



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**“EFECTO DEL CONSUMO DE DOS FUENTES
MINERALES DIFERENTES SOBRE LA PRODUCTIVIDAD
DE CERDAS LACTANTES Y SU PROGENIE”**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA
P R E S E N T A:
MA. DE LOURDES POUCELL FERRÁEZ

Asesor:
MVZ. EPA. MC. ALEJANDRO VARGAS SÁNCHEZ



México D.F.

2009



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A mi padre DIOS porque en su perfección *todo lo hizo hermoso* en su tiempo y todo lo que se quiere debajo del cielo tiene su hora...*mi vida misma*.

Porque sin que alcance el hombre a entender la obra que ha hecho Dios desde el principio hasta el fin yo he conocido que no hay cosa mejor que hacer bien en la vida y también que es *don* de Dios que todo hombre goce el bien de *toda su labor*. Porque he entendido que todo lo que Dios hace será perpetuo; sobre aquello no se añadirá, ni de ello se disminuirá para que delante de él temamos. Porque aquello que fue, ya es; y lo que ha de ser; fue ya y Dios restaurará lo que paso. Te adoro Señor. (Ecl. 3:1-15)

A mi padres: *Lourdes Ferráez Moreno* y *José Luis Poucell Trujano* por su ejemplo, enseñanzas, amor y entrega incondicionales.

Los amo.

A mis hermanos: *Carlos Antonio* y *José Luis* por su amor,
por recorrer y aprender de la vida unidos.

Los amo.

A *Alector* por tu amor, por tu seguridad depositada en mi, por mi crecimiento personal a tu lado...por lo compartido.

A mi amigo el Dr. *Alejandro Vargas Sánchez* por su interés en mí, por escucharme; por acercarme al Señor y obsequiarme conocimientos espirituales y científicos.

A todas las *criaturas grandes y pequeñas*; por su vida por muchos abusada, menospreciada u olvidada pero de valor incalculable a quienes pertenecen por amor o negocio...personalmente porque son parte de mí, sin saberlo por su entrega; siendo parte inherente de mi evolución profesional pero sobre todo... por ser parte de mi felicidad.

A la UNAM y a mi facultad la FMVZ porque en ti y por ti me forme como profesionalista, porque de ti soy

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por proveerme de toda necesidad y recurso que me permitiese llegar aquí y continuar.

A mis padres por su total apoyo y comprensión.

A Alector por desafiarme y orientarme en la carrera sobre todo introducirme al mundo de los suinos.

A mi asesor el Dr. Alejandro Vargas S. por su confianza, por incitarme y ayudarme en la realización de esta investigación.

Al Dr. Roberto Martínez Rodríguez por permitir y contribuir a mi desarrollo profesional y laboral.

A cada uno de mis profesores por enseñarme y traducirme sus conocimientos u experiencias.

A Magda por tu amistad y ayuda en la elaboración física de este trabajo.

A mis hermanos por sus conocimientos paralelos en química y medicina.

A los integrantes del jurado: MVZ. Mario Haro Tirado, MVZ. Jesús Manuel Cortéz Sánchez, MVZ. Roberto Martínez Rodríguez, MVZ. Alejandro Vargas Sánchez y MVZ. José Iván Sánchez Betancourt por su disposición e interés en la lectura y corrección de esta tesis.

A los suinos, por brindarme lo esencial para la elaboración de este trabajo: su vida.

A Don Jacob por facilitarme el trabajo pesado.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
JUSTIFICACIÓN.....	24
HIPÓTESIS.....	25
OBJETIVOS.....	26
MATERIAL Y MÉTODOS.....	27
RESULTADOS.....	31
ANÁLISIS COSTO BENEFICIO.....	33
DISCUSIÓN.....	34
CONCLUSIONES.....	45
BIBLIOGRAFIA.....	47
FIGURAS.....	57
CUADROS.....	61

RESUMEN

POUCELL FERRÁEZ MA. DE LOURDES. Efecto del consumo de dos fuentes minerales diferentes sobre la productividad de cerdas lactantes y su progenie. (Bajo la dirección de: MVZ. EPA. MC. Alejandro Vargas Sánchez).

Se evaluaron dos fuentes minerales en la dieta de lactancia utilizándose 12 cerdas (Yorkshire X Landrace) y 112 lechones híbridos; elegidos 48 hrs. posparto (día cero ó IE) homogeneizándose las camadas por peso individual con un mínimo de 9 y máximo de 10 lechones. La dieta del grupo control (T0; n=6) contenía carbonato de calcio, fosfato monocálcico, cloruro de sodio y una premezcla mineral comercial mientras la del grupo experimental (T1; n=6) un producto comercial que sustituía las fuentes de calcio, fósforo, sodio y magnesio. El tamaño de camada al destete fue de 8.8 vs 8.6 lechones por cerda; T1 vs. T0 respectivamente. Se registró el peso de la camada y de las cerdas así como su espesor de grasa dorsal a los 0, 7, 14 y 21 días y también se evaluó el consumo de las mismas durante 21 días de lactancia. Se analizó mediante la prueba "T-student" para el consumo total de alimento, la pérdida de peso, grasa dorsal de las cerdas y el peso de la camadas sin significancia ($P < 0.05$). Se realizó una prueba de correlación entre el consumo de alimento con las variables peso de la camada al destete, pérdida de grasa y peso de la cerda obteniéndose ($P \leq 0.01$) (sin correlación para peso de camada y pérdida de grasa) y ($P < 0.05$) (correlación negativa para pérdida de peso). El costo por kg. de camada producida fue de \$7.01 vs. \$7.97; T0 y T1 respectivamente con una diferencia productiva de 6.5 Kilos de camada al destete en favor de T1.

INTRODUCCIÓN

Los países en vías de desarrollo enfrentan el reto de acortar la brecha que los separa de los países del primer mundo y para ello han puesto en práctica entre otras cosas: el incremento de la intensidad del uso de los recursos naturales y una mayor utilización de la mano de obra que les permita competir en la economía globalizada.⁴⁵

Los porcicultores mexicanos se han dado cuenta del desafío que implica llevar la producción porcina con costos de producción elevados así que han decidido incrementar la eficiencia del proceso productivo aumentando la inversión en mejoras tecnológicas e infraestructura para elevar el estatus sanitario de sus animales y para adquirir animales mejorados genéticamente; como los elementos claves en la sobrevivencia de la industria porcina mexicana.³⁰

En México, la porcicultura ocupa el tercer lugar en aportación a la producción total de cárnicos. Si bien su participación en el Producto Interno Bruto es mínima; alrededor del 0.3%, su relevancia reside en que proporciona un conjunto de productos importantes en la dieta de los estratos poblacionales de ingresos bajos, utiliza superficies agrícolas vastas y permite la existencia de una cadena productiva amplia y compleja que incluye la producción de granos forrajeros y oleaginosas, la elaboración de alimentos balanceados, fármacos, biológicos veterinarios y la operación de establecimientos de sacrificio, despiezado y de industrialización de la carne.⁴⁵

No obstante el desarrollo significativo alcanzado por la porcicultura mexicana en los últimos años; sus características fundamentales siguen siendo su enorme heterogeneidad productiva, su dependencia externa (importaciones) para la obtención de pie de cría e insumos alimenticios y sus costos ambientales.⁴⁵

Los negocios pecuarios tanto extensivos como intensivos, con su impacto negativo en la fertilidad de los suelos, la biodiversidad y en la calidad del agua están lejos de ser actividades sustentables. Sin embargo, su impacto actual y potencial en países como México, prácticamente no ha sido estudiado. En este contexto, los aspectos ambientales como son la calidad de los recursos naturales y la biodiversidad representan un costo casi imposible de medir y, por tanto, difícil de asumir.⁴⁵

El crecimiento de la porcicultura en México se llevó a cabo sin prestar ninguna atención a los problemas ambientales que creaba, no obstante que desde 1973 se había emitido un reglamento que señalaba límites para cinco parámetros en las descargas de aguas residuales.⁴⁵

La producción porcina, como cualquier otra, requiere de insumos que proporciona la naturaleza y genera por lo que minimizar los daños ocasionados por los residuos orgánicos garantizara a futuro tener explotaciones ganaderas sustentables.⁴⁵

Revisión de literatura:**Alimentación de la cerda lactante**

El mercado nacional, demanda una canal de cerdo más magra con mayor rendimiento y piezas más uniformes lo cual solo puede obtenerse mediante la estricta selección genética de los cerdos, cuyo resultado se manifiesta de forma directa como una mejoría en la deposición de tejido y en una reducción marcada del espesor de la grasa dorsal³. Dicha selección también debe realizarse en la hembras para pié de cría modificando los criterios relacionados con la capa de grasa, esto es, seleccionando a las hembras con crecimiento rápido pero con una cobertura grasa moderada ya que de no hacerlo así, tales hembras perderán condición física en un par de partos y posteriormente esto se verá reflejado como un incremento en la cantidad de cerdas desechadas prematuramente y a su vez en un número menor de partos por cerda al año.⁵⁸

Las cerdas reproductoras se evalúan por medio de parámetros entre los cuales se tienen: número de lechones nacidos totales, número de lechones nacidos vivos, número de lechones destetados; peso al destete^{58,48} y días no productivos; los cuales están en función de diversos factores como el número de parto, el genotipo, la nutrición, el medio ambiente y el estado sanitario.⁵⁸

Para mantener la productividad de la piara a un nivel constante la porcicultura comercial debe tratar de aumentar la longevidad de las cerdas con programas adecuados de eliminación de cerdas improductivas e introducción de hembras de reemplazo. Investigando las razones de desecho de las hembras se encuentra que la incidencia de problemas de locomoción

varía de 9 a 27%. Cerdas jóvenes de menos de 3 partos se desechan a causa de problemas locomotores; así como fallas reproductivas asociadas mientras que las de 6 partos y/o más se desechan por bajo rendimiento.⁶⁰ También se menciona que una alta incidencia de parálisis posterior durante el ciclo reproductivo implica que el calcio, fósforo y la vitamina D podrían incluirse en niveles inadecuados y que la presentación de estos síntomas se da frecuentemente en el último tercio de gestación, lactancia tardía o cerca del destete.³⁶

Pobres desempeños reproductivos pueden relacionarse con factores nutricionales y ambientales, por ejemplo; ha sido demostrado que los contenidos minerales del cuerpo de la cerda declinan después de tres ciclos reproductivos y la disminución es exacerbada en cerdas de alta productividad. Un inadecuado aporte mineral afecta la secreción hormonal, actividad enzimática, la función muscular y el contenido mineral del hueso⁴⁶. Los minerales preservan la integridad celular por procesos osmóticos y reacciones metabólicas reguladoras. Se sabe que después de cierto nivel de absorción el intestino queda incapacitado para seguir absorbiéndolos al igual que la placenta y glándula mamaria.^{13, 52}

Pueden ocurrir interacciones de quelación pueden ocurrir entre macro y micro minerales en el lumen del tracto digestivo que pueden ser más pronunciados cuando altas concentraciones de minerales son consumidos; lo cual afecta la absorción y la función biológica de los mismos.⁴⁶

Mucha de la información publicada sobre el uso de los minerales en la nutrición se generó hace 30 o 40 años. Se ha demostrado que las

concentraciones de minerales traza en los tejidos de hembras hiperprolíficas disminuye conforme aumenta en número de partos³⁴, por eso se sugiere que el nivel de minerales traza y vitaminas en la ración de las cerdas debe modificarse conforme a la edad para compensar los cambios en la masa corporal.⁴

Los requerimientos fisiológicos de calcio y fósforo aumentan durante el último tercio de gestación y la lactancia cuando las demandas del desarrollo fetal y producción de leche son mayores respectivamente³³; resultando en un alto requerimiento mineral fisiológico; lo que contribuye a una disminución en las reservas de estos minerales del tejido esquelético.³⁶

En cerdas gestantes niveles bajos de calcio y fósforo (10.3 gr. y 11 gr. respectivamente) reducen el tamaño de camada y por otro lado los niveles de estos minerales en la leche de la cerda aumentan gradualmente del parto al destete.³³

Se sabe que el tejido esquelético posee la mayor reserva de estos minerales en el hueso en forma de cristal de hidroxapatita fácilmente intercambiados con los fluidos en circulación. La mayor parte de la desmineralización tome lugar en la trabécula-esponjosa que en huesos corticales de las cerdas lactantes.³³

Se ha demostrado que un tamaño de camada grande en el segundo parto influencia la desmineralización del hueso y también se reporta que un incremento de calcio y fósforo (10.3 gr. y 11 gr. a 15.5 gr. y 15 gr. diarios de calcio y fósforo respectivamente) reduce el número de cerdas lisiadas por fractura de fémures, así como una gran incidencia de cerdas para reemplazo incapaces de ponerse en pie por consumos bajos de calcio y

fósforo (13 gr. y 10 gr. de calcio y fósforo respectivamente) en crecimiento y gestación. Sin embargo, cabe mencionar que de forma contradictoria no hay aumento de la longevidad en cerdas de tres partos consecutivos cuando comen altos niveles de calcio y fósforo durante el crecimiento y desarrollo.¹²

Muchos autores han reportado una mayor digestibilidad de calcio y fósforo en lactancia en relación a la gestación, pero no es un hallazgo universal por lo que se ha postulado que los cambios son regulados hormonalmente incluyendo la hormona paratiroidea, 1-25 dihidroxicolecalciferol siendo provocados por un aumento en los requerimientos de calcio y fósforo para la producción de leche.¹²

Un objetivo primario de la nutrición de la cerda en lactancia es maximizar el consumo de alimento y nutrientes para aumentar el desempeño productivo de la camada beneficiando indirectamente el rendimiento reproductivo de la cerda al ser destetada⁶¹, por lo que la etapa de lactancia representa la etapa más importante en lo referente a desempeño productivo y al mantenimiento de la condición física de la hembra.⁴¹

El consumo de alimento y de agua de la cerda durante la lactancia es influenciado por numerosos factores incluyendo la temperatura ambiente, reservas grasas de la cerda al parto, genotipo, número de parto, salud, tiempo de lactancia, tamaño de camada y componentes de la dieta.^{44, 51,56}

Si bien la aceptación o rechazo del alimento se relaciona con la temperatura ambiental y la densidad energética de la dieta la cual priva principalmente de minerales a la matriz ósea de la cerda²⁷, la disminución del consumo más importante sucede entre los 25 y 29°C, de aproximadamente 5,666 a 3,079 g/d durante el total de la lactancia⁵¹; ó por cada incremento de

5.5 °C el consumo se reduce aproximadamente en 0.680 Kg. ó un 15%⁵⁹. El principal objetivo de disminuir el consumo es impedir el incremento de calor por procesos metabólicos del consumo de nutriente reduciéndose la producción de calor total en animales expuestos a altas temperaturas (>25°C).⁵¹

Las principales consecuencias del bajo consumo son: pérdida de peso y de reservas de grasa y proteína, intervalos de destete a concepción más largos, reducción de la producción de leche, del vigor del lechón, de la viabilidad del lechón, del peso del lechón al destete, comportamiento reproductivo y productividad¹⁶, así como la movilización de minerales del hueso de la cerda lo cual puede resultar en problemas locomotores posteriores y la presencia de “cerdas caídas”^{59,38}, el síndrome de la cerda flaca, síndrome de caída de la 2da. camada y elevadas tasas de reposición entre el 1er y 2do ciclo.¹⁶

Es importante considerar que cerdas alojadas a 29°C pierden más peso corporal que las que están a 20°C⁵⁴ y que las cerdas multíparas pueden concebir pérdidas de peso mayor en lactancias largas comparadas con animales de primer parto⁵⁶. La pérdida de peso en lactancia aumenta un 0.7% por cada cerdo destetado.⁵⁵

Perdidas de peso de 5% en primerizas y entre el 10% y 15% en multíparas disminuyen significativamente el desempeño reproductivo subsecuente de la cerda^{56, 47}. En promedio, con una pérdida de <15% la cerda puede retornar al estro dentro de los 7 días posdestete y tener una tasa de parición al primer servicio de 70%.⁵⁶

Ciertos autores indican que una pérdida de la proteína corporal entre 9 y 12% resulta en una continua disminución en la producción de leche y reducción en la proteína láctea⁴⁷, así como declinación en variables ováricas⁶, sin embargo otros contradicen afirmando que las cerdas pueden sostener una pérdida de 9 – 12% de su masa proteínica corporal durante la lactancia sin ningún perjuicio en el crecimiento de los lechones o en determinadas funciones ováricas.⁵

La pérdida del peso corporal se compone de la proteína y del tejido fino rico en materias grasas⁴⁷. La capacidad de las cerdas de acumular sus reservas corporales durante la gestación es importante para su aprovechamiento durante la lactancia³⁹ principalmente para maximizar la producción de leche; es por ello que la medición de grasa antes del parto y al destete es de gran importancia⁴¹. El propósito es desarrollar en la gestación una reserva proteínica corporal amplia pero con una reserva grasa moderada.⁴⁷

La sobrealimentación de la cerdas en gestación implica costos innecesarios asociados con deposición adicional de grasa y alto consumo de energía entre los días 75 y 100 de gestación lo que resulta en un aumento de grasa en la glándula mamaria⁶³ reduciendo el tamaño de las células productoras de leche⁵⁹ y por tanto afectando la producción de láctea.⁶³

Los requerimientos de nutrientes y energía de la cerda gestante dependerán de su peso, grasa dorsal, y la ganancia meta requerida para alcanzar una grasa dorsal mínima de 19 mm de grasa al parto; previendo una pérdida de 3-4 mm en lactancia. Se ha demostrado que bajos niveles de grasa dorsal (<14mm) al destete comprometen el subsecuente desempeño

reproductivo. Se reporta que la profundidad de grasa dorsal al servicio está relacionado con la vida productiva existiendo relación positiva entre la profundidad de grasa de una cerda primeriza y la habilidad de parir cuatro camadas⁶⁴. Se indica que a mayor número de destetados la diferencia entre el espesor de grasa dorsal al parto y el espesor al destete aumenta.¹⁶

Al día 101 de gestación; o las últimas dos semanas el nivel de alimentación debe incrementarse de 700 gramos⁴⁸ a 1 Kg/día con el objetivo de prevenir un balance energético negativo en la gestación tardía, estimular de enzimas en el hígado e intestinos como preparación a la etapa de lactancia donde tiende a aumentar el consumo de alimento y aumenta la progesterona lo cual permite que la prolactina aumente a una tasa rápida resultando en un aumento de la lactogenesis.⁶³

Efecto de la nutrición de la cerda lactante sobre su camada

Se recomienda que las cerdas al parto no tengan más de 25 mm de grasa^{59,7,47,63} pues se da un menor consumo de alimento en lactancia para cerdas con más de 21mm de grasa dorsal al parto comparado con cerdas con un nivel menor.^{64,16}

Cuando el consumo total en lactancia es menor a 100 kilos la movilización de reservas (proteínicas y grasas) se da con fines de mantener la producción láctea e influenciando negativamente los días de retorno a estro^{40,27}, presencia y persistencia de anestro²⁷, desarrollo folicular posdestete⁶, tasa ovulatoria, sobrevivencia embriológica⁴⁷, tasas de parición y nacidos totales.⁵⁶

Se indica que la pérdida fraccionaria de proteína del cuerpo durante la lactancia explica la mitad de la variación en el funcionamiento reproductivo de la cerda posdestete (intervalo destete-estro). En cambio menos de un cuarto de la variación en la misma medida se explica por la pérdida de grasas.⁴⁷

En el caso de una restricción moderada de proteína en la dieta aumenta la pérdida de tejido muscular; mientras que la restricción de energía con un adecuado aporte de proteína corresponde a movilización del tejido graso. Mucha de la energía movilizada de las reservas se origina de las reservas grasas en forma de lípidos. La pérdida de lípidos corresponde a un 35% del total de la pérdida de peso corporal (15% para proteína) y contribuye a un 80% del total de la energía de las reservas corporales. Calculando la pérdida de grasa y magresa, representan 27 y 55% respectivamente del total de peso corporal perdido. Este resultado concuerda con el hecho de que la temperatura induce una disminución del consumo total de alimento (tanto de energía como de proteína).⁵¹

La concentración de ácidos grasos no esterificados (AGNE) es usada como indicador del estado energético posparto y del catabolismo de la grasa en cerdas debido a que solo una pequeña cantidad es consecuencia del consumo de alimento y su concentración plasmática declina después de la comida y se incrementa dos horas después de la misma. En general; los niveles de AGNE's incrementan al final de la gestación y hay mayor aumento de la mitad al final de la lactancia y el nivel más alto se presenta en cerdas con camadas grandes. El nivel de AGNE's tiene relación directa con los cambios en la grasa dorsal y el nivel de alimentación; así los niveles más altos coinciden con pérdidas mayores de peso.³⁵

Se ha encontrado que un consumo subóptimo de aminoácidos y energía durante la lactancia está asociado con prolongados intervalos destete-servicio, reducción de los tamaños de camada subsecuentes y reducción de peso de la camada al destete²⁷. Cerdas con consumos bajos de energía (6.5 mcal/día) durante la lactancia exhiben intervalos destete-servicio más prolongados²⁸. Se ha sugerido que un consumo de EM de 11,950 Kcal/d produce un acortamiento del intervalo destete-estro; y que su consumo durante la lactancia está asociado positivamente con la frecuencia pulsátil de LH en el día 14 y 21 de lactancia²⁷. Además tanto la lipogénesis como la lipólisis (en el tejido adiposo subcutáneo) proceden de tasas significantes de cerdas lactantes que consumen adecuada energía.³⁷

Se indica que un nivel bajo de PC (14%) pero con razones constantes entre aminoácidos esenciales y energía no afectan la producción de leche, la composición de la misma y la ganancia de peso de la camada en condiciones termoneutrales (20°C).⁵⁴

Así pues los requerimientos de aminoácidos para cerdas lactantes están estrechamente correlacionados con la producción y la composición de la leche. Para cerdas que lactan más de 9.5 lechones con dietas base grano-pasta de soya, con la adición de 0.15% de lisina sintética con un 13% de PC se logra mejorar la producción láctea y no afecta el consumo promedio en lactancia de la cerda, la pérdida de peso, pérdida de grasa dorsal, días destete-estro, tamaño de camada al nacimiento y peso de la camada a los a los 21 días.²⁵

Es importante mencionar algunas características sobre el crecimiento del lechón el cual en condiciones prácticas muestra un potencial más bajo que

su potencial real esperado; debido principalmente a la producción escasa de leche.⁵⁹

La consecuencia del bajo consumo de alimento de la cerda en la producción láctea es la incapacidad de mantener o sustentar constituyentes de calidad en la leche requerida para un lechón normal en crecimiento; sin embargo un consumo bajo durante la 2da. y 3er semana tiene efectos directos en el peso de la camada al destete²⁷, pero otros señalan que únicamente el consumo de la 3er. semana afecta ; mientras que el consumo durante la semana 1 tiene un efecto indirecto en el peso de la camada al destete²⁸, además de que el mejoramiento de la producción y composición de la leche durante la 2da. semana de lactancia puede mejorar el vigor y la supervivencia de los lechones.³⁸

Aparte de factores nutricionales y medioambientales; existe una relación positiva entre la producción de leche y el tamaño de camada²⁴; es decir; el tamaño de camada (número y peso de los lechones) es el principal factor individual que determina la producción de leche⁴⁸ pero también el número de glándulas funcionales afectan la producción láctea²⁴. Así mismo la composición mineral de la leche está controlada en gran parte genéticamente pero influenciada por la etapa de lactancia y el tamaño de camada.³²

Las cerdas modernas son capaces de producir 1 Kg de leche más por cerdo cuando el tamaño de camada es de 14 lechones.^{24, 48}

El consumo de leche por cerdo aumenta cuando disminuye el tamaño de la camada debido a un aumento en el tamaño de la glándula mamaria y una disminución en la competencia entre lechones de la misma camada.²⁴

La producción de leche tiende a aumentar 14% en respuesta a una reducción en el intervalo de amamantamiento del 22 % si sucede durante las dos primeras semanas de lactancia. Por otro lado, cuando la camada incrementa la demanda para ser alimentados por la madre, se incrementa proporcionalmente el desarrollo del tejido mamario.²⁴

El flujo de nutrientes hacia la glándula mamaria depende de la irrigación de la misma que aumenta cuando existe lactogénesis³². Dichos nutrientes para la producción de leche provienen del alimento y/o de las reservas corporales. Como es mostrado en diferentes estudios una restricción moderada en el consumo de alimento durante la lactancia no provoca reducción importante en el crecimiento de la camada pues la producción de leche se genera de la utilización de las reservas de proteína y grasa corporales⁵⁵. Una disminución en la producción de leche podría ser debido al efecto directo de la temperatura, debido a diferencias en los niveles de las hormonas catabólicas en la sangre circulante como la triyodotironina y la tiroxina con la subsecuente reducción en la movilización de reservas corporales.⁵¹

Aproximadamente el 60% de las calorías totales proporcionadas a los lechones lactantes son lípidos de la leche. El contenido de grasa corporal en lechones al nacimiento es menor al 1% y aunque las reservas de glucógeno son altas en el recién nacido, estas reservas decrecen rápidamente entre las 12 y 18 horas posparto; sin embargo, la grasa corporal a los 10 días de edad es cercana al 10%; por lo que es probable que la grasa láctea tenga efecto importante sobre la ganancia de peso³⁸. Por otro lado, la leche de la cerda tiene una composición baja en proteína en comparación con el contenido de grasa, 6.1 vs. 7.2 %, respectivamente^{50, 54}. Las concentraciones de proteína en

la leche tienden a decaer del día 7 al 21³⁷, mientras que los porcentajes de grasa aumentan.⁵⁰

Se ha sugerido que el potencial biológico de crecimiento del lechón es de 450gr/d (mínimo) del parto a los 21 días de edad²⁴; es decir, los lechones pueden convertir leche en peso corporal con una eficiencia aproximada de 1.8 a 2 kg. de leche por cada medio kilo de ganancia de peso¹⁷. En condiciones de temperatura ambiental alta (29°C), la ganancia de peso de los lechones disminuye (-72gr/d) durante lactancias de tres semanas debido a la disminución en la producción de leche de 3.08 kilos diarios.⁵⁴

Analizando químicamente el contenido de un lechón destetado de 7.6 Kg se obtiene por kilogramo de peso vivo: 319 gr. de MS, 29 gr. de cenizas, 24.1 gr. de N, 137 gr. de grasa, 7.4 gr. de calcio, 4.9 gr. de fosforo y 0.3 gr. de Mg.¹¹

Importancia los minerales en la dieta de la cerda lactante

Se ha demostrado que las reservas minerales de la cerda disminuyen a través de tres periodos de parto y que las cerdas de mayor productividad (camadas destetadas de 21 días de vida con un peso superior a los 60 kilos) presentan mayor pérdida de macro y microminerales.^{34, 32}

El calcio en la dieta de las cerdas es importante durante la gestación para el desarrollo del esqueleto fetal y durante la lactancia porque estabiliza las proteínas coloidales que están en suspensión como nutriente para el crecimiento y desarrollo de los lechones³⁸. En la industria de la nutrición animal el carbonato de calcio es la fuente mineral inorgánica mas utilizada debido a su abundancia en rocas calizas.⁹

Durante la lactogénesis la α -lactoalbúmina una proteína de conjugación del calcio es sintetizada para actuar como proteína moduladora de la galactosil transferasa (GAT) en la compleja síntesis de la lactosa. Se ha demostrado que el calcio es importante para la regulación de la secreción de insulina proveniente de los islotes pancreáticos y para la formación de proteínas de la leche como la caseína.³⁸

Existe una tendencia hacia el incremento del calcio lácteo en cerdas que comen dietas altas en dicho mineral y un incremento en las concentraciones del mismo en función del tiempo de lactación temprana a tardía.³⁸

El rango normal de calcio en sangre es de 9-13 mg/dl y para el calcio lácteo es de 0.21%; aunque estos niveles no parecen afectarse por dietas inadecuadas en calcio y fósforo.³⁸

El requerimiento mínimo para calcio digestible en cerdas lactantes 18.8 gramos/día (gr/d). Mientras que la recomendación para cerdas lactantes, con una ganancia de peso de camada de 2.5 kilos diarios es de 23.5 g/d.¹¹

El consumo de calcio afecta la excreción de calcio pero no su retención en los lechones. Un kg de ganancia de peso de camada contiene 6.5 gr de calcio.¹¹

Por otro lado; la importancia del fósforo radica en que cerca del 80% se encuentra en el esqueleto; es esencial en la formación y mineralización del mismo y el 20% restante se encuentra en otros tejidos y fluidos así como en el metabolismo energético con implicaciones en la glucogénesis, transporte de ácidos grasos, síntesis de proteínas, actividad en la bomba de sodio y potasio,

componente del ácido nucleico, diferenciación y crecimiento de las células así como integridad de las membranas celulares, mantenimiento osmótico y balance ácido base.³¹

En la alimentación, el nivel de fósforo varía de acuerdo a la fuente; esto es en materias primas de origen vegetal el contenido depende del tipo de suelo, variedad cultivada, estado de maduración y condiciones de cultivo entre otras. En los productos de origen animal varía en función del contenido en huesos y es inferior pero más constante en derivados de la sangre o leche. En suplementos minerales depende del material de origen, proceso de fabricación y grado de hidratación⁵³. En el tracto digestivo la hidrólisis del fósforo orgánico libera ortofosfato (PO_4^{3-}) única forma en que el animal absorbe y utiliza el fósforo. En general las cantidades de fósforo digestible en alimentos de origen vegetal no son suficientes para los requerimientos de fósforo de los animales, por esta razón es necesario adicionar fósforo inorgánico en las dietas. En los ingredientes vegetales el P orgánico representa la fracción mayoritaria; como ATP, ácidos nucleicos, fosfolípidos, fosfoproteínas y fosfoglúcidos y sus sales generalmente como fitatos de Ca, K y Mg; mientras que en los de origen animal predomina el P inorgánico como ortofosfatos (PO_4^{3-}).⁵³

En base a niveles sanguíneos, los parámetros en hueso y pruebas de balance el nivel de fósforo en dietas maíz-pasta de soya para cerdas lactantes podría ser de un mínimo de 5g/kg; lo cual puede causar problemas en cerdas lactantes. Para prevenir la movilización de hueso de la cerda es necesario 7 g/kg en la dieta de la cerda lactante. Investigaciones corroboran que las concentraciones de calcio en la dieta en un rango de 6.5 a 11.7 g/ Kg y de

fósforo de 5 a 9 g/ Kg no afecta el desempeño de la camada ni los niveles de calcio y fosforo en la leche.¹¹

Cuando la digestibilidad aparente del fósforo es de 0.92 gr/d y la pérdida en la orina (inevitable) de la cerda es de 0.2 gr/d, el requerimiento para la cerda lactante con una ganancia diaria de la camada es 2.5 Kg es de 16.5 g/d de fósforo digerible.¹¹

El contenido de fósforo en la leche de la cerda es 0.14% y un kilogramo de ganancia de peso de la camada contiene aprox. 4.5 g de fósforo⁵⁰. No tiene efecto la cantidad de fósforo consumido en la gestación sobre la retención en los lechones o en las cerdas. En la cerda lactante una movilización diaria de proteína de 75 gr. representa o implica también una movilización de 0.72 gr de fósforo al día.¹¹

Por otro lado el sodio y el cloruro son el catión y el anión extracelulares principales, respectivamente, en el cuerpo. El cloruro es el principal anión en el jugo gástrico.⁴³

En un estudio los pesos del nacimiento del cerdo y los pesos del destete fueron reducidos cuando el cloruro de sodio fue reducido a partir 0.50 a 0.25 por ciento durante la gestación y lactancia para cerdas de dos o más partos⁸. El requerimiento de cloruro para cerdas lactantes es de 8.4 gr/d o una inclusión de 0.16% por kg de dieta mientras que para el sodio es de 10.5 gr/d ó 0.20% por Kg de dieta.⁴³

Basado sobre el contenido del sodio de la leche de la cerda que es 0.03 a 0.04%, el requisito dietético del sodio debe ser cerca de 0.05 % mayores durante la lactancia que durante la gestación. Se sugieren adiciones del

cloruro de sodio de 0.4% en dietas de gestación y de 0.5% en las dietas de lactancia.⁴³

Por su parte, el magnesio (Mg) es un cofactor importante en los sistemas enzimáticos, aunque su requerimiento es bajo. La mayor parte de la reserva del Mg se encuentra en hueso pero durante periodos nutricionales demandantes este mineral es liberado al sistema circulatorio³³. En la dieta suministrada en lactancia, un aporte de 0.015 al 0.065 % es adecuado para el desempeño de la cerda y su camada^{33, 43}. La cantidad de Mg en la leche de la cerda es de 0.02%³⁰ y su retención en los lechones es relativamente baja, cerca de 0.27 gr /kg de la ganancia de la camada.¹¹

En cuanto a la movilización de los minerales en las cerdas, estudios indican la presencia de una retención negativa para el fósforo y calcio movilizados de tejidos finos o de los huesos durante la lactancia¹¹ mientras que para el Mg la retención varía dependiendo su inclusión.⁴³

El Bolifor MagNa-N^R incluye fosfato disódico, dicálcico y dimagnésico ausente de formas de enlaces químicos (como carbonatos, cloruros y sulfatos) y provee de una relación Calcio-Fósforo de 0.42:1 respectivamente.²²

Contaminación ambiental debida al fósforo en la dieta

La determinación del impacto ambiental de los desechos porcinos incluye además de los efectos directos sobre los recursos básicos como son el agua, suelo y aire, los factores de perturbación como olores, plagas de insectos y efectos socio- políticos.⁴⁵

Hasta mediados de los años 80, la orina y el estiércol tenía un valor residual al ser utilizados como fertilizante para las tierras de cultivo debido a su

aporte elevado de nitrógeno, fósforo y otros nutrientes. Más recientemente, la intensificación de las producciones y la concentración de la ganadería en áreas específicas junto con las “nuevas” normas de conservación del medio ambiente limitaron el interés de esta vía de disposición de los residuos. La cantidad de estiércol a esparcir en un campo de cultivo está limitada por la capacidad de las plantas para extraer del terreno los nutrientes aportados por las excretas; por lo que un exceso en el aporte que supere las necesidades de los cultivos resulta en contaminación ambiental. Actualmente la legislación sobre el medio ambiente de los países desarrollados tiende a penalizar este exceso que obligan a partir de finales del año 2000 a la inclusión de fitasas u otros aditivos para reducir el nivel de fósforo en las excretas.⁵³

Debido a su contenido relativamente alto del nitrógeno, de fósforo, de potasio, y de otros alimentos, el abono es un fertilizante excelente aplicado a la tierra pero su uso excesivo puede potencialmente conducir a la contaminación superficial y del agua subterránea y a la acumulación de minerales en el suelo. Hablando de la contaminación de los suelos por la aplicación de abono de origen animal, los nutrientes que causan la preocupación más grande, son el nitrógeno, fósforo, sodio, potasio, cobre, y zinc.⁴³

La mezcla de residuos sólidos y líquidos que son acarreados por el agua de lavado se conoce como agua residual y sus principales ingredientes son las excretas (heces y orina), agua, alimento desperdiciado, cama, suelo y otras partículas.⁴⁵

La cantidad de heces y orina producidas por los cerdos dependen de múltiples factores: la edad del animal, su madurez fisiológica, la cantidad y

calidad del alimento ingerido, el volumen del agua consumida, el clima y otros factores menos importantes.⁴⁵

Los lechones, destetados y hembras lactantes excretan cerca del 8% de su peso vivo por día; los cerdos en crecimiento y finalización eliminan cerca del 7% de su peso vivo; mientras que los sementales y hembras gestantes excretan cerca del 3% de su peso vivo. Aproximadamente el 1.3% de la excreta fresca contiene nitrógeno, fósforo y potasio que son fertilizantes primarios; otro 1.2% está constituido por fertilizantes secundarios como calcio, cloro, azufre, sodio, etc. Considerando sólo los sólidos excretados, casi un 10% de éstos tiene valor como fertilizante.⁴⁵

De estudios realizados en otros países se sabe que del 100% del agua residual originaria de explotaciones porcinas; la orina representa el 45% y las heces el 55%; el contenido de humedad de la excreta es de 88%; cerca del 90% de los sólidos se excretan en las heces y un 10% en la orina como minerales, potasio, fósforo y amoníaco-nitrógeno.⁴⁵

La contaminación ambiental provocada por la excreción de fósforo no digerido puede ser minimizada utilizando una estrategia de alimentación adecuada en el ganado. Por lo tanto, es indispensable conocer la digestibilidad de los ingredientes utilizados en la dieta así como los requerimientos del fósforo en cada etapa productiva del cerdo.¹¹

El exceso en la utilización del fósforo resulta en la acumulación superior en el suelo. Mientras que el fósforo se fija por adsorción sobre partículas del suelo y no lixivia en el agua subterránea, puede erosionar (junto con partículas del suelo) en corrientes, los lagos, y los ríos. El fósforo es la limitación del

alimento que regula el crecimiento de la planta acuática (de las algas y de la otra vegetación acuática). La descomposición de tal vegetación puede conducir a una deterioración general de la calidad del agua, un proceso llamado “eutroficación”. El fósforo combinado con el oxígeno forma fosfatos que es la forma como las plantas absorben el fósforo. Altas cantidades de fosforo acumulado en la tierra contribuye a su aumento en aguas frescas, aguas salobres y ambientes marinos.³¹

En muchos países existen regulaciones estrictas para el nitrógeno y el fósforo para evitar la contaminación del agua del subsuelo y los procesos de eutroficación.⁴⁵

Las posibilidades de reducir la excreción de fósforo durante la lactancia son limitadas comparadas con las existentes durante la etapa de gestación, debido a la excreción en la leche durante la lactancia¹¹ y a que la cerda se encuentra en una etapa de catabolismo, donde la restricción nutricional incluyendo la del fósforo, generan consecuencias productivas importantes.²⁶

Lo único que puede hacerse es utilizar una fuente de fósforo de alta digestibilidad y con la menor eliminación posible. Alternativamente podrían utilizarse métodos que incrementen el consumo de nutrientes disponibles en cerdas por medio del aumento en la proporción de la inclusión de los ingredientes en estudio en la dieta, lo cual incrementa directamente el costo de producción de la dieta, sin embargo, consecuentemente se esperaría una mejoría en algún parámetro productivo, para volver atractiva la inclusión del ingrediente más digestible y de mayor precio.⁶¹

Un procesado correcto del alimento (principalmente granos) hace que las empresas porcinas sean más amigables con el ambiente disminuyendo la cantidad de materia seca que podría convertirse en un contaminante ambiental. Maximizar el consumo de nutriente es benéfico para el desempeño de la cerda y de la camada⁶¹ por ejemplo: en cerdos de engorda se ha demostrado que la fitasa microbiana tiene un efecto positivo en la digestibilidad del fósforo²⁰. En promedio 15 unidades porcentuales aumentan la digestibilidad del fósforo en cerdas lactantes usando fitasa a una dosis de 400 U Kg.²³

.En base a lo anterior y dada la importancia que los minerales en la alimentación de la cerdas y por ende en la producción porcina se decidió evaluar diferentes fuentes minerales en el comportamiento productivo de la cerda lactante y su camada abriendo la posibilidad de estudio en otras etapas productivas en la alimentación del ganado cuya utilización minorice el impacto ambiental y promueva la supervivencia de la industria porcina en un futuro.

JUSTIFICACIÓN

La siguiente lista es una recopilación de algunas situaciones reales por las que está pasando la industria porcina actual, donde está demostrado que la razón de muchos de ellos está ligada con la nutrición.^{45, 30}

- a. Disminución de la contaminación ambiental por una mejoría en la absorción del producto establecido, el cuál debe generar menor impacto ambiental.
- b. Disminución de la pérdida de condición en las cerdas lactantes así como evitar la caída de la productividad posterior por el efecto indirecto.
- c. Aumentar el peso de la camada al destete por efecto de un incremento en el consumo de alimento de lactancia.

Es por eso que el producto utilizado en el presente trabajo, se convierte en una fuente potencial y novedosa de investigación, ya que de lograr resolver “parcial o totalmente” los problemas enlistados será más fácil su aceptación por parte de los productores de cerdos en México. En base a los resultados obtenidos, se busca aportar información válida para justificar su investigación en otras etapas productivas con el objetivo de comprobar la calidad del producto y la posible inversión con remuneración que obtendrían los porcicultores al utilizarlo en su sistema productivo.

HIPÓTESIS

“La utilización de cualquier fuente de minerales (fósforo, calcio, sodio y magnesio) genera en las cerdas lactantes y su camada rendimientos productivos similares, por lo que se considera que no existe ventaja alguna entre los tratamientos”.

OBJETIVO

Determinar el efecto de la inclusión de una fuente mineral (Ca, P, NaCl y Mg) en cerdas lactantes.

Objetivos específicos

Determinar el efecto de una fuente mineral alterna a la dada comúnmente en el CEIEPP-FMVZ, UNAM sobre parámetros productivos (consumo de alimento de la cerda, ganancia de peso de la camada a los 7,14 y 21 días así como la pérdida de peso y grasa dorsal de la cerda).

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación

Se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Porcina (CEIEPP) de la FMVZ, UNAM en Jilotepec; Estado de México, el cual se encuentra en los 99° 31' 45" de longitud oeste del Meridiano de Greenwich, su latitud norte es de 19° 57' 13", y a una altura de 2,250 metros sobre el nivel del mar. El clima de la región es templado en verano y extremoso en invierno, la temperatura media es de 18° C y varía entre los 12° C y los 24° C. El régimen de lluvias comprende de junio a septiembre y el promedio de precipitación pluvial es de 608 mm., iniciando las primeras heladas en octubre y prolongándose hasta marzo.

Animales

Se utilizaron 12 cerdas de 2do. a 5to. parto, divididos en 2 tratamientos (seis cerdas en cada uno); considerando como unidad de observación a las cerda (Yorkshire x Landrace) y su camada (9-10 lechones híbridos). El periodo devaluación duró 21 días.

Manejo general de la cerda posparto

Los lechones fueron pesados en forma individual al nacimiento y a las 48 horas posparto con la finalidad de ser acomodados entre las diferentes camadas de tal manera que no existían diferencias significativas entre la carga inicial de cada cerda lactante al comenzar la etapa de lactancia. El tamaño promedio de camada fue de 9.3 para cada tratamiento al inicio del experimento. El mismo día (48 horas posparto o día cero) de

acomodo de camadas la cerda se pesaba y se le media la grasa dorsal a 6cms. de la línea media a nivel de la 10ma. costilla (P2). Al tercer día se castraron los machos y se le aplicó 1 ml hierro por lechón (hembras y machos). El pesaje de los lechones, de la cerda y la medición de la grasa dorsal se efectuaron los días 0, 7, 14 y 21 de la lactancia. El mantenimiento de la temperatura ambiente de las salas de maternidad fue de modo natural por medio de ventanas y puerta. Dicha temperatura se mantuvo estable entre 20-25°C.

Instalaciones

Las instalaciones de maternidad están constituidas de jaulas de 2.20 x 2.50 metros en donde se encontraron alojadas las cerdas y la camada. La zona acondicionada para la camada tiene una lechonera con medidas de 0.80 x 0.60 x 1.10 metros hecha de plástico sólido y donde la fuente de calor fue un foco de luz incandescente de 100 watts. La jaula para la cerda evita que la hembra aplaste lechones en la etapa, mientras que la zona para lechones permite enriquecerles el ambiente evitando estrés.

Alimentación

El día del parto a la cerda no se le ofreció alimento y posterior al parto fueron alimentadas diariamente según el siguiente protocolo: día 1 y 2 posparto: máximo de 2 kilos. Los días 3, 4, 5, 6 y 7 posparto, se les ofreció 3, 4, 5, 6 y 7 kilos respectivamente. A partir del día 8 hasta el destete su alimentación fue *ad libitum* (condicionado por residuo en comedero) en el siguiente horario: 07:00, 11:00, 14:00 y 18:00 hrs. de lunes a domingo, pesando lo ofrecido y rechazado por cerda diariamente.

El alimento se formuló de acuerdo a los requerimientos del NRC para cerdas lactantes, ofreciendo dietas isoprotéicas e isoenergéticas. A los lechones se les proporcionó en forma complementaria una dieta comercial de preiniciación la cuál será ofrecida a partir del día 7 bajo el sistema de poco y frecuente, en un comedero de plato el cuál esta fijo a la jaula.

Dietas

Se cambió la fuente mineral a ofrecer:

T0: Fosfato monocálcico y carbonato de calcio y cloruro de sodio

T1: *Fosfato disódico, dicálcico y dimagnésico (17.5% fósforo, 10.5% de sodio, 7.5% de calcio y 4.8% de magnesio). (CUADRO 1)

Análisis estadístico

- Prueba "T-student" para variables *peso de la camada* a los , 7,14 y 21 días, consumo de alimento , pérdida de peso y grasa de la cerda
- Prueba de correlación entre consumo de alimento con las variables peso de la camada al destete, pérdida de peso de la cerda y pérdida de grasa dorsal.

El análisis estadístico se llevo a cabo por el método establecido por Triola M⁵⁷ y Johnson R *et al*¹⁸.

Modelo "T-student":

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right) + \left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)}}$$

Donde:

\bar{x} = media
 S^2 = Varianza
 n = número
 t = n-1

Modelo correlación:

$$r = \frac{SC(xy)}{\sqrt{SC(x)SC(y)}}$$

Donde:

$$SC(x) = \frac{(\sum x)^2}{n}$$

$$SC(y) = \frac{(\sum y)^2}{n}$$

$$SC(xy) = \frac{\sum x \sum y}{n}$$

Análisis de costo-beneficio

Se realizó un análisis de costos por la metodología "insumo x insumo".

RESULTADOS

Consumo de alimento

Considerando los 21 días de duración del experimento, el promedio de consumo total de alimento fue de 104.1 +/- 13.7 Kg. Vs 128.8 +/- 24.1 Kg siendo el consumo diario de 5.0 y 6 Kg para T0 y T1 respectivamente; estadísticamente hablando no hubo diferencia significativa ($P>0.05$) (FIGURA 1 y 2)

Peso de la camada

La ganancia diaria de peso de la camada al día siete fue de 1,935 +/- 529 vs. 2,074 +/- 435 gr. , con un tamaño de camada de 9 y 8.8 lechones por cerda para T0 y T1 respectivamente. Al día 14 fue de 2,142 +/- 230 gr. vs 2,448 +/- 278 gr. (con tamaños de camada de 8.6 y 8.8) y al destete de 2,339 +/- 490.5 gr. vs. 2,648 +/- 319 gr.; con tamaños de camada de 8.6 y 8.8 lechones por cerda para T0 y T1 respectivamente. (FIGURA 3)

El peso de la camada al día 7 de 29.7 +/- 5.1 vs 30.6 +/- 3.6 Kg, al día 14 de 46.1 +/- 9.8 Kg y al destete fueron de 65.2 y 71.7 Kg.; para T0 vs. T1 respectivamente con un diferencial productivo de 6.5 Kg en favor de cerdas T1. (FIGURAS 4 Y 5).

Pérdida de peso y grasa

La pérdida de peso total para las cerdas T0 y T1 fue de 11.25 +/- 6.9 Kg vs. 8.3 +/- 9.8 Kg respectivamente sin diferencia estadística significativa entre ambos grupos ($P>0.05$). (FIGURA 6 y 8)

En cuanto a la pérdida de grasa dorsal, fue de 3.50 +/- 1.9 mm y 3.42 +/- 4.3 mm para T0 y T1 respectivamente sin significancia ($P>0.05$). (FIGURA 7 y 8)

Relación consumo de alimento y peso de la camada

La correlación obtenida entre el consumo total de alimento por cerda vs. peso de la camada al destete fue de ($r=0.496$) ($P\leq 0.01$). Por lo que se consideró que no hay correlación, sin embargo, la línea de tendencia es positiva. (FIGURA 9)

Relación consumo de alimento y pérdida de peso/grasa

Estadísticamente existe correlación lineal negativa entre la pérdida de peso de la cerda y su consumo de alimento durante la lactancia: ($r= -0.67$) ($p<0.05$); es decir entre más alimento consume una cerda pierde menos kilogramos de peso vivo. (FIGURA 10)

Por otro lado entre el consumo de alimento y la pérdida de grasa dorsal no hay una correlación ($r= -0.39$) ($P\leq 0.05$) pero la línea de tendencia es negativa. (FIGURA 11)

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

Ambas dietas se elaboraron en base a las recomendaciones de la NRC. En el CUADRO 1 se presentan los ingredientes necesarios para la elaboración de las dietas con sus respectivos precios por Kilogramo de ingrediente; obteniendo finalmente un costo de producción de \$3.31 vs. \$3.44 *por kilogramo de dieta*; T0 vs. T1 respectivamente y un costo diferencial de \$0.13.

Ahora bien; para analizar el *costo total de la camada* producida es necesario considerar la cantidad de alimento consumido por las cerdas que en promedio por grupo fue de 104.1 Kg. vs 128.8 Kg. para T0 y T1 respectivamente; así como los costos anteriores cuyo producto resulta en un costo de \$344.5 vs. \$443; T0 vs. T1 respectivamente con un *costo diferencial de producción de la camada* de \$ 98.91.

El siguiente paso es evaluar el *costo por Kilo de camada* producida para lo cual se requieren los costos anteriores y el dato de kilogramos totales de camada producida por grupo siendo de 49.1 vs. 55.6 Kg. (FIGURA 5); T0 vs T1 respectivamente, obteniendo un costo de \$7.01 vs \$ 7.97; T0 vs. T1 respectivamente (CUADRO 2); con lo cual a su vez se obtiene un costo diferencial por kilo de camada producida de \$0.96 y un beneficio productivo de 6.5 Kg de camada a favor del grupo T1 experimental.

DISCUSIÓN

Las dietas evaluadas en esta investigación se elaboraron respetando los porcentajes sugeridos por la NRC cambiando las fuentes minerales. No se cuenta con información acerca del producto BoliforMagNa-N^R en la etapa de lactancia. Sin embargo en Alemania Kemme PA *et al* (21) evaluaron la digestibilidad del producto perteneciente a la empresa Lanxess en cerdos entre la 5 y 10 ma. semana de vida. Dicho producto base fósforo inorgánico fue comparado con fosfato dicálcico orgánico (DCP org.) y un fosfato monosódico puro (MSP). La dieta básica (BD) contenía 7.2:3.3 g/Kg y las dietas con fosfato adicionado contenían 7.4:5.2 g/kg de Ca:P respectivamente. Los resultados expresan una digestibilidad del 90% para el MSP, la del Bolifor fue del 81% y la del DSP org. del 61%. La inclusión de 2 gr. del Bolifor MagNa-N^R podría resultar en un 17% de excreción de fósforo más baja. Se halló de forma secundaria que la conversión alimenticia fue más favorable después de la adición de las fuentes de fósforo comparado con la BD principalmente para el BoliforMagNa-N^R después del fosfato monosódico puro; sin embargo no se encontraron diferencias significativas en la ganancia diaria de peso promedio y la relación de conversión alimenticia entre dietas.²²

Estos resultados dan indicios acerca de la respuesta productiva de los animales la cual numéricamente es notoria pero no tiene significancia estadística, sin embargo dicho estudio de acuerdo a su objetivo primario da resultados positivos en cuanto a la digestibilidad de esta fuente mineral.

Enfocándonos en la lactancia, con el antecedente de que el producto utilizado goza de alta digestibilidad se buscaba obtener beneficios productivos en el presente trabajo. Cabe mencionar información en esta etapa productiva

es escasa y poco reciente, mucha información se refiere a animales en la etapa de engorda acerca de la consecuencia del uso de diferentes fuentes minerales o diferentes cantidades en la dieta e indican que la alteración de las dietas en cantidad y calidad sobre todo de macrominerales favorece aspectos del estado fisiológico de los animales (a nivel del aparato locomotor) con poca significancia en parámetros productivos lo cual coincide con este trabajo pese a que no fue medida la digestibilidad y el porcentaje de minerales presentes en los huesos de las cerdas.

Es ineludible mencionar que factores nutricionales como nivel de proteína y el de energía; así como el manejo de la temperatura ambiente relacionado con la cantidad de alimento ofrecido e ingerido por las cerdas^{27,51,54}, tiempo de lactancia y tamaño de camada⁵⁶ tienen efectos significativos en el desempeño productivo pues una baja producción de leche y pérdida de peso excesiva en las cerdas se debe principalmente a un deficiente consumo de alimento^{16, 44,54}. Considerando la relevancia de lo antes mencionado, en esta investigación las dietas fueron isoenergéticas e isoproteicas, la cantidad de alimento ofrecido a las cerdas fue el mismo durante los primeros días posparto siendo *ad libitum* el resto del periodo y las temperaturas de las salas se mantuvieron entre 20 y 24°C.

Harmon BG *et al*¹⁴ evaluaron dos niveles diferentes de Magnesio durante la gestación (400 y 900 ppm) y la lactancia (150 y 650 ppm) en primíparas. No se halló efecto del aumento del magnesio en el número de cerdos destetados, peso y ganancia de la camada así como pérdida de peso de la cerda. Este estudio si bien no evalúa diferentes fuentes de magnesio, si las consecuencias de darlo en diferentes niveles el cual se pensaría que por

estar en más altas cantidades en la dieta podría aumentar los niveles biodisponibles en el animal reflejándose en ciertos parámetros pero evidentemente tanto la cantidad ofrecida no tiene repercusiones a nivel productivo lo cual concuerda con nuestros resultados utilizando el Bolifor Magna-N^R.

Maxon PF y Mahan³⁶ utilizaron cerdas de 1ro. Y 2do parto con 5 dietas diferentes en cantidad de Ca:P utilizando carbonato de calcio y fosfato dicálcico evidenciando que no hay efecto en los pesos ni en los consumos de alimento de las cerdas durante la lactancia; tampoco en el peso individual y de la camada. Sin embargo cerdas que amamantaron camadas grandes tuvieron 37% ganancias y pesos más ligeros que cerdas con camadas pequeñas, siendo importante mencionar que los consumos de las cerdas fueron variables. Sin embargo aunque los distintos niveles no inducen respuesta diferente similar con lo presentado en este trabajo; no concuerda el hecho de que la camada T1 fue mayor en número y peso que el grupo T0 con tamaño de camada menor y pesos más ligeros. Maxon PF y Mahan³⁶ en su experimento asocian e sus resultados al uso de animales de primer parto y es por ello que en esta investigación se descartó la utilización de primerizas debido a que su metabolismo durante la lactancia es diferente, además de que el tamaño y peso de las camadas fue similar al inicio de la experimentación.

Peters JC y Mahan⁴⁶ utilizaron cerdas a partir de los 30 kilos y durante seis partos. Las dietas contenían distintas fuentes de minerales traza (orgánicos e inorgánicos) y diferentes niveles de calcio:fósforo. La dieta para animales de 30 Kg (nivel 1) fue basada en el NRC y las dietas de animales de 110 Kg en adelante (nivel 2) basadas en la industria estándar. Hay diferencias

estadísticas en cuanto a los nacidos totales y vivos en favor de los minerales orgánicos además de que la ganancia diaria de peso de estos lechones tendió a ser mayor (sin diferencia significativa). El consumo de alimento y el peso corporal de las cerdas no se vio afectado por tratamientos; pero para el caso de los orgánicos cuya respuesta fue mejor Peters JC y Mahan⁴⁶ explican que los resultados influyeron en base a que los minerales inorgánicos a mayor nivel en la dieta el tamaño de camada disminuye y en cuanto a la mayor ganancia diaria de peso principalmente se debe a que ellos encontraron que el peso de los lechones al destete aumenta hacia el 4to. parto y declina ligeramente al 6to. aparte de que el consumo de alimento desciende hacia los últimos partos siendo menor el potencial de producción de leche. En nuestro caso las cerdas T0 tenían una vida productiva promedio de 5.5 partos mientras que el T1 fue de 6 por lo que se descarta la posibilidad de que esto haya influido.

Jongbloed AW *et al*²¹ experimentó con diferentes niveles de fitasa microbiana en el alimento de cerdas gestantes y lactantes para observar la digestibilidad del fósforo. La dieta 1 o control negativa con bajo fósforo sin suplementación de fosfato ni fitasa, los tratamientos 2,3 y 4 fueron similares a la negativa pero con 750, 1000 y 10,000 U de fitasa respectivamente. El tratamiento 5 igual que la dieta 1 más 1.5 gr. de fosfato monocálcico. La razón Ca:P se mantuvo constante (2.9:1 y 3.3:1 para lactancia y gestación). La digestibilidad claramente aumento (diferencia estadística) con relación positiva entre la dosis de fitasa y el fósforo digestible así como la del Ca, Mg, Na, K, Cu y Zn en cerdas lactantes. No hubo diferencias entre tratamientos para el índice de crecimiento por lechón, ni en el peso del lechón al destete, tampoco

para la diferencia en el peso vivo de las cerdas así como en su consumo de alimento. Este experimento demuestra diferencias en cuanto a la digestibilidad del fósforo en las dietas utilizadas, que en nuestro caso similar al cambiar las fuentes la digestibilidad es distinta. Sin embargo teniendo diferentes grados de digestibilidad del fósforo no hubo diferencias entre tratamientos en los parámetros antes mencionados al igual que en nuestro experimento en base a diferentes fuentes minerales.

Cromwell GL *et al*⁷ experimentaron diferentes concentraciones de sal durante la gestación y lactancia. La pérdida de peso y el consumo de alimento de la cerda en lactancia no se vio afectado por tratamientos lo cual es similar a nuestro experimento; sin embargo el promedio de peso de los lechones al destete tendió a ser menor en el grupo que comió poca sal debido a los animales de primer parto incluidos en el experimento los cuales también tuvieron un menor consumo lo cual no sucedió en nuestro caso al no considerar este tipo de animales como anteriormente se menciona.

Cromwell GL *et al*⁸ expuso a cerdas primíparas gestantes y posteriormente en la lactancia a dos diferentes niveles adicionales de Cu en la dieta (0 y 250 ppm) y ambas contenían 8.8 ppm de Cu de la premezcla mineral y antibióticos. Las cerdas que comieron más cobre estadísticamente parieron camadas más grandes; siendo los lechones 9% más ligeros al nacimiento. El peso total de la camada al destete estadísticamente fue 9% más grande en cerdas que comieron cobre adicional. De los casos anteriores, esta investigación tiene datos productivos a favor del incremento de una fuente mineral siendo notorio en los parámetros; lo cual difiere con los resultados de esta tesis; sin embargo hay que tomar en cuenta una serie de factores que

podrían haber afectado estos resultados. Estos autores indican que una alta concentración de antibióticos mejora la fertilidad y un fenómeno similar ocurre con el cobre. Otra conclusión de los autores, es que las cerdas que perdieron más peso fueron las que consumieron cobre adicional; asociado básicamente a que tuvieron pesos de camada al destete mayores debido a un estado de catabolismo mayor evidenciado en mayor producción láctea; pues el consumo de alimento en ambos casos fue similar lo cual no concuerda con nuestros resultados pues las cerdas con camadas más pesadas (T1) perdieron menos peso y consumieron más alimento. Cromwell GL *et al*⁸ indica que dichos pesos al destete se dieron tanto en primerizas como en multíparas. Este incremento parece estar asociado a los efectos farmacológicos del cobre y su efecto potencial en la producción láctea, mientras que en nuestro caso el único factor que parece haber influido en nuestros resultados en cuanto a ganancia de peso de la camada que numéricamente fue mayor la T1 que la T0 es el consumo de alimento de la cerda.

Plumbee MP *et al*⁹ comparó diferentes fuentes de fósforo entre ellos el fosfato monocálcico, fosfato dicálcico, el fosfato “soft” y ácido fosfórico en que el criterio de evaluación era el índice de crecimiento, consumos de alimento, eficiencia alimenticia y cenizas presentes en el fémur. Los resultados entre el fosfato dicálcico y monocálcico son similares pero los mejores resultados los obtiene el fosfato dicálcico resumiendo que adicionando 0.15% de esta fuente mineral a una ración maíz-pasta de soya (0.30% de P) resulta en un aumento significativo en la tasa de crecimiento, en el fósforo sérico, en la eficiencia alimenticia y mayor solidez de los huesos en estos cerdos. En este caso comparado con el presente trabajo se trata de etapas productivas distintas, sin

embargo es interesante observar que los animales que consumieron fosfato dicálcico tienen los consumos de alimento más altos, de acuerdo también a lo indicado por Kemme *et al*²², esto es importante puesto que aunque no son comparables estos estudios con este trabajo por la etapa productiva y el criterio de evaluación; se sabe anticipadamente en este caso el Bolifor MagNa-N^R el cual contiene fosfato dicálcico posee buena digestibilidad y eficiencia al ser utilizado en el estudio de Plumbee *et al*⁴⁹ donde la tasa de crecimiento es dependiente del consumo de alimento y la conversión alimenticia. En este caso podemos mencionar que aunque no hubo significancia; numéricamente el grupo T1 comió más que el grupo T0 lo cual influyó directamente en la producción láctea viéndose reflejado en camadas y lechones más pesados al destete.

Harmon BG *et al*¹⁵ en primerizas comparó la eficiencia del fosfato dicálcico, fosfato "soft" y fosfato curacao con una dieta base maíz-pasta de soya durante y la lactancia analizando la retención, digestión y balance la cual fue similar en todos los suplementos. La dieta basal contenía 0.72% y 0.34% de Ca:P respectivamente y las dietas suplementadas proveían de 0.52% más fósforo. Datos interesantes de este estudio en cuanto a el peso de la camada al nacimiento y la ganancia en la lactancia es que no fueron afectados por los tratamientos y la pérdida de peso de la cerda tampoco. Esto evidentemente concuerda con nuestro trabajo puesto que no hay diferencia significativa entre grupos tanto para la ganancia de la camada como para el desgaste de las cerdas en nuestro caso múltiparas a diferencia de Harmon BG *et al*¹⁵.

Baidoo SK *et al*² evaluó los efectos de fitasa en dos dietas con diferentes contenidos de fósforo inorgánico en cerdas en lactancia. La dieta experimental contenía 5.4 gr/Kg de fósforo total con fitasa y la dieta control contenía 7.4 gr/Kg de fósforo sin fitasa; donde hubo diferencia significativa en la digestibilidad total del fósforo entre ambas dietas pero sin significancia en los parámetros tales como pérdida de grasa y peso de la cerda, tamaño y peso al destete de la camada lo cual también iguala a nuestros resultados.

La literatura anterior expresa básicamente que la alteración de la dieta en cantidades y calidad de los minerales no tiene influencia en parámetros productivos en la etapa de lactancia; no así al intervenir factores extrínsecos pues los resultados pueden ser distintos, como en el caso de Cromwell GL *et al*⁸ o cuando se utilizan animales de diferente edad productiva para Cromwell GL *et al*⁷, Peters JC y Mahan⁴⁶ así como Maxon PF y Mahan.³⁶

Conforme a lo planteado en la introducción según Pinilla JC *et al*⁴⁸ se refuerza con lo descrito por King H²⁴ quienes explican cómo influyen los factores no nutricionales, principalmente características de la camada; esto es el tamaño y peso de los lechones así como la frecuencia de alimentación de los mismos en la producción láctea influyendo en su crecimiento; por lo cual se debe reiterar que la carga productiva (peso y número de lechones) para ambos tratamientos (T1 y T0) al principio de la prueba fue la misma con cambios a lo largo de la lactancia. Pinilla JC *et al*⁴⁸ también menciona el factor “tiempo de lactancia” como punto importante que involucra peso al destete; es por ello que existe información de documentos con valores que difieren mucho entre sí, siendo primordial mencionar que algunos de los valores más altos se obtienen de experimentos basados principalmente en la alteración de la dieta

en los niveles de energía o proteína y en el cuidado de la temperatura ambiental. Es importante decir que uno de los factores que afectan notablemente el desempeño de la cerda y la camada es el cuidado del personal sobre cada uno de los animales saber interpretar el comportamiento de la cerda de tal forma que se puedan efectuar ajustes necesarios para asegurar un consumo adecuado que permita destetar lechones sanos y pesados.

Consumo de alimento y peso de la camada

En esta investigación se obtuvo que no existe relación entre el consumo de alimento de la cerda y el peso de la camada al destete lo que coincide con los resultados de Elsley FWH *et al*¹⁰ y Armstrong *et al*¹ quienes no encuentran asociaciones entre estas variables. Sin embargo y de acuerdo con los resultados de esta investigación en la cantidad de alimento ingerido por el grupo T1 concuerda con Koketsu Y *et al*²⁷ que indica que aunque la relación no es lineal el peso de camada al destete se incrementa (este autor señala que el peso aumenta aproximadamente 3 Kg cuando el promedio de consumo diario de alimento se incrementa de 4 a 7 kg). Asimismo Koketsu Y *et al*²⁷ observó que cerdas que consumen una baja cantidad de alimento durante la lactancia , que tienen bajo consumo solo durante la primera semana y aquellas que tienen un mayor descenso en el consumo de alimento durante la lactancia tienen pesos de destete más bajos que cerdas con un aumento rápido , menor descenso ó aumento gradual en el consumo de alimento; lo cual se es notorio en nuestros resultados al observar los consumos de alimento semanales (FIGURA 2) ; sin embargo Koketsu²⁷ menciona también que en granjas experimentales solo un bajo consumo durante la tercer semana altera

el peso al destete, lo cual coincide con lo obtenido en este trabajo observado para el caso del grupo T0. Contrario a esto Thaker MYC *et al*⁶⁶ indican que hay una relación positiva entre el consumo voluntario en lactancia de cerdas y el peso de los lechones al destete ($P>0.05$) esto es, que un aumento en el consumo de alimento se refleja en el desempeño de la camada siendo más pesadas²⁹ pero no indican los tamaños de camada lo cual probablemente contribuya a su resultado. En otros estudios ha sido observado un efecto positivo de cualquier fuente de energía o del consumo de alimento en el peso de la camada al destete al principio de la 2da. semana de lactancia^{42, 40, 62}. Hay que tomar en cuenta que el apetito de la cerda está influenciado por la secreción de leche que a su vez, es influenciada por el tamaño y vigor de la camada.¹⁶

Consumo de alimento y pérdida de peso de la cerda

Se halló correlación negativa ($P<0.05$) para el consumo alimento y la pérdida de peso lo cual concuerda con lo descrito por Thaker MYC *et al*⁶⁶ quien menciona textualmente la existencia de esta relación negativa ; además Jones D. B *et al*¹⁹ dice que las cerdas que consumen más alimento pierden menos peso.

Consumo de alimento y pérdida de grasa de la cerda

Es importante recalcar lo dicho por Young MG *et al*⁶⁴ que establece una relación negativa entre la profundidad de la grasa dorsal con el consumo de alimento al parto y durante la lactancia. Quiniou N *et al*⁶¹ indican que cuando mayor es el consumo y menor la pérdida de peso; también menor es la pérdida de grasa dorsal similar a nuestros resultados. Concordamos con Murillo

GPC⁴¹ pues no encontró correlación entre el consumo de alimento y la pérdida de grasa dorsal y para el caso Clowes EJ⁵, Jones D. B *et al*¹⁹ que reportan una pérdida mayor de grasa corporal cuando las cerdas consumen más alimento (y pierden menos peso) hay desacuerdo, pero estos experimentos estuvieron basados en dietas con diferentes cantidades de lisina en la dieta lo cual contribuye a una pérdida menor de peso con mayor pérdida de grasa.

CONCLUSIONES

Nuestros resultados junto con la literatura consultada apoyan la hipótesis planteada, es decir el cambio de fuentes minerales produce rendimientos similares en la cerda lactante y su camada; enfatizando que para afectar la respuesta productiva es indispensable alterar el manejo alimenticio y/o ambiental.

A pesar de que al evaluar no hay diferencias estadísticas; y que el costo diferencial de las dietas es relativamente bajo, existe beneficio productivo (numéricamente hablando) al considerar los kilos extra de camada y el rendimiento observado en cuanto a el tamaño de camada al destete para el caso de las cerdas T1. Si bien en los parámetros productivos del pie de cría no es notorio (estadísticamente) el cambio, si pueden mejorar ya que si no nos limitamos al peso de la camada, en el pie de cría puede haber menor pérdida de peso corporal lo cual beneficia su desempeño subsecuente, su longevidad debido a una mejor digestibilidad de cierta fuente mineral reflejado en el aparato locomotor y además ; la productividad en lactancias posteriores en este caso animales mayores a 5 partos con buen número de lechones destetados por cerda y un mayor peso por camada al destete. Adicionalmente si consideramos esto, puede obtenerse un efecto indirecto en la etapa de engorda porque se reducen el número de días necesarios para que los cerdos lleguen al sacrificio (ya que se destetan de mayor peso) disminuyendo los costos de producción al ser alimentados por menos días; lo cual en granjas grandes habría que medir si resulta una pérdida o ganancia a largo plazo.

Se debe tener presente que todas las fases del ciclo reproductivo de la cerda están interrelacionadas así, los niveles de alimentación en una fase

afectan el apetito y el desempeño de la cerda en las fases siguientes siendo la alimentación en gestación la que más influye sobre el apetito de la cerda lactante por el grado de reservas grasas que esta acumula en gestación. Además de considerar el efecto de los factores ambientales (principalmente el control de la temperatura) y el manejo (control de condición corporal, grasa, tiempos de alimentación principalmente) que se le brindan a la cerda lactante, su dieta debe contener los requerimientos necesarios para evitar su desgaste extremo debido al estado metabólico que presenta y en base a las exigencia propia del periodo de acuerdo al número y peso de lechones que amamante. Si consideramos la composición de la leche de la cerda así como la composición corporal de los lechones en lactancia es considerable la importancia que tiene la grasa en la ganancia de peso del lechón.

De acuerdo con lo antes dicho y con lo obtenido en este trabajo donde las cantidades de aminoácidos, proteína cruda y energía se respetaron; siendo las mismas para ambos tratamientos variando solo las fuentes macrominerales, se considera que la cerda lactante de alta productividad (camadas ≥ 9) que esta adecuadamente alimentada en cantidad y calidad así como bajo condiciones ambientales específicas; podrá consumir más alimento de lo normal; y al ir aumentando su consumo posparto paulatinamente hasta el destete perderá menos peso en la lactancia teniendo a su vez una continua pero moderada movilización de grasa a largo plazo (a lo largo del periodo) lo cual se verá reflejado en el aumento de peso de la camada y de los lechones que de acuerdo a cada explotación específica deberá establecerse la relación costo-beneficio que implica incorporar a la dieta un ingrediente de alto costo.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Armstrong JD, Britt JH and Kraeling RR. Effect of restriction of energy during lactation on body condition, energy metabolism, endocrine changes and reproductive performance in primiparous sows. J. Anim. Sci. 1986. 63:1915.
- 2) Baidoo SK., Yang QM., Walker RD. Effect of phytase on apparent digestibility of organic phosphorus and nutrients in maize- soya bean based diets for sows. Anim. F.Sci. and Tech.2003.104: 133-141.
- 3) Becerra LJC, Trujillo OME. Efecto de la nutrición y grasa dorsal sobre el comportamiento reproductivo de la hembra primeriza. Los porcicultores y su entorno.2004.7(39):4-10.
- 4) Boyd, R.D. Johnson ME. y Williams N. Segregated parity management to improve sow herd performance: a nutritional perspective. Proceedings of the 37th. American Association of Swine Veterinarians meeting. 2006: 7-11.
- 5) Clowes EJ., Aherne FX, Foxcroft GR., Baracos VE. Selective protein loss in lactating sows is associated with reduced litter growth and ovarian function. J. Anim. Sci. 2003.81:753-764.
- 6) Clowes EJ., Aherne FX., Schaefer AL., Foxcroft GR, Baracos VE. Parturition body size and body protein loss during lactation influence performance during lactation and ovarian function at weaning in first-parity sows. J. Anim.Sci. 2003 81:1517-1518
- 7) Cromwell, GL, Hall DD, Combs GE, Hale OM, Handlin DL, Hitchcock JP, Knabe DA, ET, Kornegay MD Lindemann, Maxwell CV. Et al. Efectos del nivel de sal en la dieta durante la gestación y la lactancia en el desempeño

reproductivo de las cerdas: Un estudio cooperativo. J. Anim. Sci. 1989. 67:374-385.

8) Cromwell, Monegue HJ., Stahly TS. Long-Term effects of feeding a high copper diet to sows during gestation and lactation. J. Anim. Sci. 1993 71:2996-3002.

9) El carbonato de calcio en los alimentos. (consultado en junio del 2008).

Disponible en:

<http://www.quiminet.com/pr8/Carbonato%2Bde%2Bcalcio%2Bmalla%2B325.htm#m-masart>

10) Elsley F.W.H., Bannerman M, Bathurst EVJ, Bracewell AG, Cunningham JMN, Dodsworth TL, Dodds PA, Fobbes TJ, and Laird R et al. The effect of level of feed intake in pregnancy and in lactation upon the productivity of sows. Anim. Prod. 1969. 11:225.

11) Everts H, Jongbloed AW, Dekker RA. Calcium, magnesium and phosphorus balance of sows during lactation for three parities. Liv. Prod. Sci. 1998.55: 109-115.

12) Giesemann MA., Lewis AJ., Miller PS., Akhter. Effects of the reproductive cycle and age on calcium and phosphorus metabolism and bone integrity of sows. J. Anim. Sci. 1998. 76:796-807.

13) Guyton CA, Hall EJ. Fisiología médica. Cap. 65: Digestión y absorción en el aparato gastrointestinal..9^{na}. ed. México: Interamericana McGraw-Hill, 1997.903-914.

14) Harmon B.G. 1, Liu C. T., Jensen A. H, Baker D. H. Dietary magnesium levels for sows during gestation and lactation. J. Anim. Sci. 1976:860-865

- 15) Harmon BG., Liu CT., Cornelius SG, Pettigrew JE, Baker DH., Jensen AH. Efficacy of different phosphorus supplements for sows during gestation and lactation. *J. Anim. Sci.* 1974. 39:1117-1122
- 16) Hypor de México. Consideraciones sobre el espesor de tocino dorsal (E.T.D.) y su importancia en la reproducción. (Consultado en febrero del 2008). Disponible en: <http://mexico.hypor.com/dbdocs//421cbc9d0c9ff.pdf>
- 17) Johns R. Problemas de post-parto y lactancia. Universidad de Georgia, (consultado en junio del 2007). Disponible en: <http://www.pcca.com.ve/vp/articulos/vp41p18.htm>
- 18) Johnson R., Kuby P. Estadística elemental: lo esencial. 3^{ra} ed. México. Thomson learning.
- 19) Jones DB, Stahly TS. Impact of amino acid nutrition during lactation on body nutrient mobilization and milk nutrient output in primiparous sows. *J. Anim. Sci.* 1999. 77:1513–1522
- 20) Jongbloed, A.W., Kemme, P.A., Mroz, Z., van Diepen, J.Th.M. Efficacy, use and application of microbial phytase in swine production. A review. In: Lyons, T.P., Jacques, K. (Eds.), *Biotechnology in the Feed Industry, Proc. of Alltech's 16th Annual Symposium*. Nottingham University Press, Nottingham, UK, 2000: 111– 129.
- 21) Jongbloed AW, Van Diepen JThM., Kemme PA., Broz J. Efficacy of microbial phytase on mineral digestibility in diets for gestating and lactating sows. *Liv. Prod. Sci.* 2004. 9:143-155.

- 22) Kemme PA, Jongbloed AM, Mruz Z. Digestibilidad aparente de fósforo en cerdos comparando el BoliforMagNa-N y fósforo dicálcico orgánico. Alemania.2006.
- 23) Kemme, P.A., Jongbloed, A.W., Mroz, Z., Beynen, A.C.,.The efficacy of *Aspergillus niger* phytase in rendering phytate phosphorus available for absorption in pigs is influenced by pigphysiological status. J. Anim. Sci. 1997b 75, 2129– 2138.
- 24) King R.H. Factors that influence milk production in well-fed sows. J. Anim. Sci.2000.78:19-25
- 25) Knabe DA, Brendemuhl JH, Chiba LI., Dove CR. Supplemental Lysine for sows nursing large litters. J. Anim. Sci. 1996. 74:1635-1640
- 26) Knowlton KF, Racliffe JS, Novak CL, Emmerson DA. Animal management to reduce phosphorus losses to the environment. J. Anim. Sci 2004; 82 (E Supplement) E173-E195
- 27) Koketsu Y, Dial DG, Pettigrew JE, King VL. Feed intake pattern during Lactation and subsequent reproductive performance of sows. J. Anim. Sci.1996.74:2875-2884.
- 28) Koketsu Y, Dial GD, Pettigrew JE, King VL. Influence of feed intake during individual weeks of lactation on reproductive performance of sows on commercial farms. Liv. Prod. Sci. 1997 :49217-49225.
- 29) Le Treut Y. Living role of a live yeast. Pig Progress. 2006. 22(5):28-29.

30) Long J. Mercados porcinos de Estados Unidos, Brasil y México. (consultada en marzo 7 del 2008). Disponible en:

<http://www.porcicultura.com/comentarios/?ver=comentario&jimlong=041002>

31) Lyberg K. Phosphorus in pig diets. Doctoral thesis. Uppsala 2006.

32) Mahan D. The changing mineral status of high reproducing sows -- What are their needs and when are the critical periods. Swine nutrition conference proceedings. Indianapolis-Indiana. Septiembre 2006.

33) Mahan D.C. Mineral Nutrition of the sow: a review. J. Anim. Sci. 1990.68: 573-582

34) Mahan DC., Newton EA.. Effect of initial breeding weight on macro and micromineral composition over a three-parity period using a high sow genotype. J. Anim. Sci. 1995. 73:151-158

35) Martínez RR. Los porcicultores y su entorno: Entendiendo la producción de leche. México. 2008 Julio-Agosto .64:.110-116

36) Maxon PF, Mahan DC. Dietary calcium and phosphorus for lactating swine at high and average production levels. J. Anim. Sc. 1986.63:1163-1172.

37) McNamara JP, Pettigrew JE. Protein and fat utilization in lactating sows: I. Effects on milk production and body composition. J. Anim. Sci . 2002. 80:2442-2451.

38) Miller MB., Hartsock TG., Erz B., Douglass Larry, Alston-Mills B. Effect of dietary calcium concentrations during gestation and Lactation in the sow on milk composition and litter growth. J. Anim. Sci.1994.72:1315-1319

39) Mota D, Alonso SML, Ramírez NR, Cisneros PMA, Albores TV, Trujillo OME. Efecto de la pérdida de grasa dorsal y peso corporal sobre el rendimiento reproductivo de cerdas primiparas lactantes alimentadas con tres diferentes tipos de dietas. Revista científica, FCV-LUZ. 2004; 14(1):13-19.

40) Mullan BP, Williams LH. The effect of body reserve at farrowing on the reproductive performance of first-litter sows. Anim. Prod. 1988. 46:494.

41) Murillo GPC. Evaluación de la pérdida de la grasa dorsal durante la lactancia en cerdas de diferente tipo genético y su relación con el consumo de alimento y el tamaño de la camada (tesis de licenciatura). D.F. México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. 2006

42) Nelssen JL, Lewis AJ, Peo ER Jr., Crenshaw JD. Effect of dietary energy intake during lactation on performance of primiparous sows and their litters. J. Anim. Sci. 1985.61:1164.

43) NRC. Nutrient Requirements of swine, Cap 4: minerals. 10^{ma}. ed. USA. 1998:49-70.

44) Peng JJ, Somes SA, Rozeboom DW. Effect of system and watering on performance of lactating sows. J. Anim. Sci. 2007.85: 853-860.

45) Pérez ER. Porcicultura Intensiva y Medio Ambiente en México Situación Actual y perspectivas. UNAM. 2004. (consultado en marzo 7 del 2008)

Disponible en:

http://www.cipav.org.co/index.php?option=com_content&task=view&id=97&Itemid=88

- 46) Peters JC, Mahan D.C. Effects of dietary organic and inorganic trace mineral levels on sow reproductive performance and daily mineral intakes over six parities. *J. Anim. Sc.* 2008; 86: 2247 - 2260.
- 47) Pettigrew JE, Cowes EJ, Soltwedel KT, Stahly TS, Aherne FX. Mobilization of Body Tissues in the Lactating Sow and Associations with Post-Weaning Fertility. (consultado en junio 18 del 2008). Disponible en:
http://www.engormix.com/mobilization_of_body_tissues_e_articles_98_POR.htm
- 48) Pinilla J.C., Geiger J., Kummer R., Piva J., Schott R., Williams N.H. Los porcicultores y su entorno: Estrategias de manejo para maximizar el peso al destete. 2008; Julio-Agosto 64:175-181.
- 49) Plumbee MP., Jordan CE., Kennington MH., Beeson WM. Availability of the phosphorus from various phosphate materials for swine. *J. Anim. Sci.* 1958. 17:73-88
- 50) Pond WG, Maner J.H., Harrys DL. Pork production systems: Efficient use of swine and feed resources. Cap 7: Reproduction and lactation. USA. 1991. 143-174.
- 51) Quiniou N., Noblet J. Influence of high ambiente temperatures on performance of multiparus lactating sows. *J. Anim. Sci.* 1999. 77:2124-2134.
- 52) Ramírez MP., Flores CJ. Compilación de artículos sobre alimentación en cerdos. Los minerales en la alimentación del cerdo. Sistema de Universidad Abierta; UNAM-FMVZ. México: 1983. 40-43.

- 53) Rebollar PG, Mateos GG. El fósforo en la nutrición animal. Necesidades, valoración de materias primas y mejora de la disponibilidad. (consultado en junio 2008). Disponible en: <http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/99Cap2.pdf>
- 54) Renaudeau D, Noblet J. Effects of exposure to high ambient temperature and dietary protein level on sow milk production and performance of piglets. *J. Anim. Sci.* 2001. 79:1540-1548.
- 55) Tantasuparuk W, Dalin AM, Lundeheim. Kunavongrit A , Einarsson S. Body weight loss during lactation and its influence on weaning to service interval and ovulation rate in landrace and Yorkshire sows in the tropical environment of Thailand. *Ani. Rep. Sci.* 2001. 65:273-281.
- 56) Thaker MYC, Bilkei G. Lactation weight loss influences subsequent reproductive performance of sows. *Anim. Rep. Sci.* 2005.88:309-318.
- 57) Triola M F.. Estadística elemental. 7^{ma}. ed. México. Pearson educación, 2000.
- 58) Trujillo OME, Martínez GRG, Herradora LMA. La piara reproductora. México. Mundi-prensa 2002. 145-149.
- 59) Washam DR. Manejo de la nutrición durante la lactación y síndrome de segundo parto. 2da. Jornada en producción porcina 1996; marzo 13-16. UNAM. 1996: 42-47.
- 60) Wilson ME, Ward TL. Los problemas de locomoción en las cerdas afectan adversamente la producción. Memorias del XLIII: Congreso Nacional AMVEC. 2008, Julio 23-26; Morelia (Michoacán). México. Asociación Mexicana de Médicos Especialistas en Cerdos. 2008:121-131.

61) Wondra KJ, Hancock JD, Kennedy GA, Hines RH, Behnke KC. Reducing particle size of corn in lactation diets from 1200 to 400 micrometres improves sow and litter performance. J. Anim. Sci. 1995 73:421-426

62) Yang H, Eastham PR, Philips P, Whittemore CT. Reproductive performance, body weight and body condition of breeding sows with differing body fatness at parturition, differing nutrition during lactation, and differing litter size. Anim. Prod. 1989.48:181.

63) Young M. , Ahern F. Monitoring and maintaining sow condition.

(Consultado en febrero 2008). Disponible en:

http://www.pigchamp.com/docs/Monitoring_and_Maintaining_Sow_Condition.pdf

64) Young MG., Tokach MD., Aherne FX., Main RG., Dritz SS., Goodband RD., Nelseen JL. Comparison of three methods of feeding sows in gestation and subsequent effects on lactation performance. J. Anim. Sci. 2004. 82:3058-3070.

FIGURA Y CUADROS

Figura 1

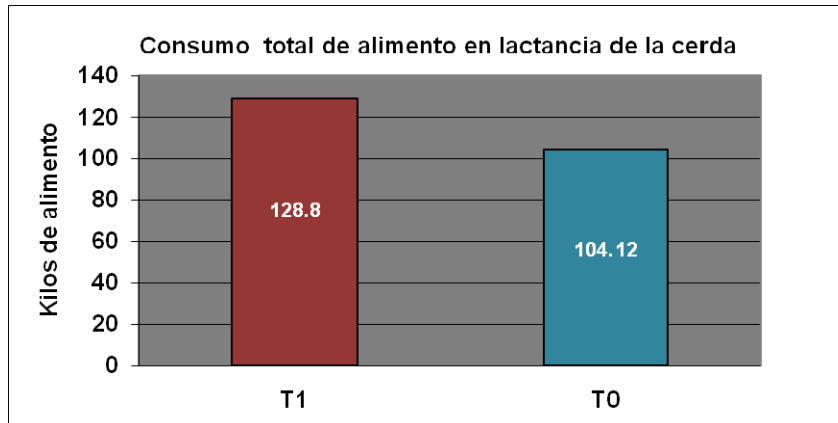
T1: $n=6$, T0: $n=6$

Figura 2

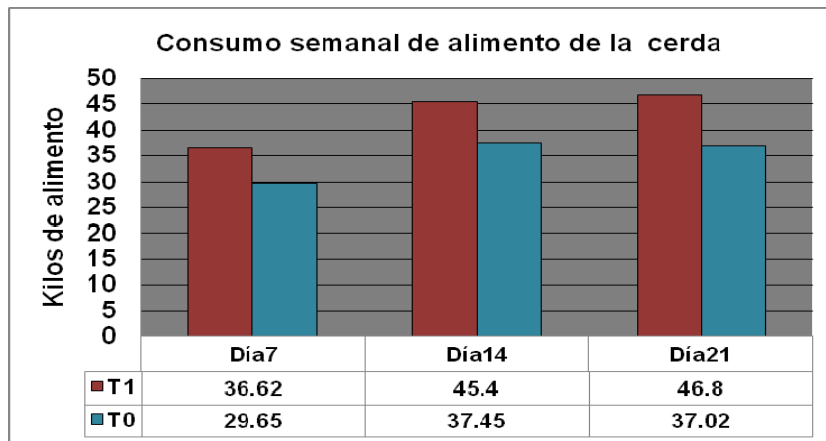


Figura 3

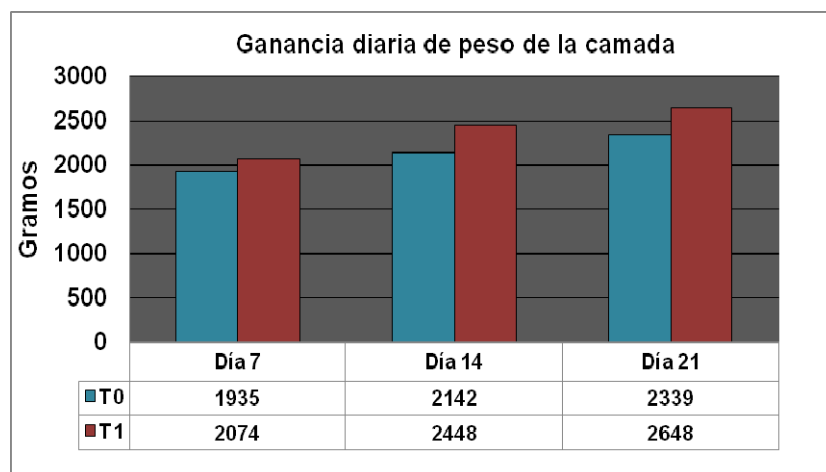
T1: $n=6$, T0: $n=6$

Figura 4

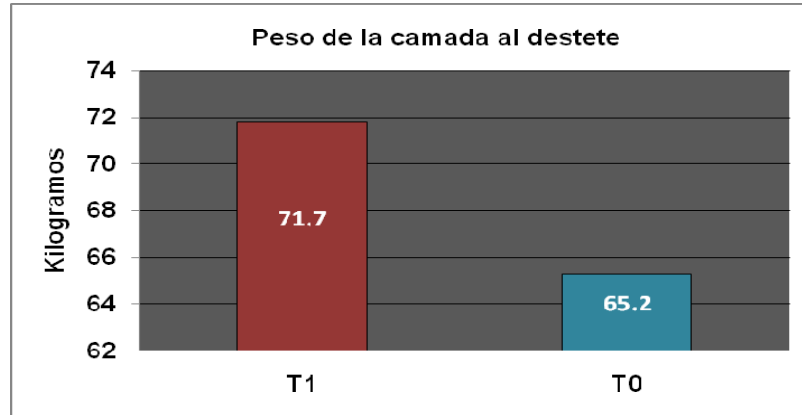


Figura 5

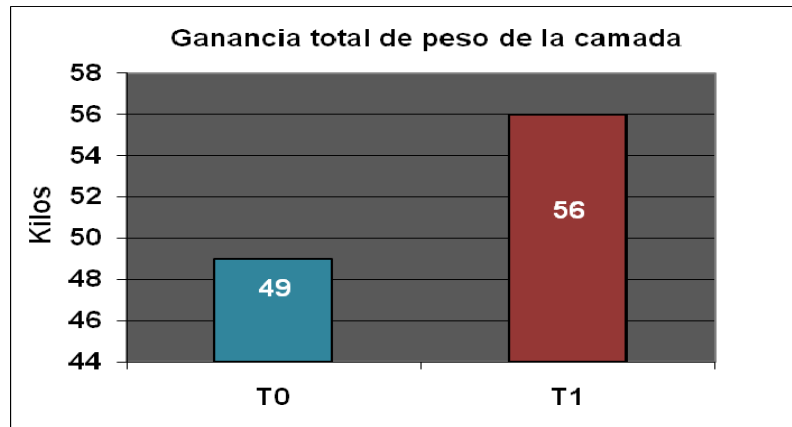
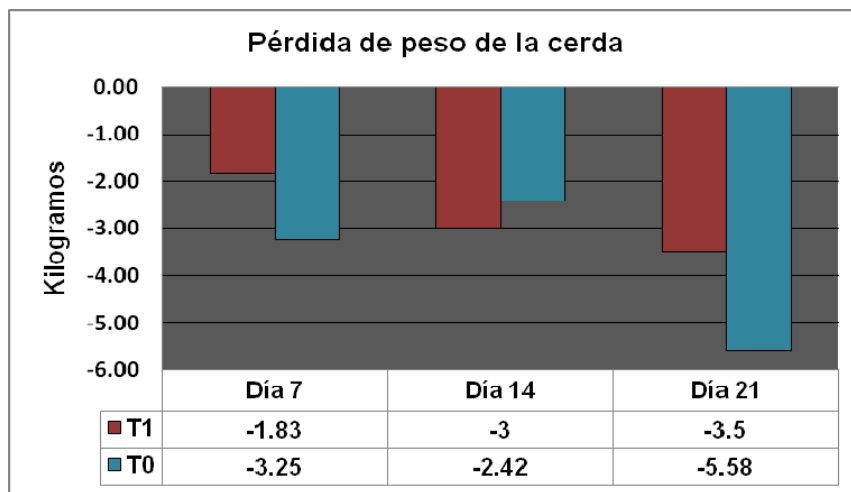


Figura 6



T1: n=6, T0: n=6

Figura 7

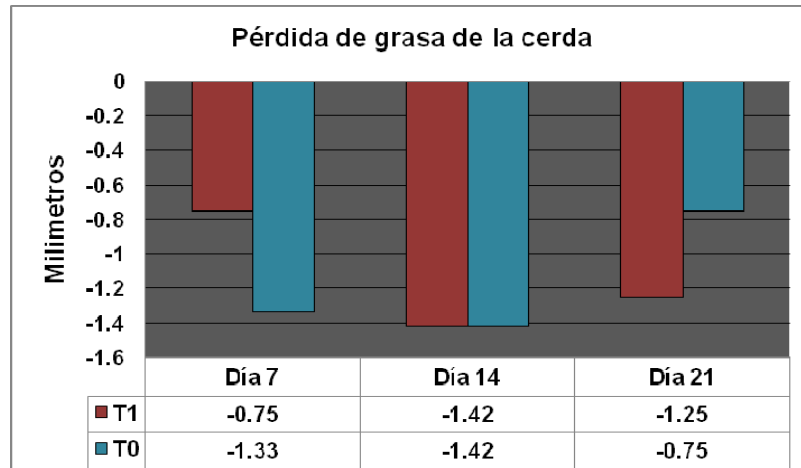


Figura 8

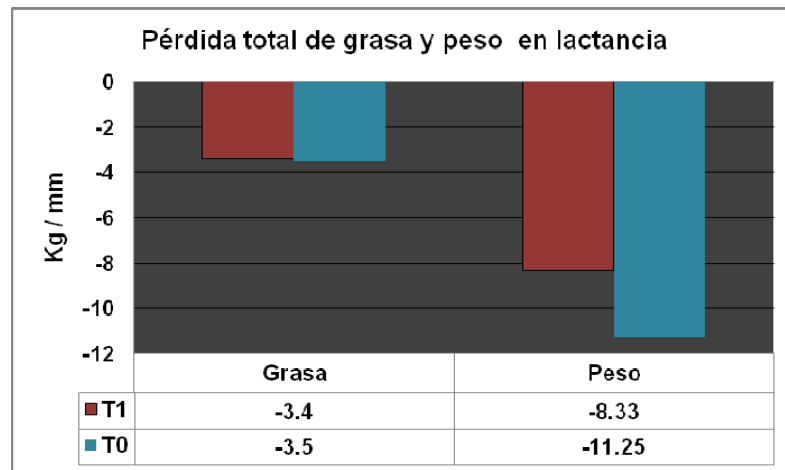


Figura 9

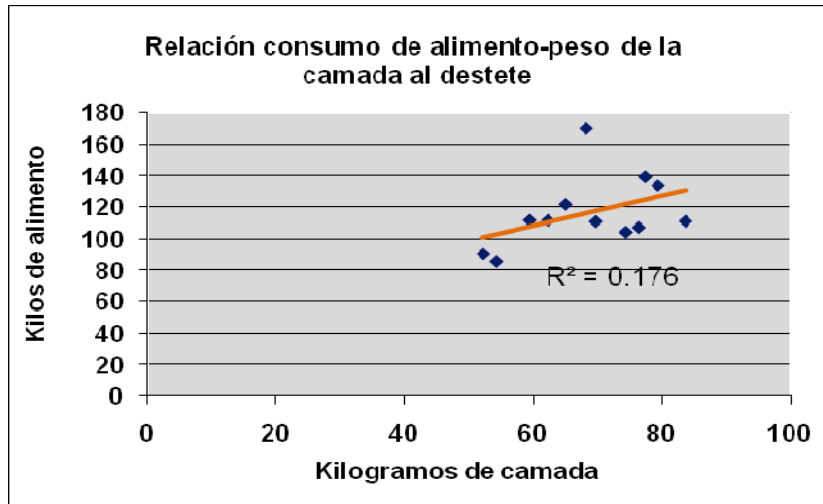


Figura 10

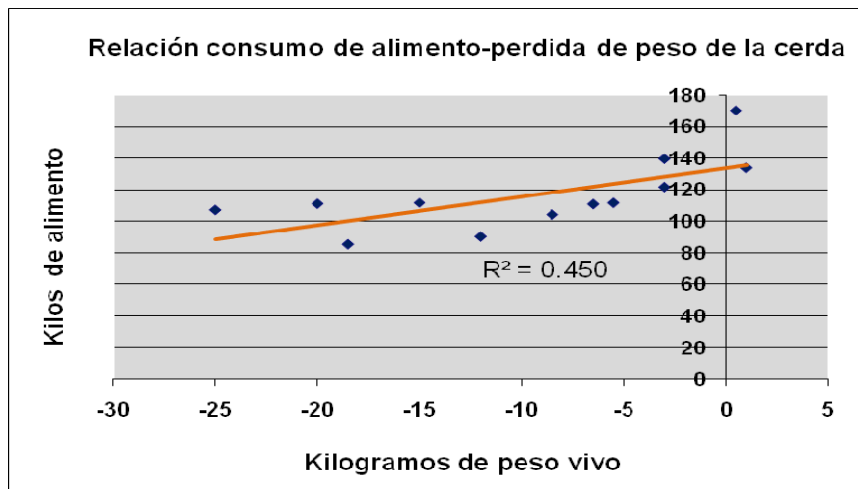
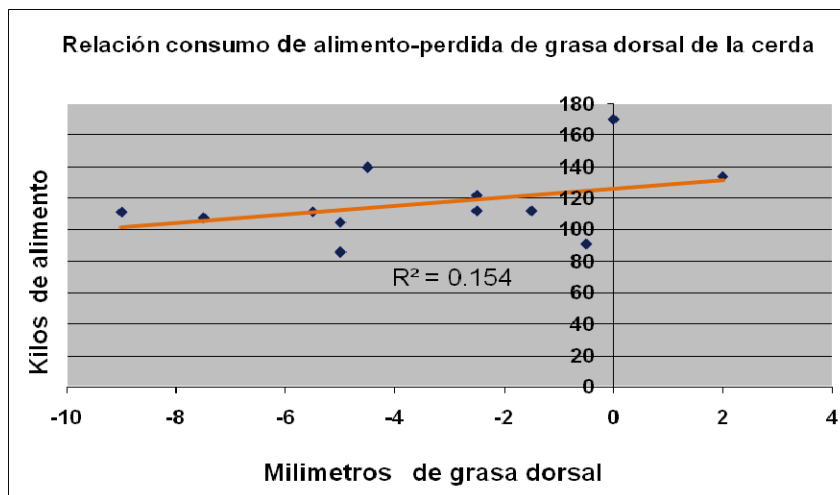


Figura 11



Cuadro 1

Costo total de las dietas obtenido en base a costo "insumo por insumo"

INGREDIENTES	\$/Kg/ingrediente	Control	Experimental
		KILOS	KILOS
Sorgo	2.57	310.05	310.05
Soya	3.68	149.25	149.25
Aceite	5.2	23.60	23.60
BoliforMagNa-N	18.5	0.00	6.50
Fosfato	5.76	5.90	0.00
Carbonato	4.28	6.00	7.50
Sal	2.5	2.25	0.80
Vitaminas	32.5	1.40	1.40
Minerales	19	0.50	0.50
Lisina	15	0.15	0.15
Colina	16	0.90	0.90
Saborizante	1.5	0.50	0.50
Florprem	45	1.00	1.00
Secuestrante	2.5	1.00	1.00
	TOTAL	502.50	503.15
	\$/Kg de dieta	3.31	3.44

Cuadro 2

Costo por kilogramo de camada producido

	Consumo/cerda(Kg)	\$/Kg/dieta	Kg/camada producidos	\$/camada	\$/Kg/camada
T0	104.1	3.31	49.1	344.57	7.01
T1	128.8	3.44	55.6	443.48	7.97

Cuadro 3

Promedio y desviación estándar por tratamiento para consumo de alimento de la cerda (CA), peso de la camada al destete (PCD), ganancia de peso total de la camada (GPC), pérdida de peso (PPC) y grasa de la cerda (PGC) y días de retorno a estro (DRE)

Dieta	CA		PCD		GPC		PPC		PGC		DRE	
	M	EE	M	EE	M	EE	M	EE	M	EE	M	EE
	(Kg)	(+)	(Kg)	(+)	(Kg)	(+)	(Kg)	(+)	(mm)	(+)	(días)	(+)
T0(n=6)	104.1	13.7	65.2	12.0	49	10.3	11.25	6.9	3.5	1.9	4	0.0
T1(n=6)	128.8	24.4	71.7	7.5	56	6.7	8.3	9.8	3.4	4.3	3.6	0.5