia

La grasa láctea está presente en forma emulsificada, representando más del 50 % del contenido energético de la leche porcina. Las lipasas y proteasas pancreáticas son suficientemente aportadas al lechón, lo que le permite la digestión de elevadas cantidades de grasa y proteínas como la albúmina y la caseína que son altamente digestibles, además de contener un perfil de aminoácidos perfecto (Ribot, 1995).

El lechón también está naturalmente preparado para digerir los carbohidratos presentes en la leche porcina, principalmente en forma de lactosa, por medio de la hidrólisis enzimática que la transforma en glucosa y galactosa. Pero además, la lactosa favorece el desarrollo de una flora bacteriana de carácter beneficioso, representada principalmente por los lactobacilos (Ribot, 1995).

La flora bacteriana

La interacción entre la flora bacteriana y el lechón debe ser de carácter saprofito. Las bacterias son productoras de vitaminas, ácidos y enzimas útiles para el hospedador, el que a su vez provee de nutrientes y un medio adecuado para el desarrollo de la flora bacteriana. Esta relación tiene un equilibrio delicado, fácilmente alterado por múltiples factores. La proporción entre lactobacilos y *Escherichia Coli* debe mantenerse para lograr un intestino sano (Ribot, 1995).

Los primeros alimentos para el lechón incluyen elevadas cantidades de productos lácteos, así como dextrosa al ser este último un azúcar que se absorbe directamente en el intestino sin precisar modificación química alguna. Con la edad, el equilibrio enzimático se modifica, de tal forma que mientras disminuyen las concentraciones de lactasa, aumentan las de amilasa y maltasa, enzimas requeridas para degradar carbohidratos más complejos (Ribot, 1995).

A partir de la 3ª o 4ª semana de vida, el aparato digestivo del lechón procesa adecuadamente cantidades importantes de hidratos de carbono, pero no es hasta la 5ª semana cuando utiliza plenamente las fuentes energéticas de origen vegetal (Ribot, 1995).

Digestión de proteína; el estómago del porcino adulto produce cantidades elevadas de ácido clorhídrico, que sitúan el pH gástrico en torno a 2. Sin embargo, en el lechón este pH es más elevado, alrededor de 3, lo cual parece ser que es debido a la producción de ácido láctico gástrico, lo cual otorga un segundo papel a los aportes en la alimentación de lechones (Ribot, 1995).

A partir de la 6ª u 8ª semana de vida, la actividad enzimática de la lactasa presenta una gran reducción, con lo cual parte de la lactosa queda indigesta, situación que puede originar trastornos digestivos en forma de diarrea (Ribot, 1995).

El destete

Cuando los lechones son destetados son sujetos a varios factores de estrés, incluida la separación de la hembra porcina, el cambio de lugar y de dieta líquida a dieta sólida (Van Beers *et al*, 1998). Al enfrentarse a una situación de estrés la respuesta se traduce en una activación hipotalámica y de las glándulas adrenales, con la siguiente liberación de ACTH, cortisol, adrenalina, noradrenalina y dopamina (Ribot, 1995). Otra consecuencia para el lechón, es que el estrés propicia un bajo consumo voluntario de alimento y

puede contribuir al deficiente índice de crecimiento, además de que frecuentemente se produce diarrea (Van Beers *et al*, 1998; Spreeuwenberg, 2001).

El estrés postdestete ya sea por una u otra causa directa, o por la inducción de la atrofia de las vellosidades, esto último se observa en el intestino delgado y conduce a una mala digestión y mala absorción postdestete (Van Beers *et al*, 1998). Para Spreeuwenberg, (2001) el destete de los lechones afecta a la integridad del intestino delgado mediante una disminución de la longitud de las vellosidades, un incremento de la permeabilidad paracelular y una disminución de la actividad enzimática de la superficie ciliada.

Estos mismos investigadores indican además que la composición del alimento contribuye a prevenir enfermedades y puede facilitar la recuperación de la integridad intestinal, concluyendo que una baja ingesta de alimento temporal, inmediatamente después del destete es la principal causa de disminución de la integridad del intestino delgado. En destetes tempranos, la producción enzimática está casi siempre por debajo de lo requerido para digerir dietas basadas en hidratos de carbono y proteínas de origen animal (Ribot, 1995).

Fisiología digestiva

El intestino delgado tiene dos funciones principales: En primer lugar digiere y absorbe nutrientes, en segundo lugar elimina patógenos, toxinas y compuestos alergénicos. La función del intestino delgado depende de su integridad, que puede ser evaluada en base a indicadores como son la longitud de las vellosidades, profundidad de las criptas, la cantidad del mucus segregado por las células caliciformes, permeabilidad a través de la pared intestinal, actividad enzimática de la superficie ciliada y crecimiento de los lechones (Van Beers *et al*, 1998).

Probablemente la función más importante del tracto gastrointestinal es transformar la energía del alimento suministrado por vía oral de forma que los nutrientes absorbidos sean utilizables por el organismo. Morfológicamente, el intestino delgado tiene una extensa superficie de absorción (Spreeuwenberg, 2001).

Los pliegues de Kerckring, vellosidades y microvellosidades aumentan sustancialmente la superficie del intestino delgado. Como consecuencia, la superficie de contacto entre la ingesta de alimento y los elementos funcionales (enzimas, transportadores) de la superficie de las vellosidades se maximiza. Con 10 días de edad un lechón de tres kilos de peso tiene un intestino relativamente pequeño con una superficie de absorción de 1.14 m^2 . La actividad enzimática de la superficie ciliada y el páncreas pueden servir como indicadores de la funcionalidad del intestino delgado. Los enterocitos maduros incrustados en la membrana del intestino delgado sintetizan enzimas para hidrolizar disacáridos y pequeños péptidos. La producción enzimática de los enterocitos durante el destete es determinada por la altura de las vellosidades y su maduración. En general la actividad enzimática de la superficie ciliada aumenta marcadamente al pasar del fondo de las criptas a la punta de las vellosidades. El incremento de la actividad en la punta de las vellosidades está relacionado con la diferenciación de los enterocitos. La actividad enzimática puede ser expresada en unidades producidas por intervalo de tiempo o en unidades por gramo de proteína de la superficie ciliada. En general, amilasas, lipasas, maltasa y proteasas aumentan y la lactasa disminuye a medida que el lechón crece (Spreeuwenberg, 2001).

El destete por si mismo da lugar a una disminución de la actividad de sucrasa, lactasa, isomaltasa y aminopeptidasa si se compara con un lechón sin destetar de la misma edad. El efecto del destete en la actividad de disacaridasas es menos pronunciado cuando los lechones son destetados con más edad. Por lo tanto, la formulación de dietas para lechones destetados debe procurar estimular la producción de disacaridasas y enzimas pancreáticas

específicas, con el objeto de incrementar su capacidad digestiva (Spreeuwenberg, 2001).

Integridad del intestino

El tracto gastrointestinal constituye una extensa superficie en la que se produce un contacto íntimo entre el organismo, las sustancias de la dieta, microorganismos, parásitos y toxinas exógenas. El intestino permite el paso de sustancias a la circulación sistémica, pero al mismo tiempo excluye compuestos patógenos. El tracto gastrointestinal tiene múltiples mecanismos de defensa inespecíficos e inmunológicos. Los mecanismos no específicos incluyen producción de ácidos gástricos, peristaltismo, capa mucosa, estrecha unión entre las células epiteliales, proteólisis, resistencia contra la colonización por bacterias patógenas y el eje hepático intestinal. La defensa inmunológica del intestino delgado incluye la producción de inmunoglobulinas A secretoras, células M y linfocitos (Spreeuwenberg, 2001).

Adaptación al alimento sólido

Pese a que la producción láctea de la hembra porcina alcanza su máximo a las 3 semanas postparto, el aporte energético de la leche es insuficiente para mantener el ritmo de crecimiento de una camada de 8 a 10 lechones desde la 2ª semana de vida. El lechón comienza a aumentar la ingestión de alimentos a partir de los 15 días de vida (Ribot, 1995).

La composición de la dieta de los lechones cambia drásticamente al destete, la leche de la madre es reemplazada por alimento granulado seco con almidón en lugar de grasa como principal fuente de energía. La transición de mamar a comer alimento sólido se asocia a un periodo crítico de baja ingesta durante el cual el lechón se debe de acostumbrar al alimento seco (Spreeuwenberg, 2001).

Los requerimientos energéticos para mantenimiento se satisfacen hasta los 3 primeros días después del destete. Para alcanzar los crecimientos

predestete entre 200 y 280 g/d a las 3 semanas de edad, los lechones necesitarían consumir entre 320 y 475 g/d estos consumos de alimento no son alcanzados generalmente hasta el final de la segunda semana postdestete. Adicionalmente hay una variación en el comportamiento alimenticio de los lechones (Spreeuwenberg, 2001).

Suministrar alimento líquido en lugar de seco después del destete puede mejorar el crecimiento y la ingesta de alimento, pero perjudica el índice de conversión. Esto refuerza la importancia de la ingesta de agua con relación a la ingesta de alimento (Spreeuwenberg, 2001).

La calidad del gránulo es también importante en el consumo postdestete, los gránulos de menor diámetro son normalmente mejor aceptados que los más grandes (Spreeuwenberg, 2001).

Edad al destete

La edad al destete es uno de los factores más controversiales, situación determinada por la genética, alimentación, y principalmente por las condiciones de la explotación porcina, así como el peso del lechón (Trujillo, 2002).

Otro factor a considerar en el destete es conseguir liberar al lechón del contacto con los agentes causales de las enfermedades, antes de que desaparezcan de su torrente sanguíneo los anticuerpos de origen materno. La desaparición de estos anticuerpos se produce a distintas edades (Ribot, 1995).

Para maximizar la productividad en general de las hembras genéticamente magras, una edad al destete de 16 días (14 a 18 días) puede ser óptima (Newton, 1999).

En algunos casos la influencia del verraco sigue siendo la base en la realización del destete de los porcinos (Clutter *et al*, 1998)

Tamaño de la camada al destete

El tamaño de la camada al destete esta influenciado por el número de parto, las hembras porcinas de primer y segundo parto tuvieron camadas con pesos menores que las de 3 o más partos, sin embargo al destete no se encontró diferencias en las medias del tamaño de la camada. Con respecto al peso de los lechones al destete, las hembras de primer y cuarto parto tuvieron los promedios más bajos (Gómez *et al*, 1999). Para Chen *et al*, (2003b), la raza es otro factor importante, las hembras Landrace obtienen el mayor número de destetados, seguidas por la Yorkshire, Duroc, y Hampshire.

También se ha observado que la sobrevivencia de los lechones hasta el destete esta influenciada por la época del año, siendo la época seca en la que se obtienen mayores beneficios del tamaño de la camada (Leidenz *et al*, 1999).

Peso de la camada al destete

El peso de la camada al destete esta directamente relacionado con: La producción de leche de la hembra porcina, capacidad genética del lechón, medio ambiente y tamaño de la camada, entre otros. Los mayores pesos de camada a los 21 días, Chen *et al*, (2003b) los encontraron en orden decreciente en las razas Yorkshire, Landrace, Hampshire y Duroc, en tanto que el número de destetados por camada en orden decreciente fueron en las razas Yorkshire, Duroc, Landrace y Hampshire. Leidenz *et al*, (1999), mencionan que la época seca favoreció significativamente a esta característica, lo mismo ocurrió con el número de parto, encontrando los menores pesos en el décimo parto.

Los sistemas de cruzamiento rota-terminales que involucran a dos, tres o cuatro razas tienen relación con el peso de los lechones, se ha encontrado que los porcentajes mayores de heterosis con cuatro razas con un 97% tienen mayores pesos de la camada a los 21 días, seguida con tres razas 93 %, y finalmente con dos razas el 80 % (Buchanan *et al*, 1998, Trujillo, 2002).

La utilización de madres cruzadas no supone ninguna mejora adicional del crecimiento individual del lechón, aunque sí supone un incremento del peso de la camada al destete debido al aumento del tamaño de la misma (Daza, 1995).

Crecimiento

Durante el periodo prenatal, el crecimiento está determinado por el genotipo de los porcinos y su disponibilidad de nutrientes, además, esta fase de crecimiento está significativamente correlacionada con el número de fibras musculares desarrolladas, a diferencia del crecimiento temprano que está correlacionado con el peso al nacimiento. Los porcinos pequeños crecen más lentamente y de manera menos eficiente, permaneciendo de menor tamaño hasta la madurez, esto es debido a una desnutrición en el útero o por restricciones maternas de alimento (Dwyer *et al*, 1994). Las hembras tienen dos puntos más de crecimiento diario y de ingestión de alimento que los machos (Schinckel y Einstein, 1995).

La magrura está correlacionada con el índice de crecimiento provocando incrementos en el consumo materno, dado que el crecimiento rápido de las razas modernas de porcinos está asociado al desarrollo de un alto número de miofibras (Dwyer *et al*, 1994). El crecimiento las raza Yorkshire, Hampshire y Landrace se da linealmente desde el nacimiento hasta los 30 días de vida, en tanto que en la raza Duroc el crecimiento es curvo lineal (Mckay, 1994).

Los porcinos en crecimiento son mucho más eficientes del nacimiento a los 60 kg que de este peso en adelante, además, el crecimiento rápido del nacimiento a los 30 kg, tiene un efecto máximo en la reducción de los días de alimentación con mayor consumo de alimento presacrificio (McClure, 1999).

El ritmo de crecimiento puede ser afectado por el suministro de alimento, principalmente de energía y proteína (Noblet, 1997). Existen parámetros de requerimientos para crecimiento y características de genotipo de porcinos los

cuales son: Total de proteína diaria corporal, porción de energía para mantenimiento de las proteínas y lípidos, requerimiento energético para mantenimiento, y alimentación diaria (Schinckel y Large, 1996).

La energía de mantenimiento necesaria es en realidad una necesidad en ATP los nutrientes tales como proteína, lípidos y carbohidratos pueden ser utilizados para la síntesis de ATP la eficiencia con que esto ocurre varía mucho por consiguiente, los requerimientos de energía para mantenimiento dependen de la eficiencia de convertir un nutriente en ATP y la subsiguiente utilización del ATP, en ambos casos el resultado es la emisión de calor (Van Milgen, 2002).

Asumiendo que ningún otro nutriente (suplemento de lisina) limita el crecimiento, los resultados productivos de un animal están determinados esencialmente por la energía suministrada por encima del mantenimiento. Tanto la capacidad de ingestión de alimento como las necesidades de energía aumentan con el peso del animal (Van Milgen, 2002). El uso de criterios diferentes de selección en porcinos puede causar grandes diferencias genóticas en la capacidad de ingestión de alimento (Schinckel y Large, 1996).

La restricción energética puede cambiar la distribución de la energía. Una reducción del ingreso de energía disminuye tanto el depósito de proteína como el de lípidos, aunque estos últimos resultan más afectados. El depósito total de proteína no necesariamente cambia mucho durante el periodo de crecimiento (Van Milgen, 2002). A pesar de esto, la sensibilidad a los cambios en el suministro de energía es mayor en los animales más pequeños respecto a los más pesados. Una reducción moderada en la ingesta de alimento, puede implicar una reducción tanto en PD como en LD en los animales menos pesados, mientras que puede afectar sólo a LD en los animales más pesados (Van Milgen, 2002).

Los porcinos híbridos comerciales, han sido mejorados constantemente en los que se refiere a su potencial para el crecimiento, conversión alimenticia y ganancia de peso vivo, el objetivo de la hibridación consiste en maximizar el

depósito de tejido magro desde el nacimiento hasta el peso de mercado (McClure, 1999).

Los sistemas de cruzamiento permiten obtener en un individuo variables genotípicas, aumentando la capacidad de crecimiento y la carne magra (Schinckel y Large, 1996). Además, se obtiene mayor uniformidad en peso de los lechones y una disminución en la mortalidad predestete (Lay *et al*, 2002).

El incremento de la supervivencia y la velocidad de crecimiento son los principales beneficios de un programa de cruzamiento (Clutter *et al*, 1998).

El potencial biológico de crecimiento además del, genotipo, sexo y peso corporal y la mayor restricción en la expresión potencial genético para velocidad de crecimiento, es la temperatura y la enfermedad (Pic *et al*, 2003).

Crecimiento magro

El término magro en porcicultura se define como bajos depósitos de grasa o como productos de ganado porcino con alta proteína, también como canales de baja grasa, de masa muscular elevada o con un alto porcentaje de músculo en la canal, además se asocia a una rápida capacidad de crecimiento muscular o a una eficiente conversión alimenticia en productos comerciales.

Aun cuando el término magro es comúnmente usado en referencia al músculo en realidad está asociado a todo el tejido, el cual está compuesto por tejido magro y depósitos de lípidos. La porción relativa de tejido magro y componentes grasos en el músculo depende de factores genéticos, sexo, y edad, así como del músculo específicamente evaluado. La composición puede variar desde el 75% o más de tejido magro, hasta más de un 25% de tejido graso, basado en la composición genética del ganado porcino y de las condiciones medio ambientales en donde este fue criado (Pic *et al*, 2003). La ganancia magra está altamente asociada con la proteína (Schinckel y Einstein, 1995).

La selección genética está relacionada con el crecimiento magro en los sistemas de cruzamiento (Schinckel y Einstein, 1995; Pic, 2003; Chen *et al*, 2003a). El crecimiento es una característica moderadamente heredable, especialmente sobre las ganancias en el promedio diario de peso y características de la canal (Clutter *et al*, 1998). La selección genética porcina permite mejorar y producir carne magra de buena calidad y aumentar la velocidad de crecimiento mostrando su potencial a menor tiempo (Schinckel y Large, 1996; Pic *et al*, 2003).

La relación corporal proteína: grasa es mayor en los porcinos genéticamente mejorados, lo cual explica una mejora en su conversión alimenticia entendida como alimento necesario para producir tejido magro (Pic *et al*, 2003).

La raza Large White europea con selección de lechones por cruzamiento, muestra tejido magro con bajo depósito de grasa corporal y una reducida habilidad en el metabolismo de los triglicéridos (Lay *et al*, 2002; Chávez, 1999).

Impacto entre sexos

En producción porcina se utilizan hembras, machos y animales castrados, sin embargo es importante considerar las diferencias entre sexos, siendo las más importantes las siguientes; a los 60 kg. de peso vivo, los requerimientos de mantenimiento de los sementales es 10 % mayor que las hembras y 15 por ciento mayor que los animales castrados la razón de esto es que los machos tienen mayor contenido magro además de que este tejido es metabólicamente más activo que el graso, los animales castrados tienden a consumir más alimento voluntario que los machos y hembras. Las hormonas sexuales en las hembras y en los machos son las responsables del bajo apetito con relación a los animales castrados, con el mismo nivel de nutrientes ofrecidos la ganancia de peso vivo tiende a ser mayor en los machos enteros que en los castrados y hembras. Los machos enteros son superiores en

ganancias de peso y tasa de crecimiento magro que las hembras, debido a que tienen una mayor velocidad de depósito de tejido proteico con relación a las hembras, los animales castrados tienen una menor velocidad de deposición de proteínas y tejidos magros con relación a las hembras. Las hembras depositan tejido graso más rápidamente, y los animales castrados lo depositan a una mayor velocidad que las hembras. Los machos enteros tienen un menor rendimiento en canal que las hembras y castrados debido al peso de los testículos y tejidos asociados, asimismo tienen una proporción ligeramente superior de cabeza, patas y vísceras (Pic *et al*, 2003).

Efecto de la raza sobre el crecimiento magro

El crecimiento magro en Kg/día es mayor en la raza Hampshire seguido por las razas Yorkshire, Landrace y Duroc, consecutivamente, la raza que tiene el mayor espesor de grasa dorsal en centímetros es la Landrace, seguido por la Yorkshire, Duroc y Hampshire, consecutivamente. En cuanto al área de músculo del ijar la raza que obtiene el primer lugar Yorkshire, Hampshire, Landrace y Duroc, respectivamente (Chen *et al*, 2003b). Los porcinos Hampshire son fundamentalmente superiores en desarrollo corporal. Los Duroc tienen la ventaja en índice de crecimiento (Clutter *et al*, 1998).

Efecto de la somatotropina en crecimiento

La somatotropina es una hormona homeotérmica que coordina la distribución de nutrientes (Dunshea *et al*, 1992), regula los depósitos de lípidos en el tejido adiposo para animales en crecimiento por una disminución de novo de la síntesis de ácidos grasos, además elimina la estimulación de la insulina, también regular el depósito de lípidos por medio de la sensible salida de los lípidos exógenos por el tejido adiposo (Wang *et al*, 1998).

La lipoproteína lipasa (LPL) es la principal enzima responsable para la regulación de la salida de triglicéridos circulantes para el almacenamiento en el tejido adiposo (Wang *et al*, 1998).

En porcinos en crecimiento la somatotropina disminuye la incorporación de glucosa dentro de los ácidos grasos en el tejido adiposo (Wang *et al*, 1998). Un tratamiento para porcinos en crecimiento con somatotropina porcina (PST) aumenta los índices de tejido magro y disminuye el depósito de grasa, la reducción de depósitos de grasa puede ser debido a una disminución de la síntesis de grasa y/o un aumento en la movilización (Dunshea *et al*, 1992).

Efecto del medio ambiente sobre el crecimiento

En general, se observa una influencia importante de las características ambientales (Leidenz *et al*, 1999). Las condiciones de estrés, manejo, estado de salud, comportamiento social, influyen en el crecimiento de tejido magro (Schinckel y Einstein, 1995). Por ende, un inadecuado manejo del ambiente (salud, temperatura) y nutrición disminuye la posibilidad de que el animal manifieste todo su potencial genético (Pic *et al*, 2003).

El ambiente de producción en el ganado porcino es uno de los aspectos más importante que debe ser tomado en cuenta en los modelos de crecimiento. Algunas variables de criterios ambientales pueden ser fácilmente cuantificados (temperatura, humedad, espacio por cerdo), mientras que otros como el estrés y el estatus sanitario pueden ser difíciles de medir (van Milgen, 2002).

El ambiente de producción

El impacto del clima en las características de producción, se manifiesta de manera que cuando el ganado porcino se encuentra confortable en un ambiente térmico adecuado, la eficiencia en la velocidad en el crecimiento del músculo es optimizada, por otro lado, el espesor de la grasa dorsal de la canal es mayor y el porcentaje de carne magra es menor (Pic *et al*, 2003).

En climas fríos, los porcinos incrementan su consumo de alimento con el propósito de proveer una energía adecuada para mantener su temperatura corporal, así como su desarrollo de tejido. Sin embargo, el consumo de alimento

no se incrementa suficientemente, resultando una menor grasa corporal depositada. De este modo, la proporción relativa de músculo en el cuerpo se incrementa. En ambientes calurosos, el ganado porcino reduce su consumo de alimento voluntario con el propósito de procurar minimizar la carga en la disipación de calor, esto resulta en una menor energía para la deposición de grasa y con ello menor grado de músculo, por lo tanto, se ve incrementado en proporción relativa al contenido de grasa dorsal (Pic *et al*, 2003).

Anteriormente se mencionó que los porcinos en crecimiento no necesitan energía como calor, en la mayor parte de los casos, el calor se desprende como resultado de la utilización de ATP (mantenimiento) o como ineficiencias de crecimiento, puede ser suficiente para mantener una temperatura constante en el cuerpo. Cuando la temperatura baja o cuando la pérdida de calor aumenta el animal utilizara parte de la ingestión de energía para mantener la temperatura del cuerpo, si el uso de esta "pérdida de energía" es insuficiente para mantener la temperatura del cuerpo, la energía será desviada del crecimiento a generar calor (o los porcinos tendrán que comer más). Esto implica que la producción de calor es un proceso esencial para mantener la temperatura del cuerpo. El calor que es considerado una pérdida en condiciones termo neutrales entonces se transforma en un "producto" útil. Consecuentemente, los alimentos que producen un aumento alto de temperatura, tales como la proteína y la fibra, pueden ser usados con gran eficiencia (para la termogénesis) en condiciones de bajas temperaturas, contrariamente, estos alimentos pueden limitar el potencial de crecimiento en una situación donde la pérdida de calor para el animal es perjudicial (bajo condiciones de estrés calórico) (Van Milgen, 2002).

Sin embargo, todavía nos falta por conocer y explotar algunas tecnologías hacia la producción del ganado porcino a futuro, tales como: Intensificar el cruzamiento molecular, que nos permitirá tener acceso algunas características importantes de los porcinos como son: Prolificidad, habilidad Materna, eficiencia alimenticia, velocidad de crecimiento, carne magra y

heterosis (Chávez, 1999). Así, ofreciendo mejores resultados productivos a menores costos y en menor tiempo.

Materiales y métodos

Animales y origen de los datos

En este trabajo se utilizaron 96 lechones procedentes de ocho cerdas híbridas. Con un sistema de cruce rota-final en donde dos o más razas se usan en rotación cruzada para producir hembras. Se usan verracos de madre de pura raza para la producción de marranas de reemplazo, mientras que las hembras que van a la piara comercial se cruzan con verracos de cruce terminal, y toda la progenie va al mercado. Aproximadamente 15% del grupo de hembras de cría debe dedicarse a la producción de animales para sacrificio. Las razas incluidas fueron, Landrace, Large White, Pietrain, Yorkshire y Duroc. Utilizándose la monta natural por parte de los sementales Duroc puro (en 6 de las camadas estudiadas) y un F1 Yorkshire-Pietrain (en 2 de las camadas estudiadas), las camadas se fueron incorporando conforme a la fecha del parto siendo estas 26,28,30 y 31 de octubre, 4,6 y 13 de noviembre. El estudio inició el día 26 de octubre y concluyó el día 12 de diciembre al destete de la última camada.

De las hembras porcinas incluidas en el estudio, una era de primer parto, cinco de tercer parto y dos de sexto parto.

Ubicación

Los animales estudiados procedían de la granja lechonera "la victoria" ubicada en el ejido "La Torreña" municipio de Gómez Palacio, Durango. Este municipio tiene una latitud Norte de 25° 33'40", una longitud Oeste de 103° 29'54", una altitud de 1150 m. Su clima se clasifica como muy seco semicálido con precipitaciones anuales entre 100 y 30 mm y temperatura media anual que varía de 20 a 24 ° C (INEGI 2000).

Alojamiento de los animales

El área de maternidad consta de 20 corrales, el sistema utilizado es de flujo continuo, con áreas definidas para sementales, hembras, maternidad, lactancia y destete. Las condiciones de alojamiento para la hembra y los neonatos son con pisos y muros de concreto con un espacio de 16 m² aproximadamente, con comedero rústico y bebedero de chupón. El corral está equipado con una barra metálica horizontal a una altura de 30 cm con el fin de proteger a los lechones de ser aplastados por la hembra durante el amamantamiento. Las lechoneras dentro de los corrales de maternidad, son alojamientos de madera con piso cubierto de aserrín de aproximadamente de 1 m². Para proporcionar calor a los lechones durante las noches, están equipadas con un foco de 100 watts a una altura de 60 centímetros. La sala de maternidad cuenta con buena ventilación e iluminación proporcionada por ventanas laterales. Los lechones son destetados aproximadamente a los 28 días y vendidos una semana después.

Alimentación

El programa de alimentación de la granja está dividido en: gestación, lactación y preiniciador para los lechones, el alimento es producido en la propia granja, las mezclas empleadas generalmente fueron las siguientes:

Dieta para hembras gestantes:

320 Kg de sorgo

80 Kg de concentrado al 36% de proteína

2 Kg de secuestrante de micotoxinas

250 g de oxitetraciclina ácida

Energía no cuantificada

Ración: 2.5 Kg/ día/ hembra

Dieta para hembras lactantes:

80 Kg de sorgo

20 Kg de concentrado al 36% de P. C.

7.5 Kg de pasta de soya

3 Kg de Ener plus (Maíz, Soya y Grasa vegetal)

50 g de oxitetraciclina ácida

300 g de secuestrante de micotoxinas

Ración: 2 kg base, más 250 g por lechón/ día/ hembra.

Preiniciador para lechones:

Pre-iniciador al 18 % de proteína.

Dieta: a partir de 3 días antes del destete *ad libitum* (a la camada número 2 no se le proporcionó)

Pesaje de los lechones

Todos los lechones fueron pesados utilizando una báscula tipo reloj con capacidad de 10 kg, el primer pesaje se llevó a cabo al nacimiento, aunque esto sólo fue posible en 3 camadas, considerando su orden de nacimiento para hacer su orden de registro del número de lechón, en otras tres camadas el pesaje se realizó cuando los lechones tenían unas horas de nacido por el hecho de que los partos sucedieron en la madrugada y su pesaje se realizó durante el transcurso de la mañana, el registro del número de lechón fue al azar, en las dos última camadas el inicio de los pesajes fue al 2do y 3er días postparto y su registro del número de lechón también fue al azar, estas camadas se tomaron en sustitución de otras dos camadas debido a la muerte de los lechones, los pesajes se realizaron entre las 9:00 a.m. y las 13:00 p.m. Alargándose este periodo para la observación de la reincidencia en la selección de la teta. Posteriormente los pesajes y la reincidencia de la selección de la teta se realizaron cada semana hasta el destete. A la par de los pesajes se registro la mortalidad que en su mayoría fue debido a hipotermia y diarreas.

Manejo

En todas las camadas el muesqueo se realizó al 3º o 4º día postparto, las muescas fueron enumeradas conforme al orden de nacimiento en el caso de las tres primeras camadas y al azar en las camadas restantes, a la par del

muesqueo se les aplicó hierro Dextran en una presentación de 200 mg, con una posología de 1.2 ml/lechón. Todas las camadas se descolmillaron una vez terminado el parto o durante el primer día de vida, para evitar lesiones hacia los pezones de la hembra durante el amamantamiento. La camada número 1 con un número inicial de 15 lechones dio en adopción un lechón y la camada 3 con un número inicial de 14 lechones dio en adopción 2 lechones con una edad de tres días postparto, a otras cerdas. Por lo tanto estos lechones no fueron tomados en cuenta para este trabajo.

Selección de teta

Después de cada sesión de pesaje se observó a cada camada hasta la realización de una sesión de amamantamiento en la que todos los lechones se alimentaran simultáneamente y registrándose en la hoja de campo en qué tetas lo hizo cada lechón. A los dos pares anteriores de tetas se les denominó "pectorales", los cuatro siguientes "abdominales" y al último "inguinal".

Con los registros de la teta usada para alimentarse se calculó el índice de persistencia en el uso de la teta por los lechones, como cociente de número de ocasiones en que usó una teta específica entre el total de sesiones de alimentación (fórmula 1).

$$P_i = \frac{\sum K_j}{\sum O_i}$$

Fórmula 1. P = Índice de persistencia del lechón i, K = Número de veces que usó la teta j, y, O = Total de sesiones de alimentación del lechón
Procesamiento de datos

El crecimiento de los lechones durante la lactancia se consideró como lineal y para estandarizarlo se obtuvo la recta de cuadrados mínimos, mediante el procedimiento de regresión lineal del programa Statistica (StatSoft, Inc., versión 5.1, 1984-1997). Los datos de crecimiento fueron analizados conforme al sexo, número de partos de la madre y teta seleccionada, para ello los datos fueron capturados en el programa Microsoft Excel 1998 (4.10.2222 A)

Resultados

Crecimiento de los lechones

Cada lechón fue pesado entre cuatro y siete veces con intervalos de una semana, para un total de 459 registros de peso. El análisis de regresión lineal del conjunto de datos indica un peso inicial de 1209 ± 74.6 g y una ganancia diaria de peso de 131 ± 4.2 g ($r^2=0.6723$). Sin embargo, es evidente que la dispersión de los datos aumenta conforme lo hace la edad de los lechones (figura 1)

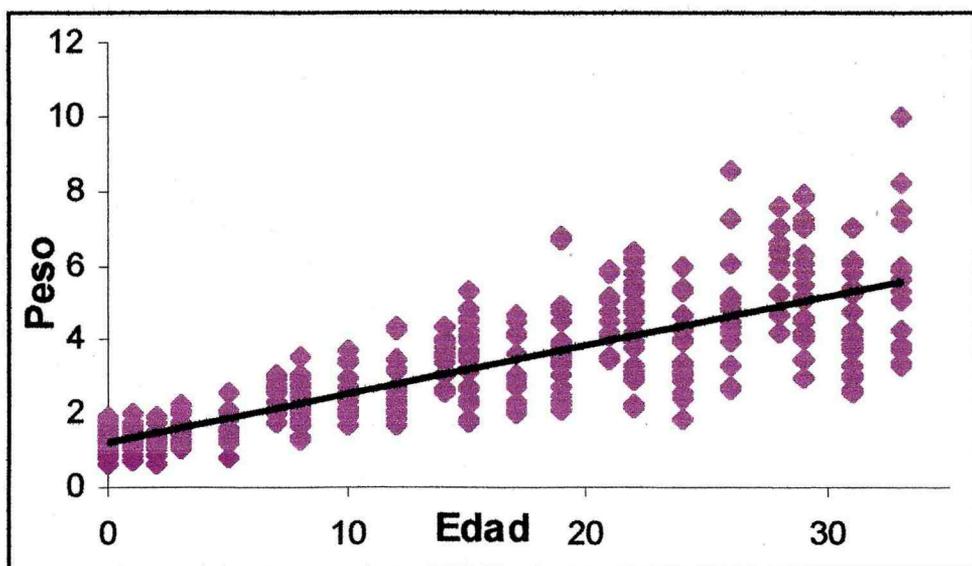


Figura 1. Crecimiento de 96 lechones durante la lactancia

La ganancia diaria de peso de los lechones desde el nacimiento hasta el destete, determinado por la regresión lineal de la ecuación $y = a + bx$, donde a = peso del lechón y b = edad de los lechones, analizado con el programa Statistica (Cuadro 1).

El análisis de regresión múltiple considerando como variables independientes a la edad y el sexo de los lechones, y al peso como variable dependiente, arrojó un nivel de significancia para sexo de 0.051 ($r^2=0.66$), lo que indica la tendencia de las hembras a tener mayor incremento de peso durante la lactancia (cuadro 1). Al hacer el análisis por camada se aprecia que en la mitad de ellas (camadas 2, 4, 5 y 7) los machos tuvieron mayor ganancia de peso que las hembras (cuadro 2).

Cuadro 1. Parámetros de regresión lineal del crecimiento de lechones en conjunto y por sexo

Sexo	n*	Datos	r^2	Peso inicial (g)	Ganancia de peso (g/día)
Hembras	48	235	0.7019	1,221 ± 102.7	137.1 ± 5.9
Machos	48	224	0.6438	1,198 ± 107.5	125.4 ± 6.3
Conjunto	96	459	0.6723	1,209 ± 74.60	131.5 ± 4.2

Nota: todas las regresiones fueron altamente significativas
n* = número de lechones al inicio de la lactancia

Cuadro 2. Parámetros de regresión lineal del crecimiento de lechones por camada y sexo

Camada	n*	Datos	r ²	Sexo	Peso inicial (g)	Ganancia de peso (g/día)	P de diferencia entre sexos
1	15	81	0.642	Conjunto	1,148 ± 164.4	113.4 ± 009.5	0.001
	10	52	0.669	Hembras	1,183 ± 222.0	131.7 ± 013.0	
	5	29	0.898	Machos	1,060 ± 097.7	084.8 ± 005.4	
2	12	70	0.826	Conjunto	0.928 ± 155.8	162.9 ± 009.0	0.003
	4	24	0.953	Hembras	0.792 ± 111.5	140.2 ± 006.7	
	8	46	0.822	Machos	1,005 ± 211.2	173.9 ± 012.1	
3	14	68	0.626	Conjunto	1,545 ± 155.4	094.7 ± 008.9	0.594
	5	25	0.756	Hembras	1,608 ± 235.8	113.1 ± 013.4	
	9	43	0.58	Machos	1,517 ± 188.1	082.8 ± 011.0	
4	10	42	0.688	Conjunto	1,226 ± 292.5	157.7 ± 016.6	0.054
	7	35	0.655	Hembras	1,266 ± 327.8	144.5 ± 018.2	
	3	7	0.991	Machos	1,059 ± 152.9	236. ± 010.08	
5	12	56	0.84	Conjunto	1,484 ± 154.0	152.9 ± 009.0	0.137
	7	31	0.822	Hembras	1,443 ± 214.1	147.0 ± 012.6	
	5	25	0.875	Machos	1,539 ± 215.4	159.8 ± 012.5	
6	11	47	0.656	Conjunto	0.953 ± 230.9	111.2 ± 011.9	0.051
	6	26	0.649	Hembras	0.989 ± 352.8	121.8 ± 018.2	
	5	21	0.758	Machos	0.910 ± 243.1	097.8 ± 012.6	
7	10	35	0.78	Conjunto	0.905 ± 168.9	124.7 ± 011.5	0.132
	2	7	0.948	Hembras	0.838 ± 167.0	103.6 ± 010.7	
	8	28	0.778	Machos	0.908 ± 198.8	131.7 ± 013.7	
8	12	60	0.669	Conjunto	1,313 ± 241.5	145.7 ± 013.4	0.08
	7	35	0.726	Hembras	1,245 ± 314.0	163.4 ± 017.4	
	5	25	0.628	Machos	1,410 ± 348.8	121.0 ± 019.4	

Nota: todas las regresiones fueron altamente significativas
n* = número de lechones al inicio de la lactancia
P= probabilidad entre sexos

Para la variable de sexo el que alcanzo la máxima ganancia diaria de peso (con un 236.9 gramos) fue el macho de la camada 4, esto podría deberse a que no existió competencia entre lechones de su mismo sexo y se concentro más en alimentarse. La mayor ganancia diaria de peso la alcanzaron los machos con un promedio de 136.15 gramos en comparación de las hembras con un promedio de 133.2 gramos.

Cuadro 3. Parámetros de regresión lineal del crecimiento de los lechones por la persistencia en la selección de la teta

Selección de teta	Sexo	n*	Datos	r ²	Peso al inicio (g)	Ganancia de peso (g/día)
Pectoral	Conjunto	28	134	0.7332	1,256 ± 147	163 ± 8.53
	Hembras	16	72	0.8118	1,343 ± 161	166 ± 5.50
	Machos	12	62	0.6632	1,143 ± 258	160 ± 14.7
Abdominal	Conjunto	40	207	0.7191	1,216 ± 96.2	123 ± 5.37
	Hembras	19	103	0.7725	1,140 ± 136	137 ± 7.40
	Machos	21	104	0.6755	1,299 ± 128	107 ± 7.30
Inguinal	Conjunto	27	117	0.6454	1,138 ± 129	111 ± 7.68
	Hembras	12	59	0.5805	1,173 ± 203	105 ± 11.8
	Machos	15	58	0.7095	1,111 ± 164	117 ± 10.0

Nota: todas las regresiones fueron altamente significativas
n* = número de lechones al inicio de la lactancia

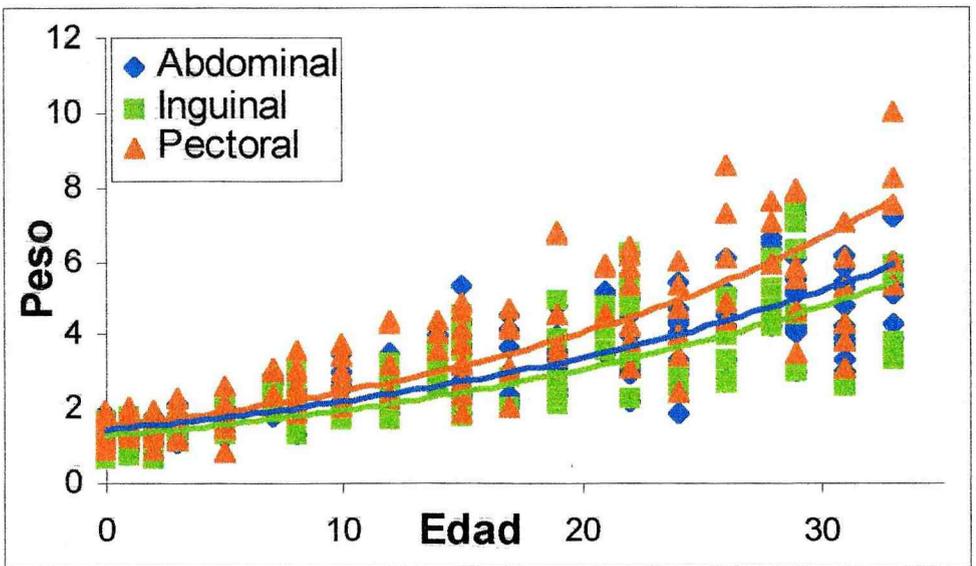


Figura 2. Ganancia diaria de peso con relación a la teta seleccionada

La selección de la teta nos afirma que los lechones que se amamantan de las tetas pectorales alcanzan mayor promedio de peso durante la lactancia con 6.394 Kg. A comparación de los que se alimentan de las tetas abdominales con un promedio de 5.078 Kg. y que estos a su vez obtienen mayor promedio de peso que los de las tetas inguinales con un promedio de peso de 4.88 Kg. La dispersión de los datos nos hace pensar que concurren otros factores en la ganancia de peso de los lechones en la etapa de lactancia.

Efecto de la selección de teta con relación al sexo.

El efecto de la persistencia de la selección de teta es mayor en las hembras ya que se observa una mayor ganancia de peso de los lechones que se amamantaron de las tetas pectorales sobre las abdominales y estas sobre las inguinales, en los machos la selección de las tetas abdominales sobre las inguinales, no muestra una diferencia clara. La dispersión de los datos nos muestra que concurren otros factores en el crecimiento de los lechones en lactancia.

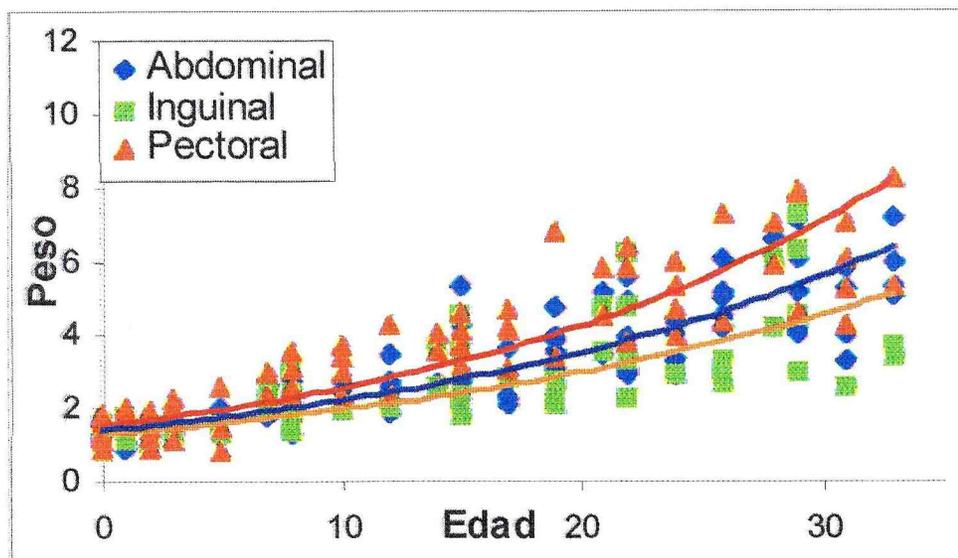


Figura 3. Crecimiento de las hembras según la teta seleccionada

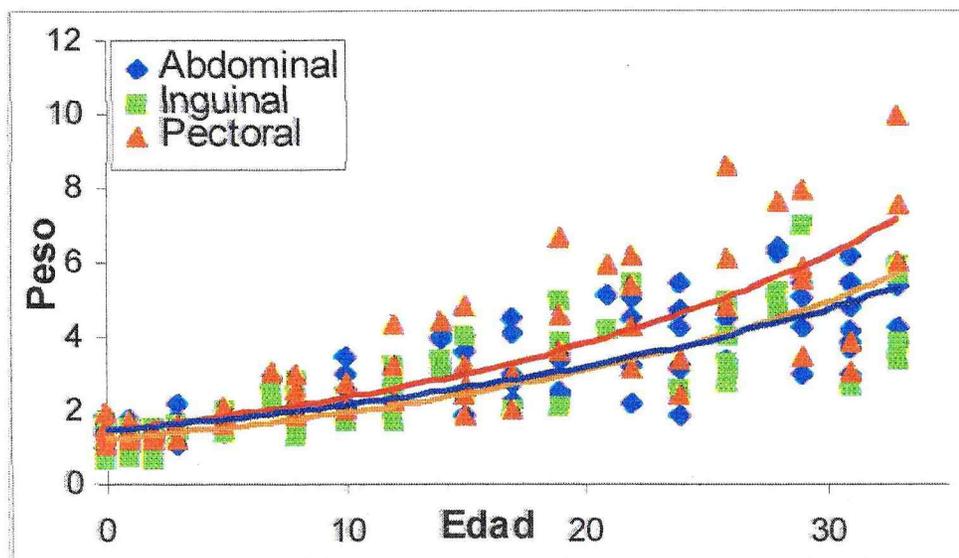


Figura 4. Crecimiento de los machos según la teta seleccionada

Cuadro 4. Parámetros de regresión lineal del crecimiento de lechones por número de parto.

Número de parto	n*	Datos	r ²	sexo	Peso inicial (g)	Ganancia de peso (g/d)	P de diferencia entre sexos
1	26	47	0.6566	Conjunto	953.5 ± 231	111 ± 11.9	0.258
	16	26	0.6491	Hembras	989.9 ± 353	121 ± 18.2	
		21	0.7589	Machos	910.6 ± 243	098 ± 12.6	
3	56	263	0.7543	Conjunto	1,132 ± 93.2	155 ± 05.4	0.333
	27	132	0.7430	Hembras	1,171 ± 134	150 ± 07.7	
		29	131	0.7660	Machos	1,097 ± 130	
6	56	149	0.6315	Conjunto	1,310 ± 115	105 ± 06.6	0.998
	5	77	0.6858	Hembras	1,309 ± 170	126 ± 09.8	
		9	72	0.6657	Machos	1,335 ± 123	

Nota: todas las regresiones fueron altamente significativas

n* = número de lechones al inicio de la lactancia

P = probabilidad entre sexos.

El efecto del número de parto sobre la ganancia diaria de peso es mayor en el tercer parto ya que es el rango donde la madre se encuentra en la madurez física y por lo tanto los lechones nacen con una cierta ventaja sobre los lechones de primer parto (la madre aun no tiene la madurez física) y de sexto parto (donde la madre ya está en decadencia física).

Discusión

Reincidencia en la selección de teta

Nuestros hallazgos indican que las tetas preferidas fueron las pectorales, seguido por las abdominales y las inguinales, a diferencia de los encontrados por Alonso, (2001). Los resultados obtenidos por Daza, (1995) nos orientan hacia el porqué de nuestros resultados, ya que menciona que la posesión de las tetas pectorales se presenta en los tres primeros días postparto dando como resultado una ganancia diaria de peso mayor ya que la posesión de las tetas abdominales se da entre los 8 y 11 días postparto ocurriendo en estos lechones una disputa por la teta antes de la eyección de la leche, coincidiendo con lo publicado por Thomson y Fraser, (1986; 1988).

Efecto del número de parto sobre la ganancia diaria de peso

Los resultados en las observaciones estudiadas por Segura y Segura (1991); Gómez *et al*, (1999) nos muestran que las hembras porcinas alcanzan la mayor producción al llegar a la madurez física, lo cuál sucede al cuarto o quinto parto, explicándonos con esto el porque los lechones del tercer parto obtuvieron la mayor ganancia de peso, ya que tienen cierta ventaja desde el nacimiento sobre los lechones de primer y sexto parto, porque estos rangos se encuentran a los extremos de lo ideal con respecto a la madurez física de la madre al momento del parto.

Efecto de la ganancia diaria de peso con relación al sexo

Para la variable de ganancia de peso nuestros resultados coinciden con los de Lay *et al*, (2002) donde se menciona que los lechones machos permanecen más tiempo al lado de la madre, por lo tanto estimulan más su teta, incrementando con esto la eyección de la leche, repercutiendo a su vez en un mejor amamantamiento y mayor ganancia de peso (Daza, 1995). También encontramos que los machos obtuvieron una mayor variación de peso que las hembras, las hembras mostraron una tendencia de crecimiento más lineal que

los machos, esto coincide con lo que menciona (Daza, 1995), en sus investigaciones respecto a que los machos pesan más al nacimiento, pero que las hembras se adaptan mejor que los machos. Esto se tiene relación con los resultados de Lay *et al*, (2002), ya que los machos contemplan más duelos entre ellos, dando mayor oportunidad que las hembras se establezcan en las tetas.

Mortalidad

En este trabajo se dio como resultado un 23.9 % de mortalidad durante la lactancia, existiendo una discrepancia con los resultados obtenidos por Roehe y Kalm, (2000) ya que ellos mencionan que la mortalidad es del 12% de todos los lechones nacidos vivos siendo éstos resultados muy similares a los de Casellas *et al*, (2003), porque sus resultados mencionan que aproximadamente el 13 % de los lechones nacidos vivos mueren antes del destete y cerca de la mitad de estas bajas se producen dentro de los primeros tres días de vida. En nuestros resultados a la primera semana el porcentaje de mortalidad fue de 14%, generalmente los más afectados fueron lechones de bajo peso al nacimiento.

En el efecto del número de parto, se encontró que lechones de madres de tercer parto, obtuvieron mayor ganancia diaria de peso que lechones de madres de primer y sexto parto. Chang *et al*, (1999), menciona que hembras de primer parto tienen menor peso de la camada al nacimiento como al destete, que hembras multiparas. Sin embargo Gómez *et al*, (1999), en su investigación encontró datos similares, aportando que hembras de primer y segundo parto tienen bajo pesos al destete.

Conclusiones

El establecimiento del orden de la teta se estableció durante el segundo día de vida. Este dato resulta importante pues como bien sabemos, un alto grado de persistencia a la teta resulta ventajoso para los lechones porque reduce las disputas y la oportunidad de perder un amamantamiento, con el consecuente buen crecimiento del animal.

Por otro lado, podemos concluir que puede ser importante retirar a los lechones al momento de nacer y acercárselos a la madre al final del parto para establecer un orden de amamantamiento y dar preferencia a los lechones de menor peso sobre las tetas pectorales, dándoles con esto una ventaja para alcanzar un buen crecimiento del animal.

Literatura citada

- Alonso Spilsbury Marilú , Mata Daniel 2001 Los lechones Pelón Mexicano Prefieren las Tetas de en Medio. Porcicultores y su entorno Año 4 No. 20
- Blasco A.. 1998. Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia. P.O. Box 22012. Valencia 46071. Spain. E-mail: ablasco@dca.upv.es
- Buchanan, S. D., William G. L., Arche C. C.. 1998. Oklahoma Cooperative Extension Service, Division of Agricultura Science and Natural Resources. F - 3603.
- Casellas, J., Gómez-Raya L., Piedrafita J., Sanchez A., Arque M. y Noguera J. L.. 2002. Análisis preliminar de variables fisiológicas y de vitalidad en lechones F2 Ibéricos x Meishan. Veterinaria UAB, 08193, Bellaterra, Barcelona.
- Casellas, J., Noguera J. L., Varon L., Sánchez A., Arqué M. y Piedrafita J.. 2003. Supervivencia hasta el destete de lechones F2 Ibérica x Meishan. Veterinaria UAB, 08193, Bellaterra, Barcelona.
- Chang, A. A., Omar Verde y Lina Soler.. 1999. Efectos genéticos y ambientales sobre los pesos de camada a diferentes edades predestete en cerdos. Zootecnia Tropical. Vol. 17 (2):155 – 174.
- Chávez, T. C.. 1999. El mejoramiento genético en cerdos reflejado en la canal, Técnicas Genéticas, primera de dos partes. Cerdos - SWINE/ año, 2. No. 25.
- Chen, P., Baas. T. J., Madry J. W., Koehler K. J., and Dekkers J. C.. 2003a. Genetic parameters and trend for litter train in U.S. Yorkshire, Duroc, Hampshire, and Landrace. J. Anim. Sci. 81:46-53.
- Chen, P. T., Baas J. J., Mabry J. W., and Koehler K. J.. 2003b. Genetic correlations between lean growth and litter traits in U.S. Yorkshire, Duroc, Hampshire, and Landrace pigs. J. Anim. Sci. 81:1700 -1705.
- Clutter, C. A., Buchana, D.S., Luce William G.. 1998. Evaluating bred of swine for crossbreeding programs. Oklahoma Cooperative Extension Service. Division of Agricultural Sciences and Natural Resources. F- 3604.
- Daza, A. A.. 1995. Producción y Manejo del Lechón Lactante, Capítulo IX, Porcinocultura Intensiva y Extensiva, Tomo VI. España. Páginas 149 - 168.
- Dunshea, F. R., Harris D. M., Bauman D. E., Boyd R. D., and Bell A. W.. 1992. Effect of somatotropin on nonesterified fatty acid and glycerol metabolism in growing pigs. J. Anim. Sci. 70:132-140.

- Dwyer, C. M., Neil C. Stickland., and John M. Fletcher.. 1994. The influence of maternal nutrition on muscle fiber number development in the porcine fetus and on subsequent postnatal growth. *J. Anim. Sci.* 72:911 - 917.
- Gadd, J.. 2000. Cómo mejorar el tamaño de las camadas: Registros, evaluaciones y acciones. *Cerdos-SWINE/año 3. No. 35.*
- Goasduf, B.. 2000. La importancia del período posdestete en el desarrollo inmunológico del lechón. *Inmunología, Cerdos-SWINE/año 3, No.36.*
- Gómez, M. M., Segura C. J. C., Rodríguez-Buenfil J. C.. 1999. Efecto del año, bimestre y número de parto de la cerda en el tamaño y peso de la camada al nacer y al destete en una granja comercial. *Rev Biomed; Vol 10:23 - 28.*
- INEGI www.inegi.com.mx
- Jungst, S. B., Dary L., Kuhlert L., and Litter J. A.. 1998. Heterosis losses resulting from Incorrect mating in a three-breed rotational crossbreeding system in pigs. *J. Anim. Sci.* 76:29-35.
- Kephart, K.. 2001. Manejo de los lechones. Universidad Estatal de Pennsylvania. *Venezuela Porcina. Pag 1- 3.*
- Lay, D. C., Matherit R. L., Carroll J. A., Fangman T.J and Safranskis T.J.. 2002. Preweaning survival in swine. *J. Anim. Sci.* 80 E. Suppl, 1: E74-E86.
- Leidenz, M., Vecchionacce H., Verde O., González C. y Díaz N.. 1999. Factores genéticos y ambientales que afectan las características productivas en lechones predestete. *Facultad de agronomía UCV. Venezuela.*
- Mahan, D. C and Vall J. L.. 1997. Vitamin and mineral transfer during fetal development and the early postnatal period in pig. *J. Animal. Sci.* 75:273 - 2738.
- McClure, E. J.. 1999. El potencial genético de los cerdos y su rendimiento bajo condiciones comerciales. *Genética. Cerdos SWINE/año 2, No. 22.*
- McKay, R. M.. 1994. Preweanig growth of Yorkshire, Hampshire, and Landrace pigs. *J. Anim. Sci.* 72:56 -61.
- Miller M. B., Hartsock T. G., Douglass B.E. L., and Alston-Mills B.. 1994. Effect of dietary calcium concentrations during gestation and lactation in the sow on milk composition and litter growth. *J. Anim. Sci.* 72:1315 - 1319.

- Milligan, B. N., Fraser D., Kramer D. L.. 2001. Birth weight variation in the domestic pig: effects on offspring survival, weight gain and suckling behavior. *Applied Animal Behaviour Science*, 73: 179 - 191.
- Newton, B.. 1999. Los retos de la alimentación de la cerda moderna, *Alimentación, Cerdos-SWINE /año 2, No.16*.
- Noblet, J., Dourmand J. Y., Etienne M.,and Le Dividich J.. 1997. Energy metabolism in pregnant sows and newborn pigs. *J. Anim. Sci.* 75:2708 - 2714.
- PIC.. 2003. Impacto de las variables que determinan el desarrollo magro del cerdo, primera parte, PIC México, *Visión Técnica*. www.porcicultura.com
- Quiles, A y Hevia M.. 2003. Mortalidad neonatal en lechones. Departamento de producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. Porcicultura@porcicultura.com.
- Ribot, A.. 1995. El lechón: Destete y Transición. Capitulo X. *Porcinocultura Intensiva y Extensiva*. Tomo VI, España, páginas 169 - 179.
- Richert, B.T., Tokach M. D., Goodband R. D., Nelssen J. L., Campbell R. G., and Kershaw S.. 1997. The effect of dietary lysine and valine fed during lactation on sow and litter performance. *J. Anim. Sci.* 75:1853-1860.
- Robert, S., and Martineau G. P.. 2001. Effects of repeated cross-fostering on preweaning behavior and growth performance of piglets and on maternal behavior of sows. *J. Anim. Sic.* 79:88-93.
- Roehe, R.. 1996. Estimation of crossbreeding parameters of birth weight and litter size in swine using bayesian analysis. *Intitut fir Tierzucht and Tierhaltung, Chistian-Albrechts-Universital zu Kiel, Clshausenstr, 40, D-241 18 Kiel, Germany*.
- Roehe, R. and Kalm H.. 2000. Estimation of genetic and enviromental risk factors associated with pre-weaning mortality in piglets using generalized linear mixed models. *Anim Science* 70:227-240.
- Schinckel, A. P. and Einstein M. E.. 1995. Concepts of growth and composition. *Department of Animal Sciences*.
- Schinckel, A. P., and Large de C. F. M.. 1996. Characterizacon of growth parameters needed as inputs for pig growth models. *J. Anim. Sci.* 74:2021 - 2036.

- Schoknecht, P. A.. 1997. Swine nutrient usage during pregnancy and early postnatal growth, an introduction. *J. Anim. Sci.* 75:2705 - 2707.
- Segura, C. J. C., y Segura C. V. M.. 1991. Influencia de algunos factores genéticos y ambientales sobre la eficiencia reproductiva de cerdos en una granja de Chontalpa, Tabasco. *Vet. Méx.* XXII.1, pag. 73 - 76.
- Spreeuwenberg, M. A. M.. 2001. Nutrición y salud del lechón destetado. Nutreco Swine Research Centre, P.O. Box 240, 5830 AE Boxmeer, The Netherlands. e-mail: Mirjam.Spreeuwenberg@nutreco.com
- Thompson, B. K and Fraser D.. 1986. Variation in piglet weights: Development Of within - litter variation over a 5 - week lactation and affect of farrowing crate desing. *Can. J. Anim. Sci.* 66:361-372.
- Thompson, B. K and Fraser D.. 1988. Variation in piglets weights: weight gains in The first days after birth and their relationship with later performance. *Can. J. Anim. Sci.* 68: 581 - 590.
- Tilton S.L., Miller P. S., Lewis A. J., Reese D. E., and Ermer P.M.. 1999. Addition of fat to the diets of lactanting soms: I. Effects on milk production and composition and carcass composition of the litter at weaning. *J. Anim. Sci.* 77:2491-2500.
- Tokach, M.. 2001. El consumo de la cerda afecta las camadas. Universidad de Kansas. Pag.1 - 4.
- Trujillo, O. M. E., Martínez G. R. G., Herradora L. M. A.. 2002. La Piara Reproductora. Editorial Mundi Prensa, México, D. F.
- Van Beers-Schreurs H. M. G., Nabuurs M J. A., Vellenga L., Kalsbeek-van V.H., Wensing T. And Breukink H.J.. 1998. Weaning and the weanling diet influence the villous height and crypt depth in the small intestine of pigs and alter the concentrations of short-chain fatty acids in the large intestine and blood. Department of Large Animals, Medicine and Nutrition, Utrecht University, 3508 TD Utrecht, The Netherlands Institute for Animal Science and Health, 8219 PH Lelystad, The Netherlands.
- Van der Lende, T., Knol E. F., Birgitte T. T., Van Rens H.. 2002. New developments in genetic selection for litter size and piglet survival. *Thai J. Vet. Med.* Vol. 32 Supplement, Pag. 34- 46.
- Van Milgenet, J.. 2002. La energía en la nutrición de los cerdos en crecimiento: El animal, la dieta y el medio de producción. Institut National de la Recherches Agronomique. 35590 Saint -Gilles, France.

Wang, Y., Sussan K. F., Petersen R. N., and Schoknecht P. A.. 1998. Somatotropin Regulates Adipose Tissue Matabolism in Neonatal Swine. Departments of Anim. Sci and nutritional Sci. Cook college, Rutgers University, New Bruswick, NJ 08901 - 8525.

Wayne W. Daniel, 1992. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Bioestadística. Pag. 35 a 53. 3^{er} edición. Editorial limusa.

Zinin, P. C y Dos Passos A. A.. 1999. Cuidados especiales a los lechones recién nacidos. Fisiología. Cerdos SWINE/año 2, No. 16.