

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

**SOBREALIMENTACIÓN DE CERDAS GESTANTES DURANTE LOS
PRIMEROS 30 DÍAS DE PREÑEZ**

David A. Noboa J.

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de
Médico Veterinario

Quito

Abril del 2012

**Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Ciencias de la Salud**

**HOJA DE APROBACION DE TESIS
SOBREALIMENTACIÓN DE CERDAS GESTANTES DURANTE LOS
PRIMEROS 30 DÍAS DE PREÑEZ**

David A. Noboa J.

Manuel Salgado
Director de Tesis (firma)

Ramiro Díaz
Miembro del Comité de Tesis (firma)

Víctor Naranjo
Miembro del Comité de Tesis (firma)

Lenin Vinueza
Miembro del Comité de Tesis (firma)

Galo Noboa
Miembro del Comité de Tesis (firma)

Luis Donoso
Decano Escuela de Medicina Veterinaria (firma)

Quito, abril del 2011

© Derechos de autor
David Alejandro Noboa Jaramillo
2012

RESUMEN

El mercado de carne de cerdo se encuentra en crecimiento en el Ecuador (2). Se busca producir el mayor número de cerdos al año por madre, con los costos más bajos. La actividad reproductiva demanda gran cantidad de energía, la cual es provista por una buena nutrición. Dietas altas en energía durante los primeros 30 días de gestación disminuyen el número de lechones producidos debido a consumo hepático de P4 (47). Por lo tanto, se recomienda alimentar a las cerdas con 2 kg de una dieta aprobada por el NRC (7). Existen estudios que muestran que la sobrealimentación es perjudicial únicamente 72 horas después de la fecundación (10). Así, el Dr. Borbolla recomendó en PIC Andino de 2009 alimentar a las cerdas con 3 kg de alimento (11).

El objetivo de la investigación es determinar si existe una diferencia significativa en el desempeño reproductivo de cerdas sobrealimentadas, al mantener una dieta con 2 kg diarios de alimento durante los 3 primeros días de gestación y luego elevar la proporción de alimento a 3 kg con relación a mantener una dieta constante de 2 kg al día durante los 30 primeros días de gestación en grajas de la costa ecuatoriana.

Para el experimento se utilizaron 92 cerdas distribuidas la mitad en el tratamiento TESTIGO con alimentación durante 30 días de 2 kg de una dieta de 3030 Kcal de ED, y la otra mitad en el tratamiento PRUEBA con alimentación de 2 kg hasta el día 3 de gestación y sobrealimentadas a 3 kg el resto de días con el mismo alimento. Dentro de cada tratamiento, la mitad de las cerdas eran primerizas (P0) y la otra mitad múltiparas (P1+). Las cerdas se distribuyeron indistintamente por el galpón. Se tomaron muestras de sangre los días 0, 15 y 21 a 24 cerdas de cada tratamiento con el fin de determinar los niveles de P4 a nivel sérico.

El tamaño de las camadas de cerdas primerizas no se vio afectado por la sobrealimentación. Las camadas de cerdas múltiparas TESTIGO fueron más numerosas que las de PRUEBA ($p=0.057$). También se vio una tendencia a tener más repetidoras en las cerdas sobrealimentadas, pero no hubo diferencia significativa. Tampoco se lograron detectar variaciones significativas en los niveles de progesterona. Todos estos resultados pudieron verse afectados por una amplia varianza debido a variables introducidas por lactancia previa (49).

ABSTRACT

Pork market is growing in Ecuador (2). It seeks to produce the largest number of pigs per year per mother, with lower costs. Reproductive activity takes a lot of energy, which is provided by a good nutrition. High energy diets during the first 30 days of gestation can decrease the number of piglets produced due to liver consumption of P4 (47). Therefore, it is recommended feeding the sows with 2 kg of a diet according to the NRC (7). Other studies have shown that overeating is detrimental only 72 hours after fertilization (10). Thus, Dr. Borbolla recommended in 2009 PIC Andino, that sows should be fed 3 kg of food (11).

The objective of this research is to determine whether there is a significant difference in reproductive performance of sows overfed, by maintaining a daily diet with 2 kg of food during the first 3 days of gestation and then raise the proportion of food to 3 kg; in relation to maintaining a steady diet of 2 kg per day during the first 30 days of gestation in rooks of the Ecuadorian cost.

92 sows were used in the research. They were distributed half in the CONTROL treatment with steady feeding of 2 kg per day for 30 days on a diet of 3030 Kcal of ED, and the other half in the treatment TEST fed 2 kg until day 3 of gestation and then they are overfed with 3 kg of the same food the next 27 days. Within each treatment, half of the animals were gilts (P0) and the other half were multiparous (P1+). The sows were distributed indiscriminately by the shed. Blood samples were taken of 24 sows of each treatment on days 0, 15 and 21 in order to determine the levels of seric P4.

The litter size of gilts was not affected by overfeeding. Litters of multiparous sows in the group WITNESS were more numerous than those of the group TEST ($p = 0.057$). It was also a tendency to have more repetitions of estrus in overfed sows, but there wasn't a significant difference either. Neither it was able to detect significant variations in seric levels of P4 between both treatments. All these results could be affected by a large variance due to variations introduced by previous lactation (49).

TABLA DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN:	1
I.1. Objetivos.....	6
I.1.1. Objetivo General	6
I.1.2. Objetivos Específicos	6
II. REVISIÓN DE LITERATURA:	7
II.1. Fisiología de la Gestación Temprana	7
II.1.1. Bases de Ovulación a Implantación	7
II.1.2. Reconocimiento de Gestación y Mantenimiento de Gestación	8
II.2. Nutrición y Alimentación de Cerdas Gestantes	9
II.2.1. Requerimientos Nutricionales:.....	10
a. Energía	10
b. Proteína	13
c. Minerales y Vitaminas	15
II.2.2. Apetito.....	19
II.2.3. Dieta	21
II.2.4. Estrategias de Alimentación	22
II.3. Interacción Nutrición-Reproducción en la Cerda Gestante	25
II.3.1. Gestación Temprana.....	25
II.3.2. Gestación Media	29
II.3.3. Gestación Tardía.....	30
III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	31
III.1. Diseño Experimental	31
III.2. Materiales	35
III.2.1. Protocolos de Alimentación hasta el día 30 de Gestación	35
III.2.2. Determinación de Niveles de Progesterona	36
III.2.3. Control de Nacidos.....	36
III.3. Metodología del Análisis Estadístico	37

IV. RESULTADOS.....	39
IV.1. Resultados de Campo	39
IV.2. Resultados Estadísticos.....	41
IV.3. Análisis Costo/Beneficio	43
V. DISCUSIÓN.....	45
VI. CONCLUSIONES	53
VII. RESULTADOS.....	54
VIII. FUENTES:	55

LISTA DE FIGURAS

TABLA II.2.1-1: Requerimientos Energéticos de Cerdas Gestantes	11
TABLA II.2.1-2: Requerimientos Energéticos NRC para Cerdas Gestantes	12
TABLA II.2.1-3: Clasificación de Aminoácidos.....	14
TABLA II.2.1-4: Requerimientos de Aminoácidos de la Cerda Gestante	15
GRÁFICO II.2.1-1: Participación de Minerales en la Reproducción	16
TABLA II.2.1-5: Requerimientos Minerales de la Cerda Gestante	17
TABLA II.2.1-6: Requerimientos de Vitaminas para la Cerda Gestante	18
TABLA II.2.3-1: Fuentes de Fibra con Respuesta Positiva sobre el Parto	22
GRÁFICO II.2.4-1: Estrategia de Alimentación para Cerdas Primerizas.....	23
GRÁFICO II.2.4-2: Estrategia de Alimentación para Cerdas Múltiparas	24
TABLA II.3.1-1: Influencia de la Alimentación sobre la Gestación Temprana	26
GRÁFICO II.3.1-1: Influencia de la Baja Ingesta sobre la Progesterona.....	27
GRÁFICO II.3.2-1: Clasificación de Condición Corporal de Cerdas.....	29
TABLA III.1-1: Distribución de Cerdas Experimentales.....	32
TABLA III.1-2: Distribución de Cerdas Experimentales por Parición.....	32
TABLA III.1-3: Descripción de los Protocolos de Alimentación	33
TABLA III.1-4: Esquema de la Toma de Muestras de Sangre	34
TABLA IV.1-1: Resultados de Campo	40
TABLA IV.2-1: Resultados Prueba-t de Dos Colas	41
TABLA IV.2-2: Resultados Prueba-t de Una Cola	42
TABLA IV.2-1: Consumo y Costo de Alimento.....	43
TABLA V-1: Relación entre Tratamientos y Repeticiones de Estro.....	46
TABLA V-2: Relación entre Muestreo y Repeticiones de Estro	47
GRÁFICO V.1: Comparación de Varianzas entre Grupos Experimentales	49

I. INTRODUCCIÓN:

En el año 2000 se realizó el III Censo Nacional Agropecuario del Ecuador donde se estimó que en el país existen aproximadamente 1 527 114 cerdos distribuidos en granjas tecnificadas, granjas medianas y pequeñas y animales de traspatio (1).

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería, el número de cerdos sacrificados al año se distribuye de la siguiente manera: en camales 315 785 cerdos con un peso promedio de 72 kg a la canal, 191 100 cerdos dentro de las fincas con 41 kg de peso promedio, 529 740 cerdos con un peso promedio de 97. 8 kg (2). El total aproximado es de 82 362 819 kg de carne de cerdo producida para el año 2000. Si comparamos dicha información con los datos poblacionales del Ecuador para dicho año (12 millones de habitantes aproximadamente), el consumo *per cápita* de carne de cerdo es de 6.8 kg por habitante.

Según la FAO, el estimado de consumo de carne de cerdo para el Ecuador en el año 2000 (Año del III Censo Nacional Agropecuario) fue de 8.6 kg por habitante (2), lo cual indica que la producción de carne de cerdo en el país era insuficiente para satisfacer la demanda. Ante tal hecho, existe un potencial de crecimiento del sector porcícola. Según la ASPE (Asociación de Porcicultores del Ecuador) tanto la producción como el consumo de carne de cerdo han aumentado de manera proporcional en los últimos 10 años (2).

Esto último se verificó con el Censo Porcino efectuado en el año 2010 donde los datos revelaron que En los últimos 10 años, aunque ha disminuido el número de granjas porcinas en un 46%, el número de animales se ha incrementado en un 19% (3). Según el Censo Nacional Porcino del año 2010 el 3% de las granjas porcinas son grandes y altamente tecnificadas; estas granjas poseen el 73% de la población porcina del país. El 97% de las granjas son pequeñas o medianas son mayor tecnificación y poseen el 27% restante de los animales del país.

La información del Censo Porcino (3) también indica que una cerda está produciendo aproximadamente 16.83 cerdos al año (en el caso de las granjas tecnificadas asciende 22,4 cerdos al año). Considerando que estos cerdos pesan aproximadamente 109 kg (promedio de venta resultante de todas las granjas) cuando salen a la canal, en el país se producirían 83 930 TM de carne. Esto sin contar los animales de traspatio, que según el censo del 2000 (1) aportan el 30% de la producción total (es decir 25 179 TM), el resultante sería un estimado de 109.109 TM de carne de cerdo producidas al año en el país.

De los datos anteriores podemos concluir que es muy importante para el sector porcícola producir la mayor cantidad posible de gordos (cerdos) al año. Esto, depende directamente de las reproductoras y su productividad anual se mide en números de lechones criados por año, lo cual a su vez es dependiente del número de camadas criadas y del tamaño de las mismas (4).

Otro hecho a considerar es que toda actividad fisiológica representa una demanda energética, y la fuente principal de energía es la alimentación. La

reproducción no es la excepción, por lo cual se puede afirmar que la producción de gordos depende de la alimentación de la cerda gestante. Uno de los mayores rubros de cualquier sistema de producción animal es el alimento de los mismos, al ser un gasto permanente. El Censo Nacional antes mencionado indica que el consumo de alimento por parte de los cerdos para el año 2000 fue de 161 770 toneladas métricas, de las cuales el 61% corresponden a maíz (1).

Se han desarrollado investigaciones con respecto a la nutrición de hembras gestantes desde 1966 (5). Dichas investigaciones se han direccionado a mantener la mayor productividad de las cerdas con el menor costo posible. Uno de los protocolos de alimentación más actualizados, fue presentado en el V Congreso de Producción Porcina del Mercosur que se realizó en Córdoba, Argentina en el año 2006 (6) donde se proponen protocolos de alimentación basados en las diferentes etapas y requerimientos gestacionales.

Basado en una dieta de Gestación que proporcione 3400 Kcal de energía digestible (ED) por kg de alimento, tal cual lo establecen los datos proporcionados por NRC (National Research Council) (7). Este protocolo destaca la importancia de mantener dietas bajas en energía (o con menor cantidad de alimento) para las cerdas gestantes durante el periodo de desarrollo embrionario (primeros 30 días de gestación), pues esto prevendría la mortalidad de embriones (principal causa de baja prolificidad en las cerdas) por consumo de progesterona en el metabolismo hepático (8).

En el Congreso Internacional PIC Andina celebrado en Guayaquil, Ecuador el 2 de octubre del 2009; el mexicano Dr. Germán Borbolla, veterinario en el campo porcino reconocido a nivel continental, afirmó que los beneficios de mantener dietas bajas durante el primer mes de gestación son un mito (9). Basado en investigaciones que sugieren que proporcionar dietas más bajas durante la primera etapa de la gestación no reduce la mortalidad embrionaria, sin embargo, podría haber un efecto negativo del consumo de cantidades elevadas de alimento durante las 72 horas post-fecundación sobre la supervivencia embrionaria (10), el Dr. Borbolla recomienda mantener el alimento en bajas proporciones únicamente durante los primeros 3 días después de la inseminación y proporcionar el resto del tiempo de gestación una dieta acorde con los requerimientos del NRC para la condición corporal de cada hembra (11).

Ante la divergencia de ideas con respecto a la cantidad de alimento y energía que debe proporcionarse a las cerdas durante el primer mes de gestación, es pertinente el desarrollar investigación valedera que determine el protocolo más adecuado para alimentarlas. Esto, debido al hecho que, una nutrición inadecuada se traduce en una mala eficiencia reproductiva (6). Y el que las hembras manifiesten deficiencias reproductivas sería una gran limitante para cumplir con las metas de este sector productivo (2).

A ello debe añadirse el hecho de que los costos de alimentación de los animales es uno de los mayores rubros a cubrir en el proceso productivo, por lo tanto

es importante determinar si existe alguna ventaja u ahorro en aplicar uno u otro protocolo de alimentación al analizar su costo/beneficio.

FABIANA S.A. es una granja porcícola que se encuentra a 1km. por la ruta 21 desde la ciudad de San Pedro, cantón EL Empalme, Provincia del Guayas a nivel del mar. Sector caracterizado por temperaturas elevadas y muy húmedas. Dicha granja consta de 1500 madres y se dedica a la producción de cerdos para sacrificio y se encuentra completamente equipada para ello. Debido a las condiciones geográficas, los cerdos pierden mucha energía por calor y pueden ser necesarios mayores niveles de alimentación, sobre todo si su condición corporal no es óptima (12), factor que debe tomarse en cuenta para todos sus procesos fisiológicos. Por lo tanto es importante para esta granja el determinar qué protocolo de dieta durante el primer mes de gestación le es más conveniente.

Ante la discrepancia de los dos criterios propuestos, cabe hacer la pregunta: ¿Existe alguna diferencia significativa entre aplicar una dieta con una cantidad mayor de alimento (3 kg) durante la etapa de desarrollo embrionario, salvo por los 3 primeros días de la misma, en contraposición al método tradicional de mantener una dieta constante de 2 kg durante el primer mes gestación en cuanto a prolificidad y relación costo beneficio?

I.1. Objetivos

I.1.1. Objetivo General

El objetivo de la investigación es determinar si existe una diferencia significativa en el desempeño reproductivo de cerdas sobrealimentadas, al mantener una dieta con 2 kg diarios de alimento durante los 3 primeros días de gestación y luego elevar la proporción de alimento a 3 kg con relación a mantener una dieta constante de 2 kg al día durante los 30 primeros días de gestación en grajas de la costa ecuatoriana.

I.1.2. Objetivos Específicos

- Comparar los niveles de progesterona sérica medidos en los días 0, 15 y 21 de gestación de las cerdas testigo y las cerdas sobrealimentadas.
- Comparar el número de nacidos vivos promedio por cerda de los grupos propuestos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA:

II.1. Fisiología de la Gestación Temprana

La gestación en los cerdos dura 114 ± 1.5 días en promedio. Algunos factores como el número de fetos y las razas de los padres pueden hacer variar la duración de la misma (13). Según sus requerimientos nutricionales, este periodo puede dividirse en gestación temprana (servicio a 28 días), gestación media (días 28 a 84) y gestación tardía (día 84 hasta el día del parto) (14). Cada una de estas etapas tiene particularidades fisiológicas específicas. Durante la gestación temprana se da el desarrollo embrionario, en la gestación media empieza el desarrollo del tejido mamario y en la gestación tardía se da el mayor desarrollo fetal (6).

II.1.1. Bases de Ovulación a Implantación

El ciclo reproductivo de las cerdas dura 21 días (el rango varía entre 18 y 24 días) mientras que el estro o celo dura entre 2 y 3 días (4). Las investigaciones concluyen que el tiempo de ovulación es muy estable entre las hembras de la especie, 37.6-40.6 horas desde haber iniciado el celo (15). La fertilización se da en la zona de transición entre la ampolla y el istmo del oviducto. 46 horas después desciende hasta la parte superior de los cuernos uterinos donde permanece durante 2 o 3 días en estado de 4 células. A los 12 días, los embriones en blastocito ya se encuentran distribuidos por todo el útero (16).

Las primeras 2-3 semanas tras la fertilización son especialmente críticas para la supervivencia y posterior desarrollo de embriones. En el cerdo la implantación se da entre los 13 y 14 días desde la fertilización, en esta etapa ya se detectan áreas de unión entre el ectodermo embrionario y el endotelio uterino (4). A los 24 días los tejidos embrionarios y endometriales están completamente fusionados, por lo que los días clave para la implantación son del 18 al 22 (16).

II.1.2. Reconocimiento de Gestación y Mantenimiento de Gestación

El reconocimiento de gestación es el proceso por el cual la madre registra el producto dentro de su útero y así mantener el cuerpo lúteo para mantener la gestación (17). Son interacciones que se dan entre madre y embrión y cuyo producto influye sobre la función lútea a través de la modulación de LH (18).

En la cerda, el mantenimiento de la gestación depende de progesterona. Las principales fuentes de progesterona durante la gestación son los cuerpos lúteos. Es necesario un nivel mínimo de 6 ng/ml para mantener la gestación (4). Durante la segunda y tercera semana de gestación, los blastocitos producen estrógeno. El estrógeno actúa sobre el endometrio inhibiendo el paso de la $PG2_{\alpha}$ a la vena uterina y provocando un secuestro de dicha prostaglandina al útero (19), de esta forma se evita la atrofia de los cuerpos lúteos.

A los 14 o 15 días después de la fertilización se requiere la presencia de al menos 4 embriones en el lumen uterino para que se mantenga la secreción del cuerpo lúteo, esto se debe a que la primera señal embrionaria de estrógeno tiene

lugar aproximadamente al día 12 o 13 de gestación (16). Existe una segunda señal de estrógeno que se a muy probablemente entre los días 18 y 21 de la gestación, este es un prerrequisito para mantener la actividad del cuerpo lúteo después del día 30 (20).

II.2. Nutrición y Alimentación de Cerdas Gestantes

Una buena nutrición es importante para el buen performance reproductivo de las cerdas. Un déficit nutricional puede afectar a los parámetros reproductivos de las hembras en diferentes maneras: retraso en entrar a la pubertad, retraso en retornar a celo después de ser destetadas, disminución de la tasa de ovulación y aumento de la mortalidad embrionaria (21); siendo esta última relacionada directamente con la alimentación en el primer mes de gestación.

Así como la subalimentación tiene efectos nocivos sobre la reproducción de los cerdos, la sobrealimentación también es perjudicial. Las consecuencias de sobrealimentar cerdas reproductoras durante la gestación son (6):

- Costo mayor por lechón destetado y por kilogramo de carne producido.
- Deposita adipositos en glándula mamaria impidiendo la formación de alveolos y conductillos mamarios.
- Disminuye el consumo post-parto de alimento, desencadenando disminución de la condición corporal.

II.2.1. Requerimientos Nutricionales:

a. Energía

Los propósitos principales de la energía durante la gestación son: a) Mantenimiento de las funciones corporales y b) Crecimiento, que incluye el desarrollo de tejidos reproductivos, el producto y el crecimiento del cuerpo materno (14).

La cerda gestante gana peso en gran parte debido a la contribución de los fetos en crecimiento. Los estudios indican que las cerdas multíparas ganan entre 20 y 25 kg durante la gestación, mientras que las primíparas pueden ganar entre 40 o 50 kg (22). La diferencia de la ganancia de peso entre primerizas y multíparas, según el NRC (6), se debe a que las hembras primerizas aún están en crecimiento y por lo tanto ganarán más peso con cualquier consumo particular.

Existen 3 conceptos importantes de energía a utilizar: Energía Bruta (EB) es la unidad basal de energía y es una medida del calor generado durante la combustión de una sustancia. La Energía Digestible (ED) es la medida de la energía disponible para el animal, es un estimado que surge de tomar en cuenta las pérdidas debidas al material no digerido que contienen las heces. Energía Metabolizable (EM) o Energía Neta (EN) toma en cuenta las pérdidas de energía a través de la orina y en gases (metano) en el tracto digestivo (7). Las pérdidas por gas para el cerdo son del 0.1 al 3% de la ED (23), al ser las pérdidas para calcular la EM muy pequeñas y difíciles de medir, la ED es la unidad de energía sobre la cual se trabaja comúnmente (14).

Los requerimientos para energía y aminoácidos están basados en 3 factores: el peso vivo del animal (requerimientos de mantenimiento), la tasa de crecimiento y desarrollo sobre el tejido mamario (necesidades conceptuales), y la ganancia maternal neta de la marrana (crecimiento materno); este último decrece de acuerdo con el número de pariciones que haya tenido (24). La tabla II.2.1-1 muestra los valores estimados de los requerimientos energéticos de las cerdas en gestación con diferentes pesos vivos, número de parto y ganancia de peso corporal neta, basados en una dieta con 3107 Kcal ED/kg.

TABLA II.2.1-1: Requerimientos Energéticos de Cerdas Gestantes

Peso vivo a la monta (kg)	Ganancia de peso neta (kg)	Energía (MJ ED/día)	Energía (Kcal ED/día)	Alimento (kg/día)
120	40	29.5	7045.95	2.3
160	30	31.2	7451.99	2.4
200	20	32.3	7714.72	2.5
240	15	34.0	8120.76	2.6
280	10	36.0	8598.45	2.8
320	10	39.0	9314.99	3

Las publicaciones del NRC (7) señalan que una hembra gestante necesita consumir 6290kcal (26.32 KJ) de ED al día, y que las formulaciones de alimentos diseñados para este periodo proveen 3400 Kcal/kg. Por lo que el consumo normal de alimento en etapa de gestación por parte de las cerdas es de aproximadamente 2kg.

La tabla II.2.1-2 es una captura de la tabla del NRC donde se encuentra esta información.

TABLA II.2.1-2: Requerimientos Energéticos NRC para Cerdas Gestantes

Requerimientos Energéticos durante la GESTACIÓN	
Contenido de DE en la dieta (Kcal/kg)	3400
Contenido de ME en la dieta (Kcal/kg)	3265
Consumo de DE (Kcal/día)	6290
Consumo de ME (Kcal/día)	6040
Consumo de alimento (Kg/día)	1.85

Conforme avanza la gestación, las demandas metabólicas de las cerdas gestantes se alteran. En la gestación temprana el producto demanda poco de la cerda y hay más energía disponible para el uso propio de la cerda, ganancia de proteína y grasa (14). Esta ganancia cambia durante la gestación, trabajos relacionados a ello demostraron que cerdas que consumen 20 MJ (4776.92 Kcal) de EM al día mantuvieron ganancia de proteína en todas las etapas de la gestación, pero a partir del día 87 perdieron peso corporal. Mientras que las cerdas que consumen 30 MJ (7165,38 Kcal) de EM al día ganaron tanto proteína como grasa (25). Lo cual demuestra que durante la gestación tardía, el producto ejerce mayor demanda de energía por parte de la hembra.

b. Proteína

Las proteínas son necesarias durante la gestación para el mantenimiento de la cerda gestante, la deposición de tejido reproductivo (en especial los tejidos que formará el feto) y para la ganancia de peso materna (14). Existe investigación que comprueba que se puede producir lechones saludables y normales si se da a la madre una dieta libre de proteína (26) ya que la proteína necesaria para los fetos puede ser provista directamente de las reservas de su madre.

También existen ensayos que demuestran que no hay una relación directa entre el nivel de proteína en la dieta y el tamaño de la camada o su peso al nacer (27). In embargo también se ha comprobado que mantener un patrón adecuado de aminoácidos esenciales y no esenciales en la dieta si influye sobre el peso al nacer, más que a la proteína cruda en si (28).

La tabla II.2.1-3 hace un resumen de la clasificación de aminoácidos esenciales (aquellos que no se producen en el cuerpo y deben ser aportados por la dieta) y los no esenciales (aquellos que sí se producen en cantidades suficientes por el cuerpo) para cerdos (24):

TABLA II.2.1-3: Clasificación de Aminoácidos

Aminoácidos Esenciales (AAE)	Aminoácidos No-esenciales (AANE)
Arginina	Alanina
Histidina	Asparagina
Isoleucina	Ácido aspártico
Leucina	Cistina
Metionina	Ácido Glutámico
Fenilalanina	Glutamina
Treonina	Glicina
Triptófano	Prolina
Valina	Serina
Lisina	Tirosina

Los requerimientos de aminoácidos y proteína para la gestación son menores que en la lactancia, puesto que la cerda gestante puede proveer de los aminoácidos necesarios para la camada partir de sus propios tejidos. Este uso de las reservas energéticas puede hacer que la hembra se vuelva catabólica durante la lactancia (14). Por lo que es importante el aporte proteico, aunque no en los primeros días de la gestación.

Uno de los principales aminoácidos que se añade a la dieta es la lisina. El requerimiento de lisina durante la gestación es de 10-11 g al día para las cerdas multíparas las cerdas primerizas aún están en crecimiento y por lo tanto necesitan mayores cantidades de lisina, 14-15 g al día (29). En la tabla II.2.1-4 se encuentra el

resumen de los requerimientos de aminoácidos necesarios en la dieta de cerdas gestantes según el NRC (7):

TABLA II.2.1-4: Requerimientos de Aminoácidos de la Cerda Gestante

Aminoácidos	Cantidad necesaria al Día
Arginina	---
Histidina	3.8 g
Isoleucina	7.0 g
Leucina	10.2 g
Lisina	12.0 g
Metionina	3.2 g
Metionina + cistina	8.4 g
Fenilalanina	6.6 g
Fenilalanina + tirosina	11.4 g
Treonina	10.0 g
Triptófano	2.4 g
Valina	8.0 g

c. Minerales y Vitaminas

Los minerales cumplen diferentes procesos fisiológicos dentro del organismo en funciones tanto reguladoras como estructurales. Al intensificar la producción porcina, los cerdos tienen restringido el acceso a la tierra y a los forrajes, limitando sus fuentes de minerales; por lo que hay que suplementarlos en la dieta. En los procesos reproductivos, intervienen en el mantenimiento, crecimiento y multiplicación celular además de la formación de varias secreciones y el mejoramiento inmunológico (14).

El gráfico II.2.1-1 muestra la participación de minerales específicos en los diferentes periodos del ciclo de reproducción:

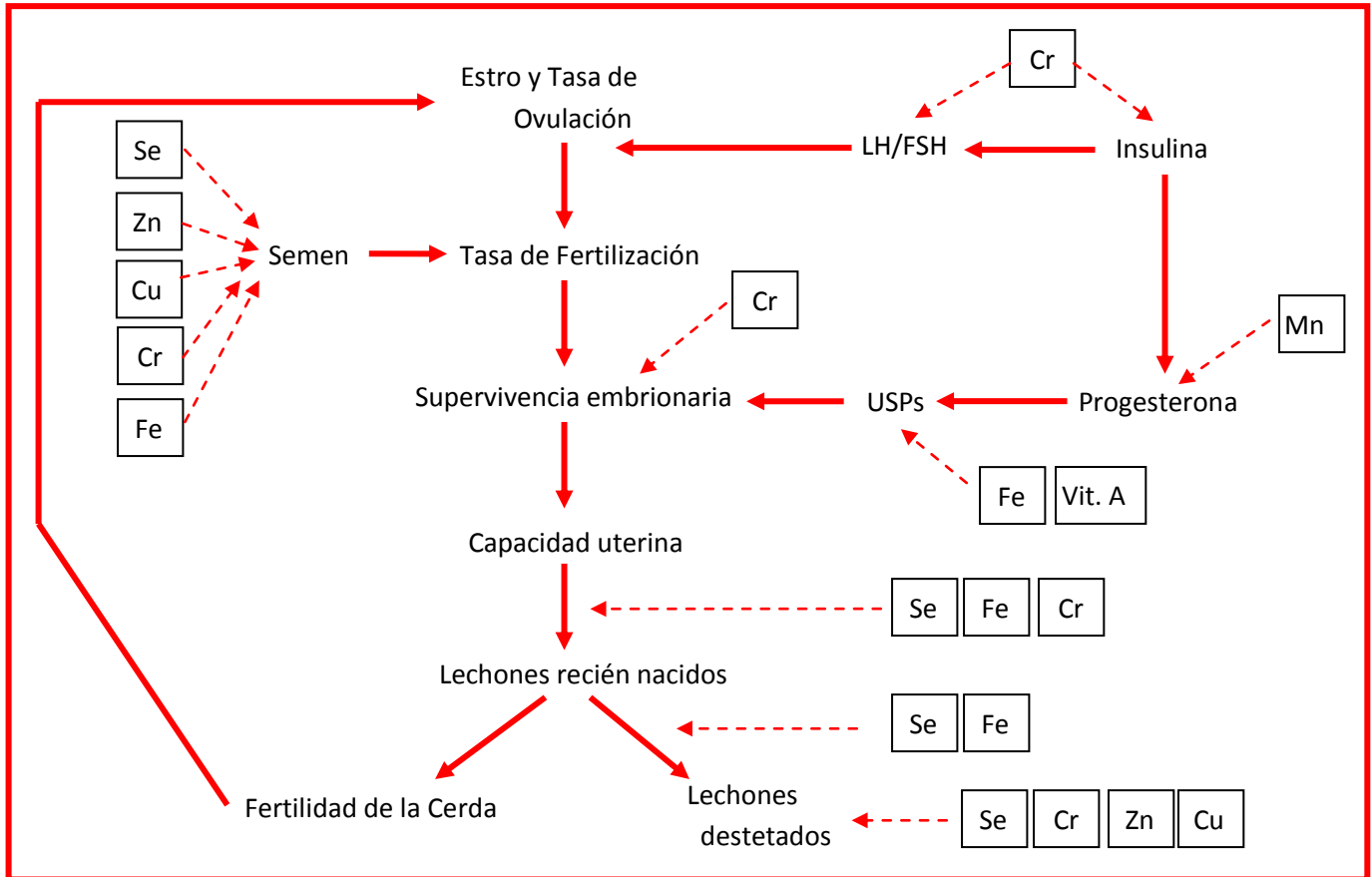


GRÁFICO II.2.1-1: Participación de Minerales en la Reproducción

Los requisitos de minerales y vitaminas son difíciles de establecer y la mayoría de las estimaciones se basan en el nivel mínimo necesario para superar una deficiencia y no necesariamente para optimizar la productividad. Por esta razón, los niveles de minerales utilizados en la industria son varias veces mayores a los requisitos publicados. En la tabla II.2.1-5 se compara los datos publicados sobre requerimientos de los principales minerales con los utilizados por la industria (30).

TABLA II.2.1-5: Requerimientos Minerales de la Cerda Gestante

MINERAL	NRC (1998)	BSAS (2003)	GfE (2006)	INDUSTRIA
Hierro	80	80	80-90	80-150
Zinc	50	80	50	80-125
Cobre	5	6	8-10	6-20
Manganeso	20	20	20-25	40-60
Selenio	0.15	0.20-0.25	0.15-0.20	0.2-0.4
Yodo	0.14	0.20	0.6	0.5-1.0

Si el abastecimiento de minerales es el inadecuado durante la gestación y lactancia, se afecta el performance reproductivo de la hembra y se movilizan minerales de tejidos y estructura ósea para suplir las necesidades metabólicas, sobretodo en cerdas de alta producción. Esto se verificó al comparar el contenido mineral de hembras reproductoras al final de su tercer parto con sus hermanas de la misma edad y alimentadas con el mismo balanceado (31).

En el caso de las vitaminas, el cerdo es capaz de sintetizar algunas de ellas. Esto ocurre gracias a la acción de algunos microorganismos en el intestino posterior o por acción de las glándulas suprarrenales (32). A pesar de las dudas sobre si son absorbibles las vitaminas producidas en intestino, la investigación indica que algunas vitaminas del grupo B sí se absorben desde el colon, además puede acceder a las vitaminas por coprofagia (33). Mientras que se ha comprobado la producción de vitamina C en glándulas suprarrenales (34).

La tabla II.2.1-6 resume las necesidades diarias de vitaminas según el NRC (7):

TABLA II.2.1-6: Requerimientos de Vitaminas para la Cerda Gestante

VITAMINAS	REQUERIMIENTOS DIARIOS
Vitamina A (Retinol)	8000 UI
Vitamina D ₃ (Calciferol)	400 UI
Vitamina E (Tocoferol)	88 UI
Vitamina K (Menadiona)	1.0 mg
Vitamina H (Biotina)	0.4 mg
Colina	2.5 g

Ácido Fólico	2.6 mg
Niacina	20 mg
Ácido Pantoténico	24 mg
Vitamina B ₂ (Riboflavina)	7.5 mg
Vitamina B ₁ (Tiamina)	2.0 mg
Vitamina B ₆ (Piridoxina)	2.0 mg
Vitamina B ₁₂ (Cianocobalamina)	30 µg
Ácido linoleico	2.0 g

II.2.2. Apetito

Las estimaciones sugieren que las cerdas durante la gestación temprana consumen voluntariamente entre 65 a 75 MJ (15524.98 a 17913.44 Kcal) de ED diaria y cae a 54 MJ (12897.68 Kcal) de ED al día al aproximarse la fecha de parto (35). Muy por encima de los requerimientos previamente sugeridos que van entre 26 y 39 KJ (6.21 y 9.31 Kcal) de ED diarios.

Entre los factores que afectan al apetito se encuentra el genotipo (36). Debido a la selección de cerdos para producir carne magra en línea paterna, la línea materna también se ha visto afectada a través de la reducción del apetito (37). Se han realizado estudios que demuestran diferencias entre las razas Large White, Landrace, Duroc, Hampshire y Yorkshire (14).

El consumo de alimento durante la gestación afecta el apetito durante la época de lactancia. Las hembras que han obtenido tasas altas de ganancia de peso durante la gestación tienden a tener apetito menor y perder más peso durante la lactancia

(38). Este efecto se suprime si el régimen de alto consumo se introduce al final de la gestación (36). A ello se añade que es más rentable mantener un consumo relativamente bajo durante la gestación y un alto consumo durante la lactancia debido a la mejor eficiencia en la utilización del alimento (39).

El efecto también se vio presente en genotipos modernos. Se vio una reducción del consumo durante la lactancia cuando durante la gestación de hembras de primer y segundo parto se elevó la alimentación por encima de 1.93 kg al día (basado en una dieta de 27.7 MJ o 6616 Kcal de ED al día). La disminución fue mayor en las hembras de segundo parto, los datos de este estudio aún no han sido publicados (14).

La temperatura es el principal factor que afecta al consumo voluntario de alimento. Climas tropicales, cálidos y salas mal diseñadas que aumenten la temperatura ambiental van a reducir el consumo de alimento. Es notoria la variación del consumo de alimento relacionada con el cambio de estaciones y temperatura (40). Los cerdos no son capaces de sudar así que solo pueden eliminar calor por convección o evaporación si su piel está húmeda (14).

Debido a que las cerdas son alimentadas con bajas cantidades de alimento durante la gestación, condiciones climáticas calurosas no deberían influir sobre su comportamiento. A pesar de ello es aconsejable mantener la temperatura por debajo de 25°C pues la tasa de concepción y rendimiento pueden verse afectadas (8).

La presentación del alimento también influye sobre el apetito. El consumo diario de alimento húmedo presentado dos veces al día hasta satisfacer su apetito

fue mayor que el de alimento seco *ad libitum*. Los estudios demuestran que se incrementa el consumo un 11.8% cuando las cerdas se alimentan de un comedero con niple para proveerles de agua (y que humedece el alimento) en comparación a las que se alimentaban en comederos secos (41).

II.2.3. Dieta

Las dietas en la práctica deben lograr satisfacer las necesidades nutricionales de la cerda gestante y hacerlo dentro de los límites del apetito del animal. Esto está limitado por la situación económica del área y la accesibilidad e los ingredientes. Es importante el consumo voluntario de alimento, cuando éste se limita, es necesario aumentar la concentración del mismo (14).

La cerda gestante tienen una gran capacidad intestinal, pero sus requerimientos de energía son moderados. Por lo tanto es necesario aplicar dietas altas en fibra. Las investigaciones de Resse en 1996 (42) demostraron que las cerdas que consumieron fibra extra durante la gestación parieron y destetaron más cerdos que las que se alimentaron con dietas control. También mejoró el consumo de alimento durante la lactancia. Sin embargo también redujeron la ganancia de peso de la hembra en gestación y el peso de los lechones al nacer.

Estos efectos son mayores o menores dependiendo el origen de la fibra. Por ejemplo, se ha comprobado que hay respuestas negativas con harina de alfalfa y granos de destilería. La tabla II.2.3-1 muestra las fuentes de fibra que muestran respuestas positivas (42):

TABLA II.2.3-1: Fuentes de Fibra con Respuesta Positiva sobre el Parto

FUENTES DE FIBRA CON RESPUESTAS POSITIVAS
Ensilado de alfalfa/harina de heno
Cascarilla de avena
Harina de gluten de maíz
Paja de trigo

II.2.4. Estrategias de Alimentación

Los requerimientos nutricionales de la hembra en gestación y su camada en desarrollo son moderados durante la gestación temprana y media. En el último tercio de la gestación empieza la demanda sustancial de nutrientes, relacionado con el crecimiento de la camada en desarrollo acelerado (43).

Existen muchas evidencias que sugieren que los consumos altos de energía en la gestación temprana se asocian con mortalidad embrionaria elevada (8). Mientras que hay reportes que indican que alimentar *ad libitum* a partir de 4 días antes de la fecha esperada de parto son beneficiosos para el posterior performance reproductivo de la cerda en la etapa de lactancia (44).

Los requerimientos nutricionales durante la gestación aumentan continuamente durante la gestación, sin embargo no es práctico intentar cubrir esos requerimientos con exactitud sin un sistema computarizado. Por lo que en la práctica se recomienda una estrategia de alimentación en 3 fases para cerdas primerizas,

como se ilustra en el gráfico II.2.4-1; y una estrategia de 2 fases para las madres multíparas, como se ilustra en el gráfico II.2.4-2 (24).

Según las investigaciones de Love en 1993 (12), puede ser necesario aumentar los niveles de alimentación en esta etapa en condiciones de calor, o cuando han perdido peso considerable y condición corporal en la lactancia previa.

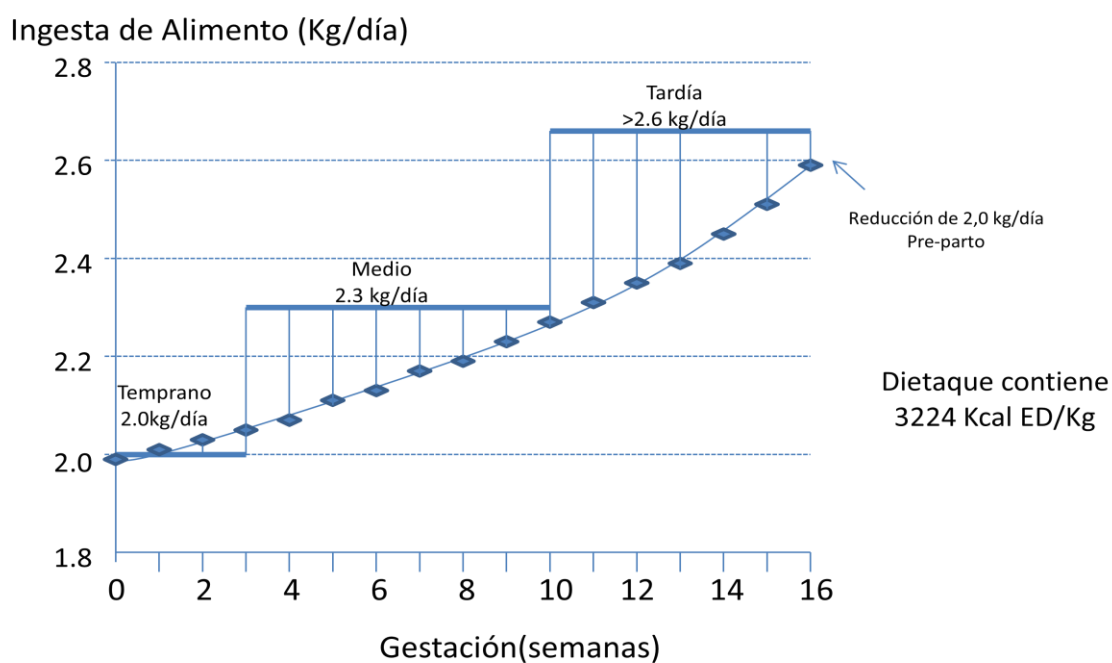


GRÁFICO II.2.4-1: Estrategia de Alimentación para Cerdas Primerizas

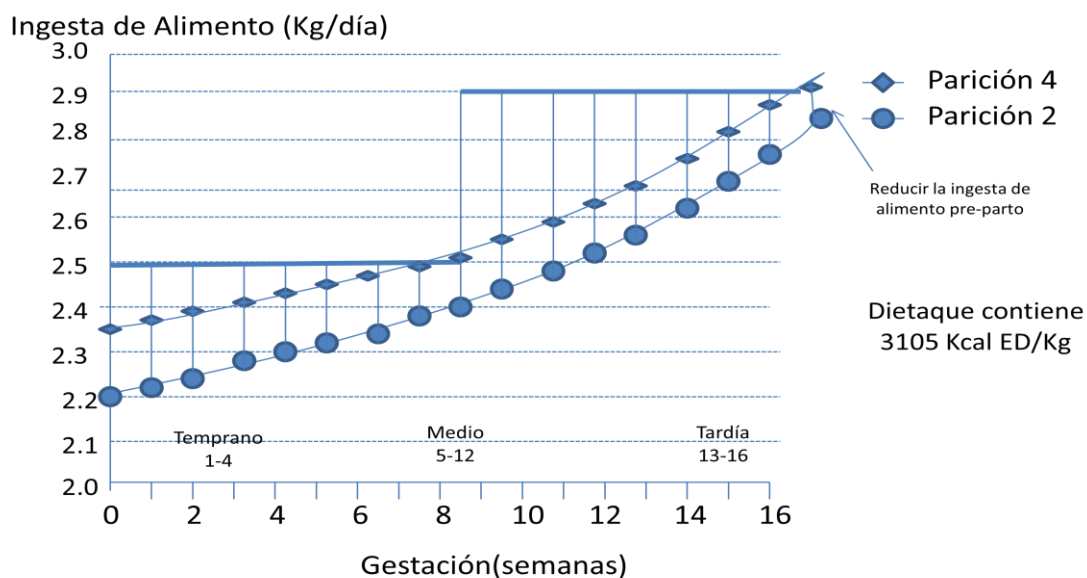


GRÁFICO II.2.4-2: Estrategia de Alimentación para Cerdas Multíparas

La estrategia propuesta para primerizas en el gráfico II.2.4-1 propone una cantidad distinta de alimento para cada etapa de la gestación, iniciando en la gestación temprana (30 días) con 2 kg de consumo al día, en gestación media se sube a 2.3 kg al día y se alcanza en la gestación tardía cantidades mayores a 2.6 kg por día. A los 2 o 3 días preparto se reduce nuevamente el consumo a 2 kg por día.

La estrategia propuesta por [] onstante de alimentación durante la primera mitad de la gestación (manteniendo siempre las cantidades bajas de alimento) y luego se aumenta para la segunda mitad. Aquí también se hace la reducción del consumo a 2 kg por día durante el parto.

II.3. Interacción Nutrición-Reproducción en la Cerda Gestante

II.3.1. Gestación Temprana

Es el periodo donde ocurre la implantación embrionaria. La experimentación ha sugerido que existe una mejora significativa en la supervivencia embrionaria y consecuentemente el tamaño de la camada cuando se proporcionan dietas con bajas cantidades de alimento durante los 20 o 30 primeros días de gestación (45). En 1991 Ashworth demostró que había una disminución del 25 al 30% en la supervivencia embrionaria en cerdas primerizas alimentadas *ad libitum*, al compararlas con cerdas sometidas a bajas proporciones de alimento. Esta disminución se corregía al suplementar progesterona a dichas cerdas (46).

Los experimentos de Dyck (47) también demostraron que si se incrementa el consumo de alimento de 1.5 a 3.0 kg al día en las cerdas gestantes, la supervivencia embrionaria se reduce del 82.2% hasta un 71.9%. Investigaciones posteriores mostraron que había una mayor supervivencia embrionaria en un grupo de cerdas alimentadas con 1,5 kg de alimento al día, sobre otro grupo de cerdas al que se le dio 2,5 kg cada día entre los días 1 y 11 después de la cubrición (48).

Es posible determinar un significativo descenso en la supervivencia embrionaria en el día 25 de gestación cuando se aumenta la ingesta de 1.9 a 2.5 kg al día. Del promedio de 12.3 embriones viables, se redujo a 9.8 (8). Por lo tanto, el

proporcionarles niveles altos de alimento a las cerdas en los días posteriores a la monta, disminuyen la supervivencia embrionaria.

La alimentación previa a la gestación también puede afectar la supervivencia embrionaria. En 1996, Whittermore (49) concluyó que bajos niveles de alimentación durante la lactancia previa, afecta negativamente la supervivencia embrionaria de la siguiente gestación.

En cerdas primíparas se investigó el efecto de la alimentación tanto antes como después a la fecundación. Las cerdas alimentadas con 3.5 kg al día antes de la monta tuvieron una mayor tasa de ovulación y de supervivencia embrionaria que aquellas alimentada con 1.15 kg al día. De hecho los mejores resultados lo obtuvieron cerdas a quienes se les dio niveles altos de alimento antes de la fecundación y bajos después de ella (50).

En la tabla II.3.1-1 vemos resumido el efecto del alimento durante la gestación temprana en primíparas (8):

TABLA II.3.1-1: Influencia de la Alimentación sobre la Gestación Temprana

Nivel de alimentación (kg/día)		Tasa de Ovulación	Embriones Totales	Supervivencia de embriones
Día 1-3	Día 3-15			(%)
1.9	1.9	14.5	12.4	86
2.5	1.9	14.9	11.5	77
2.6	2.6	14.9	10.2	67

El mecanismo por el cual las cerdas con altos niveles de alimento tienen mayor mortalidad embrionaria está relacionado con la presencia de menores concentraciones circulantes de estradiol y progesterona (47). El gráfico II.3.1-1 muestra el mecanismo por el que la disminución de la ingesta permite mayor supervivencia de embriones (21):

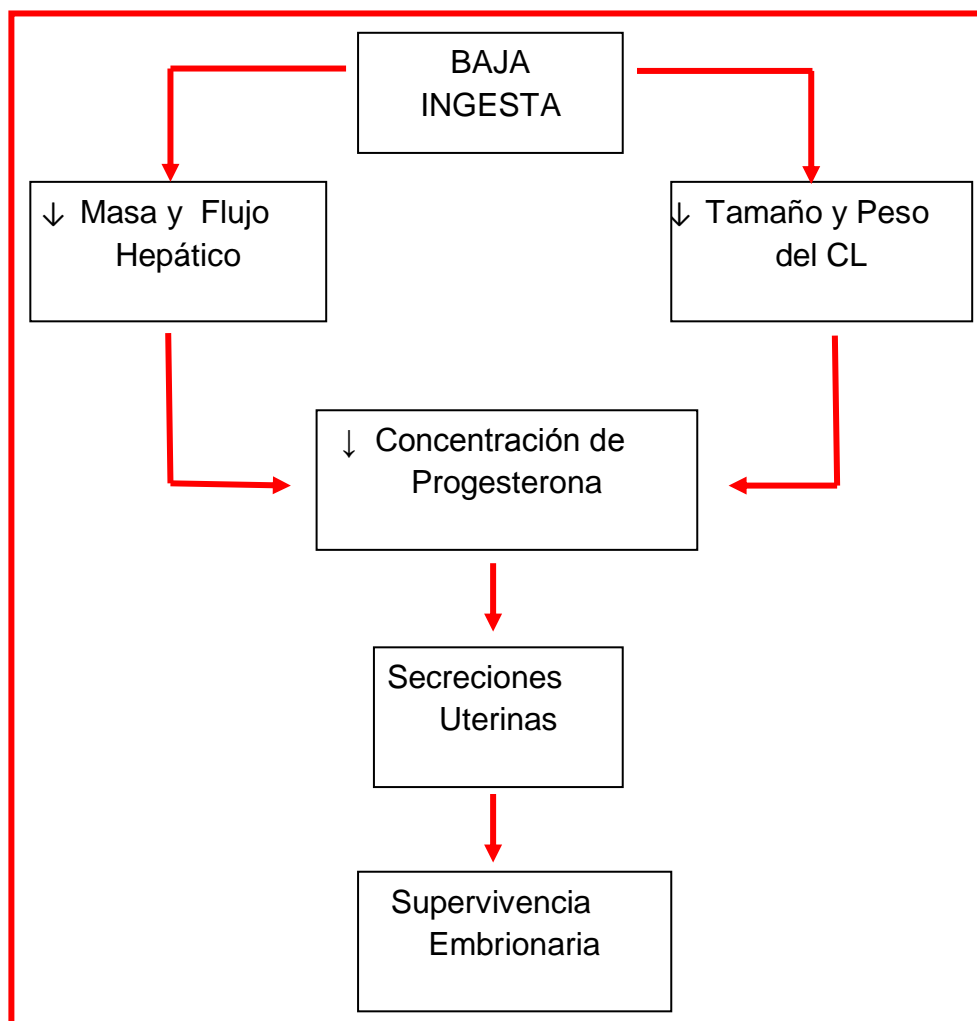


GRÁFICO II.3.1-1: Influencia de la Baja Ingesta sobre la Progesterona

Según el gráfico, con la disminución de la ingesta, va a haber menor masa y flujo sanguíneo hepático, con lo cual se reduce la eliminación metabólica de P_4 y se aumenta el tamaño del cuerpo lúteo que la produce. La P_4 permite la supervivencia embrionaria y la gestación.

El mecanismo de la progesterona sobre la supervivencia embrionaria se produce mediante la estimulación de la secreción de proteínas específicas del útero (USP). Las USP apoyan al desarrollo embrionario. Entre las USP se encuentran las uteroferrinas y las RBP (Retinol Binding Proteins) (51). Por ello es recomendable disminuir los niveles de alimentación a 1.5 veces la de mantenimiento, así se disminuye la mortalidad embrionaria y optimizar el número de nacidos vivos tanto en primerizas como en multíparas con condición corporal aceptable (24).

Sin embargo, algunos estudios sugieren que mantener las cantidades de alimento bajas no reduce la mortalidad embrionaria, pero podría haber un efecto negativo del consumo de cantidades elevadas de alimento durante las 72 horas post-fecundación sobre la supervivencia embrionaria (10). Por lo que mantener la cantidad de alimento baja por un periodo mayor a 3 días podría no tener ningún sentido o incluso ser contraproducente. Esto basado en que los efectos de una baja alimentación están relacionados con liberaciones subóptimas de LH (52).

II.3.2. Gestación Media

Es el momento óptimo para corregir la condición corporal de la hembra pues aprovechamos el llamado anabolismo de la preñez que permite la deposición de tejidos sin afectar la gestación (6). Las cerdas que se encuentren en pobre condición corporal deben tener un aumento en la disponibilidad del alimento, mientras que las demasiado gordas deberían tener una disponibilidad reducida. El objetivo es alcanzar una clasificación de 3.5 al día del parto, basado en la escala donde 1 es muy delgada y 5 es muy gorda (24). El gráfico II.3.2-1 muestra la clasificación de condición corporal:

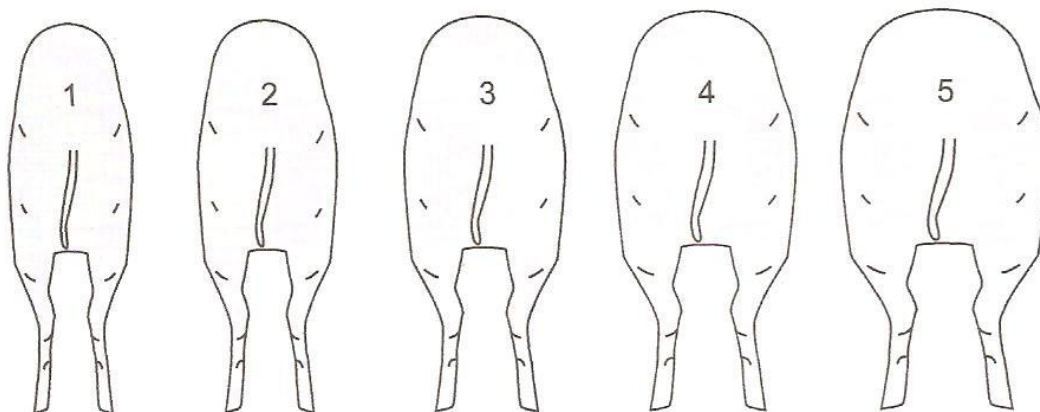


GRÁFICO II.3.2-1: Clasificación de Condición Corporal de Cerdas

Este periodo es importante para determinar las fibras musculares de la camada, lo cual influirá en su capacidad de desarrollar carne magra durante el engorde. Se ha visto que la alimentación restringida en esta etapa produce lechones más débiles y con menor número de fibras musculares secundarias, pero no afecta el crecimiento del animal (53).

II.3.3. Gestación Tardía

En esta etapa es importante tomar en cuenta la proliferación celular para formar la glándula mamaria. La proliferación celular se da entre los días 70 y 90, mientras que los cambios bioquímicos que van a permitir el producir la leche se dan entre el día 90 y el momento del parto (54).

Debido a ello y a que es la etapa donde se da el mayor desarrollo fetal, las demandas de alimento son mayores, es recomendable proveer un extra de al menos 0.5 kg de alimento por día (24). Una disminución en la proteína (lisina) en esta etapa, puede provocar el nacimiento de lechones más pequeños, sobretodo en primerizas (55).

III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

III.1. Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado es el de bloques al azar, donde cada bloque corresponde a un conjunto de unidades experimentales previamente seleccionadas a la asignación del tratamiento, de manera que se minimiza la variabilidad dentro del bloque. Los tratamientos son asignados aleatoriamente a las unidades experimentales dentro de cada bloque.

Para la presente evaluación armaremos bloques por paridad hembras P0: hembras primíparas o chanchillas (debemos asegurarnos que sus pesos al momento de la inseminación artificial sean similares) y el otro bloque por paridad hembras P1+: compuesto por hembras multíparas entre segundo y cuarto parto que tengan una condición corporal valorada en 3, se excluyen hembras de 5 partos o más y aquellas con historial de repeticiones o problemas durante lactancia previa.

El experimento se realizó en 92 hembras F2 de línea genética Landrace-Yorkshire en la granja FABIANNA S.A. En esta granja, las cerdas en gestación son alimentadas durante los primeros 30 días de gestación con un balanceado acorde con las sugerencias del NRC (7) de 3030 Kcal de ED por Kg y 13% de proteína. El consumo normal es de 2 kg diarios, lo cual concuerda con la propuesta de Love en 1993 (12) y ratificada por Goñi en el 2006 (6).

A la mitad de las cerdas se les sometió bajo el tratamiento A o TESTIGO, donde se siguió el protocolo normal de la alimentación de la granja FABIANNA. La otra mitad fue sometida al tratamiento B o PRUEBA, estas cerdas fueron alimentadas con 3 kg del mismo alimento (sobrealimentación) a partir del día 4 de gestación hasta el día 30, siguiendo las recomendaciones de Borbolla (11), basado en los estudios de Beltranena (10). La tabla III.1-1 muestra esta distribución:

TABLA III.1-1: Distribución de Cerdas Experimentales

Identificación	Tratamiento	Repeticiones
A	Alimentación 30 días gestación – Normal	46
B	Alimentación 30 días gestación – Sobrealimentadas	46

La tabla III.1-2 muestra la división interna de cada tratamiento con respecto a la parición de las hembras:

TABLA III.1-2: Distribución de Cerdas Experimentales por Parición

Tratamiento	Categoría P0	Categoría P1+	Total Repeticiones
A	23	23	46
B	23	23	46

La Tabla III.1-3 muestra el protocolo de alimentación que se aplicó en cada tratamiento, basados en los conceptos teóricos y los objetivos de la investigación.

TABLA III.1-3: Descripción de los Protocolos de Alimentación

Estadio	Tipo	Tratamiento A (kg/día)	Tratamiento B (kg/día)
I.A hasta día 3	P0	2.0	2.0
	P1+	2.0	2.0
Días 4 – 30	P0	2.0	3.0
	P1+	2.0	3.0

Se llevó a cabo un monitoreo serológico de los niveles de progesterona. Para ello se generará una muestra de 24 hembras por tratamiento por cada estadio definido para la verificación de niveles de progesterona sérica, obteniendo un total de 144 muestras para el experimento.

Los días de toma de muestra son:

- Día 0 de gestación: el día en que se realiza la inseminación artificial e inicia todo el ciclo (4).
- Día 15 de gestación: día para el cual según la teoría ya debe haberse realizado la implantación y se dio la primera señal estrogénica de reconocimiento de preñez (16).

- Día 21 de gestación: para este día ya se dio la segunda señal estrogénica de reconocimiento de preñez (20). Y es el día en que regresarían a estro las hembras no gestantes (4).

Las muestras de sangre se tomarán de la vena cava anterior y después de su correcta identificación, son centrifugadas para obtener el suero. Las muestras de suero son congeladas y enviadas al laboratorio para determinar los niveles de la hormona en cuestión. Al ser 80 cerdas que participarán en el experimento, se recolectarán un total de 240 muestras de sangre. La tabla III.1-4 muestra el proceso de toma de muestras:

TABLA III.1-4: Esquema de la Toma de Muestras de Sangre

Estadio	Tipo	Tratamiento	Tratamiento
		A	B
		Nº Hembras	Nº Hembras
Día de Inseminación Artificial	P0	12	12
	P1+	12	12
Día 12 post I.A	P0	12	12
	P1+	12	12
Día 27 post I.A	P0	12	12
	P1+	12	12

Cada cerda es una réplica del tratamiento asignado de tal forma que se tomarán los datos para cada una de las cerdas de las siguientes variables:

- ID (identificación)
- Tasa de Parición.
- Edad gestacional de pérdida de preñez (en caso de ocurrir).
- Nivel de progesterona sérica a I.A (Muestra 24 hembras por tratamiento).
- Nivel de progesterona sérica a día 15 (Muestra 24 hembras por tratamiento).
- Nivel de progesterona sérica a día 21 (Muestra 24 hembras por tratamiento).
- Promedio Lechones nacidos totales.
- Promedio Lechones nacidos vivos.
- % Nacidos muertos.
- % Nacidos momificados.

III.2. Materiales

III.2.1. Protocolos de Alimentación hasta el día 30 de Gestación

- 92 cerdas reproductoras F1.
- Machos progenitores.
- Jaulas apropiadas para gestación y maternidad.
- Balanceado para gestación (marca comercial PRONACA).
- Balanza para alimentos.

- Tarjetas de registro de gestación.

III.2.2. Determinación de Niveles de Progesterona

- Vacuntainers.
- Tubos de Ensayo.
- Algodón.
- Termos fríos.
- Agujas 1 ½" # 18
- Jeringuillas de 20 cc.
- Centrífuga.
- Gradillas transportadoras de tubos.

III.2.3. Control de Nacidos

- Tarjeta de registro de neonatos, muertos, momias y vivos
- Balanza de pesaje.
- Instrumental quirúrgico.

III.3. Metodología del Análisis Estadístico

El experimento se realizó con 92 hembras de acuerdo con el modelo de T. R. Morris (56) para cálculo de número de replicas por tratamiento, donde utilizamos la formula:

$$n = 2t^2 S^2 / d^2$$

n= número de réplicas

t= valor tabular de t a cierta P

s²= varianza del error

d= diferencia que queremos detectar

Vemos en la tabla “t” a un valor de P de 0.05 mismo que varía de acuerdo a los grados de libertad de 2.09 a 2.0, usamos 2.0 por practicidad para los cálculos.

La diferencia que queremos detectar la asumimos en 5 %, el nivel de confianza lo definimos en un 95%, y el porcentaje de coeficiente de variación ponderado del 12 % como resultado de no utilizar varias genéticas de machos y hembras, excluir hembras con 5 partos o más, así como las repetidoras, y centrarnos en utilizar únicamente cerdas con condición corporal “normal” (en la escala del 1 al 5 de la teoría correspondería con 3) (24).

Así obtenemos la ecuación:

$$n = 2 * 2^2 (12)^2 / 5^2$$

Como resultado de la ecuación obtenemos un valor de 46 hembras para cada tratamiento, por lo que son necesarias un mínimo de 92 hembras totales de una misma raza para que la línea genética no entre como una variable adicional que hubiera implicado aumentar el número de muestra.

Para el análisis estadístico de los datos, se realizó una prueba t-Student debido al tamaño de la muestra. Las pruebas t para dos colas realizadas sobre los datos, tanto en lo referente al tamaño de la camada y los niveles de progesterona.

Ya que la hipótesis de la investigación supone que se obtendrían mejores resultados en el tamaño de la camada (nacidos totales) al incidir sobre la alimentación es recomendable aplicar también una prueba-t unilateral.

IV. RESULTADOS

IV.1. Resultados de Campo

Para poder comparar los datos, si bien se fijó que cada grupo experimental contara con 46 hembras y por ende cada bloque experimental con 23, dentro de las multíparas se debió eliminar 4 hembras al azar (pertenecientes a ambos tratamientos) para poder equilibrar promedio de paridad. Es decir, para no ampliar la varianza de los datos, debíamos tener en ambos grupos el mismo número de hembras de segundo, tercero y cuarto parto. A la final terminamos con 21 hembras en cada tratamiento de cerdas P1+ (con un promedio de paridad 3.05) y 23 hembras en los tratamientos de cerdas P0.

La siguiente tabla resume los resultados obtenidos con el experimento dividiendo a los resultados por paridad: P0 para las primerizas o P1+ para las multíparas. Dentro de cada grupo se separó en los tratamientos a los que fueron sometidos las cerdas: A o TESTIGO y B o PRUEBA.

La tabla muestra resultados promedio para largo de la gestación, promedios de nacidos vivos, muertos, momificados y nacidos totales, promedios de fertilidad y progesterona en los días de toma de muestra y porcentaje de parición promedio (cuenta cuantas cerdas no quedaron gestantes o no llevaron su gestación a término en cada grupo). Además se hace una relación de cada grupo con el total de su consumo de alimento para el final del experimento.

TABLA IV.1-1: Resultados de Campo

DATOS	P0		P1+	
	PRUEBA	TESTIGO	PRUEBA	TESTIGO
Cantidad de Cerdas	23	23	21	21
Promedio de Paridad	1	1	3,05	3,05
Promedio de largo gestación	115	115	114	115
Promedio de P4 0 DÍAS	5,20	4,22	1,81	0,57
Promedio de P4 13-15 DÍAS	56,93	53,72	45,87	48,78
Promedio de P4 18-21 DÍAS	39,73	42,10	30,49	30,82
Promedio de % Fertilidad día I.A	100%	100%	100%	100%
Promedio de % Fertilidad día 13-15	100%	100%	100%	100%
Promedio de % Fertilidad día 18 -21	91,30%	95,65%	76,19%	95,24%
Promedio de % Parición	91,30%	95,65%	71,43%	95,24%
Promedio de Nacidos Vivos	9,96	9,91	7,71	10,90
Promedio de Momificados	0,26	0,17	0,05	0,29
Promedio de Muertos	0,74	0,35	0,95	0,19
Promedio de Nacidos Totales	10,96	10,43	8,71	11,38
Consumo promedio Gestación (kg)	2,9	2	2,9	2

IV.2. Resultados Estadísticos

La siguiente tabla muestra los resultados estadísticos para la prueba-t de dos colas efectuada sobre los datos. Dicha prueba muestra como resultado en todos los casos valores p mayores a 0.05, lo cual significa que no existen diferencias significativas entre los dos tratamientos.

TABLA IV.2-1: Resultados Prueba-t de Dos Colas

P0 Prueba T		P1+ Prueba T	
	P		P
Nacidos Totales	0.639	Nacidos Totales	0.113
P4 0 días	0.604	P0 P4 0 días	0.095
P4 13 días	0.324	P0 P4 13 días	0.547
P4 18-21 días	0.714	P0 P4 18-21 días	0.958

Los resultados de la prueba-t de una cola indican un valor de $p = 0.057$ para las cerdas multíparas. Esto significa que existe una diferencia entre el comportamiento de los grupos TESTIGO y PRUEBA. Aunque la diferencia no es altamente significativa, es suficiente para asegurar que el grupo TESTIGO obtuvo mejores resultados que el grupo en PRUEBA. La siguiente tabla muestra los resultados p obtenidos para P0 y P1+.

TABLA IV.2-2: Resultados Prueba-t de Una Cola

P0 Prueba T		P1+ Prueba T	
	P		P
Nacidos Totales	0.320	Nacidos Totales	0.057

Además del tamaño de la camada, los resultados de la TABLA IV-1 indican que también existen tendencias claras de diferencias entre las cerdas sometidas al tratamiento nutricional TESTIGO y el de PRUEBA en las cerdas multíparas, específicamente es muy diferente el porcentaje de paridad de las cerdas multíparas TESTIGO (95,24%) que el de las de PRUEBA (71,43%).

IV.3. Análisis Costo/Beneficio

En cuanto al área económica, la tabla IV.2-1 resume la cantidad de alimento consumido por las hembras en cada grupo experimental y los costos de producción en relación al total de lechones producidos.

TABLA IV.2-1: Consumo y Costo de Alimento

	TESTIGO	PRUEBA
Número de Hembras	44	44
Número total de lechones	479	435
Consumo de alimento por Hembra (kg)	60	87
total alimento (kg)	2622	3570
Costo total del alimento hasta el día 30 de gestación.	\$ 1225.79	\$ 1668.98
costo de alimentación por hembra	\$ 28.05	\$ 40.67
costo por lechón producido al día de parto	\$ 5.47	\$ 8.21

Para hacer el análisis costo/beneficio de cada uno de los tratamientos debemos saber que 1 Kg. de alimento para cerdas gestantes costó 0.47 dólares.

También debe aclararse que no todas las cerdas llegaron al terminar su gestación. De las 44 hembras TESTIGO, 42 culminaron su gestación. De las 44 hembras PRUEBA, 36 llegaron a la fecha de parto.

Estos datos son importantes ya que los kg de alimento consumidos en total en cada tratamiento mostrados en los resultados del experimento incluyen aquellos consumidos por las cerdas repetidoras hasta el día en que se descartó su gestación. Los costos de la ineficiencia reproductiva de las hembras repetidoras debieron ser amortizados por los lechones nacidos de las cerdas en cada tratamiento.

Así, para el experimento, los lechones nacidos de las cerdas sobrealimentadas resultaron ser 2.73 dólares más caros que aquellos nacidos de las cerdas alimentadas con 2kg durante los primeros 30 días de gestación.

Los costos de producir lechones con cerdas sobrealimentados son mayores debido a que además de que las cerdas consumieron más alimento, nacieron menos lechones que en el tratamiento TESTIGO y que dichos lechones tuvieron que asumir el costo de alimentar a 7 cerdas repetidoras y una muerta en comparación con 2 repetidora del grupo TESTIGO.

Según los datos de la tabla IV.2-1 el sobrealimentarlas durante el primer mes de gestación costaría 12.62 dólares más que mantener una dieta constante de 2kg.

V. DISCUSIÓN

Los resultados del presente trabajo indican que no existe diferencia en la aplicación de los tratamientos sobre el tamaño de la camada en cerdas primerizas. Esto concuerda con los resultados de Beltranena (10) que ya han sugerido que no existe efecto negativo de la sobrealimentación sobre la supervivencia embrionaria (especialmente en cerdas de primer parto).

Sin embargo, los resultados para cerdas multíparas concuerdan más con los estudios de Love (12) y Goñi (6), quienes sugieren que la sobrealimentación durante los primeros 30 días de gestación producen camadas más pequeñas.

El mecanismo por el cual las cerdas con altos niveles de alimento pueden tener mayor mortalidad embrionaria está relacionado con la presencia de menores concentraciones circulantes de estradiol y progesterona (47). Sin embargo las mediciones de progesterona durante el periodo en experimentación no mostraron diferencias significativas entre las cerdas de ambos tratamientos. Por lo tanto no se evidenció la influencia de la sobrealimentación sobre el metabolismo de progesterona en el presente trabajo.

Aunque no hay diferencias a nivel de progesterona en ambos grupos, sí existen diferencias a nivel de tamaño de camada y tendencias claras a nivel de porcentajes de paridad. Estas tendencias en la paridad son producidas por fallas en la reproducción, es decir hembras repetidoras.

Cada granja tiene un determinado porcentaje de repetición atribuido a distintos problemas reproductivos. Las repetidoras son consideradas regulares ya que todas ellas repitieron dentro del rango de 21 ± 3 días (4). Lo que indica que las cerdas del experimento repitieron cíclicamente.

Así, las fallas en la repetición pueden ser causadas por una mala detección de estro o inseminación en momento inadecuado (13). Sin embargo, es necesario descartar que las repeticiones sean producto de los tratamientos nutricionales aplicados, puesto que sobrealimentar a las cerdas durante los primeros días de gestación disminuye los niveles de progesterona debido a la utilización de la misma a nivel hepático (40). Dados estos hechos, podemos comparar el número de repeticiones en ambos tratamientos.

La tabla V-1 muestra la relación entre hembras repetidoras y el tipo de tratamiento al que se las sometió:

TABLA V-1: Relación entre Tratamientos y Repeticiones de Estro

REPETIDORAS	TRATAMIENTO	
	A	B
Sí	2	7
No	42	37

El análisis estadístico con una prueba ji-cuadrado determina un valor $p = 0,998$ que es muy superior al necesario $p = 0.05$ para poder decir que existe una diferencia significativa entre el número de repeticiones entre las hembras sometidas a los

tratamientos A y B. por lo tanto no es factible concluir que las repeticiones se debieron a la sobrealimentación.

También debe descartarse que la toma de muestras pudiera haber causado el suficiente grado de estrés como para interrumpir la gestación. Esto, apoyados en que el estrés social y de alojamiento puede producir mortalidad embrionaria precoz (57).

La tabla V-2 muestra la relación entre las hembras repetidoras y los muestreos realizados.

TABLA V-2: Relación entre Muestreo y Repeticiones de Estro

REPETIDORAS	MUESTREADAS	
	Sí	No
Sí	5	4
No	41	38

La prueba Ji-cuadrado demostró un $p= 1$, por lo tanto debemos asumir que las proporciones de individuos que repitieron celo en ambas poblaciones (muestreadas y no muestreadas) son idénticas.

Ya que no se demostró en el presente trabajo ninguna relación entre la sobrealimentación y niveles bajos de progesterona, deben existir otros factores que influyeron sobre el tamaño de las camadas.

Un factor que podría incidir en el experimento es la pérdida de peso y condición corporal durante la lactancia previa en las multíparas (P1+) (58), Para

solventar este factor, se seleccionaron hembras en cuyo historial no se hayan presentado complicaciones durante gestaciones y lactancias previas; y que a su vez tengan una condición corporal de 3. También se revisó el historial de reproductivo en partos anteriores de las cerdas multíparas para mantener la homogeneidad.

La temperatura ambiental, humedad y diversos factores externos dentro de un galpón (8) así como factores estacionales (59) pudieran afectar el desarrollo del primer tercio de la gestación de las hembras. Para evitar estas variables, todas las unidades experimentales se colocaron en el mismo galpón, distribuidas al azar sin importar a que tratamiento o bloque experimental pertenecen.

El presente trabajo demuestra con baja significancia que las hembras multíparas TESTIGO obtuvieron camadas más grandes que las cerdas en PRUEBA. El gráfico V-1 muestra la diferencia de varianza entre los datos de los grupos experimentales de las cerdas multíparas.

La varianza entre los datos de PRUEBA es mucho mayor que la varianza en los datos TESTIGO.

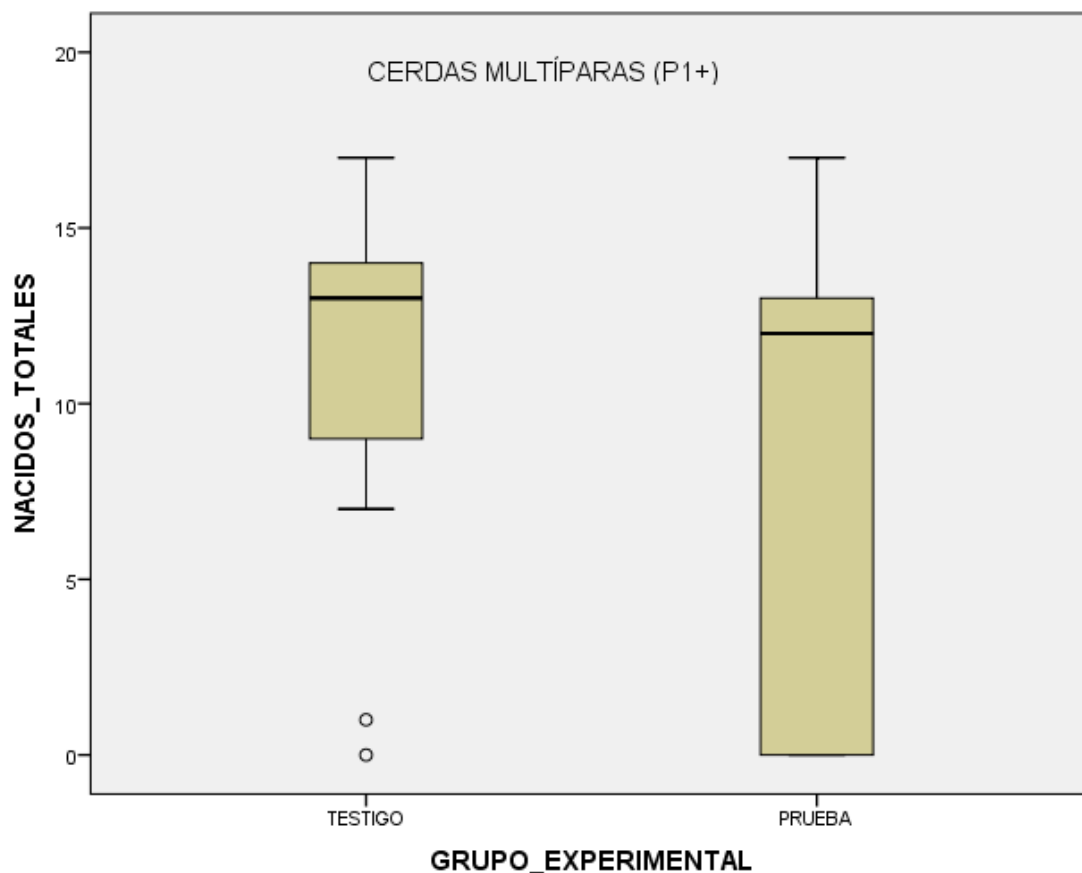


GRÁFICO V.1: Comparación de Varianzas entre Grupos Experimentales

Tanto la baja significancia como el hecho de que las varianzas de los datos en ambos grupos son distintas podrían atribuirse a variables no controladas por el experimento en sí. Ya que estas diferencias no se evidencian en cerdas primerizas, es muy probable que las variables provengan de efectos provocados por lactancias previas.

También se debe mencionar que cuando dos grupos exhiben una diferencia muy grande de varianzas, esta situación puede ser indicativa que la variable

independiente (en este caso, tratamiento nutricional) no tiene el mismo efecto sobre todos los sujetos bajo la misma condición (60).

Según investigaciones anteriores, una alimentación insuficiente o inadecuada durante la fase de lactancia puede afectar negativamente a la subsiguiente supervivencia embrionaria (61) así como ampliar el periodo entre destete y presentación del estro, y también sobre la supervivencia embrionaria (57). Hughes (51) también sugirió que los niveles altos de alimentación durante la lactancia, en comparación a los bajos, resultan en una supervivencia temprana del embrión un 10% mayor.

Estos efectos de la baja alimentación pueden estar relacionados con una disminución en la amplitud y frecuencia de los picos de LH necesarios para el desarrollo folicular tal como lo afirmaron Peltionemi *et al* (62). En las cerdas que han perdido reservas corporales en exceso es probable que disminuyan niveles de progesterona en sangre debido a un aumento en el flujo hepático y reducción de metabolismo de la progesterona (63).

Basados en esta información, es probable que la supervivencia embrionaria y el tamaño final de la camada (debido a la misma supervivencia o a una menor tasa de ovulación) hayan sido afectados por una pérdida de peso mayor al de sus pares durante la lactancia anterior. Esto a pesar de que las hembras multíparas llegaron con una condición corporal similar al experimento y sin registros de haber tenido problemas durante su lactancia previa.

También es necesario mencionar que animales menores movilizan mayor cantidad de proteínas durante la lactación y ello puede llevar a un mal ritmo de crecimiento y menor desarrollo ovárico en este periodo (64). Esto explicaría por qué repitieron hembras que estaban entrando en su segundo parto puesto que durante su primera lactación aún continúan en crecimiento y la nutrición durante la lactación debe cubrir: crecimiento, metabolismo de manutención y catabolismo de la lactación (4).

Ya se ha hablado de una caída en la paridad del segundo parto asociado a una extensión en el intervalo entre destete y estro (65), y a una menor supervivencia embrionaria. Para evitar esta caída se ha propuesto el cubrir a las hembras en el segundo celo después del primer destete, dicho “salto” de un celo le permite a la cerda recuperarse del catabolismo de la lactación (66). De hecho algunos experimento previos han demostrado que en comparación con las hembras que se cubren durante el segundo celo después de su primer destete, producen 2 cerdos más que aquellas que se cubren en el primer celo (66). Por lo tanto, el “salto” del primer celo post destete puede ser un buen mecanismo para eliminar variables introducidas por la lactancia previa y así limitarnos de mejor manera a entender los efectos de la sobrealimentación en el primer mes de gestación.

Ahora bien no se descarta que la amplia dispersión de los datos haya podido deberse a algún defecto en el muestreo o en la toma de datos, debidos a la participación del personal de la granja. Es común en ciertas granjas del Ecuador no registrar el número de cerdos muertos en el parto ya que suponen posibles

sanciones y multas a los trabajadores, por lo tanto las cerdas pueden terminar con un bajo número de nacidos al contar únicamente los vivos y no los momificados o muertos.

Para poder determinar un real potencial económico a partir de los resultados del experimento, habría que hacer un análisis completo de las ganancias y pérdidas del ciclo completo de los lotes de cerdos sobre los cuales se trabajó. Esto implicaría seguimiento de los cerdos desde su nacimiento hasta el camal. El experimento se concentra únicamente en los 30 días iniciales de gestación y sus resultados directos al día de parto.

A pesar de ello, podemos hacer un supuesto basados en los costos por hembra obtenidos para la alimentación por hembra de cada tratamiento. Los resultados muestran que alimentar una cerda de PRUEBA es 12.62 dólares más caro que a una cerda del grupo TESTIGO. Lo cual multiplicado por el número total de reproductoras (1400 en este caso) y los 2.4 partos promedio que cada hembra tiene al año (4), al final resultan en un costo extra considerable para el productor (42403.30 dólares en el caso de la granja donde se realizó el ensayo). Esto nos permitiría deducir un posible beneficio en seguir el protocolo TESTIGO.

VI. CONCLUSIONES

- 1.** A nivel de campo las camadas de cerdas multíparas del grupo TESTIGO son más numerosas que las camadas de cerdas del grupo PRUEBA.
- 2.** No existen diferencias significativas entre el tamaño de las camadas de las cerdas primerizas de ambos tratamientos, lo cual es congruente con los resultados de investigaciones anteriores en granjas experimentales (10).
- 3.** En el presente trabajo, la sobrealimentación no influyó sobre los niveles de progesterona séricos durante los primeros 30 días de gestación.
- 4.** Si bien los 30 primeros días de gestación (etapa embrionaria) influyen sobre el tamaño de la camada, la supervivencia embrionaria depende de también de factores previos al inicio de la gestación. Estos factores se deben tomar en cuenta para mejorar la fertilidad de una granja porcina.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda en ensayos similares saltar el estro después del destete para evitar las variables en cantidad y calidad de ovulación de las cerdas multíparas, así como el efecto de la lactancia previa sobre la supervivencia embrionaria.
2. Debido a los resultados del ensayo, es recomendable para el productor mantener una dieta constante de aproximadamente 2 kg al día (con dietas basadas en NRC de 3000 a 3400 Kcal/kg de ED) durante los primeros 30 días de gestación por encima de la sobrealimentación.

VIII. FUENTES:

1. Análisis del III Censo Nacional Agropecuario [Internet]. Quito: Cámara de agricultura de la I Zona. 2000- [cited 2011 Feb 1]. Available from: <http://www.agroecuador.com/HTML/Censo/Censo.htm>
2. Situación actual de la porcicultura en el Ecuador [Internet]. Quito: Asociación de Porcicultores Ecuatorianos (ASPE). [cited 2011 Feb 1]. Available from: <http://www.aspe.org.ec/porcinos/porcinos/index.html>
3. Censo Nacional Porcino 2010. Quito: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGAP). Forthcoming 2011.
4. Ptaszynka M, Molina JJ. Compendium de reproducción animal. 9ª edición. Intervet Internacional. Siervia, Uruguay/Paraguay; 2007. 121-122 p.
5. Lodge G, Elsley F, McPherson R. The effects of level of feeding of sows during pregnancy. I. Reproductive performance. *Animal Production*. 1996;8:29.
6. Goñi D, Bártoli F, Cáceres G, Gianfelicci M. V Congreso de Producción Porcina del Mercosur. 2006; Córdoba. ALIMENTAR S.A. [Internet]. Available from: www.produccion-animal.com.ar
7. Subcommittee on Swine Nutrition, Committee on Animal Nutrition, National Research Council. Nutrient Requirements of Swine: 10th Revised Edition. 1998;10:110-123.
8. Jindal R, Cosgrove JR, Aherne FX y Foxcroft, GR. Effect of nutrition on embryonal mortality in gilts: association with progesterone. *J. Anim. Sci*. 1996;74:620-624.
9. Borbolla G. Congreso Internacional PIC Andina. 2009; Guayaquil, Ecuador.
10. Beltranena, E., Aherne, F.X., Foxcroft, G.R. and Kirkwood, R.N. Effects of pre- and post pubertal feeding on production traits at first and second estrus in gilts. *J. Anim. Sci*. 1991;69:886-893.
11. Borbolla, Germán. Respuesta a Consulta. Message to: David Noboa 2011 Feb 17 [cited 2011 Feb 18]. [2 paragraphs]
12. Love RJ, Klupiec C, Thornton EJ, Evans G. Ad libitum feeding of mated sows improves fertility during summer and autumn. In: Batterham ES (ed).

Manipulating Pig Production VI, Australian Pig Science Association, Werribee, Australia. 1993; 247 p.

13. Durán F. Editor. Manual de Explotación y Reproducción en Porcinos. Colombia: Grupo Latino Ltda; 2006. 174 p.
14. Close W, Cole D. *Nutrición de Cerdas y Verracos*. México: Alltech de México; 2004.
15. Madej A, Lang A, Brandt Y, Kindahl H, Madse MT, Einarsson S. Factors regulating ovarian function in pigs. *Dom. Anim. Endocrinol.* 2005;29:347-361.
16. Findlay JK. Physiology of the uterus and implantation. In: Batterharm ES (ed). *Manipulating Pig Production IV*. Australasian Pig Science Association, Attwood, Victoria, Australia. 1993; 234-244 p.
17. Short RV. Implantation and the maternal recognition of pregnancy. In: Wolstenholme GEW, O` Connor M (eds): *Ciba Foundation Symposium on Focal Autonomy*. London: J and A Churchill. 1969: 22-26 p.
18. Peltoniemi OAT, Tast A, Love RJ. Factors effecting reproduction in the pig seasonal effects and restricted feeding of the pregnant gilt and sow. *Anim. Reprod. Sci.* 2000;60-61:173-184.
19. Bazer FW, Vallet JL, Roberts RM, Sharp DC, Thatcher WW. Role of conceptus secretory products in establishment of pregnancy. *J. Reprod. Fertil.* 1986 Mar;76:841–850.
20. Pusateri A, Smith J, Smith J, Thomford P, Diekman M. Recognition of Pregnancy in Swine: Minimal requirement for exogenous estradiol-17 beta to induce either short or long pseudo pregnancy in cycling gilts. *Biol. Reprod.* 1996;55:582-589.
21. Carrión D, Medel P. Interacción nutrición reproducción en ganado porcino. In: Rebollar PG, de Blas C, Mateos GG (Eds.). *Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal*. 2001; Madrid, España. 27-70 p.
22. Lee PA, Mitchel KG. Feeding sows for specific weight gains in pregnancy and its effect on reproduction performance. *Animal Production.* 1989;48:407-417
23. Shi, X. S., and J. Noblet. Digestible and metabolizable energy values of ten feed ingredients in growing pigs fed *ad libitum* and sows fed at maintenance level: Comparative contribution of the hindgut. *Anim. Feed Sci. Tech.* 1993;42:223–236.

24. Alltech Pig Program Manual. [Unknown place of publication]: Alltech; 2010.
25. Close WH, Noblet J, Heavens RP. Studies on the energy metabolism of the pregnant sow. *British Journal of Nutrition*. 1985;53:267-279.
26. Pond WG, Strachan DN, Sinha YN, Walker EF, Dunn JA, Barnes RH. Effect of protein deposition of swine during all or part of gestation on birth weight, postnatal growth rate and nucleic acid content of brain and muscle of progeny. *Journal of Nutrition*. 1969;99:66-67.
27. Hawton JD, Meade RJ. Influence of quantity and quality of protein fed to the gravid female on reproductive performance and development of offspring. *J. Anim. Sci*. 1971;32:88.
28. Young LG, Forshaw RP, Smith GC. Protein supplementation of barley diets for to breeds of gestating swine over two parities. *J. Anim. Sci*. 1976;42:1182.
29. Cole DJA. Amino acid nutrition of the pig. In: Haresing W, Lewis D (Eds.). *Recent Advances in Animal Nutrition*. London. 1978; 71-95 p.
30. Close WH. Mineral nutrition of hyper prolific sow. In: *Memorias del X Congreso Nacional de Producción Porcina*. 2010; Mendoza, Argentina. 135-143 p.
31. Mahan D, Newton CA. Effect of initial breeding weight on macro- and micro-mineral composition over a three-parity period using a high-producing sow genotype. *J. Anim. Sci*. 1995;73:151-158.
32. Christensen K. Evaluation of the background for determination of vitamin requirements in pigs. *Livest. Prod. Sci*. 1980;7:569-590.
33. Sorrel MF, Frank O, Thomson AD, Aquino H, Baker H. Absorption of vitamins from the large intestine *in vivo*. *Nutrition Report International*. 1971;3:143-148.
34. Brown RG Ascorbic acid nutrition in the domestic pig. In: Wegger I, Tagwerker FJ, Moustgaard J. (Eds.). *Proceedings of Workshop on Ascorbic Acid in Domestic Animals*; 1984:60-67 p.
35. Friend DW. Self-selection of feeds and water by swine during pregnancy and lactation. *J. Anim. Sci*. 1971;32:658.
36. Pond WG, Yen JT, Maurer RR, Christenson RK. Effect of doubling daily energy intake during the last two weeks of pregnancy on pig weight, survival and weaning weight. *J. Anim. Sci*. 1981;52:535-541.

37. Cole DJA, Chad SA. Voluntary feed intake of growing pigs. In: Foves JM, Varley MA, Lawrence TLJ (Eds). *The Voluntary Feed Intake of Pigs*. Occasional Publication N° 13, British Society of Animal Production. 1989; 61-70 p.
38. Salmon-Legagneur E; Rerat A. Nutrition of sow during pregnancy. In: Morgan JT, Lewis D (eds). *Nutrition of Pigs and Poultry*. Butterworths, London. 1962; 207-223 p.
39. Lodge GA. Quantitative aspects of nutrition in pregnancy. In: Cole DJA (ed). *Pig Production*. Butterworths; London. 1962; 99-116 p.
40. O'Grady JF, Lynch PB, Kearney PA. Voluntary feed intake by lactating sows. *Livest. Prod. Sci.* 1985;12:355-365.
41. O'Grady JF, Lynch PB. Voluntary feed intake by lactating sows: Influence of feeding system and nutrient density of the diet. *Ir. J. agric. Res.* 1978;17:1-5.
42. Reese DE. Dietary Fiber in Sow Gestation Diet – A Review. *Nebraska Swine Report*. 1997:23-25.
43. Noblet J, Close WH, Heavens RP, Brown D. Studies on the energy metabolism of the pregnant sow. 1. Uterus and mammary tissue development. *British Journal of Nutrition*. 1985;53:251-265.
44. Neil M. Ad libitum lactation feeding of sows introduced immediately before, at, or after farrowing. *Animal Science*. 1996;63:497-505.
45. Dutt RH, Chaney CH. Feed intake and embryo survival in gilts. In: *Progress Report*, Kentucky Agricultural Station. 1968;176:33-35.
46. Ashworth, C. J. Effect of pre-mating nutritional status and post-mating progesterone supplementation on embryo survival and conceptus growth in gilts. *Anim. Reprod. Sci.* 1991;26:311–321
47. Dyck GW, Palmer WM, Symorski S. Progesterone and luteinizing hormone concentration in serum of pregnant gilts on different levels of feed consumption. *Canadian J Anim Sci.* 1980;60:877-884.
48. Dyck GW, Strain JH. Post-mating feeding levels: effects on conception rate and embryonic survival in gilts. *Canadian J Anim Sci.* 1983;63:579-585.

49. Whittemore CT. Nutrition reproduction interactions in primiparous sows: a review. *Livest. Prod. Sci.* 1996;46:65-83.
50. Ashworth C, and Antipatis C. Effects of Pre- and Post-Mating Nutrition on Embryo Survival in Gilts. *Reproduction in Domestic Animals.* 1999; 34: 103–108
51. Hughes PE, Pearce GP, The endocrine basis of nutrition-reproduction interaction. In: Barnett JL, Hennessy DP (Eds.), *Manipulating Pig Production II. Australasian Pig Science Association (APSA), Werribee, Vic., Australia.* 1989; 290–295 p.
52. Flowers B, Martin MJ, Cantley TC, Day BN. Endocrine changes associated with a dietary induced increase in ovulation rate (flushing) in gilts. *J Anim Sci.* 1989;67:771-778.
53. Cerisuelo A, Baucells MD, Gasa J, Coma J, Carrión D, Chapinal N, Sala R. Increased sow nutrition during midgestation affects muscle fiber development and meat quality, with no consequences on growth performance. *J. Anim. Sci.* 2009;87:729-739.
54. Kensinger RS, Collier RJ, Bazer FW, Ducsay CA, Becker HN. Nucleic acid metabolic and histological changes in gilt mammary tissue during pregnancy and lactogenesis. *J. Anim. Sci.* 1982;54:1297-1303.
55. Kusina J, Pettigrew JE, Sower A, Hathaway M, White M, Crooker B. The effect of protein (lysine) intake m gestation on mammary development of the gilt. *J. Anim. Sci.* 1995;73:189 (Supl. 1)
56. Morris TR. *Experimental Design and Analysis in Animal Sciences.* CABI Publishing. New York; 1999.
57. Gordon I. *Controlled reproduction in pigs.* CAB International Wallingford, Oxon, UK; New York. 1997
58. Hazeleger W, Soede NM, Kemp B. The effect of feeding strategy during the pre-follicular phase on subsequent follicular development in pigs. *Dom Anim Endocrinol.* 2005;29:362-370.
59. Cox NM. Control of follicular development and ovulation rate in pigs. *J Reprod Fertil.* 1997;52:31-46.

60. Pagano R.R. Understanding Statistics in the Behavioral Sciences. 5th edition. Brooks Cole Publishing Company. Pacific Grove; 1998. 339p.
61. Whittemore CT. Nutrition reproduction interactions in primiparous sows. *Livest. Prod. Sci.* 1996;46:65-83.
62. Peltionemi OAT, Tast A, Love RJ. Factors effecting reproduction in the pig: seasonal effects and restricted feeding of the pregnant gilt and sow. *Anim reprod Sci* 2000;60-61:173-184.
63. Foxcroft GR, Cosgrove JR, Aherne FX. Relationship between metabolism and reproduction. In: *Proceedings of the 14th IPVS Congress.* 1996. Bologna, Italy. Pp 6-9.
64. 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; 81:1517-1528.
65. Zak LJ, Cosgrove JR, Aherne FX, Foxcroft GR. Pattern of feed intake, and associated metabolic and endocrine changes, differentially affect post-weaning fertility in the primiparous lactating sow. *J Anim Sci.* 1997;75:208–216.
66. Foxcroft GR, Patterson J. Optimizing breeding management in a competitive world: Gilt and sow aspects. *AASV Pre-Conference Seminars.* 2010;4-16.
67. Clowes EJ, Aherne FX, Foxcroft GR. Effect of delayed breeding on the endocrinology and fecundity of sows. *J Anim Sci.* 1994;72:283–291.