



# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD Y PRODUCCION ANIMAL**

**“ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DEL PESO INDIVIDUAL AL NACIMIENTO, Y SU RELACIÓN CON EL DESEMPEÑO EN LACTANCIA Y CRECIMIENTO EN ETAPA DE ENGORDA, EN CERDOS”**

**TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRO  
EN CIENCIAS**

**PRESENTA:**

**JUAN URIEL RENDON DEL ÁGUILA**

**TUTOR: M. C. ROBERTO G. MARTÍNEZ GAMBA**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, UNAM**

**COMITÉ TUTORAL: Ph. D. MARÍA DE LOURDES ALONSO SPILSBURY**

**PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA SALUD Y**

**PRODUCCIÓN ANIMAL**

**M.P.C. MARCO ANTONIO HERRADORA LOZANO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, UNAM**

**MÉXICO, D.F. ABRIL 2015**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

A mi familia....

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer a todas las personas con las que he compartido tanto en este proyecto como en mi formación, y que han hecho que al día de hoy, sea lo que soy; espero estén satisfechos con ello.

# CONTENIDO

	<b>Página</b>
RESUMEN .....	1
SUMMARY .....	2
1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. MARCO TEÓRICO .....	5
3. JUSTIFICACIÓN .....	8
4. HIPÓTESIS .....	9
5. OBJETIVOS .....	9
5.1 Objetivo general .....	9
5.2 Objetivos particulares .....	9
6. MATERIALES Y METODOS .....	10
6.1 Unidad experimental .....	10
6.2 Animales experimentales .....	11
6.3 Variables a evaluar .....	11
6.4 Procedimiento experimental .....	11
6.4.1 Evaluación de la variabilidad del peso individual de lechones al nacimiento en relación a su tamaño de camada (NT), y su categorización .....	12
6.4.2 Evaluación del tiempo de latencia/letargo en hace el aseguramiento de algún pezón según su categoría de peso .....	14
6.4.3 Evaluación del posicionamiento del lechón en la teta de la cerda	

de acuerdo a su categoría de peso .....	15
6.4.4 Mortalidad en el periodo de lactancia de los lechones de acuerdo a su categoría de peso .....	16
6.4.5 Ganancia media diaria en el periodo de lactancia de los lechones de acuerdo a su categoría de peso.....	16
6.4.6 Realización de una curva de crecimiento de los animales de acuerdo a su categoría de peso .....	27
6.4.7 Estimación de rendimiento de tejido magro de los animales de acuerdo a su categoría de peso, con mediciones en vivo de grasa dorsal y profundidad de lomo .....	18
7. RESULTADOS .....	19
7.1 Evaluación de la variabilidad del peso individual de lechones al nacimiento .....	19
7.2 Evaluación del tiempo de latencia/letargo en hacer el aseguramiento de algún pezón según su categoría de peso .....	26
7.3 Evaluación del posicionamiento del lechón en la ubre de la cerda de acuerdo a su categoría de peso .....	28
7.4 Mortalidad en el periodo de lactancia de los lechones de acuerdo a su categoría de peso .....	30
7.5 Ganancia media diaria (GMD) en el periodo de lactancia de los lechones de acuerdo a su categoría de peso .....	32
7.6 Curva de crecimiento de los animales de acuerdo a su categoría de peso .....	39
7.7 Estimación del rendimiento de tejido magro de los animales de acuerdo a su categoría de peso, con mediciones en vivo de grasa dorsal y profundidad de lomo .....	44
8 DISCUSIÓN .....	47
8.1 Evaluación de la variabilidad del peso individual de lechones al nacimiento .....	47

8.2	Evaluación del tiempo de latencia en hacer el aseguramiento de alguna teta según su categoría de peso .....	50
8.3	Evaluación del posicionamiento del lechón en la ubre de la cerda de acuerdo a su categoría de peso .....	54
8.4	Ganancia media diaria en el periodo de lactancia de los lechones de acuerdo a su categoría de peso .....	55
8.5	Mortalidad en el periodo de lactancia de los lechones de acuerdo a su categoría de peso .....	56
8.6	Curva de crecimiento de los animales de acuerdo a su categoría de peso .....	57
8.7	Estimación del rendimiento de tejido magro de los animales de acuerdo a su categoría de peso, con mediciones en vivo de grasa dorsal y de profundidad de lomo .....	58
9	CONCLUSIONES .....	61
10	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	63
11	ANEXOS .....	68

## CUADROS Y FIGURAS

### CUADROS

1.	Número de camadas y de lechones pesados al nacimiento según el número de parto y repetición .....	19
2.	Límites superior e inferior de las categorías de peso individual al nacimiento .....	20
3.	Número de lechones, peso promedio y desviación estándar según la categoría de peso al nacer .....	20
4.	Prolificidad promedio (X) y desviación estándar (DE) de LNT según número de repetición y número de parto .....	22
5.	Número de camadas, número de lechones, peso promedio (kg), valores máximos y mínimos, y desviación estándar según su nivel de prolificidad (LNT) .....	24
6.	Número de registros de momento de aseguramiento y número de pezón, según el número de repetición y número de parto .....	26
7.	Tiempo promedio de aseguramiento de pezón, según categoría de peso .....	27
8.	Tiempo promedio de aseguramiento de pezón, según la categoría de peso y número de parto .....	28
9.	Número de registros (n) de fidelidad de la teta, según el número de parto y categoría de peso .....	29
10.	Número de registros (n) de fidelidad de la teta, según categoría de peso al nacimiento y posición del pezón de la ubre .....	30
11.	Número de lechones con dato de baja, según el número de repetición y número de parto .....	30
12.	Cuadro de motivo de baja, edad promedio y GMD que tuvieron los animales con registro de baja por número de parto .....	31
13.	Número de lechones con registro de baja según categoría de peso al nacimiento y número de parto .....	31



14.	Peso promedio al destete (kg), según categoría de peso al nacimiento y número de parto .....	32
15.	Ganancia media diaria (GMD) durante la lactancia, según el número de parto y categoría de peso al nacimiento .....	33
16.	Ganancia media diaria (GMD) durante la lactancia, según sexo y categoría de peso al nacimiento .....	33
17.	Ganancia media diaria (GMD) según el tamaño de la camada al nacimiento (LNT) .....	34
18.	Ganancia media diaria de peso (GMD) en kg, según la categoría de peso y el posicionamiento de la ubre .....	37
19.	Peso promedio individual al destete (kg), según la categoría de peso y posicionamiento de la ubre .....	37
20.	Ganancia media diaria promedio (GMD) y peso al destete, según la categoría de prolificidad al nacimiento (LNT) .....	38
21.	Registro de pesos al nacimiento, al destete y a los 70 días de edad .....	40
22.	Registro de pesos a los 85, 100, 115, 130, 145 y 160 días .....	41
23.	Ganancia media diaria (GMD) según el intervalo de edad en mediciones de peso en sitio 3 .....	43
24.	Registro de datos y datos promedio de grasa dorsal (GD), según la repetición y categoría de peso al nacimiento .....	44
25.	Registro de promedios de profundidad de lomo (PL), según repetición y categoría de peso al nacimiento .....	44
26.	Estimación de rendimiento magro según la categoría de peso al nacimiento .....	45
27.	Peso promedio individual al nacimiento (kg) según el tamaño de la camada (LNV) o prolificidad (LNT), en tres diferentes pruebas, de acuerdo con el análisis de regresión de los datos obtenidos .....	49

## FIGURAS

1.	Histograma del peso individual al nacimiento y categoría asignada.....	21
2a.	Número de camadas según prolificidad (LNT) .....	23
2b.	Número de camadas según número de lechones nacidos vivos (LNV) .....	23
3.	Composición porcentual de lechones según la categoría de peso en cada clase de LNT .....	25
4.	Peso promedio individual del lechón al nacimiento, según la prolificidad de la camada .....	25
5.	Composición porcentual de lechones según la categoría de peso y de prolificidad .....	26
6.	Tiempo promedio demorado en el aseguramiento del pezón, según categoría de peso .....	27
7.	Ganancia media diaria (GMD) promedio de los lechones en lactancia, según el tamaño de la camada al nacimiento (LNT) .....	35
8.	Ganancia media diaria al destete (GMD) según la categoría de prolificidad al nacimiento (LNT) .....	38
9.	Histograma de pesos individuales al destete, según categoría de peso individual la nacimiento .....	41
10.	Curva de crecimiento de los 70 a los 160 días .....	41
11.	Curva de crecimiento según el sexo de los animales, sin importar su categoría de peso al nacimiento .....	42
12.	Ganancia media diaria según el intervalo de edad .....	43
13.	Histograma de pesos a 160 días de edad, según la categoría de peso al nacimiento .....	46

## RESUMEN

El objetivo de este estudio, fue determinar el peso a partir del cual se puede llamar a un lechón de bajo peso, su prevalencia y el desempeño de los animales en una granja de alta prolificidad. Era predecible que los animales de bajo peso, tendrían desventajas competitivas con respecto a sus compañeros de camada desde el nacimiento hasta su finalización (en retrospectiva, podemos suponer que dichas desventajas empiezan desde antes del nacimiento), y que desembocarían siendo desventajas productivas desde la ubicación en las tetas en la búsqueda por un pezón, hasta la ganancia media diaria de vida y magrez al momento de su finalización. Las cerdas de alta prolificidad tuvieron una mayor proporción de lechones de bajo peso (26% en camadas de alta prolificidad vs. 4% en camadas de baja prolificidad, y 16% en toda la prueba); los lechones de bajo peso demoraron más en succionar los pezones (50:37 min. en Bajo Peso vs. 32:44 y 24:34 en Medio Peso y Alto Peso, respectivamente). Tuviron un mayor porcentaje en la mortalidad de la prueba (67% de los registros de mortalidad vs. 37% y 0% en los de Medio y Alto Peso), se posicionaron en mayor proporción en los pezones posteriores de la cerda, tuvieron menor ganancia de peso en lactancia (181 g/día vs. 211 y 240 g/día en categorías de Peso Medio y Alto, respectivamente) y menor peso a 160 días de edad (86.6 kg vs. 95.7 y 101.1 kg en Peso Medio y Peso Alto). En conclusión, en camadas de alta prolificidad, el porcentaje de lechones de Bajo Peso es mayor y son los lechones que tienen desempeño productivo más bajo. Sin embargo, en cuanto a peso individual, en las categorías de Peso Bajo y Medio, hubo animales que presentaron crecimiento compensatorio y alcanzaron a sus compañeros de categorías superiores. Así mismo, en las categorías de Alto Peso y Medio Peso, hubo animales lentos en su desarrollo de crecimiento, que tuvieron pesos individuales similares a los de sus compañeros de categorías inferiores de peso. Lo que indica que el peso al nacimiento no es la única determinante del desempeño productivo, sino que los eventos de cada etapa, tanto en la cerda como en el lechón influyen en su desempeño global.

**Palabras clave: Bajo Peso, alta prolificidad, desempeño productivo**

## Summary

The purpose of this study was determine in which weight we can call a piglet as a low weight, their prevalence and the performance of this kind of animals in farms of high prolificacy. It was predictable that low weight animals, have competitive disadvantages compared to their partners of birth since the beginning to finishing (in retrospect, we can assume that these disadvantages begin before birth), and that would lead to being productive disadvantages from location on tits in the search for a nipple, until the average daily gain of life and leanness at the time of finishing. High prolificacy sows had a higher proportion of low birth weight piglets (26% in litters high prolificacy vs. 4% in litters of low prolificacy, and 16% throughout the test); low weight piglets took longer time to suck the nipples (50:37 min. in low weights 24:34 vs. 32:44 in middle weight and high weight, respectively). They had a higher percentage of mortality in the test (67% of the mortality records vs. 37% and 0% for medium and high weight, of the mortality records in the test), were positioned in greater proportion in the rear teats of the sow; had lower daily gain in lactation (181 g / day vs. 211 and 240 g / day in categories middle and high weight, respectively) and lower weight at 160 days of age (86.6 vs. 95.7 kg and 101.1 kg in middle and high weight). In conclusion, into high prolificacy litters, the percentage of low weight piglets is higher and have lower production performance. However, as individual weight, weight categories Low and Middle, there were animals that showed compensatory growth and overtook fellow senior levels. Likewise, in the categories of High and Middle Weight, there were a few piglets with sluggish developmental growth, which had similar weight to the partners of the lower categories. Indicating that birth weight is not the only determinant factor of productive performance, but the events of each stage, in the sow and in piglet influence its overall performance..

**Key words: Low weight, high prolificacy, performance**

# **ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DEL PESO INDIVIDUAL AL NACIMIENTO, Y SU RELACIÓN CON EL DESEMPEÑO EN LACTANCIA Y CRECIMIENTO EN ETAPA DE ENGORDA, EN CERDOS**

## **1. Introducción**

La carne de cerdo es la más consumida del total de la carne producida en el mundo. Según la Organización de la Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas (FAO, 2013) en 2010 se produjeron aproximadamente 100 millones de toneladas de carne de cerdo, alrededor de 10 millones más que de carne de ave a nivel mundial; según sus proyecciones, para el año 2050 se requerirá incrementar la producción actual en un 100%, dadas las demandas que tendrá la población mundial por el consumo de esta carne (FAO, 2013). Entre los cambios que tendrá este sector en el ámbito mundial es que por un lado, se deberá de duplicar la producción, pero las previsiones indican que los inventarios globales de cerdas se reducirán; por lo que los desafíos a los que se enfrentará la alimentación global serán los de tener la capacidad de suministrar un flujo constante de alimentos con menores recursos disponibles, es decir, que se estima que en una proporción del 70% de este incremento, deberá venir por el mejoramiento en la eficiencia y de la tecnología empleada, por lo que la respuesta previsible a este desafío será la de aumentar los rendimientos tanto en la producción agrícola como animal (FAO, 2013).

Actualmente en el sector porcino de países de gran tradición en la producción como lo son Holanda, Dinamarca y Francia, se reportan productividades medias de 2,400 kg de carne anual por cerda (Pig International, 2013); para el caso de Latinoamérica, la empresa de genética comercial Pig Improvement Company (PIC, 2012) señala productividades promedio dentro de sus clientes de 26.4 lechones destetados anuales por cerda y de 2,822 kg anuales de cerdo en pie por reproductora. Para el caso de México, los datos promedio según este mismo estudio señalan 24.1 lechones destetados anuales por cerda y 2,783 kg anuales de cerdo en pie por reproductora. Sin embargo, se citan

parámetros para el 10% más productivo del sector, de 26.7 lechones anuales destetados por cerda al año y de 123 kg promedio en pie por cada cerdo enviado a rastro, por lo que se pueden estimar productividades de alrededor de 3,150 kg anuales de cerdo en pie, lo que indica niveles productivos elevados. Aun así, la pregunta es: ¿hasta dónde es el límite productivo que se puede obtener en las granjas?, a manera de reflexión sobre los avances realizados en la última década y las nuevas herramientas de selección genómica, por lo que se concluye que es difícil de predecirlo.

Dada la importancia de la porcicultura dentro del sector ganadero, es de sumo interés su evolución y relación con los desarrollos tecnológicos en alimentación, sanidad, reproducción y mejoramiento genético, que han favorecido cambios continuos de los índices de productividad y una mejor calidad de los productos. La tendencia actual en la porcicultura es la disminución del número de granjas y el aumento de su tamaño en cuanto a población; esta tendencia es acompañada de una mejora genética de los parámetros productivos y reproductivos, para así reducir los costos de producción, tener mayores ganancias y con ello hacer de la empresa porcina un negocio financieramente viable, en un sector cada vez más retador a nivel de regulación medio ambiental, expuesto a problemas sanitarios más drásticos y con márgenes de rentabilidad menores (Pig International, 2014).

## 2. Marco Teórico

Las poblaciones de cerdos han sido seleccionadas por décadas para mejorar su crecimiento magro, calidad de carne, y más recientemente, prolificidad (Quesnel *et al.*, 2007), eficiencia láctea (Bergsma *et al.*, 2008) y longevidad (Noblet *et al.*, 1997) en las hembras en líneas maternas. Esto ha tenido como resultado grandes mejoras en la tasa de crecimiento, conversión alimenticia, magrez de canal y tamaño de camada al nacimiento (Canario *et al.*, 2007). Este trabajo constante, aunado con la evolución del manejo en granja ha generado operaciones más grandes y sistemas más intensivos, lo que ha hecho que por un lado se tengan cerdos de una gran productividad en las etapas de engorda y por el otro, cerdas reproductoras que son exigidas a producir un gran número de lechones; sin embargo, ya en 1993 Herpin *et al.* mencionaban que esta mejora genética traía consigo cambios en la composición corporal y el estado fisiológico del lechón recién nacido, que lo hacía más susceptible a la hipotermia y a la inanición, además del descenso de peso al nacimiento que tiene una gran relación con la ganancia media diaria en su vida productiva (Dwyer *et al.*, 1993); aspectos que sugieren que la selección genética alteraba el uso de nutrientes y el crecimiento, que podrían estar asociados con diferencias significativas en la composición y el estado fisiológico al nacimiento y un retardo en la maduración del lechón (Canario *et al.*, 2005). Además, se ha considerado que la selección genética dirigida a mejorar el crecimiento del tejido magro puede afectar su madurez al nacimiento (Canario *et al.*, 2007), así como algunos factores bioquímicos y metabólicos asociados con la vitalidad (Canario *et al.*, 2007) y la habilidad del recién nacido a su adaptación fisiológica después del nacimiento (Herpin *et al.*, 1993, Paredes *et al.*, 2013). Aunque no hay evidencia de que en las líneas maternas esta selección afecte su capacidad láctea (Bergsma *et al.*, 2009).

Otro estudio finalizado en el 2002 sobre los datos de 2,405 piaras analizadas del sistema nacional francés, en el que se analizó el impacto de la prolificidad en los resultados productivos, reportó un tamaño de camada promedio de  $13.2 \pm 0.8$  lechones nacidos totales, con un 13% de las piaras con índices de

más de 14.0 lechones nacidos totales por camada, y se encontró que el incremento de la prolificidad tenía un impacto negativo en un mayor incremento de los lechones nacidos muertos y en una menor sobrevivencia de los lechones nacidos vivos (Boulot, 2002), aspectos de gran influencia económica (Freking *et al.*, 2007, Smith *et al.*, 2007) y de bienestar animal en la cadena productiva (Baxter *et al.*, 2011, Alonso-Spilsbury *et al.*, 2007).

Así mismo, Damgaard *et al.* (2003), mencionan que si bien la selección hacia el incremento del tamaño de camada ha sido exitosa en años recientes, la productividad de las cerdas medida en lechones producidos por cerda y año es muy dependiente del nacimiento de lechones que puedan sobrevivir y que tengan una buena vitalidad al destete, e indican que un mayor tamaño de la camada resulta desfavorable para la sobrevivencia y la vitalidad del lechón (Douglas *et al.*, 2013), entendiendo por vitalidad la facultad que tiene el lechón por mantenerse vivo desde el nacimiento, la lactancia y hasta el destete (Beek, 2008); por lo que la selección genética dirigida a incrementar el tamaño de la camada tiene un impacto negativo en la mortalidad pre-destete (Heim *et al.*, 2012), el peso al nacimiento (Quiniou *et al.*, 2001, Oksbjerg *et al.*, 2013) y la uniformidad en la camada (Quesnel *et al.*, 2008), aspecto de suma importancia en la calidad del lechón y su sobrevivencia (Hypor, 2012, Panzardi *et al.*, 2013).

La productividad de las cerdas está influenciada por una variedad de factores, dos de los cuales son la variación intra-camada de peso al nacimiento (Quesnel *et al.*, 2008, Wolf *et al.*, 2008, Dwyer and Stickland, 2010) y el cambio en la variación intra-camada en el peso de los lechones durante la lactancia (Milligan *et al.*, 2001, Damgaard *et al.*, 2003). Actualmente, es claro que el incremento en el tamaño de la camada, induce un descenso en la media de peso al nacimiento y un incremento concomitante en la proporción de lechones de bajo peso al nacimiento (Quiniou *et al.*, 2002).

Este tipo de resultados indican la necesidad de hacer una reevaluación sobre la selección genética o su afinación para reducir estos efectos adversos, ya que en general, el desarrollo de las líneas hiperprolíficas de cerdas está asociado con un incremento en la mortalidad postnatal. Análisis en piaras francesas indican



que el número de lechones nacidos totales se ha incrementado de 11.9 en 1996, a 13.8 en 2006, y de manera simultánea, la mortalidad total se ha incrementado de menos de 19% a índices superiores a 21%, siendo la mayoría de estas pérdidas durante la lactancia (Boulot *et al.*, 2010).

Por todo lo anterior, es claro que la sobrevivencia del lechón, definida como la sobrevivencia desde el peri-parto hasta el destete, toma gran importancia en la selección de las líneas de cerdas hiperprolíficas (Rootwelt *et al.*, 2012). En un estudio finalizado en 2001 se encontraron correlaciones genéticas relevantes de la sobrevivencia del lechón con respecto al tamaño de camada, la variación intracamada de peso al nacimiento, el consumo de alimento y mediciones con ultrasonido de grasa dorsal durante la etapa de finalización, por lo que desde ese año, se sugería la inclusión de la sobrevivencia del lechón en los programas de selección genética (Knol, 2001). El peso al nacer (Wientjes *et al.*, 2012) y su dispersión, son aspectos que cada vez toman mayor relevancia (Pardo *et al.*, 2013) dada la importancia que tiene dicho peso al nacimiento en la producción porcina (Rehfeldt and Kuhn, 2006), la posibilidad de que las limitaciones primarias, tales como factores maternos, pueden influir en el crecimiento postnatal o en las características de los tejidos a pesos de sacrificio, es un reto muy interesante para la eficiencia y la calidad de la producción porcina (Gondret *et al.*, 2005); en el entendido que las estrategias de introducir cerdas hiperprolíficas como un medio de incrementar el número de cerdos nacidos, requiere de una evaluación crítica en el contexto de la eficiencia de toda la cadena de producción porcina (Foxcroft *et al.*, 2006).

### 3. Justificación

Es de suma importancia tener un conocimiento claro sobre la proporción de lechones de bajo peso que se está teniendo actualmente en las granjas porcinas, comprender las características de su comportamiento para poder minimizar sus efectos, y buscar estrategias económicamente viables para lograr que estos animales sean funcionales desde un punto de vista productivo y financiero. Estudios indican que la variación de peso intra-camada en camadas numerosas con respecto a lechones nacidos, es una determinante de la mortalidad pre-destete (Wientjes *et al.*, 2012), y con respecto a los lechones de menor peso, la ganancia media de peso pre-destete puede ser diferencialmente menor ya que está muy relacionada a las diferencias de peso con respecto al promedio, diferencias que lo más probable es que se vayan incrementando conforme avance la edad de los animales (van der Lende *et al.*, 1990, Van der Lende and De Jager, 1991, Milligan *et al.*, 2002a, Milligan *et al.*, 2002b, Wientjes *et al.*, 2012). Por lo que destetar lechones grandes y uniformes es muy importante (Nielsen *et al.*, 2001) y es un aspecto que toma relevancia en la producción porcina moderna.

## **4. Hipótesis**

Los lechones de bajo peso al nacimiento tienen un comportamiento similar en las etapas subsecuentes a la lactancia, con respecto a sus compañeros de camada de mayor peso.

## **5. Objetivos**

### **5.1 Objetivo general**

Evaluar la variabilidad del peso individual de lechones al nacimiento, hacer una categorización según su peso, y evaluar su comportamiento en etapas subsecuentes.

### **5.2 Objetivos particulares**

- Evaluar la variabilidad del peso individual de lechones al nacimiento con relación a su tamaño de camada (NT), y categorizarlos en: bajo, medio y alto peso al nacimiento.
- Evaluar el tiempo de latencia/letargo en tomar su primer calostro según su categoría de peso.
- Evaluar el posicionamiento del lechón en la teta de la cerda de acuerdo a su categoría de peso.
- Evaluar la ganancia media diaria en el periodo de lactancia de los lechones de acuerdo con su categoría de peso.
- Evaluar la curva de crecimiento de los animales de acuerdo a su categoría de peso.
- Estimar el rendimiento de tejido magro de los animales de acuerdo a su categoría de peso, con mediciones en vivo de grasa dorsal y de profundidad de lomo.

## 6. Materiales y Métodos

### 6.1 Unidad experimental

Las mediciones se realizaron en la granja “Tarara”, propiedad de la empresa “Agroindustrias de Córdoba”. Esta instalación es una unidad comercial de producción porcina multisitios, localizada en Puente Santa Bárbara, km 30+200 de la autopista Córdoba-Veracruz, localidad del Mirador, en el Municipio de Felipe Carrillo Puerto, Veracruz (18°47' N y 96°34' O). El sistema de producción consiste en las siguientes unidades:

- Un sitio de cría y producción de lechones, con una población de 1,700 cerdas híbridas F1 (50% Large White x 50% Landrace) y 180 cerdas abuelas/bisabuelas de línea pura Large White para generar sus propios auto-reemplazos; dicho programa genético es gestionado por una empresa comercial. Este sitio cuenta con un área específica para la cuarentena–adaptación–estimulación de reemplazos.
- Dos sitios de cría de lechones de 5 a 40 kg.
- Dos sitios de engorda de cerdos de 40 a 110 kg.
- Un centro de inseminación artificial con 20 plazas, donde se manejan dos líneas; Landrace puro para el programa genético de línea hembra, y como macho terminal una línea sintética Pietrain; ambas líneas son de una empresa comercial de genética porcina.

Todas las instalaciones están separadas, aunque se encuentran en la misma localidad.

La clasificación del clima de la zona, es del tipo Am(f)(i')gw”, caliente húmedo con estación seca en primavera, régimen de lluvias en verano con presencia de canícula, el mes más caliente del año se presenta en verano y tiene poca oscilación térmica (García, 2004). La precipitación y temperatura promedio anual es de 2812.6 mm y 25.8°C, respectivamente. La altitud es 50 m.

## **6.2 Animales experimentales**

Se tomaron datos de 32 camadas, 16 de cerdas de primer ciclo y 16 de cerdas de segundo ciclo; dichos animales son cerdas comerciales F1 (50% Landrace X 50% Large White). Los lechones evaluados desde el nacimiento fueron producto de cubriciones de dichas cerdas por una línea de macho comercial tipo Pietrain.

## **6.3 Variables evaluadas**

Peso individual de lechones al nacimiento con relación a su tamaño de camada (NT), bajo las categorías: bajo, medio y alto peso al nacimiento.

Tiempo de latencia en tomar su primer calostro según su categoría de peso al nacer.

Posicionamiento del lechón en la ubre de la cerda de acuerdo a su categoría de peso al nacer.

Mortalidad en el periodo de lactancia de los lechones de acuerdo a su categoría de peso al nacer.

Ganancia media diaria en el periodo de lactancia de los lechones de acuerdo a su categoría de peso al nacer.

Peso individual en cada pesaje (curva de crecimiento de los animales de acuerdo a su categoría de peso al nacer).

Ganancia diaria de peso en cada pesaje por categoría de peso al nacer.

Rendimiento de tejido magro estimado de los animales de acuerdo a su categoría de peso al nacimiento, con mediciones en vivo de grasa dorsal y de profundidad de lomo.

## **6.4 Procedimiento experimental**

Para el análisis de la información, se tomaron los datos de los lechones nacidos de 32 camadas seleccionadas al azar; el registro de los datos comenzó en la semana 41 del 2013, que inició el lunes 7 de octubre y terminó el domingo 13 de octubre de 2013; en dicha semana se registraron los datos de la repetición 1; en la

semana 43 de 2013, que inició el lunes 21 de octubre y terminó el domingo 27 de octubre de 2013, se tomaron los datos de la repetición 2.

Para llevar un registro de la fecha, en cuanto al nacimiento y de las subsecuentes mediciones, se utilizó un calendario de fechas corridas empezando el 1° de octubre de 2013 al cual se le asignó el día 1 y así subsecuentemente, con la intención de facilitar la toma de datos y posteriormente el análisis. El primer parto se registró el 10 de octubre, que correspondió al día 10 y el último parto registrado fue el 2 de noviembre del 2013, día 33. Se continuó con este calendario corrido hasta el 29 de marzo de 2014, al que le correspondió el día número 175, en que se hizo el último registro de datos de peso individual final de la repetición 2 y las mediciones con ultrasonido de grasa dorsal y espesor de músculo dorsal.

#### **6.4.1 Evaluación de la variabilidad del peso individual de lechones al nacimiento en relación a su tamaño de camada (NT), y su categorización**

Se hizo el registro de datos en el formato I (**Anexo A**) que se llevó de manera individual por madre en cada parto, donde se ingresaron los datos de número de camada (columna B, consecutivo del 1 al 33, por error se saltó del 28 al 30, por lo que no hubo camada número 29), identificación de la cerda (columna C), fecha del parto (columna D), número de parto de la cerda (columna E), hora de inicio del parto (columna F, registro de la hora hh:mm:ss en la que fue expulsado el primer lechón de la cerda); se consideró terminado el parto cuando el último lechón de la cerda fue expulsado, (sin tener en cuenta el tiempo que demoró en ser expulsada la placenta), los lechones nacidos totales de la camada (NT, columna H), nacidos vivos de la camada (NV, columna I), nacidos muertos de la camada (Nm, columna J), lechones momificados de la camada (mm, columna K), si el lechón nació vivo o no (columna L), en el caso de si lechón nació vivo se le puso una marca (√) al cuadro que se encuentra en la columna correspondiente al lechón en cuestión, en el caso de que el lechón nació muerto se le puso un equis (x), en ambos casos (nacido vivo o nacido muerto) se registró el peso del animal. Al momento en que el lechón fue expulsado de la cerda se le aplicó polvo secante, se limpió y se le

anotó un número consecutivo para cada camada con marcador permanente, es decir, al primer lechón expulsado de una cerda se le puso el número 1, al segundo el 2, y así consecutivamente hasta completar todos los lechones; en el siguiente parto que se presentaba, de igual manera al primero, se le anotó el número 1, al segundo el número 2, etc. En el caso de que el lechón naciera muerto, no se le anotó en el cuerpo ningún número; los lechones nacidos momificados no se pesaron.

Una vez terminado cada parto se procedió a tatuar a toda la camada con números consecutivos en la oreja derecha, lo que identificó al lechón durante toda la prueba; al primer lechón de la primera camada se le asignó el número 1, y así consecutivamente hasta el número 426 que fue el último lechón recibido. Se dio el caso de que se brincaron algunos números por cuestiones de errores y de manejo (9 números). El número correspondiente a cada lechón se registró en el formato (columna M) y se pesó, para ello se usó una balanza electrónica especializada para lechones modelo OCS-L de la marca CRANE SCALE (capacidad 0-50 kg) y el dato de este pesaje se registró (columna N) anotando los kg y los gramos hasta dos decimales; por ejemplo, 1.23, significa 1 kg y 230 g. Una vez identificado y pesado el animal se volvió a ubicar en la parte posterior de la cerda a la brevedad posible para no interferir con su búsqueda natural por algún pezón; se realizó el registro del sexo del lechón (columna Ñ).

Una vez recabados todos los datos de parto de las dos repeticiones, se calculó la media de los datos y la desviación estándar (DE), con esta información se procedió a restar a la media una desviación estándar y a sumar una desviación estándar a la media, esto se realizó para generar los grupos de peso de los lechones y tener una clasificación con tres categorías; de tal forma que esa fue la determinación del rango de peso que se le asignó a la categoría como lechones de peso medio (PMEDIO). Los lechones que quedaron por debajo de ese rango se le clasificaron como de bajo peso (PBAJO) y los que estuvieron por arriba se clasificaron como de peso alto (PALTO). Esta categorización se mantuvo durante toda la prueba.

A partir de estos datos, se elaboró un histograma de los pesos individuales al nacimiento, haciendo las clases en rangos de 100 g; la primer clase inició en los 300 g y terminó en los 399 g, por lo que quedó de 300-399 g, la segunda de 400-499 g, la tercera de 500 a 599 g, y así subsecuentemente hasta la última que fue de 2,000 a 2,099 g; hubo un total de 18 clases. Al graficar el número de animales correspondiente a cada clase, también se consideró mantener la categoría de peso (PBAJO, PMEDIO y PALTO), separándolos cada uno con un color diferente en el gráfico.

Así mismo, con los resultados del número de lechones nacidos totales por camada (LNT), se hizo una categorización según la prolificidad de las camadas; como de BAJA, MEDIA y ALTA prolificidad según el número de Lechones Nacidos Totales (LNT); debido a las características de la línea genética y la información analizada previamente, se consideró como de BAJA prolificidad a los partos con 12 ó menos, MEDIA a las camadas con entre 13 y 15, y ALTA, a las camadas con 16 ó más LNT. Una vez hecha esta categorización y con la totalidad de los pesos individuales al nacimiento incluidos en su categoría correspondiente, se hizo un análisis de varianza según la categorías de peso individual al nacimiento (PBAJO, PMEDIO y PALTO) para las variables peso al destete y días de lactancia; para peso al destete se empleó como covariable el peso al nacer.

#### **6.4.2 Evaluación del tiempo de latencia/letargo en hacer el aseguramiento de algún pezón según su categoría de peso**

En el formato I (**Anexo A**), se registró el momento en que los lechones lograron asegurar algún pezón por primera vez, aplicando el protocolo usado por de Pasillé y Rushen (1989), en el cual el lechón debió de asegurar el pezón y succionarlo de manera sostenida por más de cinco segundos consecutivos, además se anotó la hora en que se realizó (hh:mm:ss en la columna O) y el número de pezón succionado (columna P); para determinar el número del pezón succionado, se numeraron del 0 al 9 los pezones de la ubre derecha empezando por el primer pezón anterior hasta que fueron numerados todos, en el caso de la ubre izquierda se empezó del 10 y hasta al 19. En los casos en que hubo menos pezones y



sobraron números por asignar, sólo se numeraron del 0 al correspondiente para la ubre derecha y del 10 al correspondiente para la ubre izquierda. Para determinar el tiempo de latencia o letargo, se hizo una resta usando el registro de la hora de aseguramiento (columna O) menos el registro de la hora de nacimiento (columna F); se analizó la latencia en un análisis de varianza según la categoría de peso (PALTO, PMEDIO y PALTO) realizando un análisis de bloques por el número del parto (1 ó 2).

#### **6.4.3 Evaluación del posicionamiento del lechón en la teta de la cerda de acuerdo a su categoría de peso**

En el formato II (**Anexo B**), se capturó la información de acuerdo con los datos individuales de camadas en las cuales ya no se iban a realizar traslados de lechones entre 0 a 36 horas de vida (camada “cerrada”), ya que en la unidad donde se realizó el estudio se hacían donaciones en las primeras 36 horas de vida de los lechones; la camada en la que se llevó a cabo la mayor parte de la lactancia, no fue necesariamente en la que el lechón nació; debido a esto se hizo el registro para esta variable entre 8 y 36 horas de haber terminado el parto, en cuanto ya no se iban a hacer traslados de ningún tipo (adopciones o donaciones).

Previo al destete, se hizo el registro del pezón succionado en el evento de lactancia; con esta información y de acuerdo a su categoría, se hizo un análisis de qué posicionamiento tuvieron los lechones de acuerdo a su categoría en las tetas de la cerda; para ello se usó la misma numeración de pezones previamente descrita en el objetivo específico 2 y se hizo una división de la ubre en pezones craneales o delanteros (DEL), que fueron los pezones numerados: 1, 2, 3, 10, 11 y 12; pezones medios (MED), que fueron los pezones 4, 5, 6, 13, 14 y 15; y pezones caudales o posteriores (POS), los números 7, 8, 9, 16, 17, 18 y 19 (en caso de que hubiera habido los suficientes). Una vez dividida la ubre de esta manera se verificó si había alguna relación entre la categoría de los lechones y su posicionamiento en la ubre, medido en porcentaje (%).

#### **6.4.4 Mortalidad en el periodo de lactancia de los lechones de acuerdo a su categoría de peso**

En el formato II, utilizado en el área de lactancia, hay un apartado de “baja” o muerte (columna K, L y M), donde se hizo el registro de si hubo alguna baja, la fecha del evento (bajo el mismo criterio de fechas mencionado anteriormente) y el peso del animal al momento que se haya encontrado muerto; en el apartado “razón” (columna M), se registró la causa de muerte (si fue posible determinarla); el código de causa de muerte se encuentra en la parte inferior de los formatos I y II.

Los datos recabados en el formato II, se vaciaron también en el formato I, ya que el formato II se empezó a usar alrededor de las 72 horas del nacimiento de los animales, y durante este periodo de nacimiento a usar el formato II, pudo producirse un porcentaje de las bajas totales que se presentaron, por lo que el formato I, también tiene los mismos apartados (columnas Q, R y S) y el registro se hizo bajo la misma mecánica. Este formato es el que tiene el registro individual de la totalidad de los lechones nacidos ya sean vivos o muertos, de este formato (formato I) se extrajo la información global de bajas durante la lactancia; para su análisis se hizo una evaluación en porcentaje (%) de la mortalidad de acuerdo a la categoría de peso al nacimiento del lechón (PBAJO, PMEDIO, PALTO).

#### **6.4.5 Ganancia media diaria en el periodo de lactancia de los lechones de acuerdo a su categoría de peso**

Los datos de todos los lechones que terminaron la lactancia se registraron en el formato II; dicho formato tiene un apartado de “destete” (columna N, Ñ y O), donde se registró el peso (columna N), la fecha de destete (columna Ñ) y el periodo de lactancia (columna O); previamente se registró el peso individual al nacimiento (columna E). La diferencia entre el peso de destete y el peso al nacimiento entre los días de lactancia de cada individuo fue la ganancia media diaria de peso (GMD) durante el periodo de lactancia (DL); la diferencia entre la fecha de destete

y la fecha de nacimiento, fue el periodo en que el lechón permaneció en lactancia, que no fue igual para todos los animales ya que la fecha de destete para un grupo de animales (1 semana de partos) fue la misma, no así la fecha de parto. Posteriormente, con todos los datos de peso individual al destete se elaboró un histograma con 17 rangos de clase desde 2.0 hasta 10.50 kg en intervalos de 0.5 kg, manteniendo la categoría de peso individual al nacimiento (PBAJO, PMEDIO y PALTO), mediante tres colores diferentes en el gráfico. Se realizó un análisis de varianza por categoría de peso al nacer empleando como covariable el peso al nacer. Además se realizó una correlación entre los rangos de tamaño de camada con la ganancia media diaria.

#### **6.4.6 Realización de una curva de crecimiento de los animales de acuerdo a su categoría de peso**

En el formato III (**Anexo C**), se realizó el registro de datos para esta variable; en este caso, dicho formato se llenó a partir del área de destete de la unidad de estudio justo antes de su salida de la misma; aproximadamente a los 90 días de edad, ya se habían realizado previamente los datos de peso individual al nacimiento (columna E), peso individual al destete (columna F) y se registraron las mediciones de peso a los 70 días de vida (columna G), a los 85 días de vida (columna H), a los 100 días de vida (columna I), a los 115 días de vida (columna J), a los 130 días de vida (columna K), a los 145 días de vida (columna L) y una medición final a los 160 días de vida (columna M). Estas mediciones se hicieron con una báscula especializada de 0 a 500 kg, el registro se hizo hasta dos cifras decimales; por ejemplo 56.75 kg, significa 56 kg 750 gramos; con toda esta información, se realizaron las curvas de crecimiento correspondiente para las tres categorías de peso al nacimiento. A partir de dicha información se obtuvo la ganancia media diaria por categoría entre dos pesajes. Se hicieron tantas mediciones como fueron posibles, mismas que se enumeraron para cada edad y categoría en la tabla de resultados; el análisis de estas variables se realizó por medio de un análisis de varianza para cada pesaje, empleando como covariable el peso inicial en cada etapa.

#### **6.4.7 Estimación del rendimiento de tejido magro de los animales de acuerdo a su categoría de peso, con mediciones en vivo de grasa dorsal y de profundidad de lomo**

El día de la medición de peso a los 160 días de edad, se realizaron las mediciones de grasa dorsal y profundidad de lomo tanto tomando en consideración el espesor de la grasa (PL) como sin considerarlo (lomo); éstas mediciones se hicieron con un ultrasonido modelo PREG ALERT PRO, de la marca RENCO; haciendo la medición en el P2; el registro de datos se hizo en el formato III en las columnas N y O correspondientemente en milímetros. Con esta información, se realizaron las estimaciones individuales de rendimiento magro con datos de grasa dorsal (GD) y profundidad de lomo (EL) en vivo, se usó el siguiente modelo (Lawlor *et al.*, 2007):

$$\text{Carne magra (g / kg)} = 603 - 8.47x + 1.47y$$

donde:

x: grasa dorsal en mm

y: profundidad de lomo en mm

Posteriormente se hizo la transformación para presentar los datos en porcentaje.

Se realizó un análisis de varianza por categoría empleando como covariable el peso final.

Para todos los análisis estadísticos se empleó el programa informático JMP versión 4.0.2 (S.A.S., 2002).

## 7. Resultados

### 7.1 Evaluación de la variabilidad del peso individual de lechones al nacimiento

Se obtuvo el peso de 417 lechones, de los cuales 405 fueron lechones nacidos vivos (LNV) y 12 lechones nacidos muertos (LNM); de 32 camadas, en la primera repetición, seis fueron de cerdas de primer parto y cuatro de segundo; en la segunda repetición, 10 fueron de cerdas de primer parto y 12 de segundo. En la primera repetición se pesaron al nacimiento 81 lechones de camadas de primer parto y 53 lechones de segundo, en la segunda repetición se pesaron al nacimiento 135 lechones de camadas de primer parto y 148 lechones de segundo; tal y como muestra el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Número de camadas y de lechones pesados al nacimiento según el número de parto y repetición.

No. de parto	Repetición 1		Repetición 2		Total	
	No. de Camadas	No. de Lechones	No. de Camadas	No. de Lechones	No. de Camadas	No. de Lechones
1	6	81	10	135	16	216
2	4	53	12	148	16	201
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>134</b>	<b>22</b>	<b>283</b>	<b>32</b>	<b>417</b>

El peso promedio al nacimiento de las 417 mediciones individuales fue de 1.274 kg con una desviación estándar (DE) de 0.288; por lo que las categorías de peso se definieron de la siguiente manera:

#### **Categoría PMEDIO**

Límite superior  $1.274 + 0.288 = 1.562$  kg.

Límite inferior  $1.274 - 0.288 = 0.986$  kg.

Por lo que esta categoría incluyó a los animales de 0.986 a 1.562 kg.

#### **Categoría PBAJO**

Esta categoría incluyó a los animales con menos de 0.986 kg.

## Categoría PALTO

Esta categoría incluyó a los animales con peso mayor a 1.562 kg.

Los límites superior e inferior para cada categoría que se determinaron según las ecuaciones empleadas, se muestran en el cuadro 2.

**Cuadro 2.** Límites superior e inferior de las categorías de peso individual al nacimiento.

Límite	Categoría		
	PBAJO	PMEDIO	PALTO
Inferior	Sin límite	0.986	> 1.562
Superior	< 0.986	1.562	Sin límite

Una vez hecha esta asignación, los lechones se agruparon según su categoría de peso al nacimiento y se procedió a elaborar el histograma correspondiente que se muestra en la Figura 1.

En el cuadro 3 se muestra la información del número total de individuos en cada categoría de peso, el peso promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación en porcentaje.

**Cuadro 3.** Número de lechones, peso promedio y desviación estándar según la categoría de peso al nacer.

	Categoría			Total
	Bajo	Medio	Alto	
Número de lechones	70	287	60	417
Peso promedio (kg)	0.831	1.287	1.728	1.274
Desviación estándar	0.124	0.150	0.128	0.288
Coeficiente de variación (%)	15.0	12.0	7.0	23.0

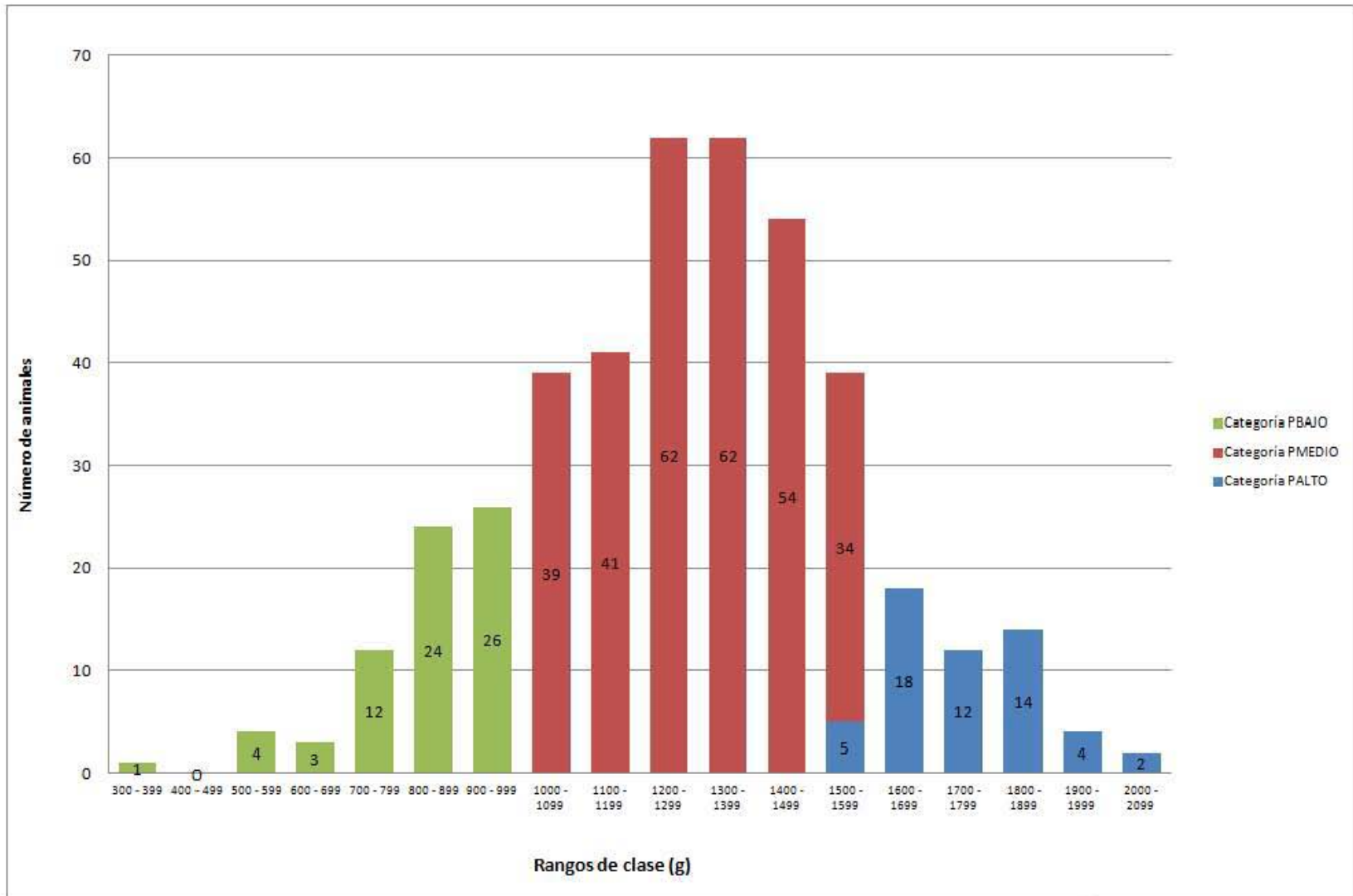


Figura 1. Histograma del peso individual al nacimiento y categoría asignada.

Con respecto a la prolificidad, en la primer repetición, los lechones nacidos totales promedio (LNT) fueron 14.33 para las cerdas de primer parto y de 14.00 para las de segundo, dando como resultado 14.13 LNT para la primera repetición. En la segunda repetición, los LNT fueron de 14.00 para las cerdas de primer parto y de 12.75 para las cerdas de segundo parto, con 13.32 LNT para la toda la repetición. Considerando ambas repeticiones, los resultados promedio fueron de 14.13 LNT para cerdas de primer parto, de 13.06 LNT para cerdas de segundo, y de 13.59 lechones, tal como muestra el Cuadro 4.

**Cuadro 4.** Prolificidad promedio (X) y desviación estándar (DE) de LNT\* según número de repetición y número de parto

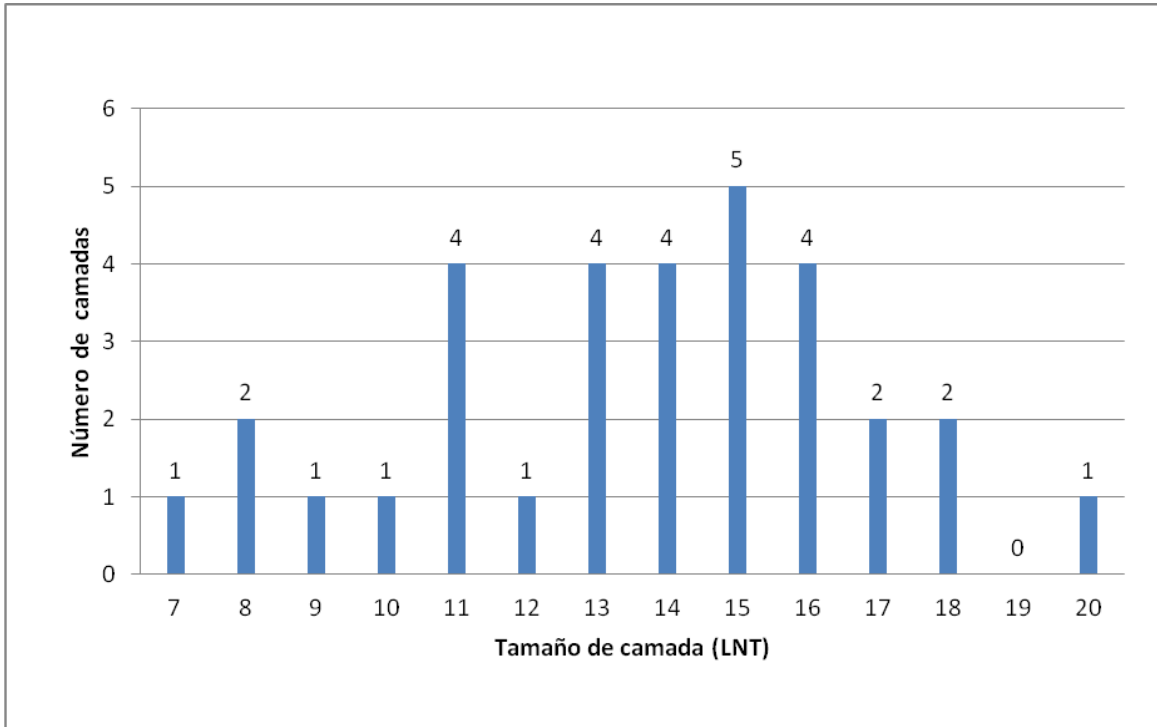
Repetición	Número de parto					
	1		2		Ambos	
	X	DE	X	DE	X	DE
1	14.33a	1.9	14.00a	2.2	14.20a	1.9
2	14.00a	3.6	12.75a	3.6	13.32a	3.6
<b>Ambas</b>	14.13	3.0	13.06	3.3	13.59	3.2

\*Lechones nacidos totales: lechones nacidos vivos, más lechones muertos y lechones momificados.

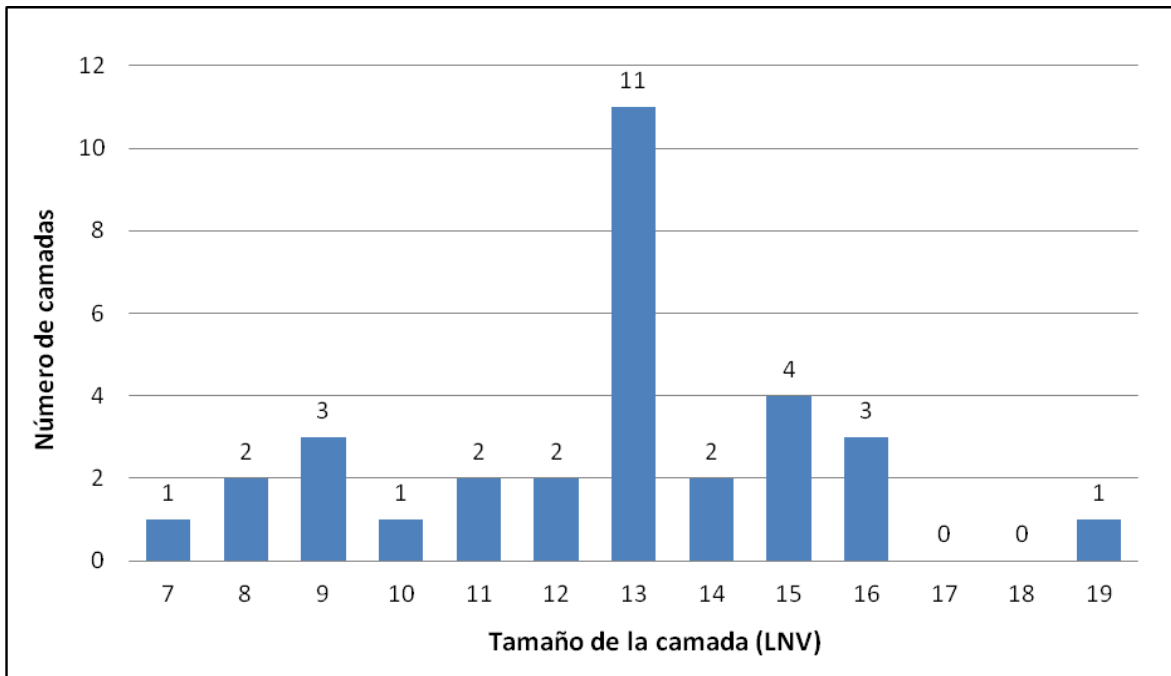
Literalas diferentes en la misma columna indican diferencia (P<0.05).

El número de camadas según el nivel de prolificidad en toda la prueba, es como se muestra en las Figuras 2a y 2b.





**Figura 2a.** Número de camadas según prolificidad (LNT).



**Figura 2b.** Número de camadas según número de lechones nacidos vivos (LNV).

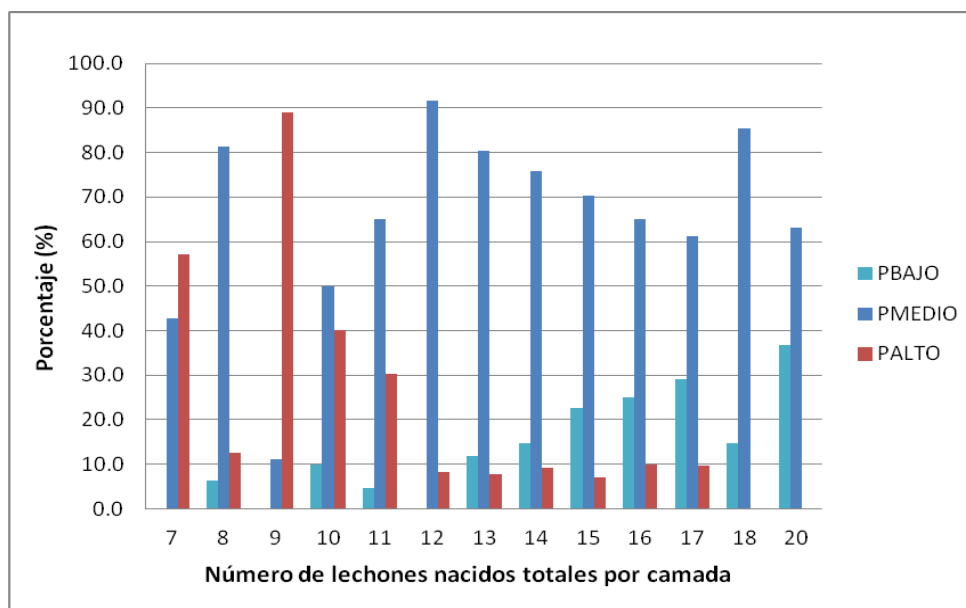
Con respecto a la categorización de las camadas de acuerdo a su nivel de prolificidad, los resultados fueron que para la categoría de BAJA prolificidad (con 12 ó menos LNT) hubo 10 camadas, en las cuales se pesaron 97 lechones al nacimiento, el promedio de peso para la categoría fue de 1.46 kg, con un valor mínimo de 0.58 kg y un valor máximo de 2.08 kg (el lechón más pesado de toda la prueba), la desviación estándar en la categoría fue de 0.295 g (la mayor desviación dentro de las 3 categorías). Para la categoría de MEDIA prolificidad hubo 13 camadas con 176 lechones pesados al nacimiento, el peso promedio de la categoría fue de 1.24 kg, con un valor mínimo de 0.64 kg y un valor máximo de 1.86 kg, la desviación estándar en la categoría fue de 0.247 g (la menor desviación de las tres categorías); y para la categoría de ALTA prolificidad (16 o más LNT) hubo 9 camadas con 144 lechones pesados al nacimiento, el peso promedio fue de 1.19 kg, con valor mínimo de 0.38 kg (lechón más liviano de toda la prueba) y valor máximo de 1.86 kg, la desviación estándar de la categoría fue de 0.278 g. Toda esta información se resume en el Cuadro 5.

**Cuadro 5.** Número de camadas, número de lechones, peso promedio (kg), valores máximos y mínimos, y desviación estándar según su nivel de prolificidad (LNT)

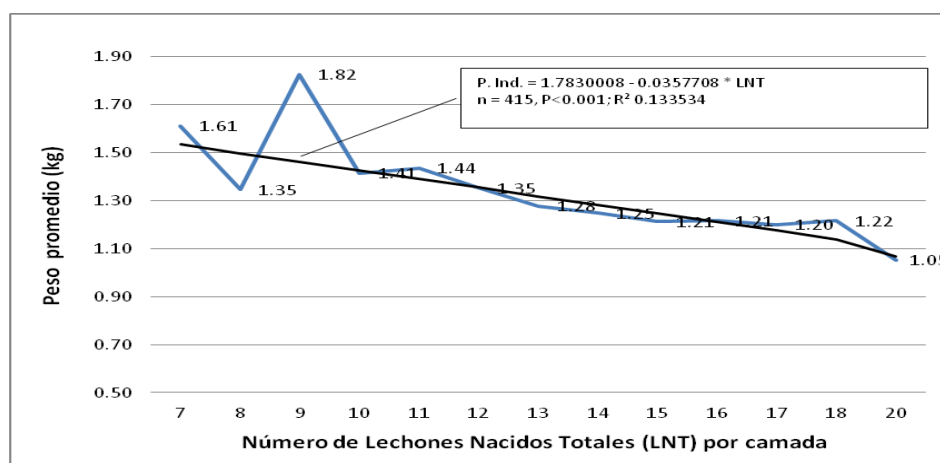
	<b>Categoría de prolificidad (LNT)</b>		
	<b>Baja</b>	<b>Media</b>	<b>Alta</b>
<b>Número de camadas</b>	10	13	9
<b>Número de lechones</b>	97	176	144
<b>Peso promedio (kg)</b>	1.46	1.24	1.19
<b>Valor mínimo (kg)</b>	0.58	0.64	0.38
<b>Valor máximo (kg)</b>	2.08	1.86	1.86
<b>Desviación estándar (kg)</b>	0.295	0.247	0.278

En las Figuras 3 y 4 se presentan la composición porcentual de la categoría de peso y el peso promedio del lechón al nacer en cada clase de lechones nacidos totales. En la primera se observa que en las camadas con menor número de lechones no existen lechones que hayan caído en la categoría de PBAJO,

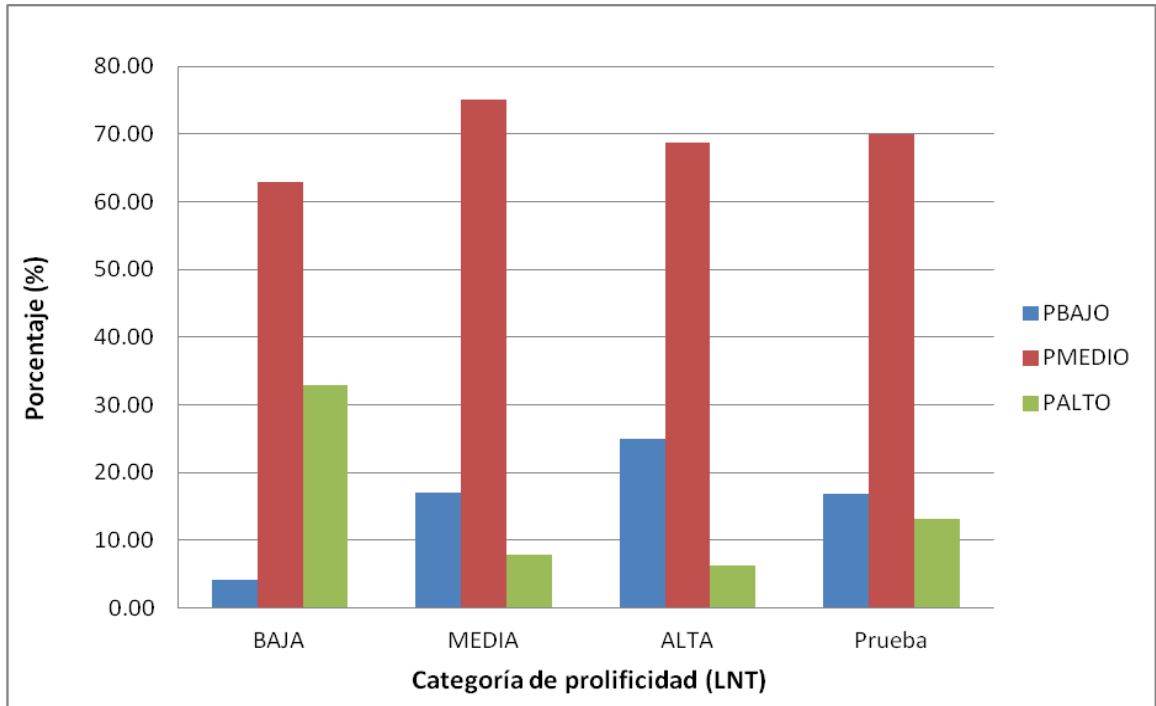
mientras que en las camadas más numerosas no hay lechones clasificados como de PALTO; en la segunda gráfica se observa que a medida que aumenta el tamaño de camada se reduce el peso promedio al nacimiento ( $P < 0.0001$ ). De igual manera, en la Figura 5, se muestra la proporción de lechones de cada categoría de peso al nacimiento, en cada categoría de prolificidad según el número de lechones nacidos totales.



**Figura 3.** Composición porcentual de lechones según la categoría de peso en cada clase de LNT.



**Figura 4.** Peso promedio individual del lechón al nacimiento, según el número total de lechones nacidos en la camada.



**Figura 5.** Composición porcentual de lechones según la categoría de peso y de prolificidad.

## 7.2 Evaluación del tiempo de latencia/letargo en hacer el aseguramiento de algún pezón según su categoría de peso

Se registraron 370 datos del momento de aseguramiento y del número de pezón por los lechones; de los cuales en la primera repetición, 80 fueron de primer parto y 51 fueron de segundo parto, para un total de 131; en la segunda repetición 114 fueron de primer parto y 125 de segundo, para un total de 239, tal como se muestra en el Cuadro 6.

**Cuadro 6.** Número de registros de momento de aseguramiento y número de pezón, según el número de repetición y número de parto.

Repetición	Número de parto		Total
	1	2	
1	80	51	131
2	114	125	239
<b>Ambas</b>	194	176	<b>370</b>

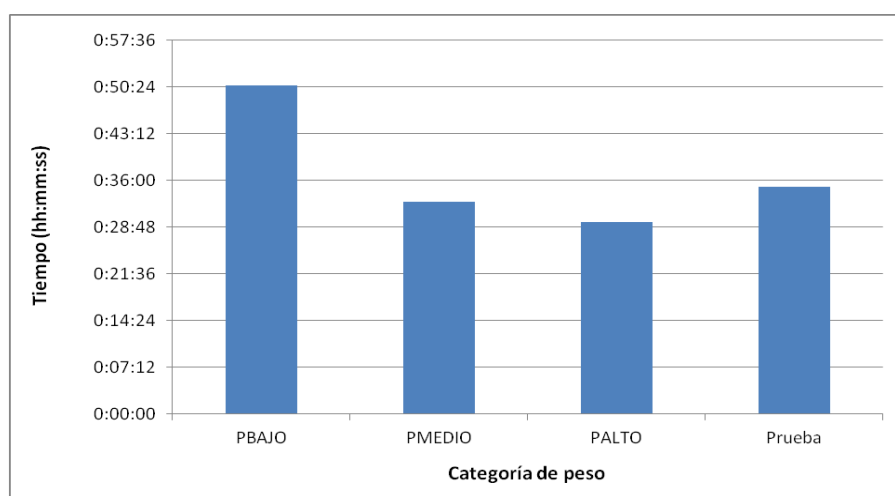
Con respecto al tiempo transcurrido entre el nacimiento y el aseguramiento del pezón según la categoría de los animales, la categoría de peso bajo (PBAJO) promedió 50 minutos y 37 segundos, con una desviación estándar de 33 minutos y 2 segundos (la mayor dispersión del análisis); la categoría de peso medio (PMEDIO) promedió 32 minutos y 44 segundos, con una desviación estándar de 16 minutos y 42 segundos; la categoría de peso alto (PALTO) promedió 29 minutos y 34 segundos, con una desviación estándar de 14 minutos y 22 segundos (el menor tiempo demorado y la menor dispersión de datos). Esta información se muestra en el Cuadro 7 y Figura 6.

**Cuadro 7.** Tiempo promedio de aseguramiento de pezón, según categoría de peso.

<b>Categoría</b>	<b>No. de lechones</b>	<b>Tiempo promedio</b>	<b>D.E.</b>
<b>PBAJO</b>	56	0:50:37 a	0:33:02
<b>PMEDIO</b>	269	0:32:44 b	0:16:49
<b>PALTO</b>	45	0:29:34 b	0:14:22
<b>Total</b>	370	0:35:03	0:20:54

D.E.: desviación estándar.

Literales diferentes en la misma columna indican diferencia ( $P < 0.01$ ).



**Figura 6.** Tiempo promedio demorado en el aseguramiento del pezón, según categoría de peso

Con respecto al análisis según la categoría y el número de parto; en promedio, para el primer parto el resultado fue 36 minutos y 6 segundos, y para el segundo parto fue 33 minutos y 54 segundos. Los lechones de número de parto 2 y categoría de peso alto, fueron los animales que demoraron menos tiempo (con el promedio más bajo) de la prueba, 28 minutos y 39 segundos. Los animales con el promedio más alto fueron los animales de primer parto y de categoría de bajo peso, 52 minutos y 56 segundos. La información completa se muestra en el Cuadro 8.

**Cuadro 8.** Tiempo promedio de aseguramiento de pezón, según la categoría de peso y el número de parto.

Categoría	Número de parto					
	1		2		Total	
	n	Tiempo	n	Tiempo	n	Tiempo
<b>PBAJO</b>	34	0:52:56 ax	22	0:47:04 ax	56	0:50:37 a
<b>PMEDIO</b>	146	0:32:37 bx	123	0:32:52 bx	269	0:32:44 a
<b>PALTO</b>	14	0:31:34 bx	31	0:28:39 bx	45	0:29:34 a
<b>Total</b>	194	0:36:06 x	176	0:33:54 x	370	0:35:03

Literales diferentes en cada columna y renglón indican diferencia ( $P < 0.01$ ).

### 7.3 Evaluación del posicionamiento del lechón en la ubre de la cerda de acuerdo a su categoría de peso

Se obtuvieron un total de 284 registros del posicionamiento de los lechones, desglosados de la siguiente manera: 145 de primer parto, de los cuales 29 fueron de animales de categoría de bajo peso (PBAJO), 105 de animales de categoría peso medio (PMEDIO) y 11 animales de peso alto (PALTO); 139 animales de segundo parto, de los cuales 41 fueron de bajo peso (PBAJO), 199 animales de peso medio (PMEDIO) y 44 animales de peso alto (PALTO), como se muestra en el Cuadro 9.

**Cuadro 9.** Número de registros (n) de fidelidad de la teta, según el número de parto y categoría de peso.

Número de parto	Categoría			Total
	PBAJO	PMEDIO	PALTO	
<b>1</b>	29	105	11	<b>145</b>
<b>2</b>	12	94	33	<b>139</b>
<b>Total</b>	41	199	44	<b>284</b>

En lo que respecta a la correspondencia de la teta registrada en el objetivo 2 (en el registro del número del primer aseguramiento de pezón) y de la teta asegurada de forma previa al destete, de los 284 registros, 268 animales registraron una teta diferente (94.4%) y 16 animales se mantuvieron con la misma (5.6%).

Como se puede observar en el Cuadro 10, con respecto a la posición de las tetas ocupadas por cada categoría, los lechones con categoría de bajo peso (PBAJO) se posicionaron en una mayor proporción (el 46.34 % de la categoría) en los pezones de categoría medio (MED); por su parte los lechones de categoría peso medio (PMED) y peso alto (PALTO) se posicionaron en una mayor proporción (con un 47.24% y 50.00%, respectivamente dentro de cada categoría) en los pezones de ubicación anterior (ANT). El resultado de toda la prueba es que el 46.48% de todos los registros se posicionaron en los pezones anteriores (ANT), el 39.79 % en los pezones medios (MED) y el 13.73 % en los pezones posteriores (POS).

**Cuadro 10.** Número de registros (n) de fidelidad de la teta, según categoría de peso al nacimiento y posición del pezón en la ubre.

Posición en la ubre	Categoría de peso						Total	
	PBAJO		PMEDIO		PALTO			
	n	% I-Cat.	N	% I-Cat.	n	% I-Cat.	n	%
<b>ANT</b>	16	39.02	94	47.24	22	50.00	132	46.48
<b>MED</b>	19	46.34	77	38.69	17	38.64	113	39.79
<b>POS</b>	6	14.63	28	14.07	5	11.36	39	13.73
<b>Total</b>	41	100.00	199	100.00	44	100.00	284	100.00

% I-Cat.: porcentaje intra-categoría.

#### 7.4 Mortalidad en el periodo de lactancia de los lechones de acuerdo a su categoría de peso

De los 405 registros de animales nacidos vivos, se registró el dato de baja en 18 lechones (4.6% de mortalidad), de los cuales 11 fueron de camadas de cerdas de primer parto y siete de camadas de cerdas de segundo parto (61.1% y 38.9%, respectivamente); con respecto a las bajas en cada repetición en ambas, se registró la muerte de nueve lechones, dicha información se muestra en el Cuadro 11.

**Cuadro 11.** Número de lechones con registro de baja, según repetición y número de parto.

Repetición	Número de parto		Total
	1	2	
1	4	5	9
2	7	2	9
<b>Ambas</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>18</b>

Con respecto al motivo de baja, sólo se registraron dos causas de muerte: inviable y aplastado; en total 11 animales tuvieron registro de motivo de baja inviable y siete animales registro de baja aplastado; la edad promedio de los animales con baja inviable fue de 2.82 días y de los aplastados de 5.14 días; los



animales con motivo de baja inviable, quienes promediaron 0.847 kg de peso al nacimiento, tuvieron una GMD de 0.016 kg/día; los animales con motivo de baja aplastado, promediaron 1.02 kg de peso al nacimiento, y tuvieron una ganancia media diaria de -0.010 kg/día, es decir, perdieron peso del momento del nacimiento al de su muerte; esta información se muestra en el Cuadro 12.

**Cuadro 12.** Cuadro de motivo de baja, edad promedio y GMD que tuvieron los animales con registro de baja por número de parto.

Motivo de baja	Número de parto						Total		
	1			2			n	Edad	GMD
	n	Edad	GMD	n	Edad	GMD			
Inviable	8	3.25	0.037	3	1.67	0.069	11	2.82	0.016
Aplastado	3	2.67	0.033	4	7.0	0.042	7	5.14	-0.01
<b>Ambos</b>	<b>11</b>	<b>3.09</b>	<b>0.002</b>	<b>7</b>	<b>4.71</b>	<b>0.005</b>	<b>18</b>	<b>3.72</b>	<b>0.002</b>

GMD: ganancia media diaria de peso.

Por lo que respecta a la categoría de peso al nacimiento en los lechones con clasificación de bajo peso (PBAJO), hubo 12 animales con registro de baja (67% de los registros de mortalidad); en los lechones con categoría de peso medio (PMED) sólo se encontraron seis registros (33% de los registros de baja); mientras que en los lechones con categoría de peso alto (PALTO) no hubo registros de baja, como se muestra en el Cuadro 13.

**Cuadro 13.** Número de lechones con registro de baja según categoría de peso al nacimiento y número de parto.

Categoría de peso	Número de			
	parto		Total	
	1	2	n	%
PBAJO	8	4	12	67
PMEDIO	3	3	6	33
PALTO	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>18</b>	<b>100</b>

## 7.5 Ganancia media diaria (GMD) en el periodo de lactancia de los lechones de acuerdo a su categoría de peso

Se obtuvieron 370 registros de peso individual al destete; de los cuales 49 fueron de la categoría de peso bajo (PBAJO) con un promedio de 4.92 kg; 272 fueron de la categoría de peso medio (PMEDIO) con un promedio de 5.96 kg; y 49 fueron de categoría de peso alto (PALTO) con 6.93 kg, como se muestra en el Cuadro 14.

**Cuadro 14.** Peso promedio al destete (kg), según categoría de peso al nacimiento y número de parto.

Categoría	Número de parto						D.E.
	1		2		Ambos		
	n	P. Prom. (kg)	n	P. Prom. (kg)	n	P. Prom. (kg)	
<b>PBAJO</b>	31	4.89ax	18	4.96ax	49	4.92a	1.093
<b>PMEDIO</b>	145	5.79bx	127	6.15by	272	5.96b	1.224
<b>PALTO</b>	15	6.86cx	34	6.97cx	49	6.93c	1.335
<b>Total</b>	191	5.73	179	6.19	370	5.95	1.326

P. Prom.: peso promedio.

Literales diferentes en la misma columna (a, b y c) indican diferencia ( $P < 0.01$ )

Literales diferentes en el mismo renglón (x y y) indican diferencia ( $P < 0.05$ ).

La ganancia media diaria (GMD) para todos los registros fue 0.211 kg/día, con una duración promedio de la lactancia de 21.61 días. Con respecto a las categorías de peso, 49 animales de la categoría de peso bajo (PBAJO) promediaron 0.181 kg/día de GMD con un periodo promedio de lactancia de 21.86 días (el periodo de lactancia más largo y la GMD más baja); 272 animales de la categoría de medio peso (PMEDIO) promediaron 0.211 kg/día de GMD con un periodo promedio de lactancia de 21.60 días; 49 animales de la categoría de peso ALTO (PALTO) promediaron 0.240 kg/día de GMD con un periodo promedio de lactancia de 21.43 días (el periodo de lactancia más corto y la GMD más alta), tal y como se muestra en el Cuadro 15.

**Cuadro 15.** Ganancia media diaria (GMD) durante la lactancia, según el número de parto y categoría de peso al nacimiento.

Categoría	Número de parto						Total		
	1			2			n	D.L.	GMD
	n	D.L.	GMD	n	D.L.	GMD			
<b>PBAJO</b>	31	21.77	0.183ax	18	22.00	0.178ax	49	21.86a	<b>0.181a</b>
<b>PMEDIO</b>	145	21.29	0.209bx	127	21.95	0.214bx	272	21.60a	<b>0.211b</b>
<b>PALTO</b>	15	20.87	0.246cx	34	21.68	0.238cx	49	21.43a	<b>0.240c</b>
<b>Todas</b>	<b>191</b>	<b>21.34</b>	<b>0.207</b>	<b>179</b>	<b>21.91</b>	<b>0.215</b>	<b>370</b>	<b>21.61</b>	<b>0.211</b>

GMD en kg/día.

D.L.: días de lactancia, periodo de lactancia (días).

Literales diferentes en la misma columna (a, b y c) indican diferencia ( $P<0.01$ ).

Literales en el mismo renglón (x y y) indican diferencia ( $P<0.01$ ).

Haciendo la diferenciación según el número del parto, de los 370 registros; 191 fueron de lechones nacidos de cerdas de primer parto, la GMD de este grupo fue de 0.207 kg/día con un periodo de lactancia de 21.34 días; 179 lechones fueron nacidos de cerdas de segundo parto, con una GMD de 0.215 kg/día y un periodo de lactancia de 21.91 días.

En el análisis por sexo de animal; de los 370 registros, 188 fueron hembras y 182 fueron macho, la ganancia media diaria fue de 0.204 y 0.218 kg/día, respectivamente; con periodos de lactancia de 21.76 y 21.46 días, respectivamente; no se encontraron diferencias significativas en el análisis por sexo ( $P<0.01$ ); tal como se muestra en el Cuadro 16.

**Cuadro 16.** Ganancia media diaria (GMD) durante la lactancia, según sexo y categoría de peso al nacimiento.

Categoría	Sexo						Total		
	Hembras			Machos			n	D.L.	GMD
	n	D.L.	GMD	n	D.L.	GMD			
<b>PBAJO</b>	31	21.97	0.180a	18	21.67	0.184 <sup>a</sup>	49	21.86	<b>0.181a</b>
<b>PMEDIO</b>	143	21.79	0.206b	127	21.39	0.217b	272	21.6	<b>0.211b</b>
<b>PALTO</b>	14	20.93	0.234b	34	21.63	0.243c	49	21.43	<b>0.240c</b>
<b>Todas</b>	<b>188</b>	<b>21.76</b>	<b>0.204</b>	<b>179</b>	<b>21.46</b>	<b>0.218</b>	<b>370</b>	<b>21.61</b>	<b>0.211</b>

GMD: en kg/día.

D.L.: días de lactancia, periodo de lactancia (días).

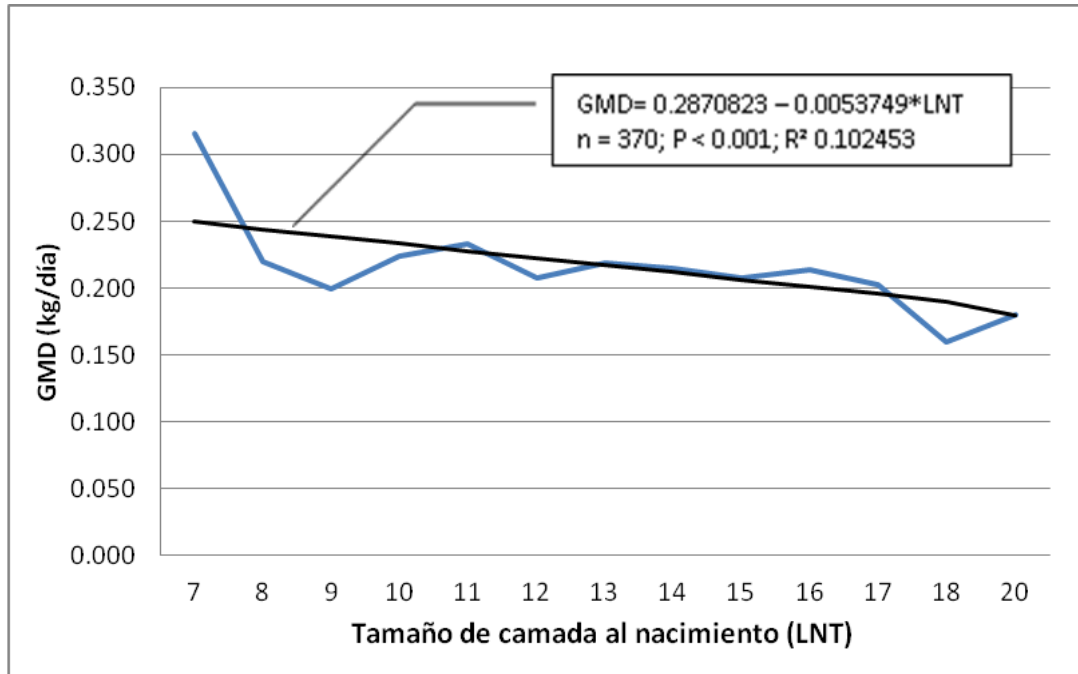
Literales diferentes en la misma columna indican diferencia ( $P<0.01$ ).

En la prueba se puede apreciar cómo según la prolificidad del parto en que nacen los lechones, en términos generales, es inversamente proporcional la ganancia media diaria; esto es, conforme se va incrementando el número de los lechones nacidos totales por camada (Cuadro 17 y Figura 7), la ganancia media diaria va disminuyendo en el periodo de lactancia; fenómeno que se contrastará en el periodo de engorda.

**Cuadro 17.** Ganancia media diaria (GMD), según el tamaño de la camada al nacimiento (LNT).

<b>Tamaño de camada (LNT)</b>	<b>n</b>	<b>DL (días)</b>	<b>GMD (kg/día)</b>
7	6	21.00	0.315
8	16	21.50	0.220
9	9	21.00	0.200
10	8	19.00	0.224
11	39	22.05	0.233
12	11	24.00	0.208
13	49	20.80	0.219
14	48	22.13	0.215
15	62	23.02	0.208
16	51	22.02	0.213
17	29	21.41	0.203
18	27	19.41	0.160
20	15	19.00	0.181
<b>Total</b>	<b>370</b>	<b>21.61</b>	<b>0.211</b>

DL = días de lactancia.



**Figura 7.** Ganancia media diaria (GMD) promedio de los lechones en lactancia, según el tamaño de la camada al nacimiento (LNT).

Se hizo una relación de la categoría de peso de los lechones y de su posición (284 datos de número de pezón), durante la lactancia con la ganancia media diaria (GMD); los resultados se presentan en el Cuadro 18, donde se observa que para la categoría de bajo peso (PBAJO) la GMD fue de 0.181 (kg/día), para la categoría de peso medio (PMED) fue de 0.214 (kg/día) y para la categoría de peso alto (PALTO) fue de 0.241 (kg/día); para los lechones que tuvieron la posición de los pezones anteriores (ANT) la GMD fue de 0.219 (kg/día), para los lechones que tuvieron la posición de los pezones medios (MED) fue de 0.209 (kg/día), y para los lechones de posición de los pezones posteriores (POS) la GMD fue de 0.204 (kg/día).

La ganancia media diaria (GMD) global de la prueba fue de 0.213 (kg/día); el grupo que tuvo la mayor GMD fueron los lechones de categoría peso alto (PALTO) y posición de los pezones posteriores (POS) con 0.250 (kg/día); por el contrario, el grupo con menor GMD fue el de los lechones de categoría bajo peso (PBAJO) y posición de lechones en los pezones medios (MED).

Con respecto a peso al destete, según las categorías de peso y la posición del lechón durante la lactancia, se encontró que los lechones de bajo peso (PBAJO) promediaron 4.97 kg, para los de peso medio (PMED) de 6.19 kg y 7.01 kg para alto peso (PALTO); con respecto a la posición en la ubre, los lechones posicionados en los pezones anteriores (ANT) promediaron 6.32 kg, los que se posicionaron en los pezones medios (MED) promediaron 6.03 kg, y los que se posicionaron en los pezones posteriores (POS) promediaron 5.88 kg; el promedio de peso para todos los lechones de la prueba fue de 6.14 kg; los datos se muestran en el Cuadro 19.

Al analizar todos los datos de peso individual al destete (370 lechones) según la categoría de prolificidad en la que nacieron, con la ganancia media diaria, los resultados fueron que para la categoría de baja prolificidad, la GMD fue de 0.229 kg/día, para la categoría de media prolificidad, fue de 0.213 kg/día y para la categoría de alta prolificidad, fue de 0.195 kg/día; tal y como se muestra en el Cuadro 20 y Figura 8.

Cuadro 18. Ganancia media diaria de peso (GMD) en kg, según categoría de peso y según posicionamiento en la ubre

Posición	Categoría									Total		
	PBAJO			PMEDIO			PALTO					
	n	GMD	D. L.	n	GMD	D. L.	n	GMD	D. L.	n	GMD	D. L.
ANT	16	0.188ax	21.31	94	0.218ax	22.36	22	0.249ay	21.91	132	0.219a	22.16
MED	19	0.175ax	22.68	77	0.214ay	22.23	17	0.228ay	21.65	113	0.209a	22.22
POS	6	0.180ax	22.50	28	0.201ax	22.22	5	0.250ay	20.60	39	0.204a	22.05
Total	41	0.181	22.12	199	0.214	22.29	44	0.241	21.66	284	0.213	22.17

D.L.: días de lactancia.

Literales diferentes por columna (a, b y c) indican diferencia ( $P < 0.01$ ); en el caso del renglón POS ( $P < 0.05$ ).

Literales diferentes por renglón (x y y) indican diferencia ( $P < 0.05$ ).

Cuadro 19. Peso promedio individual al destete (kg), según categoría de peso y según posicionamiento en la ubre

Posición	Categoría									Total		
	PBAJO			PMEDIO			PALTO					
	n	Peso	D. L.	n	Peso	D. L.	n	Peso	D. L.	n	Peso	D. L.
ANT	16	4.95ax	21.31	94	6.33ax	22.36	22	7.24ay	21.91	132	6.32a	22.16
MED	19	4.90ax	22.68	77	6.62aby	22.23	17	6.68ay	21.65	113	6.03a	22.22
POS	6	5.23ax	22.50	28	5.80bx	22.22	5	7.12ay	20.60	39	5.88a	22.05
Total	41	4.97	22.12	199	6.19	22.29	44	7.01	21.66	284	6.14	22.17

D.L.: días de lactancia.

Literales diferentes por columna (a, b y c) y renglón indican diferencia ( $P < 0.01$ ).

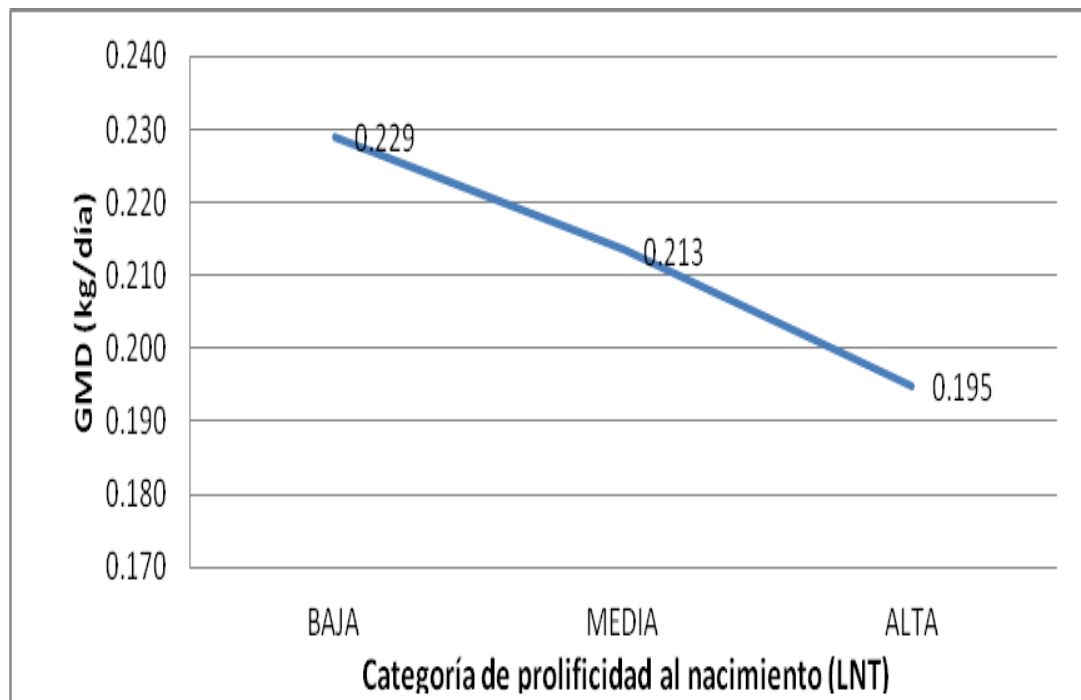
Literales diferentes por renglón (x y y) indican diferencia ( $P < 0.01$ ).

**Cuadro 20.** Ganancia media diaria promedio (GMD) y peso al destete, según la categoría de prolificidad al nacimiento (LNT).

Categoría de prolificidad (LNT)	n	D.L.	Peso	GMD
<b>Baja</b>	89	21.74a	6.57a	0.229a
<b>Media</b>	159	22.06a	6.00b	0.213b
<b>Alta</b>	122	20.93b	5.47c	0.195c
<b>Total</b>	370	21.61	5.95	0.211

D.L.: días de lactancia.

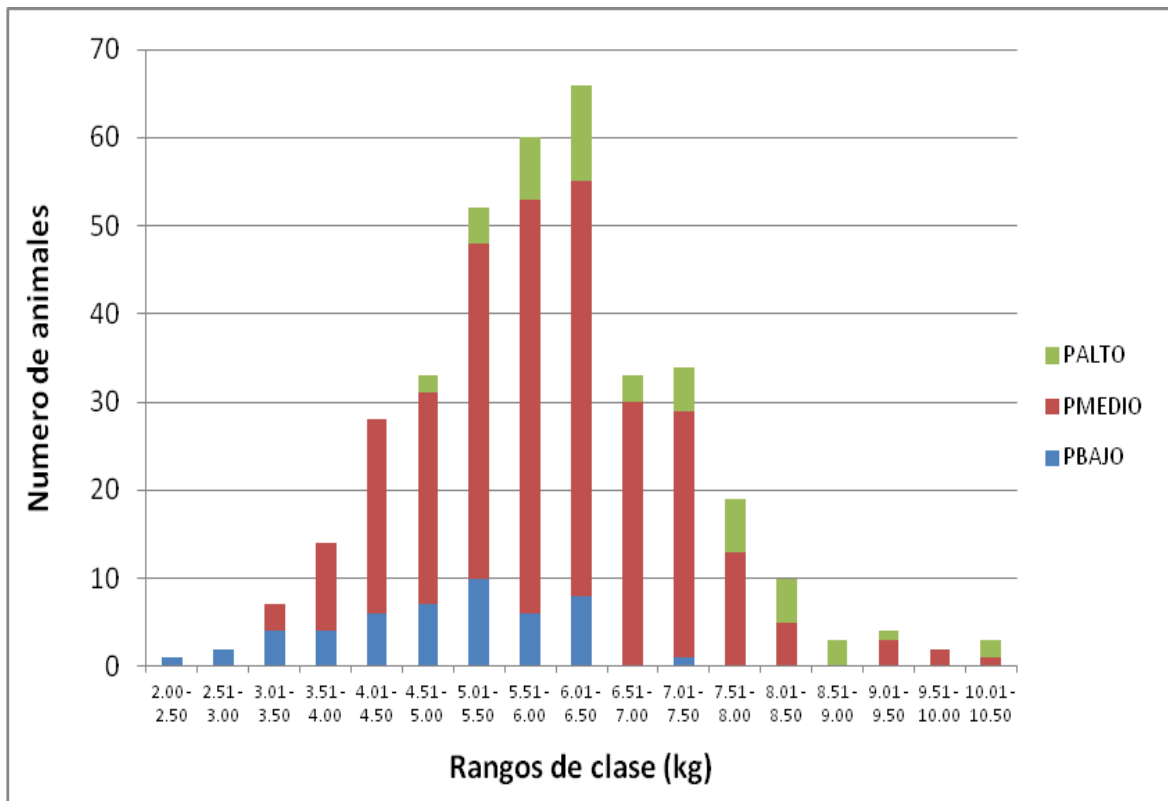
Literales diferentes por columna indican diferencia ( $P < 0.01$ ).



**Figura 8.** Ganancia media diaria al destete (GMD) según la categoría de prolificidad al nacimiento (LNT).

Con la información de los pesos individuales del destete se realizó el histograma diferenciando la categoría inicial al nacimiento, dicho histograma de muestra en la Figura 9.





**Figura 9.** Histograma de pesos individuales al destete, según categoría de peso individual al nacimiento.

### 7.6 Curva de crecimiento de los animales de acuerdo a su categoría de peso

Ya se han mencionado los datos de peso al nacimiento y de peso al destete en anteriores evaluaciones; con respecto al peso a 70 días de edad, se tomaron un total de 381 datos (50 animales de PBajo, 279 de PMedio y 52 PAlto), donde el promedio de peso para los animales de PBajo fue de 23.96 kg, para los animales de PMedio fue de 28.66 kg y de 30.76 kg para los animales de PAlto; dicha información se muestra en el Cuadro 21.

**Cuadro 21.** Cuadro de registro de pesos al nacimiento, al destete y a los 70 días de edad.

Categoría	Edad								
	Nacimiento			Destete			70 días		
	n	Peso (kg)	D.E.	n	Peso (kg)	D.E.	n	Peso (kg)	D.E.
<b>Bajo</b>	56	0.84a	0.116	49	4.92a	1.09	50	23.96a <sup>1</sup>	5.20
<b>Medio</b>	285	1.29b	0.150	273	5.96b	1.22	279	28.66b	4.07
<b>Alto</b>	52	1.74c	0.125	49	6.93c	1.23	52	30.76c	4.20

D.E.: desviación estándar.

Literales diferentes por columna indican diferencia ( $P < 0.01$ ).

<sup>1</sup> La diferencia de esta categoría con respecto a las otras ya existía desde la medición anterior, no es debida al desempeño de los animales en el periodo evaluado.

Con respecto a los datos registrados para peso a 85 días de edad, se tomaron un total de 276 mediciones, donde el promedio de peso para los animales de PBajo fue 33.40 kg, 38.97 kg para los de PMedio, y 40.61 kg para los de PAlto; para el peso a 100 días de edad, el promedio fue 42.99 kg para los animales de PBajo, 49.00 kg para los de PMedio, y de 52.03 kg para los de PAlto; para el peso a 115 días de edad, el promedio fue 53.83 kg para los animales de PBajo, 60.32 kg para los de PMedio, y 65.31 kg para los de PAlto. Para el peso a los 130 días de edad, el promedio para los animales PBajo fue 62.12 kg, de 71.69 kg para los de PMedio, y 75.98 kg para los de PAlto; de los registros a 145 días de edad, el promedio fue 76.64 kg para los animales de PBajo, 83.17 kg para los de PMedio, y 85.97 kg para los de PAlto; de los registros tomados a 160 días, el promedio fue 86.66 kg para los animales de PBajo, 95.70 para los de PMedio, y de 101.11 kg para los de PAlto; estos datos se muestran en el Cuadro 22. En todas estas mediciones se encontró efecto del peso anterior como covariable ( $P < 0.001$ ). De manera gráfica podemos observar las diferencias en el comportamiento de cada una de las categorías en la figura 10.

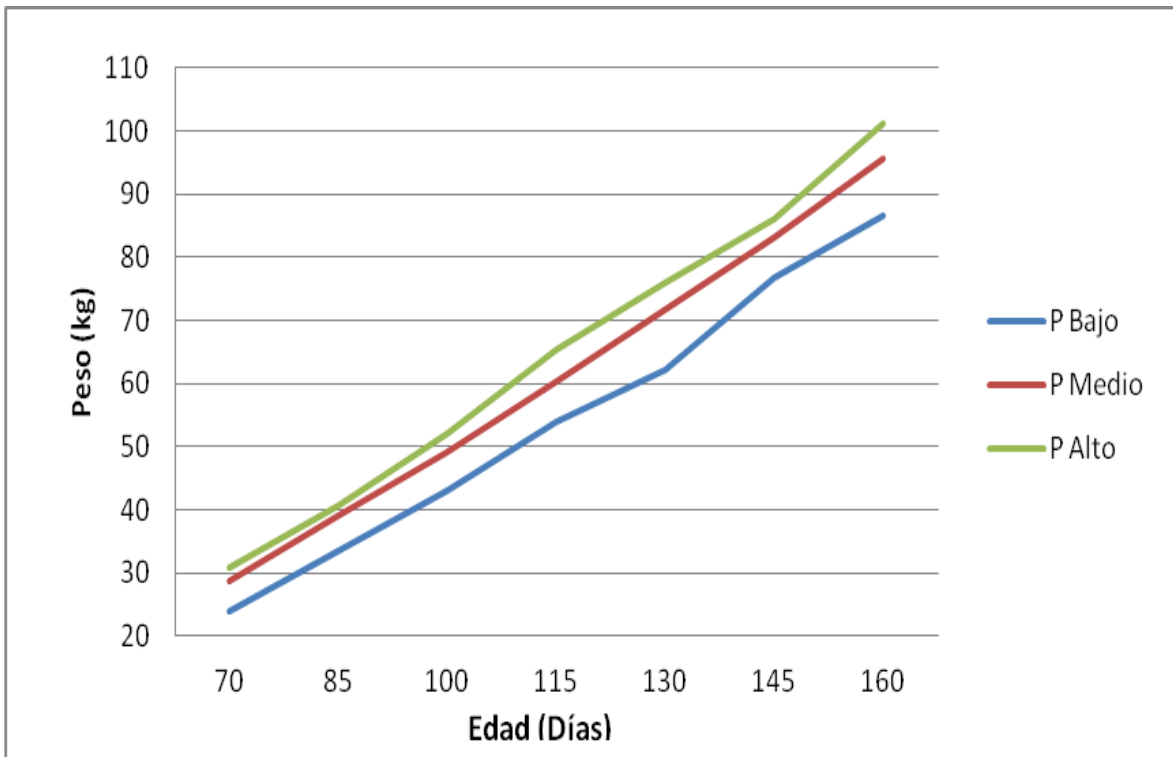
**Cuadro 22.** Registro de pesos a los 85, 100, 115, 130, 145 y 160 días de edad.

Edad (días)	Categoría de peso al nacimiento									P
	PBajo			PMedio			PAlto			
	n	Peso	DE	n	Peso	DE	n	Peso	DE	
70	50	23.96a	5.20	279	28.66b	4.07	52	30.76c	4.20	0.010
85	52	33.40a	6.27	275	38.97a	4.59	49	40.61a	5.17	0.052
100	49	42.99a	7.29	263	49.00a	5.63	47	52.03b	6.24	0.011
115	50	53.83a*	7.33	265	60.32a	6.6	47	65.31b	8.31	0.002
130	50	62.12a*	6.94	262	71.69a	7.99	48	75.98a	7.57	0.196
145	29	76.64a*	10.03	160	83.17a	8.56	36	85.97a	8.72	0.173
160	46	86.66a*	11.18	227	95.7b	9.15	46	101.11b	12.17	0.007

DE: desviación estándar.

Literales diferentes por renglón indican diferencia

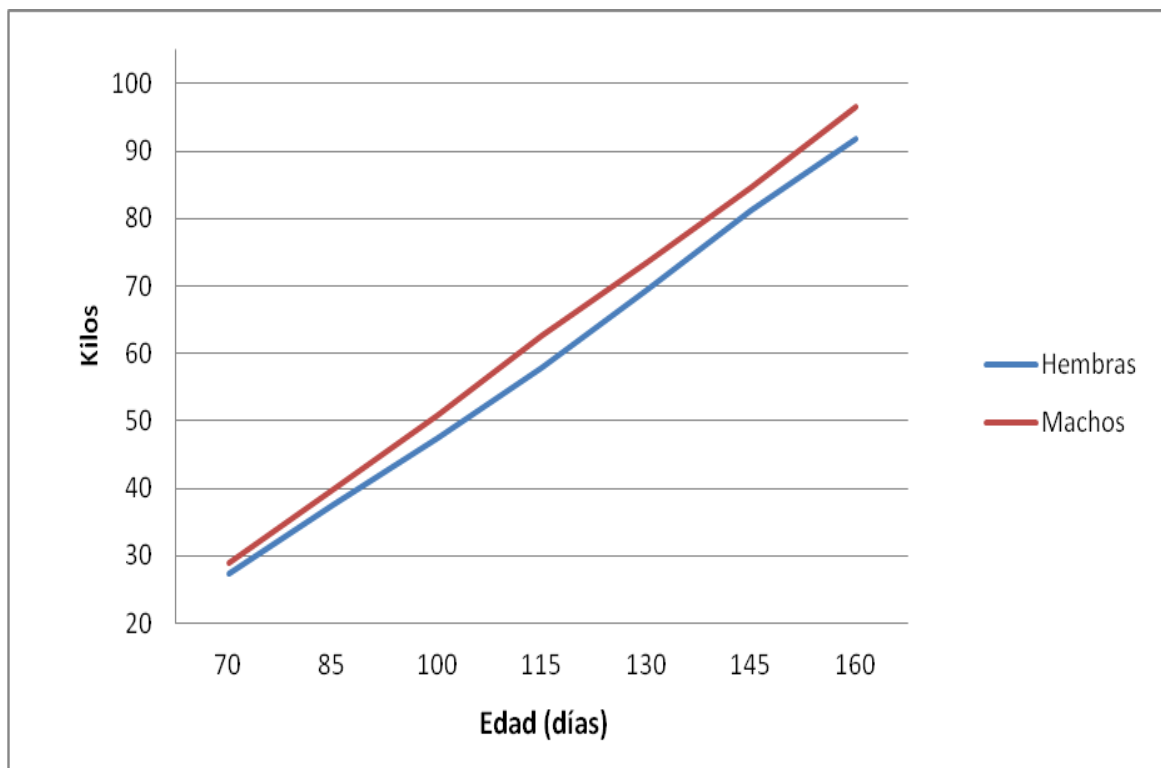
\* Las diferencias de esta categoría con respecto a las otras, ya venía dada por la medición anterior, no es debida al desempeño durante el periodo analizado.



**Figura 10.** Curva de crecimiento de los 70 a los 160 días.

Al hacer un análisis de la información por sexo del animal, se observó que en la medición final de peso a los 160 días, hay diferencias significativas en cuanto a los machos con respecto a las hembras; ya que se tuvo una media de 96.6 kg de peso para los machos, mientras que las hembras pesaron 91.8 kg; esto es haciendo la diferenciación sólo por sexo, independientemente de las categorías de peso al nacimiento. Los datos para las mediciones desde los 70 días de edad, se muestran en el Cuadro 22 y de manera gráfica en la Figura 11.

No se encontró una interacción entre la categoría de peso y el sexo en ninguno de los pesajes ( $P>0.05$ ), si bien sí hubo diferencias en el peso por sexo a los 100, 115, 130 y 160 días ( $P<0.05$ ); la distribución de pesos por sexo se presenta en la Figura 11.



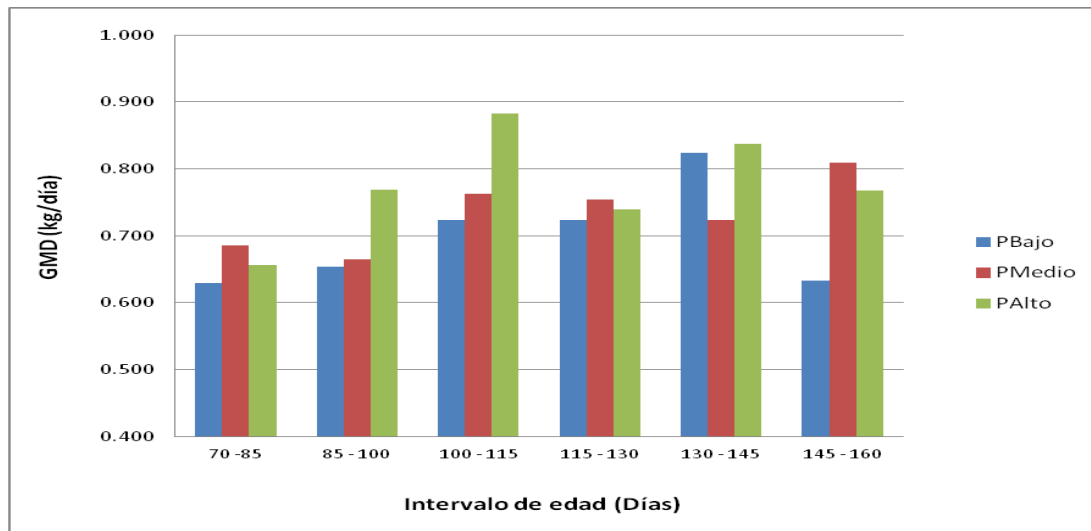
**Figura11.** Curva de crecimiento según el sexo de los animales, sin importar su categoría de peso al nacimiento.

El cálculo de la GMD en el sitio 3, correspondiente a los periodos de edad subsecuentes, se muestra en el Cuadro 23; donde podemos observar que solamente en las edades de 100, 115 y 160 días se encontraron diferencias, en todo caso de la categoría de PAlto con respecto a las de PMedio y PBajo. En la figura 12 podemos observar las variaciones que hay en el comportamiento de la GMD en las diferentes etapas de edad registradas.

**Cuadro 23.** Ganancia media diaria (GMD), según el intervalo de edad en mediciones de peso en sitio 3.

Edad	Categoría de peso al nacimiento									P
	PBajo			PMedio			PAlto			
	n	GMD	D.E.	n	GMD	DE	n	GMD	DE	
85	52	0.629	0.026	273	0.686	0.010	48	0.656	0.026	0.052
100	49	0.654a	0.035	263	0.665a	0.014	47	0.759b	0.035	0.011
115	49	0.724a	0.033	259	0.763a	0.013	46	0.813b	0.033	0.002
130	48	0.724	0.033	258	0.754	0.013	46	0.740	0.033	0.169
145	35	0.824	0.064	156	0.724	0.028	29	0.837	0.066	0.173
160	33	0.633a	0.110	150	0.809a	0.047	28	0.768b	0.114	0.063

DE: desviación estándar.



**Figura 12.** Ganancia media diaria según el intervalo de edad.

## 7.7 Estimación del rendimiento de tejido magro de los animales de acuerdo a su categoría de peso, con mediciones en vivo de grasa dorsal y de profundidad del lomo

Se hicieron un total de 110 mediciones de grasa dorsal y profundidad de lomo; de las cuales, 43 fueron en la repetición 1 y 67 en la repetición 2. De estas mediciones, 31 fueron en animales de categoría PBajo, 50 en animales de PMedio y 29 en animales de PAlto. Los datos promedio son: 7.16 mm para los animales de PBajo, 7.80 mm en animales de peso medio, y de 7.17 mm en animales de PAlto. Los datos se muestran en el Cuadro 24.

**Cuadro 24.** Registro de datos y datos promedio de grasa dorsal (GD), según la repetición y categoría de peso al nacimiento.

Categoría	Repetición 1 (160 días)		Repetición 2 (145 días)		Total	
	n	GD (mm)	n	GD (mm)	n	GD (mm)
<b>PBajo</b>	17	7.53	14	6.71	31	7.16 <sup>a</sup>
<b>PMedio</b>	18	7.83	32	7.78	50	7.80 <sup>a</sup>
<b>PAlto</b>	8	8.13	21	6.81	29	7.17 <sup>a</sup>

Literales diferentes por columna indican diferencia ( $P < 0.01$ ).

Los resultados promedio de profundidad de lomo fueron de 59.81 mm para los animales de PBajo, de 61.28 mm para los animales de PMedio y de 63.55 mm para animales de PAlto, como se muestra en el Cuadro 25.

**Cuadro 25.** Promedios de profundidad de lomo (PL), por repetición y categoría de peso al nacimiento.

Categoría	Repetición 1 (160 días)		Repetición 2 (145 días)		Total	
	n	PL (mm)	n	PL (mm)	n	PL (mm)
<b>PBajo</b>	17	60.35	14	59.14	31	59.81a
<b>PMedio</b>	18	58.89	32	62.23	50	61.28a
<b>Palto</b>	8	66.25	21	62.52	29	63.55a

Literales diferentes por columna indican diferencia ( $P < 0.01$ ).

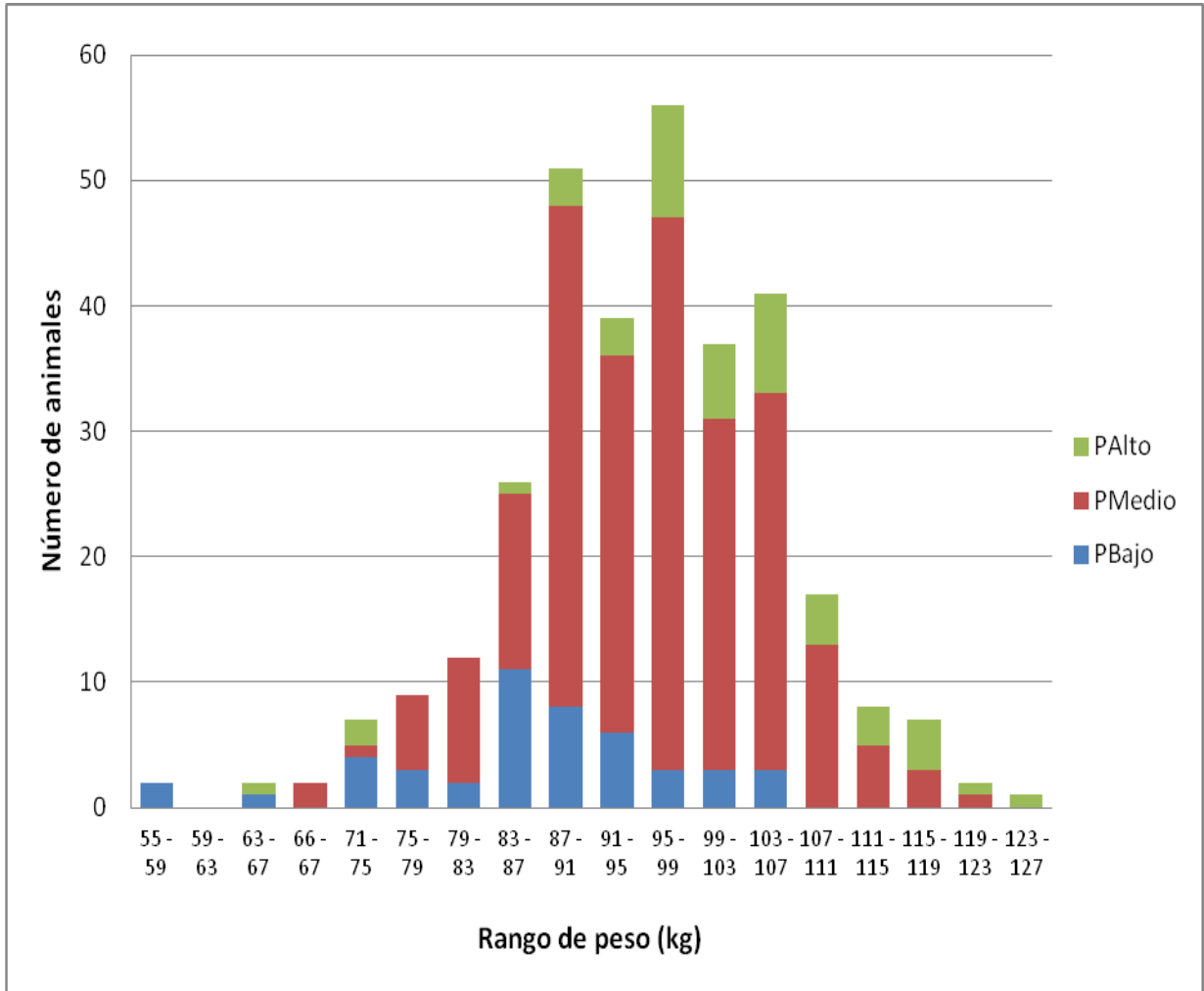
Con estos datos, se hizo la estimación de rendimiento magro mediante la ecuación:  $\text{Rendimiento magro} = (603 - 8.47x + 1.47y) / 1000 \times 100$ ; los resultados según la categoría de peso se muestran en el Cuadro 26, donde se puede observar que no hubo diferencias significativas según la categoría de peso al nacimiento para la estimación de rendimiento magro

**Cuadro 26.** Estimación de rendimiento magro por categoría de peso al nacimiento.

Estimación de Rendimiento Magro			
Categoría	n	Rendimiento (%)	D.E.
<b>PBajo</b>	31	63.0a	1.69
<b>PMedio</b>	50	62.7a	2.01
<b>PAalto</b>	29	63.6a	1.53

Variables diferentes representan diferencias estadísticas ( $P < 0.01$ ).

Con los valores de peso a los 160 días, se procedió a hacer un histograma con dichos valores de peso, manteniendo la categorización de peso al nacimiento; en dicho histograma, se puede observar que hubo animales de categoría PBajo que tuvieron crecimiento compensatorio y alcanzaron a sus compañeros de categorías superiores de peso; así mismo, lechones que al nacimiento se les asignaron categorías de PMedio y PAalto, fueron animales que tuvieron un lento desarrollo en el crecimiento y se comportaron como compañeros de menor categoría; esto lo podemos observar en la figura 13.



**Figura 13.** Histograma de pesos a 160 días de edad, según la categoría de peso al nacimiento.



## 8. Discusión

### 8.1 Evaluación de la variabilidad del peso individual de lechones al nacimiento

Dos de las motivaciones principales para hacer este estudio fueron determinar el peso al nacimiento a partir del cual se puede llamar a un lechón como de “bajo peso” y la proporción existente de estos animales en una granja de alta prolificidad. De acuerdo con la metodología empleada para obtener los datos y la determinación del punto de corte de peso al nacer, en este estudio se consideró a los lechones como de bajo peso por abajo de 0.986 kg. Un convencionalismo dentro de la industria es considerar como lechones de bajo peso a los animales por debajo de 1.00 kg, y en la literatura consultada diversos autores (Quiniou *et al.*, 2002, Gondret *et al.*, 2006, Rehfeldt and Kuhn, 2006, Beaulieu *et al.*, 2010, Berard *et al.*, 2010, Handel and Stickland, 2010, Milligan *et al.*, 2001) de igual manera, consideran a los lechones como de bajo peso a aquellos animales con alrededor de 1.00 kg, 1.14 kg según Lawlor *et al.* (2007), y 1.20 kg en el caso de Berard *et al.* (2010). Sin embargo, esto es de igual manera manejado de manera convencional, ya que no mencionan su metodología para determinar dicho punto de corte, o determinar el establecimiento de sus categorías. Así mismo, se considera que el nivel de prolificidad de las hembras madres de los lechones tiene una gran influencia sobre el peso promedio de los lechones y su variabilidad. Sin embargo, pocos son los autores que mencionan la prolificidad de la prueba (Quiniou *et al.*, 2002, Gondret *et al.*, 2006, Beaulieu *et al.*, 2010, Berard *et al.*, 2010), y algunos excluyen a los lechones de pesos  $\leq 0.800$  kg (Rehfeldt and Kuhn, 2006, Berard *et al.*, 2010) o  $\leq 0.750$  kg (Gondret *et al.*, 2006, Beaulieu *et al.*, 2010) en el establecimiento de sus categorías, lo que influye en gran medida en el valor medio de la categoría de bajo peso.

De igual manera, sólo algunos autores mencionan el ciclo productivo de las cerdas madres (Quiniou *et al.*, 2002, Berard *et al.*, 2010), aspecto que vale la pena

mencionar, ya que en el presente estudio, las cerdas de primer ciclo tuvieron una mayor proporción de lechones de bajo peso y las de segundo ciclo, un mayor impacto en la variabilidad.

Con respecto al porcentaje de lechones de bajo peso, hay autores que reportan el porcentaje de estos animales; la información que proporcionan es de acuerdo a cuatro categorías según el tamaño de la camada ( $\leq 11$ , entre 12 y 13, 14 y 15 y  $\geq 16$  lechones), siendo 7, 9, 14 y 23% para Quiniou *et al.* (2002), para cerdas de primer a sexto parto. Los mismos valores que mencionan Martineau y Badouard (2009), quienes no indican la paridad promedio; para el caso de este estudio, los resultados fueron 3.7, 17.9, 16.2, y 23.8%, sin olvidar que el porcentaje para toda la prueba fue de 15.5% lechones con bajo peso. Llama la atención la similitud de los valores para la tercera y cuarta categoría; así mismo, las diferencias entre la primera y segunda; la explicación radica en que en esta prueba, los partos de cerdas de primer ciclo coincidieron justamente en mayor medida con los tamaños de camada de las categorías intermedias, y la influencia del primer parto en menor peso en los lechones, lo que confirma la importancia del ciclo y la prolificidad en este tipo de comparaciones al intentar homologar criterios.

De igual forma, sólo Quiniou *et al.* (2001) y Beaulieu *et al.* (2010), reportan ecuaciones de predicción para el peso al nacimiento de los análisis de regresión de sus datos, para ello utilizan los datos de tamaño de la camada (lechones nacidos vivos, LNV) con las siguientes ecuaciones:

Quiniou *et al.* (2001):  $P. \text{ Ind. Nac.} = 1.976 - 0.042\text{LNV}$ ;  $r=-0.32$ ;  $P<0.001$ ; 12.5 LNV.

Beaulieu *et al.* (2010):  $P. \text{ Ind. Nac.} = - 0.0374 \text{ LNV} + 1.850$ ;  $R^2= 0.092$ ;  $P<0.001$

Incluidos todos los animales de la prueba

Peso Individual al Nacimiento =  $- 0.0330 \text{ LNV} + 1.823$ ;  $R^2= 0.086$ ;  $P<0.001$ .

Excluidos los lechones con peso  $\leq 0.750$  kg.

Al hacer la comparación con los resultados del presente estudio (Cuadro 27), todos los casos muestran una predicción de menor peso con los resultados encontrados, donde nuevamente se piensa que el número de ciclo tiene una influencia importante, ya que para Quiniou *et al.* (2001), es de los ciclos 1 al 6 sin mencionar el dato promedio, en el caso de Beaulieu *et al.* (2010), no lo reportan, y en el estudio actual es 1.5 ciclos promedio.

**Cuadro 27.** Peso promedio individual al nacimiento (g) según el tamaño de la camada (LNV) o prolificidad (LNT), en tres diferentes pruebas, de acuerdo con el análisis de regresión de los datos obtenidos.

Número de LNV o LNT	Quiniou <i>et al.</i> (2001)	Beaulieu <i>et al.</i> (2010)		Prueba
		Todos los animales	Excluidos $\leq 750$ gr	
1	1.934	1.813	1.790	1.747
2	1.892	1.775	1.757	1.711
3	1.850	1.738	1.724	1.676
4	1.808	1.700	1.691	1.640
5	1.766	1.663	1.658	1.604
6	1.724	1.626	1.625	1.568
7	1.682	1.588	1.592	1.533
8	1.640	1.551	1.559	1.497
9	1.598	1.513	1.526	1.461
10	1.556	1.476	1.493	1.425
11	1.514	1.439	1.460	1.390
12	1.472	1.401	1.427	1.354
13	1.430	1.364	1.394	1.318
14	1.388	1.326	1.361	1.282
15	1.346	1.289	1.328	1.246
16	1.304	1.252	1.295	1.211
17	1.262	1.214	1.262	1.175
18	1.220	1.177	1.229	1.139
19	1.178	1.139	1.196	1.103
20	1.136	1.102	1.163	1.068
<b><math>\mu</math> de la prueba</b>	<b>1.451</b>	<b>No reportado</b>	<b>No reportado</b>	<b>1.297</b>

Con respecto a la cantidad porcentual de lechones de cada categoría de peso según las categorías de prolificidad (Baja, Media y Alta), (Martineau and Badouard, 2009) citan cifras entre 20 y 25% de lechones de bajo peso ( $\leq 1.00$  kg)

en camadas  $\geq 15$  LNV, lo que coincide muy bien con los porcentajes encontrados en este estudio dentro de la categoría de alta prolificidad ( $\geq 16$  LNT).

Como era de esperarse, en el presente estudio, conforme las camadas incrementaron en prolificidad, el peso promedio de los lechones disminuyó, lo que concuerda con diversos autores (Milligan *et al.*, 2002a, Damgaard *et al.*, 2003, Foxcroft *et al.*, 2006, Kammergaard *et al.*, 2011).

## **8.2 Evaluación del tiempo de latencia en hacer el aseguramiento de alguna teta según su categoría de peso**

Con respecto a esta variable, es claro que los animales de bajo peso, demoraron significativamente más tiempo en hacer su primer aseguramiento de pezón, que los animales de mayor peso. Esto coincide con los resultados obtenidos por Kammergaard *et al.* (2011), quienes reportan de igual manera un mayor tiempo en la primera succión. De manera similar, hay reportes (Vasdal *et al.*, 2011) que relacionan el tiempo promedio demorado de la camada en la primera succión con su porcentaje de mortalidad, encontrando una relación positiva, a mayor tiempo, mayor porcentaje de mortalidad ( $R^2=0.7406$ ;  $P<0.001$ ); de igual manera, una correlación positiva entre el tiempo promedio demorado con su temperatura rectal ( $R^2=0.5574$ ;  $P<0.001$ ), mostrando que después de los 40 minutos post-nacimiento, la temperatura muestra un claro descenso por debajo de los  $38^\circ\text{C}$  (Vasdal *et al.*, 2011). Es importante mencionar que las categorías de bajo y alto peso, mostraron la mayor variabilidad en términos de desviación estándar en el tiempo empleado, lo que indica la variabilidad que hay en los animales dentro de cada categoría con respecto a esta variable, lo que puede dar una idea de los diversos factores que pueden intervenir en ella (animal que cursó hipoxia, vitalidad, oportunismo, etc.). Otros estudios (Baxter *et al.*, 2011) muestran diferencias importantes entre el tiempo empleado por el primer lechón del parto y el último; con las consecuentes diferencias en el consumo de calostro (Le Dividich *et al.*, 2005); en este caso no se tomaron en cuenta estas diferencias.

Se sabe que la sobrevivencia y una tasa de crecimiento normal del lechón recién nacido son indicadores fundamentales de su vitalidad, y que reflejan de manera adecuada su maduración y adaptación (Alonso-Spilsbury *et al.*, 2007). La supervivencia neonatal de los cerdos es crítica después del nacimiento, dependerá de su habilidad de pararse, moverse a la glándula mamaria, y colocarse y succionar calostro de las tetas (Alonso-Spilsbury *et al.*, 2007, Herpin *et al.*, 1996), para tener un suministro suficiente de energía a partir de las reservas corporales y el calostro ingerido para cumplir con sus requerimientos para la producción de calor (Le Dividich *et al.*, 1994).

La baja vitalidad y el bajo peso al nacimiento son variables que menoscaban la capacidad de los lechones para extraer con éxito el calostro de los pezones y aumentar sus posibilidades de succión en eventos posteriores (Devillers *et al.*, 2007). Por tanto, el principal factor en la determinación de la ingesta de calostro por los lechones es su peso al nacer, que también es el principal determinante de su vitalidad y su capacidad para estimular la teta con el fin de extraer el calostro (Devillers *et al.*, 2011).

La ingesta de calostro es muy importante para la supervivencia y desarrollo de los lechones de forma natural, dado el eficiente aprovechamiento por parte del lechón en cuanto a la energía y el nitrógeno contenido (un porcentaje del 91% en la utilización de la energía metabolizable y 89% de eficiencia entre el nitrógeno retenido con respecto al absorbido) (Le Dividich *et al.*, 1994), y tiene efectos a largo plazo en la inmunidad, su salud y su desempeño (Farmer and Quesnel, 2009, Le Dividich *et al.*, 2005). Cuando hay disponibilidad de suministro ilimitado de calostro, los lechones pueden tener consumos por arriba de 450 g/kg de peso vivo (Farmer and Quesnel, 2009), lo que sugiere que el potencial de ingesta es muy alto al nacimiento, lo que compensa sus limitadas reservas de energía (Le Dividich *et al.*, 2005).

En términos prácticos se recomienda una ingesta en las primeras 24 horas, de 280 g (Le Dividich *et al.*, 1994), y en todo caso, un mínimo de 200 g para un buen desarrollo (Devillers *et al.*, 2011). Es una característica que los lechones de

bajo peso y baja ganancia diaria en la lactancia, son lechones que consumieron menos calostro (De Passille and Rushen, 1989, Milligan *et al.*, 2002a), así como en los lechones de camadas numerosas, de igual manera, su ingesta de calostro es menor (Devillers *et al.*, 2007), con sus respectivas consecuencias.

Hay una gran cantidad de factores que afectan la producción de calostro, entre otros, el número de parto, genotipo en su influencia en el rendimiento del calostro y su composición, la inducción del parto, la nutrición de la cerda (Farmer and Quesnel, 2009), y la baja ingesta de agua por parte de la cerda en la lactancia temprana (Fraser and Phillips, 1989). Los lechones de bajo peso y lechones que han experimentado hipoxia, toman mayor tiempo en realizar la primera succión, que a su vez afecta su posicionamiento durante la primera y segunda hora después del nacimiento, por lo que se considera que el peso al nacimiento es el factor individual más importante en la recuperación exitosa de la hipotermia post-natal (Kammersgaard *et al.*, 2011); la baja vitalidad es también un signo de hipoxia durante el proceso de parto (Devillers *et al.*, 2011), lechones que han sufrido hipoxia durante el parto son menos viables y menos capaces de adaptarse a la vida extrauterina (Herpin *et al.*, 1996).

No se deben olvidar las implicaciones que tienen origen desde la cerda, por ejemplo, se sabe que los partos numerosos tienen un periodo de gestación ligeramente más corto y en éstos, la proporción proteica del calostro es menor (Martineau and Badouard, 2009). Así mismo, se conoce que la maduración del lechón en el útero se da en el último tercio de la gestación (Foxcroft and Town, 2004) y que los últimos días son cruciales (Canario *et al.*, 2005), por lo tanto, habrá diferencias con respecto a lechones de periodos de gestación más largos, con un incremento en el peso del hígado, la materia seca y su contenido de proteína corporal (Canario *et al.*, 2007). De acuerdo con esta información, se pueden mencionar las siguientes implicaciones en las camadas numerosas:

1. Existe una mayor proporción de lechones de bajo peso, y con un grado menor de maduración; se sabe que la baja vitalidad y el bajo peso al nacimiento perjudica a los lechones en su habilidad de extraer exitosamente calostro de los

pezones y reduce su oportunidad de succionar posteriormente (Devillers *et al.*, 2007).

2. El consumo individual de calostro varía considerablemente, es independiente del orden de nacimiento (Devillers *et al.*, 2007, Le Dividich *et al.*, 2005), pero está relacionado positivamente con el peso al nacimiento, y negativamente con el tamaño de camada. Otros factores que influyen en el consumo de calostro, incluyen el estrés por enfriamiento, nacimiento prematuro e hipoxia al nacimiento (Le Dividich *et al.*, 2005).

3. Los lechones de bajo peso, demoran más tiempo en tener su primera succión en las tetas de la cerda.

4. Lechones con bajo peso al nacimiento competirán desfavorablemente con sus compañeros más pesados en la camada por las tetas para succionar y consecuentemente ingerirán menos calostro (de Pasillé *et al.* (1988), Milligan *et al.* (2002); citados por Alonso-Spilsbury *et al.*, 2007).

5. El calostro conforme pasan las horas (12 a 24 horas) de iniciado del parto, desciende en su proporción proteica (Le Dividich *et al.*, 2005, Beyer *et al.*, 2007, Devillers *et al.*, 2007), principalmente en la porción de las inmunoglobulinas (Beyer *et al.*, 2007, Martineau and Badouard, 2009, Devillers *et al.*, 2007).

6. Los lechones con menor consumo de calostro, tienen en consecuencia un menor peso al destete y efectos potenciales a largo plazo en el crecimiento e inmunidad (Devillers *et al.*, 2011).

7. El consumo de calostro no depende solamente de las características del lechón, sino también de la habilidad de la cerda para producirlo (Devillers *et al.*, 2007).

8. El tamaño de la camada, que tiene una gran influencia en la producción de leche, no afecta el rendimiento del calostro (Devillers *et al.*, 2007).

9. La vitalidad del lechón podría ser la principal determinante en el aprovechamiento del calostro (Devillers *et al.*, 2007).

Por lo que garantizar un consumo mínimo de calostro es un factor importante en granjas (Canario *et al.*, 2005), y en la medida de lo posible, debe procurarse un incremento en su consumo por parte del lechón.

### **8.3 Evaluación del posicionamiento del lechón en la ubre de la cerda de acuerdo a su categoría de peso**

Según De Pasillé y Rushen (1989), el comportamiento del amamantamiento de los lechones recién nacidos es aparentemente desordenado y claramente diferenciado del patrón altamente organizado de los días posteriores al parto. Los autores señalan que los pares de tetas 6 y 7 son los más empleados en una primera succión, y los animales de buen peso se trasladan posteriormente a los pezones anteriores, desplazando a los de bajo peso a los pezones posteriores. En la presente prueba se encontró un comportamiento muy similar, no existiendo al inicio de la lactancia un patrón, dándose algunas disputas por los pezones, conforme avanzaba el parto y había más lechones. Los primeros pezones succionados eran los del área posterior, simplemente por ser los más cercanos y los primeros en ser encontrados. Sin embargo, aunque en términos generales, los resultados muestran que si bien los lechones pesados se posicionaron proporcionalmente en mayor número en los pezones anteriores, hubo animales de las tres categorías de peso, ubicados en las tres categorías de posición en la ubre, y los resultados muestran que si bien los pezones anteriores fueron los de mejor ganancia diaria de peso en los lechones, en lo que respecta a una misma categoría, no se encontraron diferencias sin importar en qué posición de pezones se ubicaron los lechones; lo que da un buen indicio de que más importante que el posicionamiento que tiene el lechón en la ubre, es su capacidad de estimular y extraer calostro y leche de los pezones.

De Pasillé y Rushen (1989), indican que durante el inicio de la lactancia, la competencia se presenta de dos maneras, la forma directa mediante las disputas por un pezón en específico, y por la mayor o menor obtención de calostro,



mediante la fuerza que puedan aplicar a la estimulación del pezón; en ambos casos, los lechones de bajo peso están en desventaja, ya que los lechones que ganan una mayor proporción de disputas, succionan más frecuente y tienen mejores ganancias de peso al nacimiento al día tres de vida. Los lechones débiles al nacimiento perderán las disputas por los pezones y tendrán dificultad para sostener un pezón y succionarlo, mientras que los lechones en las tetas posteriores también muestran patrones de menor consumo de preiniciador comparado con sus compañeros de tetas intermedias y anteriores (Pluske *et al.*, 2007).

#### **8.4 Ganancia media diaria en el periodo de lactancia de los lechones de acuerdo a su categoría de peso**

El peso promedio al nacimiento tiene una gran influencia en el peso al destete y la GDM individual durante la lactancia (Van der Lende and De Jager, 1991, Kim *et al.*, 1999, Milligan *et al.*, 2001, Andersen *et al.*, 2011). Está demostrada una correlación positiva entre el peso del lechón y su consumo de leche, lo que indica que los lechones pesados al nacer tienen una mayor disponibilidad de remover más leche de las glándulas mamarias de las cerdas lactantes (King *et al.*, 1997); de igual manera, hay una correlación en la que a mayor tamaño de camada, mayor es la producción de leche por la cerda (Auldist *et al.*, 1998), pero menor es la ingesta individual de leche por parte del lechón (Kim *et al.*, 1999).

En el estudio presente, los animales con mejor categoría de peso, presentaron una mejor ganancia de peso durante la lactancia y de igual manera, a una mayor categoría de prolificidad, la ganancia media diaria en lactancia fue menor. Lo que coincide con Pluske *et al.* (2007), y Pedersen (2009), quienes además mencionan que en las camadas numerosas, acontece que hay una mayor ausencia de los lechones durante los eventos de succión y bajada de leche, así mismo, este último autor encontró una correlación positiva entre el tiempo de duración de la bajada de la leche y la GMD. Cabe mencionar que los intervalos de

pre y post-masaje a la bajada de la leche, son más cortos cuando hay limitantes de espacio por lechón en la camada (Pedersen, 2009), lo que se puede extrapolar a camadas numerosas. Sin embargo, Nielsen *et al.* (2009) no encontraron diferencias en cerdas de primer ciclo, pero sí un efecto en las cerdas múltiparas.

Dentro de los factores que definen el potencial lácteo de las cerdas, están el factor genético, la edad de la cerda (Clowes *et al.*, 2003), la condición corporal (Beyer *et al.*, 2007), el número de glándulas funcionales (Auldist *et al.*, 1998), la frecuencia e intensidad de succión a las glándulas que tiene como resultado la extracción de leche de las glándulas de manera individual (Auldist *et al.*, 2000), lo que depende de la interacción del comportamiento de succión entre el lechón y la cerda, teniendo un potencial por arriba de 15 kg/día, particularmente en la lactancia temprana, cuando las reservas en tejidos están disponibles para ser catabolizadas para suministrar los nutrientes que no están disponibles en la dieta de la cerda (Auldist *et al.*, 1998).

### **8.5 Mortalidad en el periodo de lactancia de los lechones de acuerdo a su categoría de peso**

De igual manera, diversos autores coinciden en que los lechones de bajo peso al nacimiento, tienen una alta probabilidad de mortalidad (Van der Lende and De Jager, 1991, Andersen *et al.*, 2011, Vasdal *et al.*, 2011, Oksbjerg *et al.*, 2013), debido a dos causas principales, el aplastamiento y la inanición. Andersen *et al.* (2011) observaron que a mayor prolificidad, el porcentaje de bajas por inanición se incrementa, al no poder establecer una buena relación de propiedad con la teta, dada la alta competencia (Alonso-Spilsbury *et al.*, 2007), esto ocurre principalmente en camadas numerosas donde hay una gran variabilidad de peso intra-camada (Van der Lende and De Jager, 1991), aspecto que tiene una gran influencia en la mortalidad independientemente del peso individual y del tamaño de la camada (Milligan *et al.*, 2001), ya que hay casos en los que los lechones de bajo peso pueden tener menor mortalidad y mejor ganancia de peso, en camadas

con una buena uniformidad (Deen and Bilkei, 2004), lo que da una muestra de que los lechones de bajo peso al nacimiento tienen una desventaja competitiva tanto para la sobrevivencia pre-destete como para la ganancia de peso (Milligan *et al.*, 2002a).

Diversos autores coinciden en que el bajo peso al nacimiento es un determinante en el riesgo de mortalidad (Van der Lende and De Jager, 1991, Milligan *et al.*, 2001, Devillers *et al.*, 2011, Quiniou *et al.*, 2002) y del bajo rendimiento posterior de los animales; sin embargo, sólo algunos autores dan datos sobre el porcentaje de mortalidad. Los datos son de dos vertientes, de los que hacen análisis de datos productivos de varios años y los que muestran datos de sus pruebas específicas, por ejemplo: 21.9% según Devillers *et al.* (2011), 10.1% de acuerdo con Vasdal *et al.* (2011), y 5.9% para Bierhals *et al.* (2012). En el caso del presente estudio, la mortalidad en lactancia fue de 4.6%, coincidiendo en que las bajas se presentaron principalmente en lechones de bajo peso, siendo la principal causa reportada la inanición seguida por el aplastamiento. Sin embargo, es importante considerar que dados los resultados obtenidos, no necesariamente un lechón de categoría de bajo peso, será una baja y sólo las comparaciones en camadas formadas por lechones de bajo peso darán información concerniente a si las diferencias fisiológicas no son meramente dependientes del peso (Van der Lende and De Jager, 1991). Pero definitivamente como se ha observado e el presente estudio la magnitud de los efectos negativos del peso al nacimiento se incrementan conforme el peso al nacimiento decrece (Fix *et al.*, 2010)

### **8.6 Curva de crecimiento de los animales de acuerdo a su categoría de peso**

La intención de generar información para elaborar la curva de crecimiento, fue tener una herramienta para visualizar las diferencias entre una y otra categoría de peso; lamentablemente, no es común encontrar este tipo de reportes publicados, sólo se encontró el trabajo de Rehfeldt *et al.* (2008); donde se puede apreciar que

el comportamiento de las tres categorías es similar al mostrado en la curva de crecimiento del presente estudio. Desafortunadamente, dichos autores (Rehfeldt *et al.*, 2008) no muestran los datos de sus mediciones; reportan haber realizado mediciones de peso a los 28, 70, 133 y 180 días de vida. Haciendo una extrapolación de su curva de crecimiento, se puede suponer que los valores de peso son similares a los registrados en esta prueba a los 160 días de vida, y coinciden en que reportan diferencias ( $P=0.07$ ) entre las categorías de Medio Peso y Alto Peso con respecto a la categoría de Bajo Peso, tal como en los resultados del presente estudio.

### **8.7 Estimación del rendimiento de tejido magro de los animales de acuerdo a su categoría de peso, con mediciones en vivo de grasa dorsal y de profundidad de lomo**

Como se mencionó anteriormente, son varios los autores que coinciden en que los lechones de bajo peso, tienen desventajas competitivas que se transformarán en desventajas productivas, pero además, hay diversos autores que mencionan que desde el nacimiento en estos animales hay factores prenatales que afectan el número total de fibras musculares, que tienen un efecto permanente en el crecimiento postnatal de los músculos de los cerdos (Wigmore and Stickland, 1983, Handel and Stickland, 1987, Dwyer *et al.*, 1993, Dwyer *et al.*, 1994), 1994). De acuerdo con Wigmore y Stickland (1983), una causa de la diferencia de tamaño entre animales pequeños y grandes, se puede deber a que los fetos pequeños muestran señales de retardo en el crecimiento consistentes con malnutrición fetal (Wigmore and Stickland, 1983, Dwyer *et al.*, 1994, Gondret *et al.*, 2005, Rehfeldt and Kuhn, 2006), lo que se conoce como retardo de crecimiento intra-uterino (RCIU). Así mismo, si bien no hay diferencias en el número de fibras primarias entre animales pequeños y grandes (Wigmore and Stickland, 1983, Handel and Stickland, 1987), salvo en el caso de bajo peso extremo (Handel and Stickland, 1987); los animales pequeños muestran un menor número de fibras secundarias alrededor de las fibras primarias, ya que la longitud de las fibras primarias durante la formación de las secundarias posiblemente tiene una mayor

área superficial para la anexión y fusión de los mioblastos formadores de fibras secundarias. Si esto es así, el menor tamaño de las fibras primarias en fetos pequeños pueden ser la causa del menor número de las fibras secundarias formadas en sus superficies (Wigmore and Stickland, 1983). Lo que indica que los lechones de bajo peso, tienen permanentemente un número reducido de fibras musculares (Handel and Stickland, 1987); entre 15.6% (Dwyer *et al.*, 1993), 17% (Wigmore y Stickland, 1983), y 19% menos (Handel y Stickland, 1987; Rehfeldt y Kuhn, 2006). El número de fibras es una determinante del crecimiento postnatal, los animales con mayor número de fibras tendrán el potencial de crecer más rápido y más eficiente que los animales con menos fibras (Dwyer *et al.*, 1993). Por lo que se puede inferir que los lechones de bajo peso al nacimiento tendrán peor desempeño en el crecimiento y menor rendimientos de tejido magro al sacrificio; además, tenderán a desarrollar fibras musculares extremadamente largas y peor calidad de carne, que es en parte resultado de la correlación inversa entre el número de fibras y el tamaño de las fibras (Rehfeldt and Kuhn, 2006). Por otra parte, el potencial de crecimiento muscular postnatal en los cerdos depende del número total y la hipertrofia de las miofibrillas en el tejido esquelético muscular (Paredes *et al.*, 2013).

En lo que respecta al presente estudio, no se encontraron diferencias significativas entre los tres grupos en cuanto a la grasa dorsal y la profundidad de lomo; y en lo que respecta a la estimación de tejido magro (rendimiento), los resultados fueron muy similares. En lo que se refiere a grasa dorsal, los datos de esta prueba difieren mucho de los encontrados por Gondret *et al.* (2005), quienes reportan valores para dos categorías: bajo (0.750 a 1.250 kg) y alto peso al nacimiento (1.750 a 2.050 kg), con 16.9 y 16.7 mm, respectivamente; no reportan diferencias significativas; tampoco datos de profundidad de lomo, pero sí, rendimientos magros (no indican la ecuación de cálculo, aunque indican que fue mediante el uso de Fat-o-Meat´er) de 59.5% y 61.0%, respetivamente, datos similares a los hallazgos en este estudio. En un trabajo posterior (Gondret *et al.*, 2006), obtuvieron promedios similares, especificando un rango diferente de peso para los lechones de bajo peso al nacimiento (0.750 a 1.100 kg). Por su parte,

Rehfeldt y Kuhn (2006), señalan valores de rendimiento magro para tres categorías de peso al nacimiento: Bajo Peso ( $<1.200$  kg), Medio Peso ( $\geq 1.200 - \leq 1.620$  kg) y Alto Peso ( $>1.620$  kg), de 54.8%, 56.2% y 56.5%, respectivamente, aunque cabe mencionar que excluyeron a los animales por debajo de 800 g en la asignación de categorías de la prueba, los datos del presente estudio difieren de estas cifras. Sin indicar los datos medios de grasa dorsal ni de profundidad de lomo, Rehfeldt y Kuhn (2006), mencionan que los animales de Bajo Peso fueron menos magros que los de las otras categorías. Rehfeldt *et al.* (2008) también estudiaron el rendimiento magro en tres categorías de peso al nacimiento: Peso Bajo ( $\leq 1.220$  kg), Peso Medio ( $>1.220$  y  $<1.540$  kg) y Peso Alto ( $\geq 1.540$  kg), con una media de toda la prueba de 1.370 kg (excluyeron a los animales por debajo de 0.800 kg), los autores reportan valores de rendimiento magro de 54.88%, 55.15% y 55.36%, respectivamente para cada grupo de peso, que de igual manera difieren de los datos obtenidos, pero coinciden con que no muestran diferencias significativas; así mismo, no indican los datos de grasa dorsal aunque señalan que fueron más altos en la categoría de bajo peso con respecto a las categorías de medio peso y de alto peso; tampoco hacen mención de la profundidad de lomo, ni de la ecuación de cálculo, indicando el uso de Fat-o-Meat<sup>er</sup>.

## 9. Conclusiones

Es claro que las demandas de la industria porcina van encaminadas a la búsqueda de alternativas que incrementen su productividad, en cada uno de los pilares en los que esta se sustenta; nutrición, genética, sanidad, manejo, e instalaciones. En este contexto, es una realidad que la presión de llevar a los animales a niveles superiores de productividad continuará. Por lo que se debe tener una panorámica más amplia de lo que esto implicará, para evitar caer en situaciones que afectan a la productividad global si se miran los avances solo desde una perspectiva particular.

Del presente estudio se concluye que:

- Las cerdas de alta prolificidad tuvieron una mayor proporción de lechones de bajo peso.
- Los lechones de bajo peso demoraron más en poder ingerir calostro.
- Los lechones de bajo peso se posicionaron en mayor proporción en los pezones posteriores de la cerda.
- Los lechones de bajo peso tuvieron una menor ganancia de peso en lactancia.
- Los lechones de bajo peso tuvieron un menor peso a edad a sacrificio.

Este estudio mostró que el tener metas de alta prolificidad puede tener efectos complejos de contrarrestar en toda la cadena productiva de las granjas, efectos que pueden tener un gran impacto en el aspecto económico, si no se tiene toda la perspectiva de sus causas y sus implicaciones.

Así mismo, el estudio muestra la posibilidad de análisis de las posibles causas y efectos tanto en la cerda como en el lechón, y los factores externos que intervienen en ellos; lo que da la posibilidad de entender las consecuencias de las fallas puntuales en cada eslabón de la cadena productiva, que al juntarse en el producto final son determinantes de su desempeño y su calidad.

Una última reflexión, es que en la búsqueda de incrementar las productividades, hay que ser precisos tanto en el manejo de las cerdas como en

los lechones, para minimizar la expresión de estos efectos negativos. Por lo que a manera de conclusión, se puede decir que la precisión en suministrar lo que requiere la cerda y lo que demanda el lechón, será la clave del éxito.



## 10. Referencias bibliográficas

- ALONSO-SPILSBURY, M., RAMIREZ-NECOECHEA, R., GONZALEZ-LOZANO, M., MOTA-ROJAS, D. & TRUJILLO-ORTEGA, M. E. 2007. Piglet Survival in Early Lactation: A Review. *J. Anim. Vet. Adv.*, 6, 76-86.
- ANDERSEN, I. L., NAEVDAL, E. & BOE, K. E. 2011. Maternal investment, sibling competition, and offspring survival with increasing litter size and parity in pigs (*Sus scrofa*). *Behav Ecol Sociobiol*, 65, 1159-1167.
- AULDIST, D. E., CARLSON, D., MORRISH, L., WAKEFORD, C. M. & KING, R. H. 2000. The influence of suckling interval on milk production of sows. *J Anim Sci*, 78, 2026-31.
- AULDIST, D. E., MORRISH, L., EASON, P. & KING, R. H. 1998. The influence of litter size on milk production of sows. *Animal Science*, 67, 333-337.
- BAXTER, E. M., JARVIS, S., SHERWOOD, L., FARISH, M., ROEHE, R., LAWRENCE, A. B. & EDWARDS, S. A. 2011. Genetic and environmental effects on piglet survival and maternal behaviour of the farrowing sow. *Applied Animal Behaviour Science*, 130, 28-41.
- BEAULIEU, A. D., AALHUS, J. L., WILLIAMS, N. H. & PATIENCE, J. F. 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, 2767-78.
- BEEK, V. T. 2008. Selecting on piglet vitality for a more uniform birth weight. *Pig Progress*, 24, 30-31.
- BERARD, J., KREUZER, M. & BEE, G. 2010. In large litters birth weight and gender is decisive for growth performance but less for carcass and pork quality traits. *Meat Sci*, 86, 845-51.
- BERGSMA, R., KANIS, E., VERSTEGEN, M. W. & KNOL, E. F. 2008. Genetic parameters and predicted selection results for maternal traits related to lactation efficiency in sows. *J Anim Sci*, 86, 1067-80.
- BERGSMA, R., KANIS, E., VERSTEGEN, M. W. A., VAN DER PEET-SCHWERING, C. M. C. & KNOL, E. F. 2009. Lactation efficiency as a result of body composition dynamics and feed intake in sows. *Livestock Science*, 125, 208-222.
- BEYER, M., JENTSCH, W., KUHLA, S., WITTENBURG, H., KREIENBRING, F., SCHOLZE, H., RUDOLPH, P. E. & METGES, C. C. 2007. Effects of dietary energy intake during gestation and lactation on milk yield and composition of first, second and fourth parity sows. *Arch Anim Nutr*, 61, 452-68.
- BIERHALS, T., MAGNABOSCO, D., RIBEIRO, R.R., PERIN, J., DA CRUZ, R.A., BERNARDI, M.L., WENTZ, I., BORTOLOZZO, F.P. 2012. influence of the pig weight classification at cross-fostering on the performance of the primiparous sows and the adopted litter. *Livestock Science*, 146, 115-122.
- BOULOT, S. 2002. L'hyperprolificité en 2002: quels résultats, quel impact sur la longévité des truies? *Journées Recherche Porcine*, 36, 429-434.
- BOULOT, S., QUESNEL, H. & QUINIOU, N. 2010. Management of high prolificacy in french herds: can we alleviate side effects on piglet survival?
- CANARIO, L., PERE, M. C., TRIBOUT, T., THOMAS, F., DAVID, C., GOGUE, J., HERPIN, P., BIDANEL, J. P. & LE DIVIDICH, J. 2007. Estimation of genetic trends from 1977 to 1998 of body composition and physiological state of Large White pigs at birth. *Animal*, 1, 1409-13.
- CANARIO, L., TRIBOUT, T., THOMAS, F., DAVID, C., GOGUE, J., HERPIN, P., BIDANEL, J. P., PERE, M. C. & LE DIVIDICH, J. 2005. Estimation, par utilisation de semence congelée, des effets de

- la sélection réalisée entre 1977 et 1998 dans la population Large White sur la composition corporelle et l'état physiologique du porc nouveau-né. *Journées Recherche Porcine*, 37, 427-434.
- CLOWES, E. J., AHERNE, F. X., FOXCROFT, G. R. & BARACOS, V. E. 2003. Selective protein loss in lactating sows is associated with reduced litter growth and ovarian function. *J Anim Sci*, 81, 753-764.
- DAMGAARD, L. H., RYDHMER, L., LOVENDAHL, P. & GRANDINSON, K. 2003. Genetic parameters for within-litter variation in piglet birth weight and change in within-litter variation during suckling. *J Anim Sci*, 81, 604-10.
- DE PASSILLE, A. M. B. & RUSHEN, J. 1989. Suckling and teat disputes by neonatal piglets. *Applied Animal Behaviour Science*, 22, 23-38.
- DEEN, M. G. H. & BILKEI, G. 2004. Cross fostering of low-birthweight piglets. *Livestock Production Science*, 90, 279-284.
- DEVILLERS, N., FARMER, C., LE DIVIDICH, J. & PRUNIER, A. 2007. Variability of colostrum yield and colostrum intake in pigs. *Animal*, 1, 1033-41.
- DEVILLERS, N., LE DIVIDICH, J. & PRUNIER, A. 2011. Influence of colostrum intake on piglet survival and immunity. *Animal*, 5, 1605-12.
- DOUGLAS, S. L., EDWARDS, S. A., SUTCLIFFE, E., KNAP, P. W. & KYRIAZAKIS, I. 2013. Identification of risk factors associated with poor lifetime growth performance in pigs. *J Anim Sci*, 91, 4123-32.
- DWYER, C. M., FLETCHER, J. M. & STICKLAND, N. C. 1993. Muscle cellularity and postnatal growth in the pig. *J Anim Sci*, 71, 3339-43.
- DWYER, C. M. & STICKLAND, N. C. 2010. Sources of variation in myofibre number within and between litters of pigs. *Animal Production*, 52, 527-533.
- DWYER, C. M., STICKLAND, N. C. & FLETCHER, J. M. 1994. The influence of maternal nutrition on muscle fiber number development in the porcine fetus and on subsequent postnatal growth. *J Anim Sci*, 72, 911-7.
- FAO, F. A. A. O. O. T. U. N. 2013. Statistical Year Book, World food and agriculture. 141.
- FARMER, C. & QUESNEL, H. 2009. Nutritional, hormonal, and environmental effects on colostrum in sows. *J Anim Sci*, 87, 56-64.
- FIX, J. S., CASSADY, J. P., HERRING, W. O., HOLL, J. W., CULBERTSON, M. S. & SEE, M. T. 2010. Effect of piglet birth weight on body weight, growth, backfat, and longissimus muscle area of commercial market swine. *Livestock Science*, 127, 51-59.
- FOXCROFT, G. R., DIXON, W. T., NOVAK, S., PUTMAN, C. T., TOWN, S. C. & VINSKY, M. D. A. 2006. The biological basis for prenatal programming of postnatal performance in pigs. *J Anim Sci*, 84.
- FOXCROFT, G. R. & TOWN, S. C. 2004. Prenatal Programming of Postnatal Performance—the Unseen Cause of Variance. *Advances in Pork Production*, 15, 269.
- FRASER, D. & PHILLIPS, P. A. 1989. Lethargy and low water intake by sows during early lactation: a cause of low piglet weight gains and survival? *Applied Animal Behaviour Science*, 24.
- FREKING, B. A., LEYMASTER, K. A., VALLET, J. L. & CHRISTENSON, R. K. 2007. Number of fetuses and conceptus growth throughout gestation in lines of pigs selected for ovulation rate or uterine capacity. *J Anim Sci*, 85, 2093-103.
- GARCÍA, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, Quinta Edición. *Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.*

- GONDRET, F., LEFAUCHEUR, L., JUIN, H., LOUVEAU, I. & LEBRET, B. 2006. Low birth weight is associated with enlarged muscle fiber area and impaired meat tenderness of the longissimus muscle in pigs. *J Anim Sci*, 84, 93-103.
- GONDRET, F., LEFAUCHEUR, L., LOUVEAU, I., LEBRET, B., PICHODO, X. & LE COZLER, Y. 2005. Influence of piglet birth weight on postnatal growth performance, tissue lipogenic capacity and muscle histological traits at market weight. *Livestock Production Science*, 93, 137-146.
- HANDEL, S. E. & STICKLAND, N. C. 1987. Muscle cellularity and birth weight. *Animal Production*, 44, 311-317.
- HANDEL, S. E. & STICKLAND, N. C. 2010. Catch-up growth in pigs: a relationship with muscle cellularity. *Animal Production*, 47, 291-295.
- HEIM, G., MELLAGI, A. P. G., BIERHALS, T., DE SOUZA, L. P., DE FRIES, H. C. C., PIUCO, P., SEIDEL, E., BERNARDI, M. L., WENTZ, I. & BORTOLOZZO, F. P. 2012. Effects of cross-fostering within 24h after birth on pre-weaning behaviour, growth performance and survival rate of biological and adopted piglets. *Livestock Science*, 150, 121-127.
- HERPIN, P., LE DIVIDICH, J. & AMARAL, N. 1993. Effect of selection for lean tissue growth on body composition and physiological state of the pig at birth. *JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE*, 71, 2645-2653.
- HERPIN, P., LE DIVIDICH, J., HULIN, J. C., FILLAUT, M., DE MARCO, F. & BERTIN, R. 1996. Effects of the level of asphyxia during delivery on vitality at birth and early postnatal vitality of newborn pigs. *J Anim Sci*, 74, 2067-2075.
- HYPOR 2012. Factors influencing litter size and birth weight.
- KAMMERSGAARD, T. S., PEDERSEN, L. J. & JORGENSEN, E. 2011. Hypothermia in neonatal piglets: interactions and causes of individual differences. *J Anim Sci*, 89, 2073-85.
- KIM, S. W., OSAKA, I., HURLEY, W. L. & EASTER, R. A. 1999. Mammary gland growth as influenced by litter size in lactating sows: impact on lysine requirement. *J Anim Sci*, 77, 3316-3321.
- KING, R. H., MULLAN, B. P., DUNSHEA, F. R. & DOVE, H. 1997. The influence of piglet body weight on milk production of sows. *Livestock Production Science*, 47, 169-174.
- KNOL, E. F. 2001. Genetic aspects of piglet survival. Doctoral thesis. *Wageningen Universiteit. Universal Press, Veenendaal, The Netherlands*.
- LAWLOR, P. G., LINCH, P. B., O'CONNELL, M. K., MCNAMARA, L., REID, P. & STICKLAND, N. C. 2007. The influence of over feeding sows during gestation on reproductive performance and pig growth to slaughter. *Arch. Tierz., Dummerstorf*, 50, 82-91.
- LE DIVIDICH, J., HERPIN, P. & ROSARIO-LUDOVINO, R. M. 1994. Utilization of colostrum energy by the newborn pig. *J Anim Sci*, 72, 2082-2089.
- LE DIVIDICH, J., ROOKE, J. A. & HERPIN, P. 2005. Nutritional and immunological importance of colostrum for the new-born pig. *The Journal of Agricultural Science*, 143, 469.
- MARTINEAU, G. P. & BADOUARD, B. 2009. Managing Highly Prolific Sows. *London Swine Conference - Tools of the Trade*.
- MILLIGAN, B. N., DEWEY, C. E. & DE GRAU, A. F. 2002a. Neonatal-piglet weight variation and its relation to pre-weaning mortality and weight gain on commercial farms. *Preventive Veterinary Medicine*, 56, 119-127.
- MILLIGAN, B. N., FRASER, D. & KRAMER, D. L. 2001. Birth weight variation in the domestic pig: effects on offspring survival, weight gain and suckling behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, 73, 179-191.
- MILLIGAN, B. N., FRASER, D. & KRAMER, D. L. 2002b. Within-litter birth weight variation in the domestic pig and its relation to pre-weaning survival, weight gain, and variation in weaning weights. *Livestock Production Science*, 76, 181-191.

- NIELSEN, O. L., PEDERSEN, A. R. & SORENSEN, M. T. 2001. Relationships between piglet growth rate and mammary gland size of the sow. *Livestock Production Science*, 67, 273-279.
- NOBLET, J., DOURMAND, J. Y., ETIENNE, M. & LE DIVIDICH, J. 1997. Energy metabolism in pregnant sows and newborn pigs. *J Anim Sci*, 75, 2708-2714.
- OKSBJERG, N., NISSEN, P. M., THERKILDTSEN, M., MOLLER, H. S., LARSEN, L. B., ANDERSEN, M. & YOUNG, J. F. 2013. Meat Science and Muscle Biology Symposium: in utero nutrition related to fetal development, postnatal performance, and meat quality of pork. *J Anim Sci*, 91, 1443-53.
- PANZARDI, A., BERNARDI, M. L., MELLAGI, A. P., BIERHALS, T., BORTOLOZZO, F. P. & WENTZ, I. 2013. Newborn piglet traits associated with survival and growth performance until weaning. *Prev Vet Med*, 110, 206-13.
- PARDO, C. E., MÜLLER, S., BÉRARD, J., KREUZER, M. & BEE, G. 2013. Importance of average litter weight and individual birth weight for early postnatal performance and myofiber characteristics of progeny. *Livestock Science*, 157, 330-338.
- PAREDES, S. P., KALBE, C., JANSMAN, A. J., VERSTEGEN, M. W., VAN HEES, H. M., LOSEL, D., GERRITS, W. J. & REHFELDT, C. 2013. Predicted high-performing piglets exhibit more and larger skeletal muscle fibers. *J Anim Sci*, 91, 5589-98.
- PEDERSEN, M. L. 2009. Nursing - suckling behaviour, effects of farrowing environment on duration of milk letdown and piglet weight gain. *Master's Thesis; Faculty of Life Sciences, University of Copenhagen*.
- PIC 2012. Análisis de la Industria Porcina en Latinoamérica. 10.
- PIG INTERNATIONAL 2013. World pork output, Leap barriers to growth by Peter Best. *Pig International*, 43, 4-9.
- PIG INTERNATIONAL 2014. Challenges and opportunities in the pig industry, by Mathieu Cortyl. *Pig International*, 44, 22-26.
- PLUSKE, J. R., KIM, J. C., HANSEN, C. F., MULLAN, B. P., PAYNE, H. G., HAMPSON, D. J., CALLESEN, J. & WILSON, R. H. 2007. Piglet growth before and after weaning in relation to a qualitative estimate of solid (creep) feed intake during lactation: a pilot study. *Arch Anim Nutr*, 61, 469-80.
- QUESNEL, H., BROSSARD, L., VALANCOGNE, A. & QUINIOU, N. 2008. Influence of some sow characteristics on within-litter variation of piglet birth weight. *Animal*, 2, 1842-9.
- QUESNEL, H., ETIENNE, M. & PERE, M. C. 2007. Influence of litter size on metabolic status and reproductive axis in primiparous sows. *J Anim Sci*, 85, 118-28.
- QUINIOU, N., DAGORN, J. & GAUDRÉ, D. 2001. Variation du poids des porcelets a la naissance\* et incidence sur les performances zootechniques ultérieures. *TECHNIPorc*, 24.
- QUINIOU, N., DAGORN, J. & GAUDRÉ, D. 2002. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. *Livestock Production Science*, 78, 63-70.
- REHFELDT, C. & KUHN, G. 2006. Consequences of birth weight for postnatal growth performance and carcass quality in pigs as related to myogenesis. *J Anim Sci*, 84.
- ROOTWELT, V., REKSEN, O., FARSTAD, W. & FRAMSTAD, T. 2012. Blood variables and body weight gain on the first day of life in crossbred pigs and importance for survival. *J Anim Sci*, 90, 1134-41.
- S.A.S., I. I. 2002. JMP (Statistical Discovery Software), Ver. 4.0.2 (Academic); Cary, NC, USA.
- SMITH, A. L., STALDER, K. J., SERENIUS, T. V., BAAS, T. J. & MABRY, J. W. 2007. Effect of piglet birth weight in weights at weaning and 42 days post weaning. *J. Swine Health Prod.*, 15, 213-218.

- VAN DER LENDE, T. & DE JAGER, D. 1991. Death risk and preweaning growth rate of piglets in relation to the within-litter weight distribution at birth. *Livestock Production Science*, 28, 73-84.
- VAN DER LENDE, T., HAZELEGER, W. & DE JAGER, D. 1990. Weight distribution within litters at the early foetal stage and at birth in relation to embryonic mortality in the pig. *Livestock Production Science*, 26, 53-65.
- VASDAL, G., ØSTENSEN, I., MELIŠOVÁ, M., BOZDĚCHOVÁ, B., ILLMANN, G. & ANDERSEN, I. L. 2011. Management routines at the time of farrowing—effects on teat success and postnatal piglet mortality from loose housed sows. *Livestock Science*, 136, 225-231.
- WIENTJES, J. G. M., SOEDE, N. M., VAN DER PEET-SCHWERING, C. M. C., VAN DEN BRAND, H. & KEMP, B. 2012. Piglet uniformity and mortality in large organic litters: Effects of parity and pre-mating diet composition. *Livestock Science*, 144, 218-229.
- WIGMORE, P. M. & STICKLAND, N. C. 1983. Muscle development in large and small pig fetuses. *J Anat*, 137 (Pt 2), 235-45.
- WOLF, J., ŽÁKOVÁ, E. & GROENEVELD, E. 2008. Within-litter variation of birth weight in hyperprolific Czech Large White sows and its relation to litter size traits, stillborn piglets and losses until weaning. *Livestock Science*, 115, 195-205.

Formato 1. Registro de peso al nacimiento

<b>Parto anterior</b>		<b>CAMADA</b>										<b>LOCALIZACIÓN</b>			
Nacidos totales															
Nacidos vivos															
Peso prom. (kg)															
Lechones Dest.															
Peso promedio (kg)															
Lactancia (días)															

A B C D E F G H I J K L M N Ñ O P Q R S

No	Camada	Cerde	Parto		Desempeño					Latencia/letargo		Baja		Observación				
			Fecha	No	Inicio	Real	NT	NV	Nm	mm	Vivo	No Lechón	P. individ.		Sexo	Hora	Pezón	Fecha
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21

ANEXO A

Código bajas	
1. Aplastado	
2. Inviabile	
3. Diarrea	
4. Splay leg	
5. Otro	

Código sexo	
F. Femenino	
M. Masculino	

Clasificación	
A	Alto
M	Medio
B	Bajo

Pezones	
I	D
10	1
11	2
12	3
13	4
14	5
15	6
16	7
17	8
18	9

Formato II. Comportamiento en lactancia

Número de camada

Localización

A B C D E F G H I J K L M N Ñ O P

		Registro acomodo							Baja			Destete				
No	Camada	Cerda	No Lechón	Peso	Fecha peso	Sexo	Traslados	Totales	Pezón	Fecha	Peso	Razón	Peso	Fecha	Lactancia (días)	GMD
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
				Balance												

ANEXO B

~69~

Código bajas
1. Aplastado
2. Inviabile
3. Diarrea
4. Splay leg
5. Otro

Código sexo
F. Femenino
M. Masculino

Clasificación	
A	Alto
M	Medio
B	Bajo

Desempeño de la cerda	
Lechones destetados	
Peso promedio camada	
Duración de lactancia	
Kg. Destetados	

**Formato III. Curva de crecimiento**

A      B                  C                  D      E      F      G      H      I      J      K      L      M      N      O      P      Q      R                  S

No	No lechón	Clasificación	Sexo	Peso							Medición Aloka (mm)			Baja		Observación		
				Nac.	Dest.	1	2	3	4	5	6	7	GD	EL	Fecha		Fecha	Peso
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		

ANEXO C

~70~

Código de bajas
1. Problemas respiratorios
2. Problemas digestivos
3. Postrado
4. Mala condición
5. Otro

Sexo
F. Femenino
M. Masculino

Clasificación
A    Alto
M    Medio
B    Bajo