

**Análisis del efecto de restricción alimenticia  
en el desarrollo prenatal y postnatal sobre el  
lechón ibérico**

**Tania Yadira Quisilema Mangia**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2017

ZAMORANO  
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

# **Análisis del efecto de restricción alimenticia en el desarrollo prenatal y postnatal sobre el lechón ibérico**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero en Agrónomo en el  
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Tania Yadira Quisilema Mangia**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2017

## **Análisis del efecto de restricción alimenticia en el desarrollo prenatal y postnatal sobre el lechón ibérico**

**Tania Yadira Quisilema Mangia**

**Resumen.** El estudio se llevó a cabo en el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria ubicado en Madrid, España el objetivo fue comparar lechones de bajo peso contra lechones de peso normal al nacimiento provenientes de madres con 50% de restricción alimenticia en gestación, determinando las siguientes variables: peso, circunferencia torácica, circunferencia abdominal, grasa subcutánea dorsal y diámetro del lomo. Se utilizaron ocho cerdas ibéricas con restricción alimenticia a partir del día 35 de gestación, se pasó de 2 a 1 Kg/día de alimento. Se usó un modelo de bloques completos al azar con medidas repetidas en el tiempo y los resultados se analizaron con la prueba Duncan, la camada tuvo 63% de lechones de peso normal y 37% lechones de bajo peso al nacimiento. No se encontró diferencias significativas en peso al nacimiento (0.95 vs 1.25 kg) lechones de bajo peso y peso normal respectivamente, en la circunferencia torácica se encontró diferencias significativas hasta el día 100 donde lechones de peso normal midieron 54.14 cm y lechones de bajo peso 52.02 cm, la circunferencia abdominal presentó diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en los días 20, 100, 120 y 160. La grasa subcutánea dorsal no presentó diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), entre lechones de bajo peso y peso normal ni en el diámetro del lomo a partir del día 60 hasta el 140.

**Palabras clave:** Crecimiento compensatorio, epigenética, fibras musculares, gen ahorrador

**Abstract.** The study was conducted at the National Institute of Agricultural Research and Technology and Food located in Madrid, Spain the objective was to compare low weight piglets against normal weight piglets at birth from mothers with 50% restriction in gestation, determining the following variables: weight, thoracic circumference, abdominal circumference, dorsal subcutaneous fat and backbone diameter. Eight sows with food restriction were used from day 35 of gestation, from 2 to 1 kg / day of food. A randomized complete block model was used with repeated measures over time and the results were analyzed using the Duncan test, the litter had 63% normal weight piglets and 37% low birth weight piglets. No significant differences were found in birth weight (0.95 vs 1.25 kg), low weight and normal weight piglets respectively, in the thoracic circumference significant differences were found up to day 100 where normal weight piglets measured 54.14 cm and low weight piglets 52.02 cm, abdominal circumference presented significant differences ( $P \leq 0.05$ ) on days 20, 100, 120 and 160. Dorsal subcutaneous fat did not present significant differences ( $P > 0.05$ ), between low weight and normal weight piglets nor in the back from day 60 to 140.

**Key words:** Compensatory growth, epigenetics, muscle fibers, saver gene.

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros y Anexos .....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. METODOLOGÍA.....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>10</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>11</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>12</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>15</b>

## ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Pesos (kg) de lechones que presentaron peso adecuado al nacimiento y bajo peso al nacimiento,provenientes de madres con restricción alimenticia a partir del día 35 de gestación	5
2. Medidas de circunferencia abdominal (cm) en lechones de bajo peso al nacimiento y lechones de peso normal al nacimiento .....	7
3. Medidas de circunferencia torácica (cm) en lechones de bajo peso al nacimiento y lechones de peso normal al nacimiento. ....	7
4. Grasa subcutánea dorsal en el punto P2 ubicado a la altura de la cabeza de la última costilla, se midió con ultrasonido en lechones de bajo peso al nacimiento y lechones de peso normal.....	8
5. Diámetro del lomo en el punto P2 ubicado en la cabeza de la última costilla, se midió con ultrasonido en lechones de bajo peso al nacimiento y lechones de peso normal al nacimiento .....	9
Anexos	Página
1. Crecimiento compensatorio entre lechones de bajo peso y peso normal al nacimiento proveniente de madres con restricción alimenticia.....	15
2. Efecto del peso al destete en el consumo medio diario (CMD) y ganancia media diaria (GMD) posterior al destete.....	15
3. Composición corporal de los lechones ibéricos recién nacidos de los grupos bajo peso, peso medio y grandes.....	16

# 1. INTRODUCCIÓN

La producción porcina es de gran importancia en la Unión Europea, ya que la carne de cerdo llega a representar el 9% de la producción agrícola total europea (Marquer et al. 2015). España es el segundo mayor productor de carne en Europa, especialmente de cerdo ibérico, el cual se destaca por su peculiar sabor que es resultado de la gran acumulación de grasa intramuscular (Torres-Rovira et al. 2016).

El consumo per cápita de productos y subproductos derivados del cerdo ibérico está incrementando en la comunidad española, motivo por el cual los productores buscan obtener mayores rendimientos en relación con el número de lechones destetados por año que está muy relacionado con el peso al nacimiento. Para ello deben superar los diversos factores tanto intrínsecos como extrínsecos que hacen que la productividad se vea afectada. Uno de estos factores es la nutrición, donde se busca obtener un balance energético entre el aporte calórico y gasto energético. Aporte calórico está definido por el apetito y la ingesta del alimento, mientras que el gasto energético lo define el metabolismo celular. De esta manera, la alimentación está influenciada por los cambios que sufre el animal ya sea en procesos evolutivos y/o adaptativos causando un desarrollo de estrategias con el fin de mantener la homeostasis celular (Barbero Fernández 2015).

El cerdo ibérico tiene la facilidad de acumulación de grasa y eso se debe a que el animal pasa por épocas extremas de abundancia y de escases de alimento causando adaptación epigenética, la cual se denomina gen ahorrador, el cual es un teórico conjunto de alelos en un cierto número de genes que proporciona al individuo tener una mayor eficiencia en acumulación y utilización del suministro de energía (Gonzalez-Bulnes et al. 2012). Siendo esta una ventaja en el desarrollo postnatal en el cerdo ibérico ya que tiene una alta acumulación de grasa.

En la etapa prenatal se da el aporte de oxígeno y nutrientes desde la placenta hacia el feto por lo que es adecuado un buen suministro de energía para garantizar un correcto desarrollo fetal (Garibay Nieto y Miranda Lora 2008), si el feto no recibe una correcta nutrición por deficiencia nutricional de la madre causa un retraso en el crecimiento intrauterino (Barbero Fernández 2015). Los fetos que presentan retraso en el crecimiento intrauterino tienen como resultado lechones con bajo peso al nacimiento, mismo que no será compensado en el desarrollo posnatal. En camadas con mayor prolificidad los lechones sobrevivientes presentan enfermedades, menor tasa de crecimiento y malos índices de conversión alimenticia, por lo que llegar a peso adecuado al sacrificio resulta una pérdida económica para el productor (Torres-Rovira et al. 2016).

Los lechones que nacieron con bajo peso al nacimiento y pertenecen a camadas numerosas o que sufrieron de restricción nutricional durante la gestación, presenta número reducido de fibras musculares secundarias por lo que tendrán una deficiencia de crecimiento muscular posnatal (Karunaratne et al. 2005). Al presentar un número reducido de fibras musculares estas incrementan su tamaño a lo largo del crecimiento del lechón, esta característica tiene un efecto negativo en la calidad de la carne reduciendo el pH, mayores pérdidas de agua y una menor terneza de la carne, además de presentar una alteración en el contenido de grasa afectando de esta manera a la calidad organoléptica de la carne (Vázquez-Gómez et al. 2016).

- El objetivo del estudio fue comparar lechones de bajo peso contra lechones de peso normal al nacimiento provenientes de madres que sufrieron el 50% de restricción alimenticia a partir del día 35 de gestación determinando las siguientes variables: peso, circunferencia torácica, circunferencia abdominal, grasa subcutánea dorsal y diámetro del lomo.

## 2. METODOLOGÍA

El proyecto de investigación se llevó a cabo en el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) ubicado en Madrid, España. La investigación se realizó mediante la Política Española de Protección de los Animales RD53/2013, que cumple con la directiva de la Unión Europea 2010/63/UE en aquellos animales que se utilizaron para la investigación. Los animales fueron alojados en las instalaciones del centro de investigación, mismo que cumple con los requisitos locales, nacionales y europeos para el establecimiento de procedimientos científicos.

El diseño de la granja es de flujo continuo donde las instalaciones de maternidad cuentan con jaulas individuales para cerdas gestantes, la sala tiene pasillo delante y detrás de la jaula, el piso tiene rejillas para facilitar la limpieza. El área de destete y crecimiento cuenta con espaciamiento de 4 m<sup>2</sup> por jaula.

El estudio incluyó ocho cerdas ibéricas que quedaron gestantes después de la sincronización del ciclo con altrenogest (Regumate<sup>®</sup>, MSD, Boxmeer, Países Bajos) y la inseminación se realizó con semen congelado de cerdo ibérico. Su alimentación consistía en una dieta estándar a base de grano con contenido promedio de 89.8% de materia seca, 15.1% de proteína cruda, 2.8% de grasa y 2999.90 Kcal de energía metabolizable por kilogramo. Desde el comienzo del período experimental hasta el día 35 gestacional, la cantidad de alimento se ajustó para satisfacer los requerimientos de mantenimiento diario individual basándose en datos de la Sociedad Británica de Ciencias Animales (2014).

A partir del día 35 de gestación, las ocho cerdas fueron pesadas y la cantidad de alimento desde ese día hasta el parto se ajustó para cumplir el 50% de los requerimientos diarios de mantenimiento eso quiere decir que se pasó de darles 2 kg/día a 1 kg/día. Esta restricción de la dieta se ha realizado previamente para afectar el desarrollo fetal y para inducir una mayor incidencia de descendencia de bajo peso al nacimiento.

### **Evaluación del desarrollo postnatal de lechones.**

Todos lechones fueron pesados e identificados con aretes el primer día de nacidos, posteriormente los lechones que su peso era inferior a la media de la camada menos una desviación estándar lo que corresponde a 1.1 kg, por debajo de este valor se consideró lechón con bajo peso y arriba se considera lechón de peso normal. Se pesó hasta los seis meses de edad cada 20 días, conjuntamente con el peso se midió la circunferencia abdominal por delante de la cadera y la circunferencia torácica se midió a la altura final del esternón con cinta métrica.

Un mes después se adicionó la medición de profundidad de grasa de la espalda y el diámetro del lomo en el punto P2, a nivel de la cabeza de la última costilla, utilizando una máquina

de ultrasonido con una sonda de matriz lineal multifrecuencia (SonoSite S-Series, 5-8 MHz; Bothell, WA, EE.UU.). Los lechones fueron destetados a los 25 días y ubicados en corrales de 4 m<sup>2</sup>, con cinco lechones en cada corral y seis en uno de ellos. La alimentación que se les dio a los lechones fue pienso de destete con 3500 Kcal y un 22% de proteína.

**Análisis de datos.**

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (BCA) con medidas repetidas en el tiempo, los datos recolectados se analizaron con la prueba “Duncan” en el programa “Statistical Analysis System” (SAS versión 9.4<sup>®</sup>) con un nivel de significancia de  $P \leq 0.05$ .

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Datos registrados por INEA (2011) muestra que el tamaño promedio de las camadas en cerdas ibéricas es de 6 a 8 lechones. En el estudio se obtuvo un total de 47 lechones con un promedio de 5.8 lechones/parto/cerda lo cual es bajo. En la investigación se utilizaron 30 lechones de los cuales 19 lechones mostraron un peso normal (63%; 9 hembras y 10 machos) y 11 lechones de bajo peso (37%; 5 hembras y 6 machos).

#### **Peso de los lechones.**

Se encontró diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en el peso de los lechones a partir de los 60 días de edad (Cuadro1). Buxadé y Sánchez (2008) mencionan que lechones con peso de 1 kg al nacimiento se consideraron con baja probabilidad de sobrevivencia al destete o de presentar problemas en el peso estándar de cosecha, el peso óptimo de los neonatos es de 1.30 a 1.52 kg.

Cuadro 1. Pesos (kg) de lechones que presentaron peso adecuado al nacimiento y bajo peso al nacimiento, proveniente de madres con restricción alimenticia a partir del día 35 de gestación.

<b>Edad (Días)</b>	<b>Bajo peso &lt;1.1</b>	<b>Peso normal &gt;1.1</b>	<b>Probabilidad</b>
1	0.93 <sup>a</sup>	1.25 <sup>a</sup>	0.7134
20	2.37 <sup>a</sup>	3.42 <sup>a</sup>	0.2314
40	4.11 <sup>a</sup>	5.48 <sup>a</sup>	0.1169
60	8.88 <sup>a</sup>	11.28 <sup>b</sup>	0.0062
80	11.09 <sup>a</sup>	13.42 <sup>b</sup>	0.0082
100	13.36 <sup>a</sup>	15.58 <sup>b</sup>	0.0116
120	17.86 <sup>a</sup>	19.29 <sup>a</sup>	0.1032
140	23.23 <sup>a</sup>	25.18 <sup>b</sup>	0.0256
160	32.41 <sup>a</sup>	34.5 <sup>b</sup>	0.0172
180	41.68 <sup>a</sup>	44.82 <sup>b</sup>	0.0004

<sup>a, b</sup>: Medias con diferente letra en la misma fila difieren entre sí ( $P \leq 0.05$ ).

Los pesos normales al destete en la raza ibérica van de 6.7 a 9.3 kg (Kitchen y Pérez 2003). Sin embargo, se encontró que con pesos entre 6 y 7 kg se logra superar el estrés post destete en los lechones (Magallón 2011). En el destete se obtuvieron pesos promedio de 4.1 kg en lechones de bajo peso y 5.5 kg en lechones de peso normal, este diferencial de pesos se mantiene a lo largo de los 180 días evaluados. Es importante recalcar que todos los lechones de la investigación provienen de cerdas gestantes con restricción del 50% del alimento. Datos reportados por Beaulieu y colaboradores (2010) indican que la ganancia diaria de peso post destete de la 5ª a 7ª semana es menor en lechones de bajo peso al nacimiento (0.68 kg/día) comparada con lechones de peso normal (0.73 kg/día), esto ocurre ya que lechones sometidos a restricciones alimenticias no tienen la capacidad de recuperarse ni generan un crecimiento compensatorio a lo largo de su vida.

Lechones de bajo peso comparado con lechones de peso normal a los 180 días de edad presentan un diferencial de peso de 3.14 kg y en investigaciones anteriores se menciona que, lechones con bajo peso al nacimiento tienen un retraso de 10 días a cosecha, esto para alcanzar el peso óptimo al sacrificio, mientras que lechones de peso normal no presentaron ningún retraso (Beaulieu et al 2010). Sin embargo se menciona que los días de retraso pueden aumentar hasta 15 días más para que el cerdo alcance 150 kg peso óptimo a cosecha (Mahan *et al.* 2001) demostrando así que el diferencial de peso lo llevan hasta la cosecha.

#### **Circunferencia Abdominal.**

Se encontró diferencia ( $P \leq 0.05$ ) en la circunferencia abdominal en los días de edad 20, 100, 120 y 160 (Cuadro 2), lechones con bajo peso comparado con lechones de peso normal al nacimiento presentaron una menor circunferencia abdominal, esta restricción asimétrica se debe a la insuficiencia placentaria del feto (Barbero Fernández 2015). Lechones con bajo peso tienden a presentar órganos deficientes en el desarrollo, particularmente los intestinos e hígado, ya sea por restricción intrauterina o por una mala alimentación de la cerda gestante.

Estudios anteriores donde se determinaron la diferencia por el género de los lechones que han pasado por una restricción de alimento, los valores de circunferencia abdominal y la longitud fueron mayores en el control que en machos restringidos, a los 28 días de edad los controles seguían siendo más pesados que los machos restringidos con diferencias en la circunferencias abdominales (Gonzalez-Bulnes et al. 2012).

La circunferencia abdominal está muy relacionada al aumento del tejido graso y el hígado, actualmente el perímetro de la circunferencia abdominal es un buen indicador de obesidad intra abdominal, siendo este un mejor predictor de los riesgos asociados a obesidad que el índice de masa corporal (Rubio et al. 2007).

Cuadro 2. Medidas de circunferencia abdominal (cm) en lechones de bajo peso al nacimiento y lechones de peso normal al nacimiento.

Edad (Días)	Bajo peso <1.1	Peso normal >1.1	Probabilidad
1	17.73 <sup>a</sup>	19.52 <sup>a</sup>	0.2232
20	26.04 <sup>a</sup>	29.62 <sup>b</sup>	0.0151
40	32.24 <sup>a</sup>	34.83 <sup>a</sup>	0.0783
60	45.40 <sup>a</sup>	46.72 <sup>a</sup>	0.3680
80	48.94 <sup>a</sup>	51.41 <sup>a</sup>	0.0925
100	53.47 <sup>a</sup>	57.37 <sup>b</sup>	0.0083
120	60.86 <sup>a</sup>	64.00 <sup>b</sup>	0.0332
140	71.05 <sup>a</sup>	72.92 <sup>a</sup>	0.2016
160	75.95 <sup>a</sup>	79.84 <sup>b</sup>	0.0085
180	84.09 <sup>a</sup>	85.21 <sup>a</sup>	0.4454

<sup>a, b</sup>: Medias con diferente letra en la misma fila difieren entre sí ( $P \leq 0.05$ ).

### Circunferencia Torácica.

Hubo diferencia ( $P \leq 0.05$ ) hasta los 100 días de edad, indicando así que lechones con bajo peso presentaron una menor circunferencia comparado con los que obtuvieron un peso normal al nacimiento (Cuadro 3).

Cuadro 3. Medidas de circunferencia torácica (cm) en lechones de bajo peso al nacimiento y lechones de peso normal al nacimiento.

Edad (Días)	Bajo peso <1.1	Peso normal >1.1	Probabilidad
1	21.10 <sup>a</sup>	23.86 <sup>b</sup>	0.0063
20	29.98 <sup>a</sup>	33.62 <sup>b</sup>	0.0003
40	36.13 <sup>a</sup>	38.79 <sup>b</sup>	0.0082
60	45.61 <sup>a</sup>	48.31 <sup>b</sup>	0.0076
80	49.91 <sup>a</sup>	51.94 <sup>b</sup>	0.0434
100	52.30 <sup>a</sup>	55.78 <sup>b</sup>	0.0006
120	59.32 <sup>a</sup>	61.26 <sup>a</sup>	0.0532
140	67.09 <sup>a</sup>	67.89 <sup>a</sup>	0.4229
160	75.45 <sup>a</sup>	76.37 <sup>a</sup>	0.3623
180	83.32 <sup>a</sup>	83.63 <sup>a</sup>	0.7546

<sup>a, b</sup>: Medias con diferente letra en la misma fila difieren entre sí ( $P \leq 0.05$ ).

La circunferencia torácica no presentó diferencias a partir del día 100 hasta el día 180, esto se debe a que lechones que provienen de una mala nutrición en la etapa de gestación, tienden a acumular mayor cantidad de grasa corporal en su vida post natal.

Actualmente la circunferencia torácica es utilizada en zonas rurales como un indicador de peso del animal, Bohórquez Amaya (2014) mencionó que inyectando una solución

vitamínica de 1 mL por cada 20 kg de peso vivo en la etapa de cebo, obtuvo como resultado que el cerdo control pesó 96.07 kg y el tratamiento 103.25 kg comparado con la medición torácica que arrojó la misma diferencia en cerdos sin tratamiento los cuales midieron 103.8 cm y cerdos con tratamiento obtuvieron una circunferencia torácica mayor de 108.4 cm. Logrando determinar que la circunferencia torácica si es un buen indicador de peso del animal. En esta investigación no se logró encontrar diferencias entre lechones de bajo peso y lechones de peso normal al nacimiento, ya que los lechones de bajo peso tienden a tener tan solo una mayor acumulación de grasa haciendo así que el peso sea diferente pero la circunferencia torácica igual.

### **Grasa subcutánea dorsal.**

No hubo diferencias ( $P > 0.05$ ), en la grasa subcutánea dorsal desde los 40 hasta los 160 días de edad (Cuadro 4). Los individuos programados por la malnutrición prenatal incrementan notablemente la corpulencia y el exceso de acumulación de grasa corporal en comparación con lechones nacidos de cerdas gestantes que obtuvieron una dieta adecuada (Gonzalez-Bulnes et al. 2016), situación que no se observó en este estudio.

Cuadro 4. Grasa subcutánea dorsal en el punto P2 ubicado a la altura de la cabeza de la última costilla, se midió con ultrasonido en lechones de bajo peso al nacimiento y lechones de peso normal.

<b>Edad (Días)</b>	<b>Bajo peso &lt;1.1</b>	<b>Peso normal &gt;1.1</b>	<b>Probabilidad n.s.</b>
40	0.32	0.36	0.27
60	0.42	0.44	0.63
80	—	—	—
100	0.58	0.59	0.82
120	0.70	0.69	0.61
140	0.92	0.89	0.38
160	1.11	1.10	0.96

n.s.: Diferencias no significativas entre pesos ( $P > 0.05$ ).

El cerdo ibérico tiene un perfil lipogénico y una limitada capacidad de crecimiento, contiene niveles considerables de leptina, lo que podría estar relacionada con su nivel de engrasamiento, esta hormona reduce la ingesta, el cerdo ibérico presenta mayor voracidad que el cerdo blanco y un alto nivel de engrasamiento a nivel subcutáneo como entre las fibras musculares (Barbero Fernández 2015).

Estudios realizados con anterioridad presentan resultados similares donde al nacimiento hay diferencia mínima en el espesor de grasa subcutánea entre lechones de bajo peso y peso normal al nacimiento, al igual que en la etapa juvenil y adulta los lechones con bajo peso al nacimiento, en este caso menores a 1.2 g, tienen un 8.77% de grasa subcutánea comparada con la de peso medio 8.59% de grasa subcutánea dorsal (Rehfeldt et al. 2010).

Durante la gestación lechones con carencia de alimento y restricción intrauterina en su etapa postnatal aunque la alimentación cumpla con todos los requerimientos nutricionales, el lechón va a desarrollar un musculo deficiente y tiende a acumular más grasa (Vázquez-Gómez 2016).

### **Diámetro del Lomo.**

No hubo diferencias en ésta variable ( $P > 0.05$ ), a medida que el lechón crece el diámetro del lomo está intrínsecamente relacionado con el peso del animal (Cuadro 5). Se utiliza esta medida como un indicador de la producción de músculo, cuando se incrementa, el rendimiento de la canal también sube. La medida del diámetro del lomo tiene relación con el peso de la canal y la grasa dorsal (Ayuso Carrizosa 2016).

Cuadro 5. Diámetro del lomo en el punto P2 ubicado en la cabeza de la última costilla, se midió con ultrasonido en lechones de bajo peso al nacimiento y lechones de peso normal al nacimiento.

<b>Edad (Días)</b>	<b>Bajo peso &lt;1.1</b>	<b>Peso normal &gt;1.1</b>	<b>Probabilidad</b>
40	0.87 <sup>a</sup>	0.97 <sup>b</sup>	0.0255
60	1.19 <sup>a</sup>	1.16 <sup>a</sup>	0.5859
80	—	—	—
100	1.30 <sup>a</sup>	1.39 <sup>a</sup>	0.0573
120	1.43 <sup>a</sup>	1.49 <sup>a</sup>	0.2334
140	1.57 <sup>a</sup>	1.62 <sup>a</sup>	0.3010

<sup>a, b</sup>: Medias con diferente letra en la misma fila difieren entre sí ( $P \leq 0.05$ ).

La formación y desarrollo del musculo en el cerdo es un proceso en el que influyen factores prenatales como postnatales. Si la cerda durante la gestación tiene la alimentación restringida y capacidad uterina deficiente, los lechones se verán afectados directamente en el crecimiento muscular, específicamente en el tipo y número de fibras musculares secundarias, por lo que tendrán un menor potencial de crecimiento muscular postnatal (Vázquez-Gómez 2016). Las fibras musculares primarias no muestran variación entre lechones con bajo peso al nacimiento y lechones de peso normal ya que están determinadas por el potencial genético dentro de la camada mientras que, las fibras musculares secundarias están afectadas por los factores genéticos y ambientales tales como el suministro de nutrientes (Nissen et al. 2004).

## 4. CONCLUSIONES

- La restricción alimenticia en cerdas gestantes ibéricas a partir del día 35 de gestación provocó la aparición de un 37% de lechones con bajo peso al nacimiento.
- Lechones que nacen con bajo peso tienen menor peso, circunferencia abdominal y no afecta la circunferencia torácica a los 160 días de edad.
- Lechones de bajo peso al nacimiento en el día 40 de edad presentaron diferencias en el diámetro del lomo comparado con lechones de peso normal al nacimiento, mientras que la grasa subcutánea dorsal fue similar a lo largo de toda la investigación.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Suministrar una dieta adecuada tanto en cantidad como en calidad en la etapa de gestación para así garantizar obtener camadas homogéneas y lograr un mayor número de lechones con peso normal al nacimiento.
- Medir la condición corporal de la cerda gestante ya que si la cerda esta desnutrida se encontrará una mayor incidencia de lechones de bajo peso al nacimiento.

## 6. LITERATURA CITADA

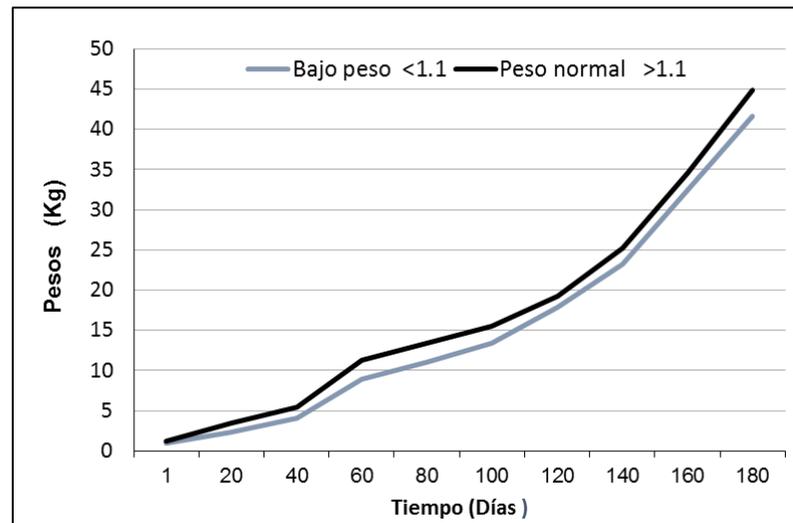
- Ayuso Carrizosa D. 2016. Evaluación del ultrasonido en tiempo real para predecir la composición grasa y muscular de la canal del cerdo ibérico y la influencia de la alimentación en las características del tejido graso [Tesis Doctoral]. Córdoba: Universidad de Córdoba 267 p.
- Barbero Fernández A. 2015. Estudio mediante técnicas no invasivas del efecto de la programación fetal sobre el crecimiento postnatal en el cerdo ibérico [Tesis Doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid Facultad de Veterinaria. 220 p. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/33723/1/T36572.pdf>.
- Beaulieu AD, Aalhus JL, Williams NH, Patience JF. 2010. Impact of piglet birth weight, birth order, and litter size on subsequent growth performance, carcass quality, muscle composition, and eating quality of pork. *J Anim Sci.* 88(8):2767–2778. eng. doi:10.2527/jas.2009-2222.
- Bohórquez Amaya N. 2014 Feb. Determinación de la eficacia en el mejoramiento productivo a partir del uso de un producto inyectable a base de vitaminas, aminoácidos, electrolitos, minerales y ácidos grasos en cerdos de levante y ceba, en Sylvania – Cundinamarca. Bogotá: Universidad de la Salle Facultad de Ciencias agropecuarias;. Consultado 2017 Jul 23.
- Buxadé CI y Sánchez SR. 2008. El lechón en el período nacimiento-lactación. El verraco: claves de su alimentación productiva. 51–80.
- Garibay Nieto N y Miranda Lora AL. 2008. Impacto de la programación fetal y la nutrición durante el primer año de vida en el desarrollo de obesidad y sus complicaciones. *Boletín médico del Hospital Infantil de México*; Consultado 2017 Jun 28. 65(6).
- Gonzalez-Bulnes A, Ovilo C, Lopez-Bote CJ, Astiz S, Ayuso M, Perez-Solana ML, Sanchez-Sanchez R, Torres-Rovira L. 2012. Gender-specific early postnatal catch-up growth after intrauterine growth retardation by food restriction in swine with obesity/leptin resistance. *Reproduction.* 144(2):269–278.
- Gonzalez-Bulnes A, Astiz S, Ovilo C, Lopez-Bote CJ, Torres-Rovira L, Barbero A, Ayuso M, Garcia-Contreras C, Vazquez-Gomez M. 2016. Developmental Origins of Health and Disease in swine: Implications for animal production and biomedical research. *Theriogenology.* 86(1):110–119. eng. doi:10.1016/j.theriogenology.2016.03.024.

- INEA. 2011. Cerdo Ibérico: Razas porcinas. CIAP: Centro de Información de Actividades Porcinas;(en línea). Consultado 2017 Jul 22. Disponible en: <http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Archivos/Cerdo%20Iberico.pdf>.
- Karunaratne JF, Ashton CJ, Stickland NC. 2005. Fetal programming of fat and collagen in porcine skeletal muscles. *J Anat.* 207(6):763–768.
- Kitchen D y Pérez J. 2003. El destete como proceso y su influencia en la rentabilidad de la explotación porcina. *Anaporc* ; (en línea). Consultado 2017 Jul 22. Disponible en : <http://www.revista-anaporc.com/contenidos/dessep3.htm>.236(164-171)
- Magallón E. 2011. Castración, edad de destete y alimentación líquida. *Veterinaria, Albéitar Portal*; (en línea). Consultado 2017 Jul 22. Disponible en : <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/3727/articulos-porcino-archivo/castracion-edad-de-destete-y-alimentacion-liquida.html>.
- Mahan DC. 2001. La nutrición de cerdos destetados y programas prácticos de alimentación para las diferentes edades de destete. *Ohio State University*; (en línea). Consultado 2017 Jul 18. Disponible en: <http://www.porcicultura.com/articulos/nutricion/manejalim.htm>
- Marquer P, Rabade T, Forti R. 2015. Meat production statistics. *Eurostat Statistics Explained*; (en línea). Consultado 2017 Jul 23. Disponible en: [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Meat\\_production\\_statistics](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Meat_production_statistics).
- Nissen PM, Jorgensen PF, Oksbjerg N. 2004. Within-litter variation in muscle fiber characteristics, pig performance, and meat quality traits. *J Anim Sci.* 82(2):414–421. Disponible en : <https://dl.sciencesocieties.org/publications/jas/pdfs/82/2/0820414>. doi:10.2527/2004.822414x.
- Rehfeldt C, Hartung M y Kuhn G. 2010. El peso al nacimiento de los cerdos influye en la calidad de la canal y la carne. *Albéitar [Unidad de Investigación en Biología, Músculo y Crecimiento, Instituto de Investigación para la Biología de los Animales de Producción]*. 1–6.
- Rubio MA, Salas-Salvadó J, Barbany M, Moreno B, Aranceta J, Bellido B, V. Blay, R. Carraro, X. Formiguera, M. Foz, P. de Pablos, P.P. García-Luna, J.L. Griera, M. López de la Torre, J. Alfredo Martínez, X. Remesar, J. Tebar, J. Vidal. 2007. Consenso seedo 2007 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Revista Española de Obesidad*; Consultado 2017 Jul 21. 184–196.
- Torres-Rovira L, Vázquez-Gomez M, García-Contreras C y Gonzalez-Bulnes A. 2016. Factores limitantes y posibles vías de mejora de la prolificidad y el peso al nacimiento de los lechones en cerdas. *AVANCES.* 13(126):26–33.

Vázquez-Gómez, García-Contreras, Torres-Rovira, Gónzales-Bulnes, Isabel-Redondo. 2016. Factores prenatales y postnatales que influyen en el tipo de fibra muscular y la calidad de carne en el cerdo Ibérico. (36).

## 7. ANEXOS

**Anexo 1.** Crecimiento compensatorio entre lechones de bajo peso y peso normal al nacimiento proveniente de madres con restricción alimenticia.



**Anexo 2.** Efecto del peso al destete en el consumo medio diario (CMD) y ganancia media diaria (GMD) posterior al destete.

	Pequeños	Medianos	Grandes
Peso al destete (kg)	6,7	7,9	9,3
Días 0-13 CMD (gr)	168	175	190
GMD (g)	122	117	121
Días 0-34 CMD (gr)	452	486	535
GMD (g)	298	320	345

Fuente: (Kitchen D y Pérez J. 2003)

**Anexo 3.** Composición corporal de los lechones ibéricos recién nacidos de los grupos bajo peso, peso medio y grandes.

	<b>Peso Bajo &lt; 1.20 kg</b>	<b>Peso medio</b>	<b>Grandes &gt; 1.62 kg</b>
Peso al nacimiento (kg)	0.94	1.39	1.8
Órganos internos (%)	14.8	14	13.4
Tejido muscular (%)	42.5	44.6	45.2
Grasa Subcutánea (%)	8.77	35.6	8.84
Huesos (%)	37.4	35.6	35.5
Piel (%)	10.8	10.4	10
Agua (%)	80.4	79.7	79.2
Proteína (%)	14.6	15.2	15.8
Grasa (%)	0.98	1.12	1.14

Nota: Los lechones pequeños (<800gr) no se excluyeron

Fuente: (Charlotte Rehfeldt *et al.* 2010)