

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EVALUACIÓN DEL PESO INDIVIDUAL DEL LECHÓN AL NACER, SU
INTERVALO ENTRE NACIMIENTOS Y EL TAMAÑO DE LA CAMADA DE LA
QUE PROCEDE SOBRE EL PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA, EL PESO AL
DESTETE Y LA GANANCIA MEDIA DIARIA DURANTE LA ETAPA DE
LACTANCIA

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA
ELOISA MORALES GUEVARA

Asesores:

MVZ MC Roberto Martínez Gamba

MVZ MC Gerardo Ramírez Hernández



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

A mis papás, Eloisa y Alberto.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, a todas las maestras y maestros que participaron en mi educación, en especial al Dr. Gerardo y al Dr. Roberto por todo el apoyo que me dieron para la realización de esta tesis.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
MATERIAL Y MÉTODOS	12
RESULTADOS	14
DISCUSIÓN	16
REFERENCIAS	22
FIGURAS	29
CUADROS	43

RESUMEN

MORALES GUEVARA ELOISA. Evaluación del peso individual del lechón al nacer, su intervalo entre nacimientos y el tamaño de la camada de la que procede sobre el porcentaje de sobrevivencia, el peso al destete y la ganancia media diaria durante la etapa de lactancia (bajo la dirección de: MVZ MC Roberto Martínez Gamba y MVZ MC Gerardo Ramírez Hernández)

El objetivo de este trabajo fue relacionar el peso individual del lechón al nacer, su intervalo entre nacimientos y el tamaño de la camada de la que procede sobre la sobrevivencia y el crecimiento durante la etapa de lactancia. El trabajo se realizó con los registros de 32 camadas de cerdas de segundo parto; seleccionadas al azar de una granja comercial tecnificada ubicada en el municipio de Carrillo Puerto, Veracruz. Se evaluó el número de nacidos totales (NT), intervalo entre nacimientos (IN), peso de cada lechón al nacer en kg (PN), y tiempo de latencia (TL) en segundos. Posteriormente se registró si el lechón sobrevivió hasta el destete a los 21 días, se obtuvo su peso al destete (PD) y se calculó la GMD durante la lactancia. Se obtuvieron las siguientes correlaciones: sin efecto significativo entre NT con IN ($R^2=0.00002$; $P=0.931$); así mismo no hubo correlación entre NT con TL ($R^2=0.0005$; $P=0.667$). Se encontró correlación negativa entre NT con PN ($R^2=0.043$; $P<0.0001$); de igual modo se encontró una correlación negativa entre NT con PD ($R^2=0.040$; $p<0.0001$) y con GMD ($R^2=0.043$; $p<0.0001$). La relación entre el PN con TL resultó

significativa ($R^2=0.05$; $p<0.0001$) de igual manera con PD ($R^2=0.30$; $p<0.0001$) y con GMD ($R^2=0.23$; $P<0.0001$). Sin embargo, no se encontró relación entre PN con IN ($R^2=0.0008$; $p=0.585$). En el caso de IN, la relación con TL no fue significativa ($R^2= 0.0027$; $p>0.03306$), con PD resultó no significativa ($R^2=0.0084$; $p>0.1020$), y con GMD tampoco resultó significativa ($R^2=0.0047$; $p>0.2200$). La relación entre TL y PD resultó no significativa ($R^2=0.007$; $p>0.116$), de la misma manera entre TL y GMD ($R^2=0.006$; $p=0.133$). Como conclusión el peso al nacer y el tamaño de camada no tuvieron efecto sobre el intervalo entre nacimientos; para la relación con el tiempo de latencia se obtuvo un efecto positivo. Se comprobó que la mortalidad la conforma el grupo de lechones de bajo peso.

Introducción

El consumo de carne de cerdo ocupa el primer lugar en el ámbito internacional; esto se debe a un incremento en la población mundial, en segundo lugar al hecho de que los habitantes de los países en vías de desarrollo perciben mejores ingresos y esto se refleja en el aumento y diversificación del consumo de fuentes de proteína, situaciones que ocurren principalmente en el continente asiático, liderado por China, y en menor grado en América Latina y el continente africano, específicamente en la zona subsahariana, aunado a esto los sistemas de producción son cada vez más eficientes al emplear tecnologías donde se aprovechan al máximo características de la especie como son: ciclo reproductivo corto, camadas numerosas, animales de rápido crecimiento con bajo índice de

conversión alimenticia, omnívoros, y en cuanto al espacio vital requerido es mucho menor en comparación con los bovinos (FAO, 2015).

En México la situación no es muy distinta al resto del mundo, ya que la producción de carne de cerdo ocupa el tercer lugar nacional en cuanto a valor y volumen. En todos los estados que conforman la república se produce carne de puerco, pero son seis las principales entidades que conglomeran el volumen y el valor de la producción: Jalisco, Sonora, Puebla, Guanajuato, Veracruz y Yucatán con el 72.3% del valor y el 73.7% del volumen generado en ese año, siendo el estado de Jalisco el principal productor y comercializador a nivel nacional (Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero, SHCP, 2014).

A pesar de que la porcicultura, específicamente el sistema industrializado mantiene un ritmo de producción eficiente, persisten diversas problemáticas, una de las principales es la mortalidad de lechones registrada durante el parto y la etapa de lactancia, así como las condiciones del lechón al momento del destete. Entre las causas de mortalidad en lechones neonatos hay tres grupos de factores predisponentes: propios del ambiente, de la cerda y del lechón (García *et al.*, 2011); en el primer caso se encuentran las instalaciones, temperatura, humedad y manejo por parte del personal; en los factores de la cerda están número de parto, habilidad materna, producción láctea y peso de la hembra; y por último los propios del lechón: inmunidad adquirida, comportamiento y peso al nacimiento y su

relación con el tamaño de la camada (Tuchscherer *et al.*, 2000; Quiles *et al.*, 2006).

Mediante selección genética y cruzamiento de razas occidentales con orientales se obtuvieron líneas de hembras hiperprolíficas (Yáñez *et al.*, 2005), todo esto con el objetivo de obtener aún un mayor número de lechones nacidos totales. Pero al aumentar el tamaño de la camada uno de los problemas que se observa es la dispersión de los pesos, expresada en desviación estándar o en coeficiente de variación, con la presencia de lechones muy pequeños por un lado y muy pesados por el otro, con una clara correlación inversa entre el peso al nacer y el tamaño de camada (Rehfeldt *et al.*, 2008); los primeros con dificultades para competir con los hermanos más pesados por una teta lo que los pone en situación de riesgo en su sobrevivencia y desempeño durante la lactancia, y los últimos con la posibilidad de tener un mayor tiempo entre nacimientos con la consecuente posibilidad de sufrir hipoxia y tener un pobre comportamiento durante las primeras etapas de vida. Algunos estudios han demostrado una correlación entre un grado superior de hipoxia y una mayor latencia para mamar, mayor mortalidad neonatal o menor vitalidad del lechón (Herpin *et al.*, 1996, 2001).

El bajo peso al nacimiento en los lechones se refleja en una disminución del índice de ganancia de peso y alto índice de conversión alimenticia (Buxadé *et al.*, 2008), esto se debe a que con frecuencia son lentos para adaptarse a los alimentos sólidos durante varias semanas (Murphy *et al.*, 1997); también el bajo peso al nacimiento se ha asociado con una mayor mortalidad (Larriestra *et al.*,

2005, Beaulieu *et al.*, 2010) post-parto (Buxadé *et al.*, 2008), ya que los lechones con bajo peso al nacimiento (por debajo de un kg) tienen una menor posibilidad de estar vivos al destete o producir un cerdo estándar, asimismo el 86% de los lechones de menos de 0.80 kg de peso no sobreviven al destete. Las diferencias en el peso corporal al nacimiento se perpetúan, de manera que los cerdos más ligeros al nacimiento siguen siendo más livianos a los 42 días post-destete (Smith *et al.*, 2008). Los lechones ligeros de una camada son aquellos con menor peso al nacimiento pues tienen porcentajes bajos de tejido muscular, de proteína y de grasa total que los más pesados, pero tienen un mayor porcentaje de órganos internos, de piel, de hueso y de agua total (Rehfeldt *et al.*, 2011). Los lechones con bajo peso al nacimiento retrasan su salida al mercado hasta diez días, comparados con los lechones más pesados (Beaulieu *et al.*, 2010).

El menor peso y la mayor variabilidad de éste en lechones al nacimiento ocurre con partos de más de 14 lechones; la capacidad uterina para producir lechones de 1.6 a 2.0 kg es aproximadamente de 15 lechones. Independientemente del tamaño de camada el bajo peso al nacimiento parece estar relacionado con el desarrollo limitado/inadecuado de la placenta que causa restricción del crecimiento intrauterino (Foxcroft *et al.*, 2006).

En comparación con los lechones de menor peso de la misma edad, los lechones con mayor peso tienen más apetito y poseen un sistema digestivo más desarrollado (Pluske *et al.*, 1997; Roppa *et al.*, 2002; Van Heugten, 2003); esta característica les permite una mejor adaptación a las dietas secas (concentrado)

(Pluske *et al.*, 1997) por lo que aumentan de peso en mayor proporción que los lechones de bajo peso, mostrando una diferencia significativa entre ellos (Roppa, 2002).

A lo largo del tiempo, conforme se ha desarrollado la industria porcina se han aprovechado al máximo características reproductivas de la especie, como son prolificidad y camadas numerosas, pero a la par de la selección de hembras que paren mayor número de lechones, se ha observado que aumenta la variación del peso al nacimiento (Tribout *et al.*, 2003), y que al ser más grande la camada, aumenta la duración del parto, por lo tanto los lechones nacidos al final del mismo corren mayores riesgos de sufrir hipoxia. Un mayor tamaño de la camada también influye en la supervivencia y desarrollo de los lechones neonatos (Marchant *et al.*, 2000; Lay *et al.*, 2002), ya que los lechones de bajo peso se encuentran en desventaja al ser más débiles en comparación con lechones de pesos mayores, recordando que la causa principal de mortalidad en maternidad son los aplastamientos, y que la ingesta de calostro y leche (aporte único de energía y nutrientes), depende de la competencia entre hermanos; lo anterior permite concluir que los lechones nacidos con bajo peso en camadas numerosas están comprometidos, ya que la debilidad física se refleja en aletargamiento; son los lechones que tienen mayor probabilidad de ser aplastados o morir por inanición o hipotermia y difícilmente ganan acceso a una teta con mayor producción de leche.

Se ha demostrado que la productividad de la cerda es medida por el número de lechones destetados por año, que a su vez depende de la capacidad

de supervivencia de los mismos además de la vitalidad en el destete, la correlación genética indica que la selección de la capacidad de las cerdas para dar un mayor número de lechones nacidos vivos en el parto puede al mismo tiempo, poner en peligro su capacidad de dar camadas homogéneas (Damgaard *et al.*, 2003) lo cual es importante para la supervivencia postnatal de los lechones (Damgaard *et al.*, 2003; Rehfeldt *et al.*, 2011).

Los lechones de mayor peso son más eficientes en la obtención de leche que sus compañeros de camada de bajo peso, es decir los cerdos que tuvieron elevado peso al nacer monopolizan los pezones del área pectoral, que por lo regular producen mayor cantidad de leche; y de hecho son capaces de aumentar su consumo de leche por la fuerza con la que realizan la estimulación del pezón, demostrándose que los lechones pequeños pueden ser excluidos de la ubre por sus compañeros de camada más grandes (Canario *et al.*, 2010).

Esto indican que el 40% de la variación en la ganancia de peso en las primeras siete semanas es causada por la ganancia de peso de las dos primeras semanas de edad, y se debe a que los lechones con mayor crecimiento son los que mayor cantidad de leche de la madre han consumido y los de talla pequeña los que menos; como consecuencia su intestino estará fisiológicamente inmaduro en comparación con los lechones que nacieron con elevado peso, necesitando más tiempo para adaptarse al cambio de alimento que se refleja en lento crecimiento.

La mortalidad de lechones nacidos no está distribuida aleatoriamente entre camadas (Fraser *et al.*, 1990), lo cual sugiere la existencia de variaciones genéticas o ambientales las cuales podrían manipularse para reducir la mortalidad. La heredabilidad de la supervivencia del lechón se ha estimado en valores relativamente bajos, entre 0.05–0.1 (Knol *et al.*, 2002; Casellas *et al.*, 2004). Por este motivo, se considera que el aumento de la supervivencia mediante mejora genética llega a ser complicada (Casellas *et al.*, 2004) y por lo tanto, el control de los factores ambientales desempeña un papel fundamental, así mismo se considera que la selección genética puede contribuir hasta cierto punto, fundamentalmente reduciendo la variabilidad en los pesos al nacimiento (Knol *et al.*, 2002).

Justificación

Las características de los lechones al nacimiento determinan la rentabilidad económica de la unidad de producción porcina. Una camada con pesos uniformes al nacimiento, que registra nulas pérdidas neonatales, así como ganancia diaria de peso considerable, son los objetivos primordiales en la producción, y aunque los factores de manejo son los más importantes con respecto a la minimización de las pérdidas neonatales, se ha demostrado que los factores genéticos también influyen de manera significativa en esta variable (Rootwelt *et al.*, 2012). El peso del lechón al nacimiento y la variabilidad de los pesos individuales en la camada tiene un elevado interés económico, no solo refiriéndose a la supervivencia de los

lechones al parto (Roehe *et al.*, 2010) sino también en lo que atañe a la ganancia de peso en las etapas de destete y engorda. De ahí la importancia de conocer en este tipo de camadas numerosas la dispersión de los pesos al nacer, su relación con el tamaño de la camada, el efecto del intervalo entre nacimientos y el tiempo de latencia, sobre la mortalidad de los lechones y el desempeño en lactancia.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el peso individual del lechón al nacer, su intervalo entre nacimientos y el tamaño de la camada de la que procede sobre el crecimiento durante la etapa de lactancia.

Objetivos específicos:

1. Relacionar el peso individual de los lechones con el tiempo de latencia, el porcentaje de sobrevivencia, el peso al destete y la ganancia media diaria (GMD) en la lactancia.
2. Relacionar el intervalo de nacimiento de cada lechón, el tiempo de latencia, el porcentaje de sobrevivencia, el peso al destete y la GMD durante la lactancia.
3. Relacionar el peso individual al nacimiento y el intervalo entre nacimientos con el porcentaje de sobrevivencia, el peso al destete y la GMD durante la lactancia.
4. Relacionar el tamaño de la camada de cada lechón con el porcentaje de sobrevivencia, el peso al destete y la ganancia de peso en lactancia.

Hipótesis (H₀)

El peso al nacimiento y el tamaño de camada, no tiene efecto sobre el intervalo entre nacimientos, el tiempo de latencia, la mortalidad, el peso al destete y la ganancia de peso en lactancia.

MATERIAL Y METODOS

Localización. El trabajo se realizó a partir de registros de una granja comercial tecnificada ubicada en el municipio de Carrillo Puerto, Veracruz; la clasificación del clima de la zona es Am (f) (i') g w" (García, 2004), caliente húmedo, con lluvias en verano. La precipitación y temperatura promedio anual son de 2812.6 mm de agua y 25.8 °C, respectivamente. La altura de la zona es de 50 m.s.n.m.

Animales experimentales. Para el trabajo se analizaron los registros de 32 camadas seleccionadas al azar nacidas durante dos semanas, resultando un total de 433 lechones, de cerdas de segundo parto, de una línea genética comercial Yorkshire x Landrace que fueron inseminadas con dosis seminales con 3×10^6 espermatozoides, provenientes de sementales de una línea sintética de raza Pietrain.

Procedimiento. En la granja se hizo el registro de datos de las camadas seleccionadas anotando la identificación de la cerda, la fecha del parto, la hora de inicio del mismo y del nacimiento de cada lechón. Al nacer a cada animal se le anotó el número de nacimiento con un crayón. Una vez terminado el parto se tatuó a toda la camada con números consecutivos en la oreja derecha, lo que permitió su identificación durante toda la prueba; al producto de la primera camada se le asignó el número 1, y así consecutivamente hasta el último cerdo recibido.

Cada lechón nacido vivo se pesó con una balanza electrónica anotando los kilogramos y los gramos hasta dos decimales. Para cada lechón se anotó el tiempo de latencia aplicando el protocolo usado por De Pasille y Rushen (1989), en el cual el lechón debe asegurar el pezón y succionarlo de manera sostenida por más de cinco segundos. Se registró el intervalo entre nacimientos en minutos para cada lechón.

Variables a evaluar. Para cada lechón se obtuvo: tamaño de la camada de la que proviene (NT), intervalo entre nacimientos en minutos (IN), peso de cada lechón al nacer en kg (PN) y tiempo de latencia en minutos (TL). Posteriormente se registró si el lechón sobrevivió hasta el destete a los 21 días, se obtuvo su peso al destete y se calculó la GMD durante la lactancia.

Análisis de la información. Se obtuvo la correlación entre las variables lechones nacidos totales (NT) con intervalo entre nacimientos (IN), peso al nacer (PN), tiempo de latencia (TL), peso al destete (PD) y ganancia media diaria (GMD). También se obtuvo la correlación de PN con IN, TL, PD y GMD. Y de igual forma entre IN con PN, TL, PD y GMD. Se establecieron tres categorías de PN, NT, IN y TL (Baja, Intermedia y Alta) y se evaluó el porcentaje de los lechones muertos en lactancia en cada categoría por medio de una prueba de Ji.cuadrada. Los rangos de PN fueron lechones de más de 1.4 kg, lechones de entre 1.1 y 1.4 kg y lechones de menos de 1.1 kg; para NT los rangos fueron más de 15 lechones, entre 12 y 15 lechones y menos de 12 lechones; para IN se

consideraron las categorías menos de 5 min, entre 5 y 15 min y más de 15 min; para TL se establecieron las categorías más de 35 min, entre 24 y 35 min y menos de 24 min. El análisis se realizó con el paquete estadístico JMP10 (SAS).

RESULTADOS

Se obtuvieron los datos de un total de 433 lechones provenientes de 32 camadas; el promedio de lechones nacidos totales fue de 14.10 ± 2.69 , mientras que el peso al nacer promedio fue de 1.27 ± 0.28 kg con un mínimo 0.38 kg y un máximo de 2.08 kg; con respecto al intervalo de nacimiento la media de todos los lechones fue de 10.94 ± 11.80 minutos y un tiempo de latencia de 29.83 ± 12.63 minutos. Con respecto al peso al destete a los 21 días se obtuvo una media de 5.95 ± 1.32 con una ganancia media diaria de 0.21 ± 0.049 . Durante la prueba ocurrió la muerte de 22 lechones lo que representó una mortalidad de 5.08%.

A continuación se describen las correlaciones encontradas entre las diferentes variables evaluadas durante la prueba:

Para la correlación entre NT con IN no se encontró un efecto significativo ($R^2 = 0.00002$; $P = 0.931$) (tal como se observa en la figura 1); de igual modo no hubo correlación entre NT con TL ($R^2 = 0.0005$; $P = 0.667$) (figura 2). Se encontró correlación negativa entre NT con PN ($R^2 = 0.043$; $P < 0.0001$) (ver figura 3); de igual modo se encontró una correlación negativa entre NT con PD ($R^2 = 0.040$; $p < 0.0001$) (figura 4) y con GMD ($R^2 = 0.043$; $p < 0.0001$) (figura 5).

Con respecto a la relación entre el PN con TL se encontró efecto significativo ($R^2=0.05$; $p<0.0001$) (figura 6) y de igual manera con PD($R^2=0.30$; $p<0.0001$) (figura 7) y con GMD ($R^2=0.23$; $P<0.0001$) (figura 8). Sin embargo, no se encontró relación entre PN con IN ($R^2=0.0008$; $p=0.585$) (figura 9).

En el caso de IN, la relación con TL no fue significativa ($R^2= 0.0027$; $p>0.03306$) (figura 10), para la relación con PD resultó no significativa ($R^2=0.0084$; $p>0.1020$) (figura 11), y con GMD tampoco resultó significativa ($R^2=0.0047$; $p>0.2200$) (figura 12).

La relación entre TL y PD resultó no significativa ($R^2=0.007$; $p>0.116$) (figura 13), de la misma manera entre TL y GMD ($R^2=0.006$; $p=0.133$) (figura14).

Los promedios de IN, TL, PD y GMD por orden de nacimiento se presentan en el cuadro 1.

Como se mencionó durante la prueba murieron 22 lechones con edades que comprenden desde un día de vida hasta 21. En el cuadro 2, se presentan los datos de los lechones muertos durante la lactancia y el promedio de PN, IN, TL, el promedio de edad en días y peso al morir. En el cuadro se pueden observar los lechones muertos durante la lactancia dependiendo de su categoría de peso al nacer, tamaño de camada, intervalo de nacimiento y tiempo de latencia.

DISCUSIÓN

En relación a los parámetros generales los observados en este estudio difieren en relación al peso al nacer, el cual se considera bajo si se compara con lo reportado por Baxter *et al.* (2011) quienes indican un peso promedio al nacer de 1.46 kg en camadas de lechones hijos de hembras híbridas comerciales, esto se confirma en el estudio de Cutshaw *et al.* (2014) quienes reportan pesos de 1.6 kg. Lo anterior puede explicarse a que en esos trabajos el promedio de lechones nacidos totales por camada fue de 11.9 y 11.06 respectivamente. El menor promedio de peso en este estudio puede deberse a que el promedio de nacidos por camada fue de más de 14 lechones. Los intervalos entre nacimientos y el tiempo de latencia son concordantes con lo reportados por diversos autores (Panzardi *et al.*, 2013; Muns *et al.*, 2016). El peso al destete y la ganancia media diaria como reflejo del mismo fueron menores en este estudio a lo que se reporta comercialmente para lechones destetados a los 21 días de vida (Decaluwe *et al.*, 2014). Lo anterior puede explicarse por el elevado tamaño de camada y la paridad de las hembras empleadas en la prueba. La mortalidad en general se considera normal en relación a estándares comerciales.

El hecho de no encontrar correlación entre el tamaño de camada con el intervalo entre nacimientos puede deberse a que en camadas muy numerosas como las evaluadas en el presente estudio no hay un efecto que retrase el proceso de nacimiento, ya que nunca se encontraron lechones extremadamente grandes. Además en lechones con un intervalo de nacimiento corto como el que

se observa en camadas muy numerosas se reduce la presencia de problemas como la aspiración de meconio, daño al cordón umbilical e hipoxia (Mota *et al.*, 2012).

Los resultados con respecto al tiempo de latencia son contradictorios, ya que se reporta que en lechones con menor peso las condiciones de vitalidad son negativas (Mota *et al.*, 2012) lo que puede ocasionar que estos lechones tengan un menor tiempo para hacer contacto con la ubre; esos mismos autores mencionan que el TL se relaciona también con la viabilidad. Lo anterior se confirma con el reporte de Muns *et al.* (2016) que indica que los lechones con bajo peso tienen más dificultades para alcanzar la teta, succionar y son menos competitivos que sus hermanos más pesados, ya que se mueven más lento debido a la incompleta mielinización de su cerebro. Por otra parte, Baxter *et al.* (2011) indican que el peso al nacer por sí solo no es el único indicador de viabilidad y sobrevivencia en los lechones.

Como se esperaba se encontró correlación negativa entre NT con PN, lo que concuerda con Quiniou *et al.* (2002) quienes reportaron una disminución en el peso medio al nacer de 35 g por cada lechón adicional nacido. En dicho estudio, el aumento en el tamaño medio de la camada de 8.4 a 15.4 lechones resultó en una disminución media del peso al nacer de 300 g por camada, o 43 g por lechón. De igual modo Beaulieu *et al.* (2010) reportan una correlación negativa entre dichas

variables de -0.29. Estos comentarios son reafirmados por Wolf *et al.* (2008) que indican que las correlaciones entre características relacionadas el peso individual al nacimiento con tamaño de camada tienen correlaciones bajas o negativas; la correlación entre la media de peso al nacer con los lechones nacidos estuvo alrededor de -0.30.

La correlación negativa encontrada entre el tamaño de la camada con el peso al destete y la ganancia media durante la lactancia indica que en las camadas más numerosas estas variables se ven disminuidas, lo que concuerda con los reportes de Bérard *et al.* (2008) y a lo reportado por Beaulieu *et al.* (2010) que indican que el peso y la ganancia al destete y a las 5 semanas se ve disminuida en las camadas más numerosas. También Solanes *et al.* (2004) reportaron correlaciones genéticas positivas favorables entre los efectos directos de peso de los lechones medidos en cuatro ocasiones: al nacimiento, 3 semanas, destete (31 a 46 días de edad) y 9 semanas, y la tasa de crecimiento desde el nacimiento hasta los 90 kg.

Contrariamente el peso al nacer tuvo una correlación positiva con el peso al destete y la ganancia media diaria lo que concuerda con los reportes de diversos autores (Beaulieu *et al.*, 2010; Bérard *et al.*, 2008; Gondret *et al.*, 2006); lo anterior se entiende al considerar que un lechón más pesado tiene mayor posibilidad de acceder a la leche, a las glándulas mamarias delanteras que producen más leche y a la alimentación suplementaria que se ofreció en la granja; además este tipo de

lechón pesado tiene mejores condiciones en la regulación térmica (Panzardi *et al.*, 2013) lo que le permite ser más apto.

Con respecto a la relación del IN con TL el hecho de no encontrar una correlación no es claro, ya que se podría esperar que los lechones que tienen más intervalo entre nacimiento tengan una menor vitalidad como se citó anteriormente y por tanto sus habilidades para tener acceso a las tetas se vea disminuida (Panzardi *et al.*, 2013). El que no exista una correlación entre IN con PD y GMD se entiende debido a que el intervalo de nacimiento no determina una ventaja en la pelea por una teta ni por el alimento suplementario. Además en el presente estudio no se presentó ningún parto de tipo distócico, lo que sí podría ocasionar daño en el lechón que afectará su desempeño durante la lactancia (González-Lozano *et al.*, 2009).

Los comentarios anteriormente citados podrían aplicarse para el hecho de no encontrar una correlación entre el tiempo de latencia, el peso al destete y la ganancia media diaria.

En relación al impacto del orden de nacimiento sobre las principales variables evaluadas en el estudio se podría esperar que los lechones con mayor orden de nacimiento tienen una mayor probabilidad de sufrir hipoxia al parto debido a las continuas contracciones a las que son sometidos, esto tiene una relación negativa sobre el tiempo de latencia y el desempeño durante la lactancia

(Panzardi *et al.*, 2013). Aunque está poco estudiado, hay registros de que el peso al nacer está relacionado con el orden de nacimiento, los lechones más pesados son los primeros en nacer (Cunningham y Friend, 1966; Motsi *et al.*, 2006). En el presente estudio solo se observó un mayor tiempo de latencia en los lechones colocados en las posiciones 16 a 18, pero ese es un número reducido de lechones si se toma en cuenta toda la población.

El peso más bajo al nacer en los lechones se ha asociado con una mayor mortalidad predestete, tasas de crecimiento más lentas, y la disminución de la calidad de la carne de cerdo (Herpin *et al.*, 2001; Quiniou *et al.*, 2002; Rehfeldt *et al.*, 2008), posiblemente como resultado de menos fibras musculares totales (Quiniou *et al.*, 2002; Rehfeldt, 2008).

Con respecto a la mortalidad esta fue relativamente baja al compararla con los resultados de otros estudios (Quiniou *et al.*, 2002; Wolf *et al.*, 2008; Cutshaw *et al.*, 2014), y especialmente en la categorización de PN se comprobó que la mayor mortalidad se presentó en el grupo de lechones de bajo peso, lo cual concuerda con lo reportado por Fix *et al.* (2010) quienes concluyen que un peso alto al nacer reduce la oportunidad de que los lechones mueran antes del destete, mientras que el mayor impacto en la mortalidad se presenta en lechones de bajo peso al nacer.

Contrariamente a lo reportado en el presente estudio no se encontró efecto del tamaño de la camada en la proporción de lechones muertos durante la lactancia (Fix *et al.*, 2010).

CONCLUSIONES

- En la población evaluada el tamaño de la camada tuvo un efecto sobre el peso al nacer y el peso al destete, no así con el intervalo de nacimientos y el tiempo de latencia.
- Por el contrario el peso al nacer parece tener un efecto negativo sobre el tiempo de latencia y la ganancia media durante la lactancia.
- Pero el intervalo entre nacimiento y el tiempo de latencia no tuvieron efecto sobre las variables de producción.
- Si bien no se pudo analizar la relación de todas las variables con el porcentaje de sobrevivencia, solo se observó que los lechones que murieron durante la prueba tenían un bajo peso al nacer.

REFERENCIAS

1. Baxter, E. M., Jarvis, S., Sherwood, L., Farish, M., Roehe, R., Lawrence, A. B., Edwards, S. A., Genetic and environmental effects on piglet survival and maternal behavior of the farrowing sow, 2011, *Applied Animal Behaviour Science* 130: 28-41.
2. Beaulie, 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.* 88:2767-2778.
3. Bérard, J., Kreuzer, M., Bee, G., Effect of litter size and birth weight on growth, carcass and pork quality, and their relationship to postmortem proteolysis, 2008, *J. Anim. Sci.* 86: 2357-2368.
4. Buxadé, C. C. I., Sánchez S. R. 2008. El lechón en el periodo nacimiento-lactación. El verraco: claves de su alimentación productiva. *Ediciones Euroganadería.* 51-80.
5. Canario, L., H. Lundgren, M. Haandlykken, and L. Rydmer. 2010. Genetics of growth in piglets and the association with homogeneity of body weight within litters. *J. Anim. Sci.* 88:1240-1247.
6. Casellas, J., Noguera, J.L., Varona, L., Sánchez, A., Arqué, M., Piedrafita, J., 2004, Viability of Iberian x Meishan F2 newborn pigs. II. Survival analysis up to weaning, *J. Ani. Sci.* 82: 1925-1930.
7. Cunningham, H. M., Friend, D. W., 1966, Effects of water restriction on nitrogen retention and carcass composition of pigs, *Canada department of Agriculture:* 663-667.

8. Cutshaw, R. L., Schinckel, A. P., Fix, J., Brubaker, M., Einstein, M., 2014, Relación entre el número de destetados, la supervivencia en paridera y el peso al destete con el número de lechones tras las adopciones, www.3tres3.com
9. Damgaard, L. H., Rydhmer, L., Løvendahl, 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 (2003), pp. 604–61
10. Decaluwé, R., Maes, D., Wuyts, B., Cools, A., Piepers, S., Janssens, G.P.J., Piglets' colostrum intake associates with daily weight gain and survival until weaning, 2014, *Livestock Science* 162: 185-192.
11. Fix, J., S., Cassady, J., P., Holl, J., W., Herring, W., O., Culbertson, M., S., See, M., T., 2010, Effect of piglet birth weight on survival and quality of commercial market swine, *Livestock Science*, 132: 98-106.
12. Fraser, D. 1990. Behavioural perspectives on piglet survival. *Journal Reproduction and Fertility* 40: 355-370.
13. Foxcroft, G., R., Town, S., C., 2004, Prenatal Programming of Postnatal performance – the Unseen Cause of Variance, *Advances in Pork Production* 15: 269-277.
14. García E., 2004, Modificaciones al sistema de clasificación climática Köppen, 5ª ed. D.F., México: Instituto de Geografía-UNAM.
15. García, J.S., Herradora, M. A., Martínez, R. G., 2011, Efecto del número de parto de la cerda, la caseta de parición, el tamaño de la camada y el peso al

- nacer en las principales causas de mortalidad en lechones. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 2(4):403-414.
16. 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.
17. 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 viability at birth and early postnatal vitality of newborn pigs. *J. Anim. Sci.* 74:2067-2075.
18. Herpin, P., Hulin, J. C., le Dividich, Fillaut, M., 2001, Effect of oxygen inhalation at birth on the reduction of early posnatal mortality in pigs. *J. Anim. Sci.* 79:5-10.
19. Knol, E. F., Ducro, B. J., van Arendonk, J.A.M., van der Lende, T., 2002. Direct, maternal and nurse sow genetic effects on farrowing-, preweaning- and total piglet survival. *Livest. Pro. Sci.* 73: 153-164.
20. Larriestra, A.J, R. B. Morrison, and J. Deen. 2005, A decisión-making framework for evaluating interventions used at weaning to reduce mortality in lightweight pigs and improve weight gains in the nursery. *J. Swine Health Prod.* 13 (3):143-149.
21. Lay, D. C., Matteri, R. L., Carroll, J. A., Fangman, T. J., Safranski, T. J., 2002, Preweaning survival in swine, *J. Anim. Sci.* 80: E74–E86.
22. Marchant, J. N., Rudd, A. R., Mendl, M. T., Broom, D. M., Meredith, M. J., Corning, S., Simmins, P. H., 2000, Timing and causes of piglet mortality in alternative and conventional farrowing systems, *Veterinary Record* 147: 209-214.

23. Mota-Rojas, D., Martínez-Burnes, J., Villanueva-García, D., Roldan-santiago, P., Trujillo-Ortega, M. E., Orozco-Gregorio, H., Bonilla-Jaime, H., López-Mayagoitia, A., 2012, Animal welfare in the newborn piglet: a review, *Veterinarni Medicina: 57(7): 338-349.*
24. Motsi, P., Sakihini, C., Halimani, T. E., Bhebhe, E., Ndiweni, P. N. B., Chimonyo, M., 2006, Influence of parity, birth order, litter size and birth weight on duration of farrowing and birth intervals in commercial exotic sows in Zimbabwe, *Animal Science: 82: 569-574.*
25. Muns, R., Nuntapaitoon, M., Tummaruk, P., 2016, Non-infectious causes of pre-weaning mortality in piglets, *Livestock Science: 184: 46-57.*
26. Murphy, A. K., R, Amistad., C. E. Dewey. 1997. Effects of weaning age and dosage of supplemented iron on the hemoglobin concentrations and growth rate of piglets. *J. Swine Health Prod.: 5(4): 135-138.*
27. Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura, Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor, 2014, Producción y Sanidad Animal.
<http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/production.html> [consulta: 22 de junio 2015].
28. 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, *Preventive Veterinary Medicine, 110: 206-2013.*
29. Pluske, J.R., Hampson, D.J., Williams, I.H., 1997. Factors influencing the structural and function of the small intestine in the weaned pig: a review. *Livestock Production Science, 51: 215-236.*

30. Quiles A., Hevia M., 2006. Mortalidad neonatal en los lechones. *Prod. Anim.*, 19: 45-55.
31. Quiniou, N., Dagorn, J., Gaudré, D., 2002, variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance, *Livestock Production Science*, 78: 63-70.
32. Rehfeldt Ch., Hartung M., Kuhn G., García T. (traducción). 2011. El peso al nacimiento de los cerdos influye en la calidad de la canal y la carne. Albéitar. *Los Porcicultores y su Entorno*, Enero-Febrero. Año 14. No. 79:8
33. Rehfeldt, C., Tuchscherer, C., Hartung, M., Kuhn, G., 2008. A second look at the influence of birth weight on carcass and meat quality in pigs. *Meat Science*, 78:170-175.
34. Roehe, R., Shrestha N.P., Mekkawy W., Baxter E.M., Knap P.W., Smurthwaite K. M., Jarvis S., Lawrence A. B., Edwards S.A., 2010. Genetic parameters of piglet survival and birth weight from a two generation crossbred Duroc pig lines. *J. Anim. Sci.* 88:1276-1285.
35. Rootwelt, V., Reksen O., and Framstand T. 2012. Production traits of litters in 2 crossbred Duroc pig lines. *J. Anim. Sci.* 90:152-158.
36. Roppa, L., 2002, Nutrición de los lechones en la fase del destete, Agrupación de Consultores en Tecnologías del Cerdo. <http://www.vetefarm.com/nota.asp?not=589&sec=8&i=es> [consulta: 24 de junio 2015].
37. Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero, Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica, Análisis Sectorial y Tecnologías de la

Información, 2014, Panorama del Porcino.

[http://www.fnd.gob.mx/informaciónsectorrural/Panoramas/Panorama%20porcino%20\(may%202014\).pdf](http://www.fnd.gob.mx/informaciónsectorrural/Panoramas/Panorama%20porcino%20(may%202014).pdf) [consulta: 15 de junio 2015].

38. Solanes F.X., Grandinson K., Rydhmer L., Stern S., Andersson K., Lundeheim N., 2004. Direct and maternal influences on the early growth, fattening performance, and carcass traits of pigs. *Livest. Prod. Sci.*, 88, 199–212.
39. Smith A.L., Stalder K.J., Serenius T.V., Baas T.J., Mabry J.W., 2008. Effect of piglet birth weight on weights at weaning and 42 days post weaning. *J. Swine Health Prod.* 15(4): 213-218.
40. Tribout, T., Caritez, J.C., Gogue´,J., Gruand, J., Billon, Y., Bouffaud, M., Lagant, M., Le Dividich, J., Thomas, F., Quesnel, H., Gue´blez,R., Bidanel, J. P., 2003. Estimation, par utilisation de semence congele´e, du progre`s ge´ne´tique re´alise´ en France entre 1977 et 1998 dans la race porcine Large White: re´sultats pour quelques caracte`res de reproduction femelle. *Journées de la Recherche Porcine.* 35:285–292.
41. Tuchscherer M., Puppe B., Tuchscherer A., Tiemann U., 2000, Early identification of neonates at risk: traits of newborns piglets with respect to survival. *Theriogenology* 54: 371-388.
42. Van Heugten, E. 2003. Conducta alimenticia de los credos y el comedero. *CERDOS-Swine*, No. 67, año 6:22-24.

43. 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.
44. Yáñez L., Trompiz J., Vecchionacce H., 2005, Introducción de razas de cerdos hiperprolíficas chinas en las occidentales: Una revisión. Universidad Nacional Experimental Sur del Lago, Santa Bárbara del Zulia, Venezuela. *Arch. Latinoam. Prod. Anim*, Vol. 13 (2):70-80.

FIGURAS

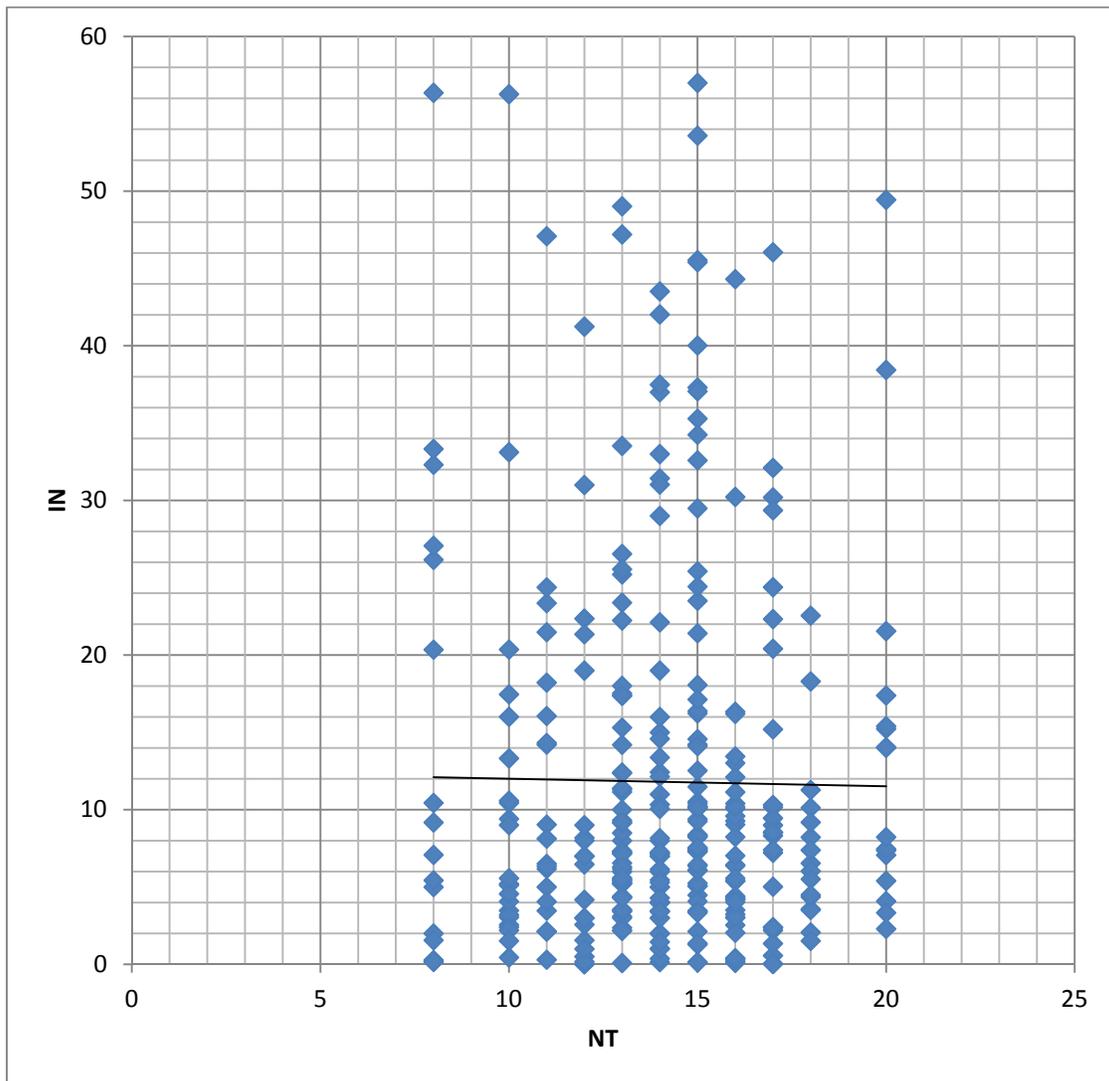


Figura 1. Correlación entre el número de lechones nacidos en total (NT) con el intervalo entre nacimiento (IN).

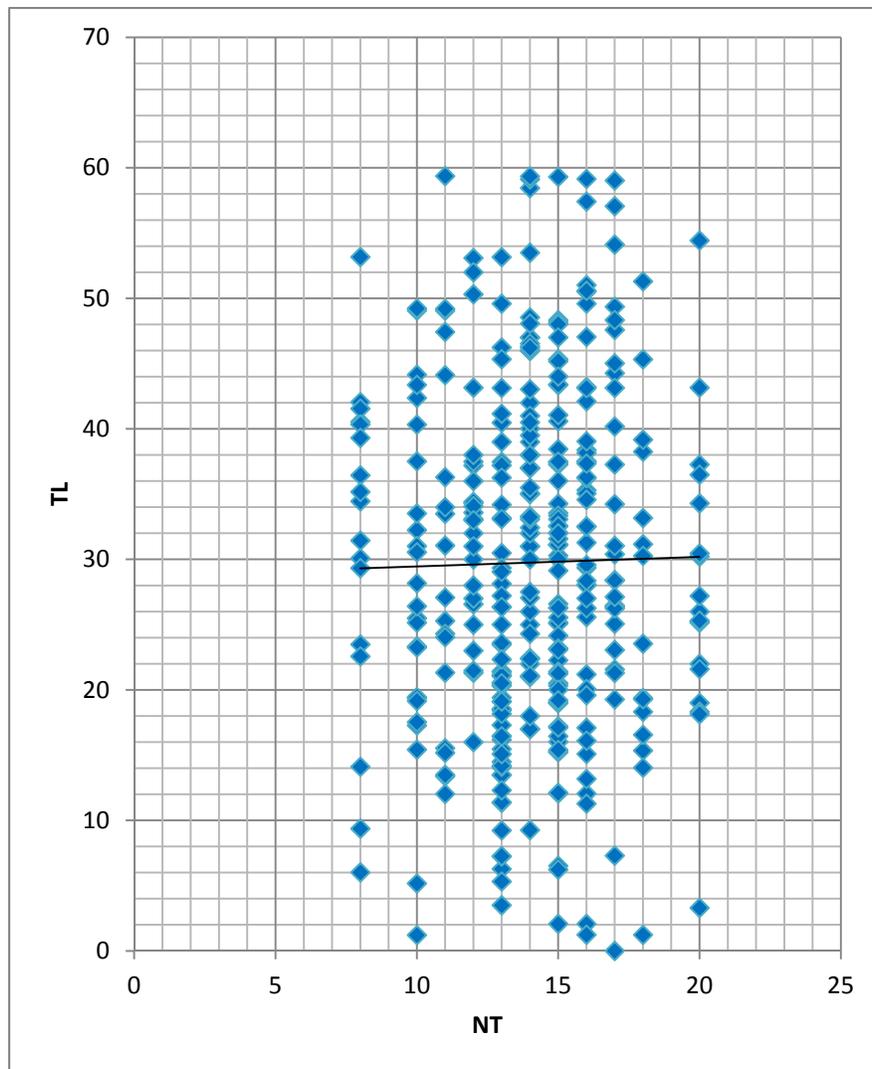


Figura 2. Correlación entre el número de lechones nacidos en total (NT) con el tiempo de latencia (TL).

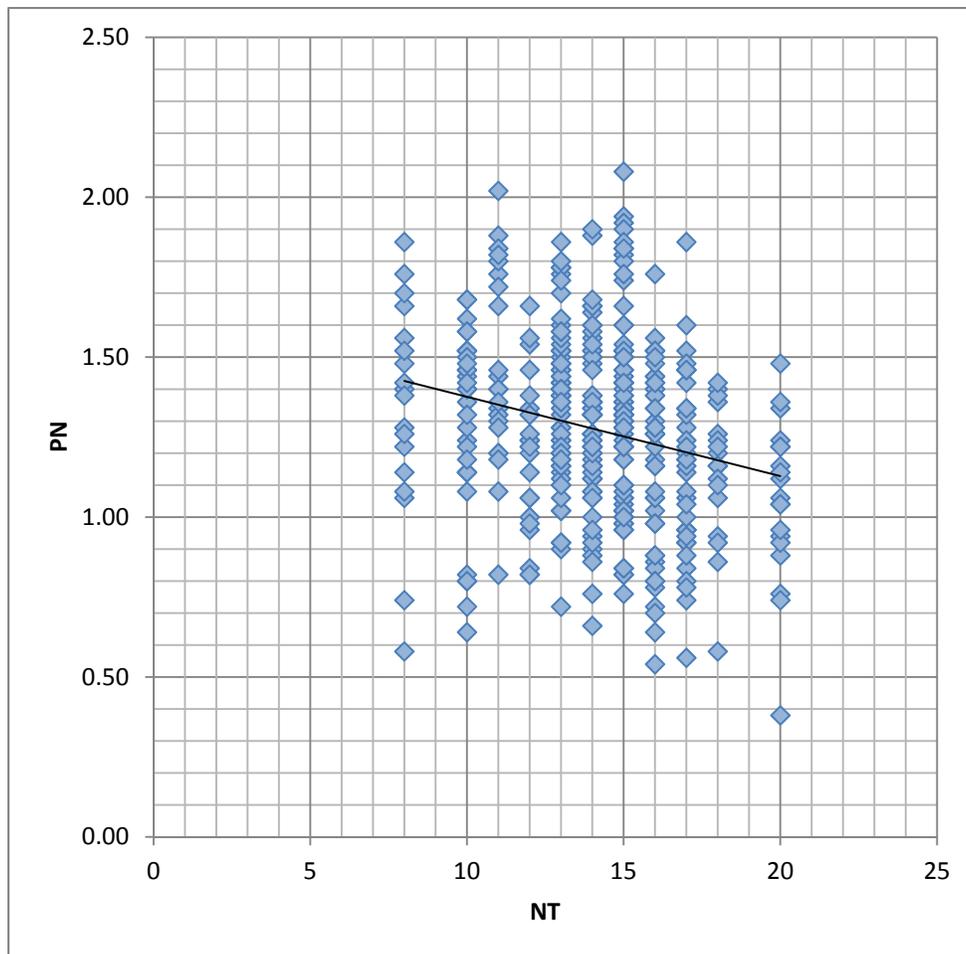


Figura 3. Correlación entre el número de lechones nacidos en total (NT) con el peso al nacimiento (PN).

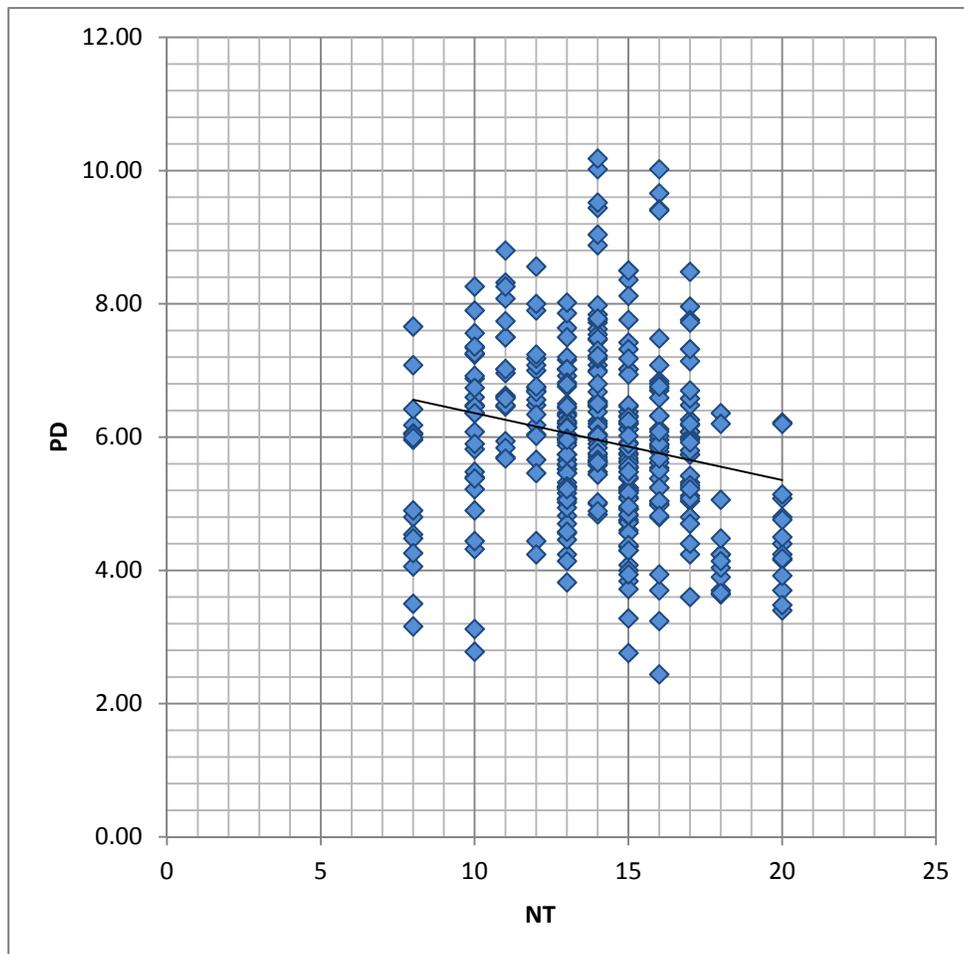


Figura 4. Correlación entre el número de lechones nacidos en total (NT) con el peso al destete (PD).

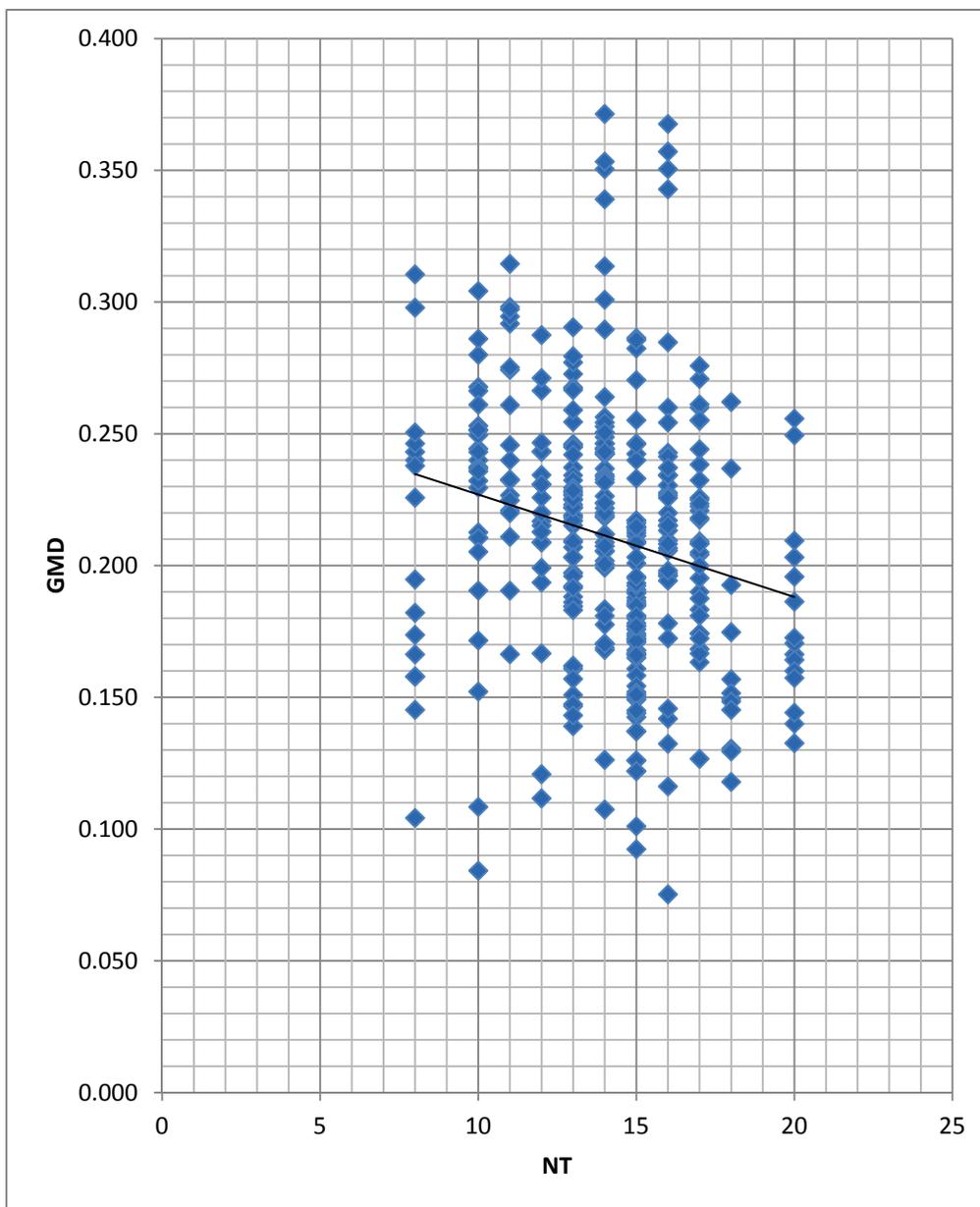


Figura 5. Correlación entre el número de lechones nacidos en total (NT) con la ganancia media diaria (GMD).

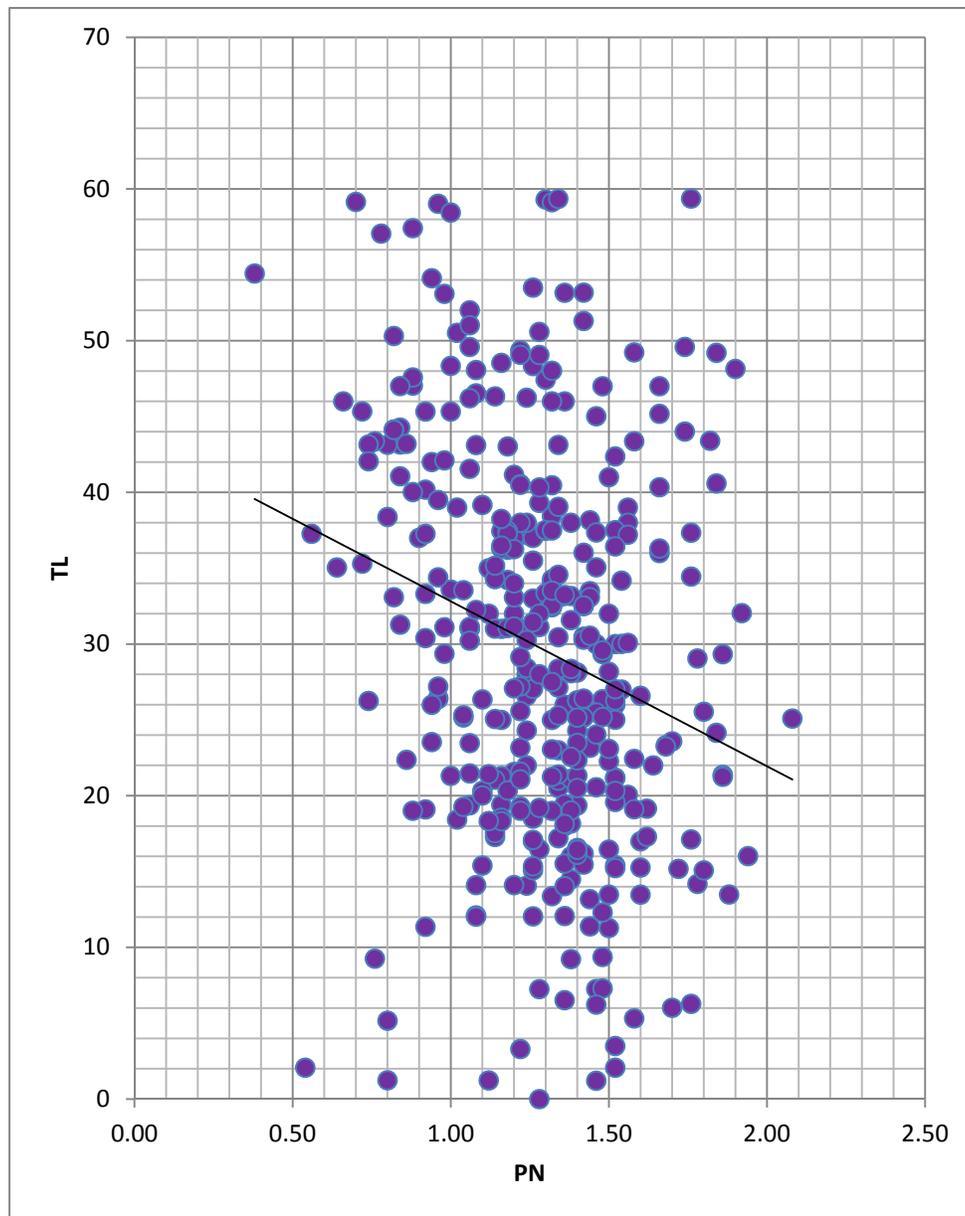


Figura 6. Correlación entre el peso al nacimiento (PN) con el tiempo de latencia (TL).

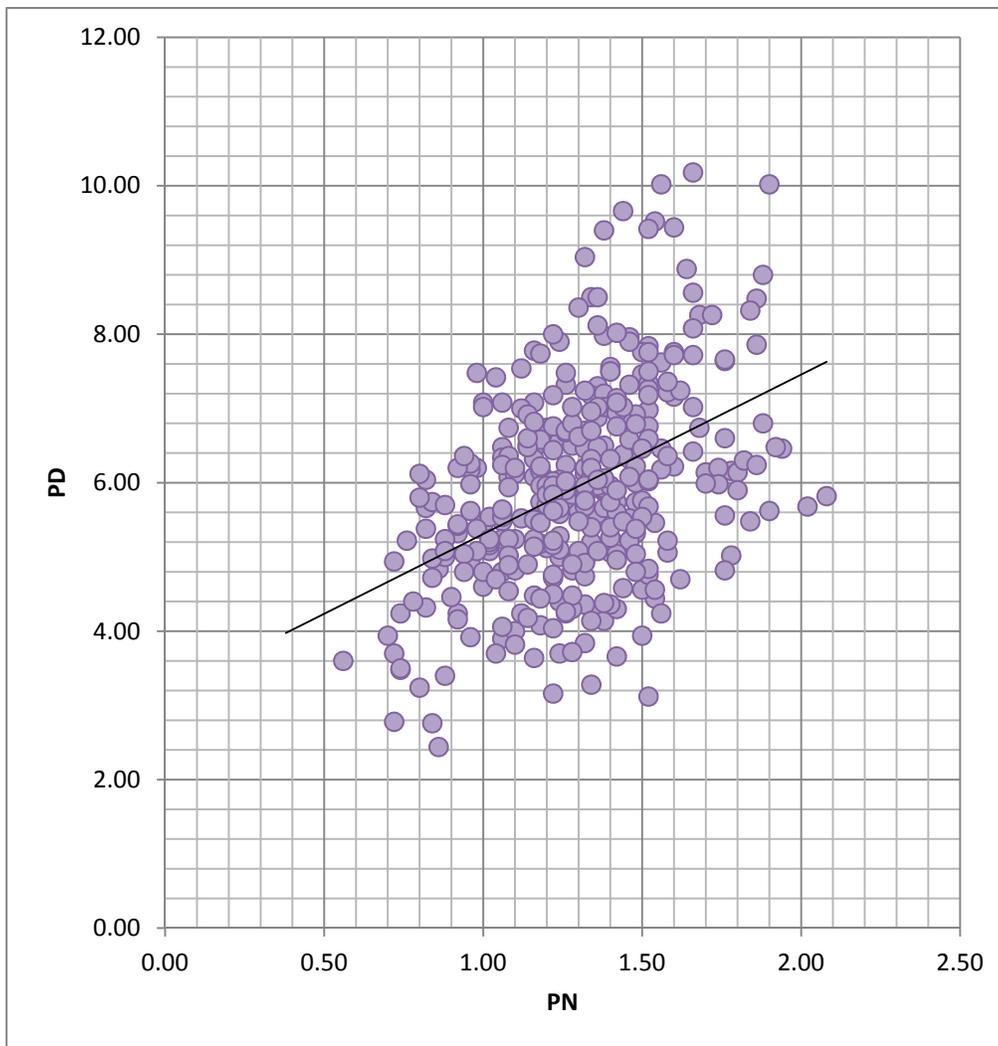


Figura 7. Correlación entre el peso al nacimiento (PN) con el peso al destete (PD).

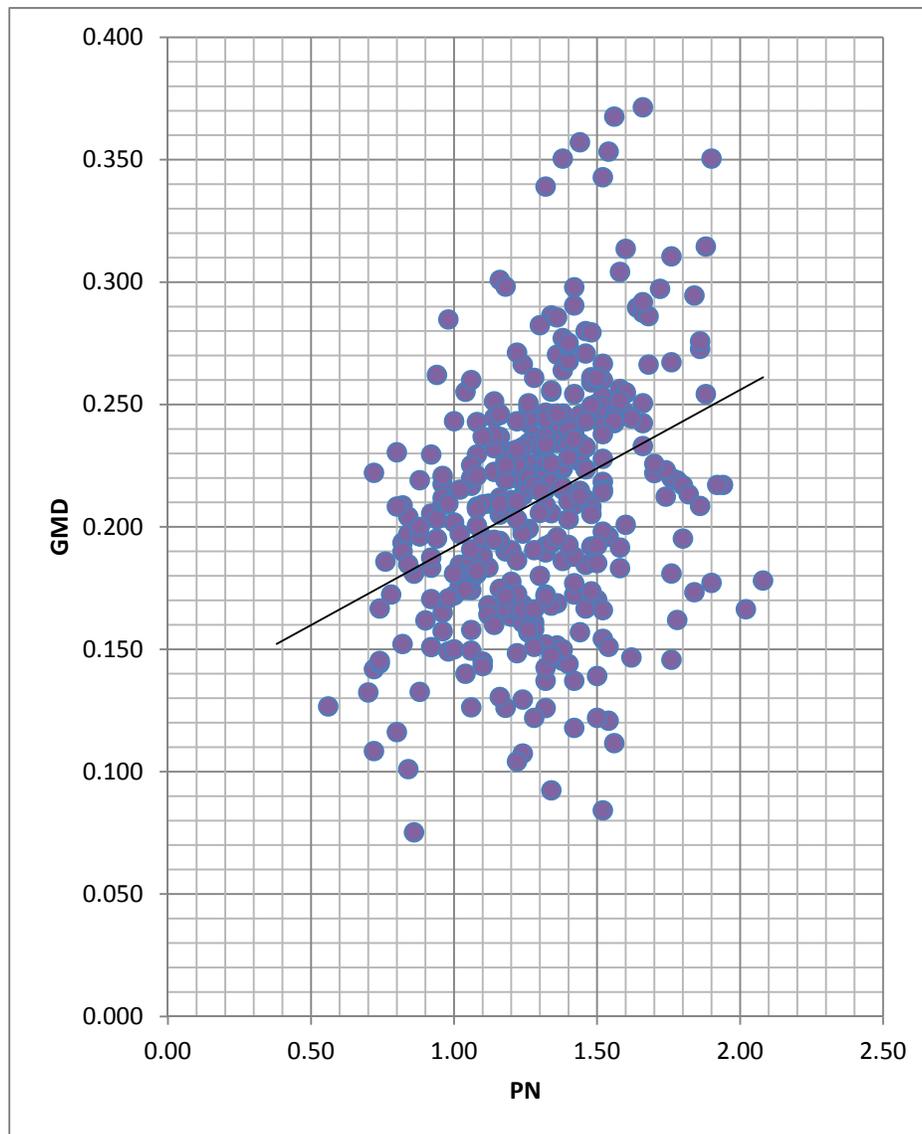


Figura 8. Correlación entre el peso al nacimiento (PN) con la ganancia media diaria (GMD).

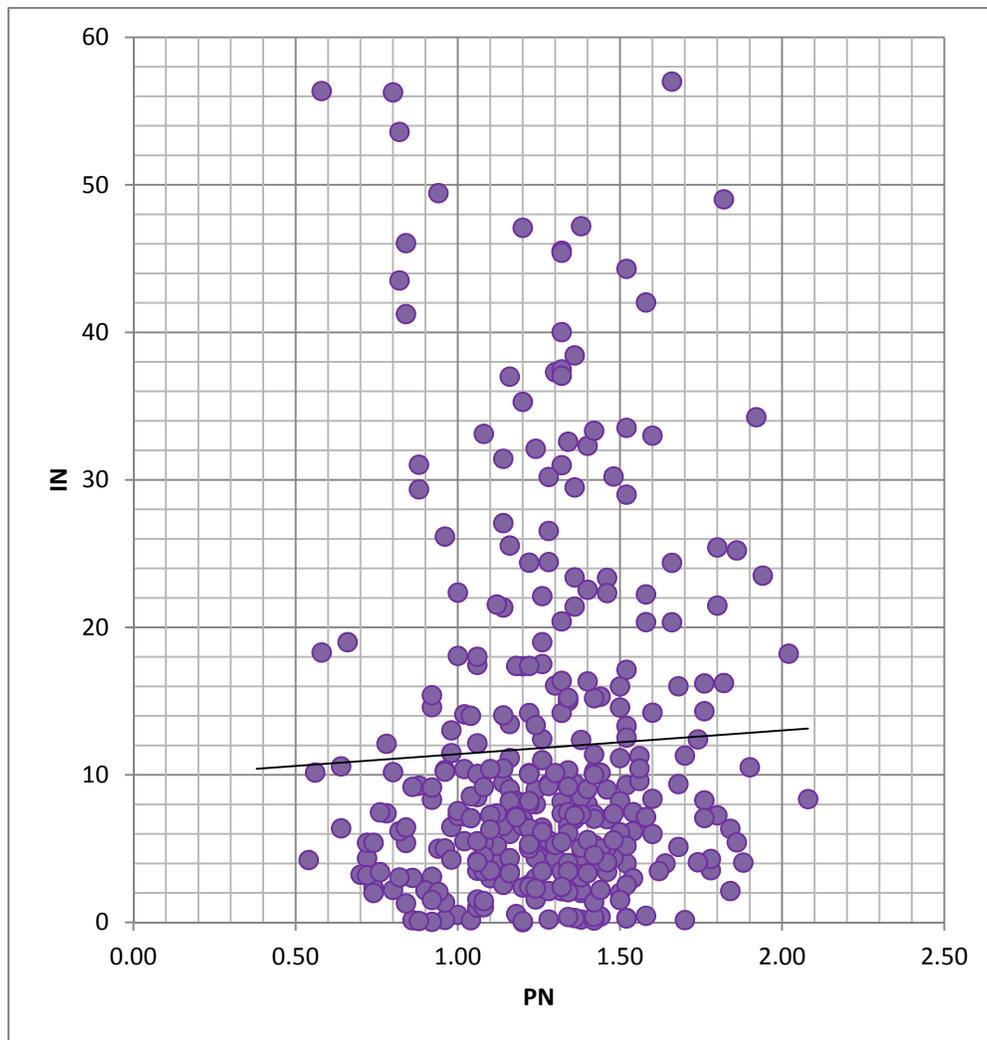


Figura 9. Correlación entre el peso al nacimiento (PN) con el intervalo entre nacimientos (IN).

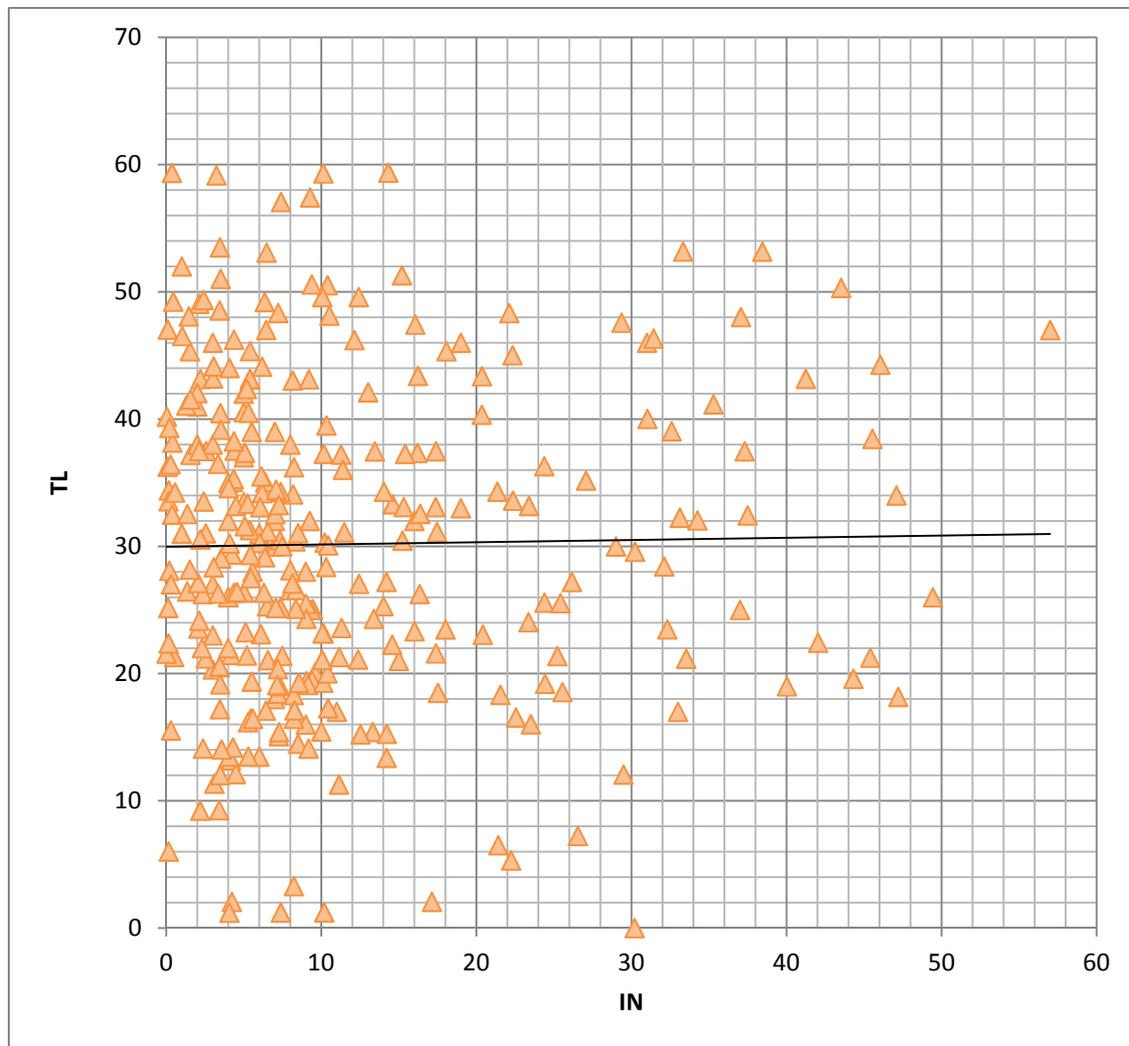


Figura 10. Correlación entre el intervalo entre nacimientos (IN) con el tiempo de latencia (TL).

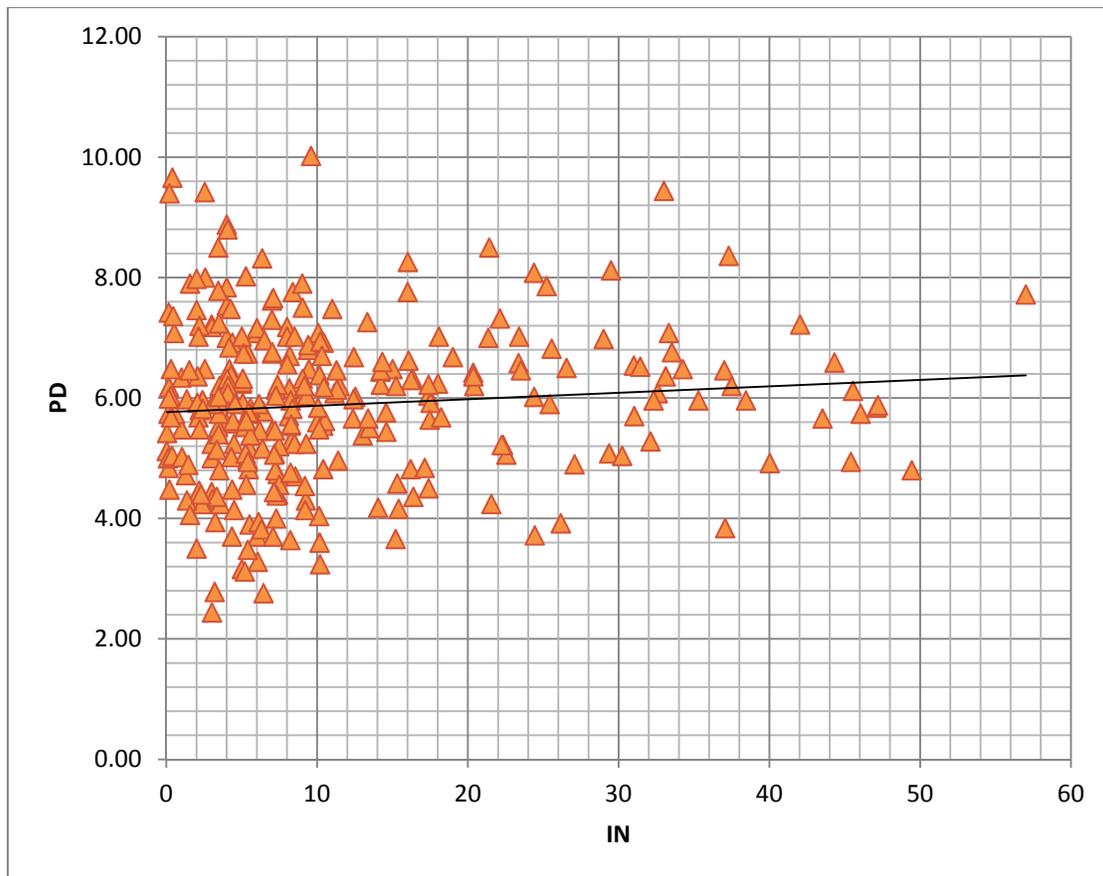


Figura 11. Correlación entre el intervalo entre nacimientos (IN) con el peso al destete (PD).

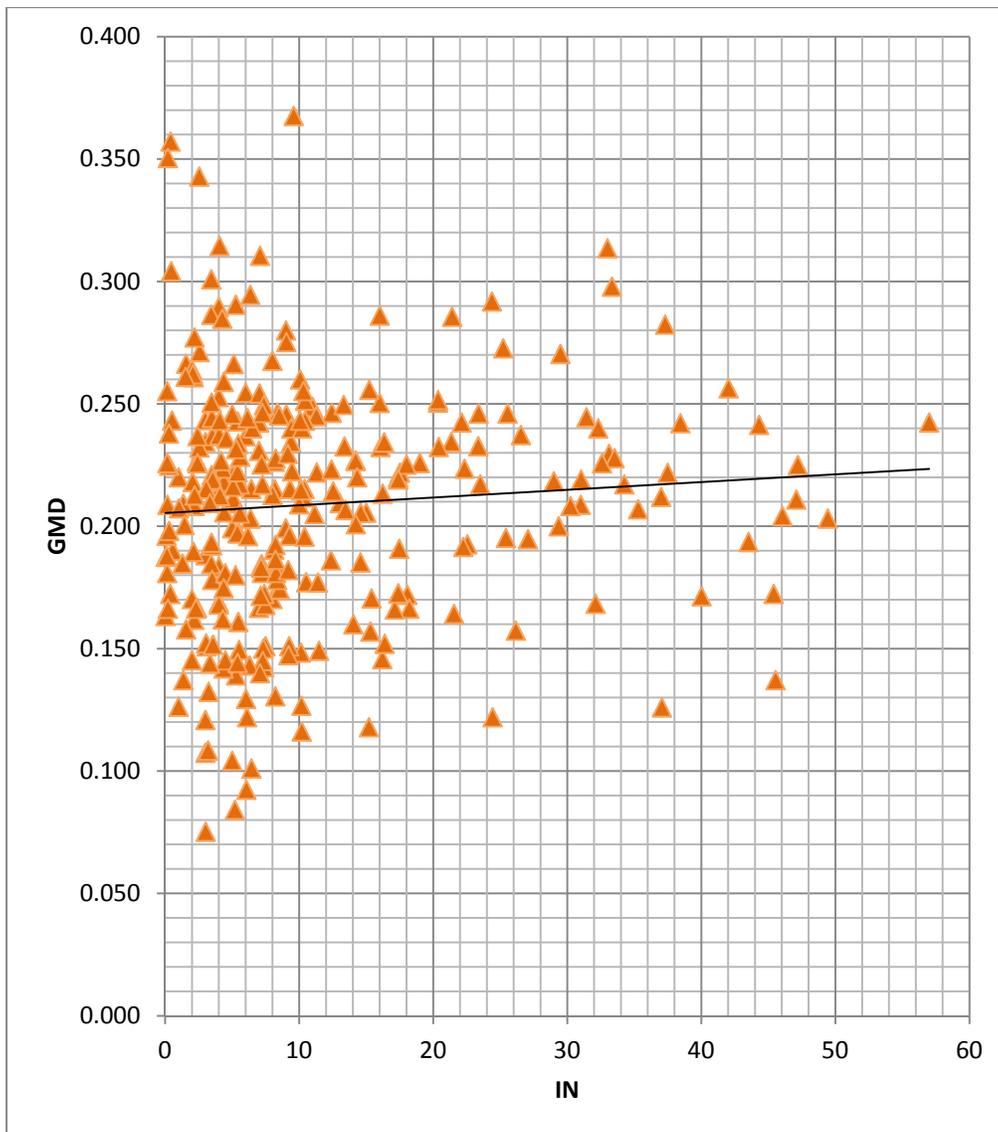


Figura 12. Correlación entre el intervalo entre nacimientos (IN) con ganancia media diaria (GMD).

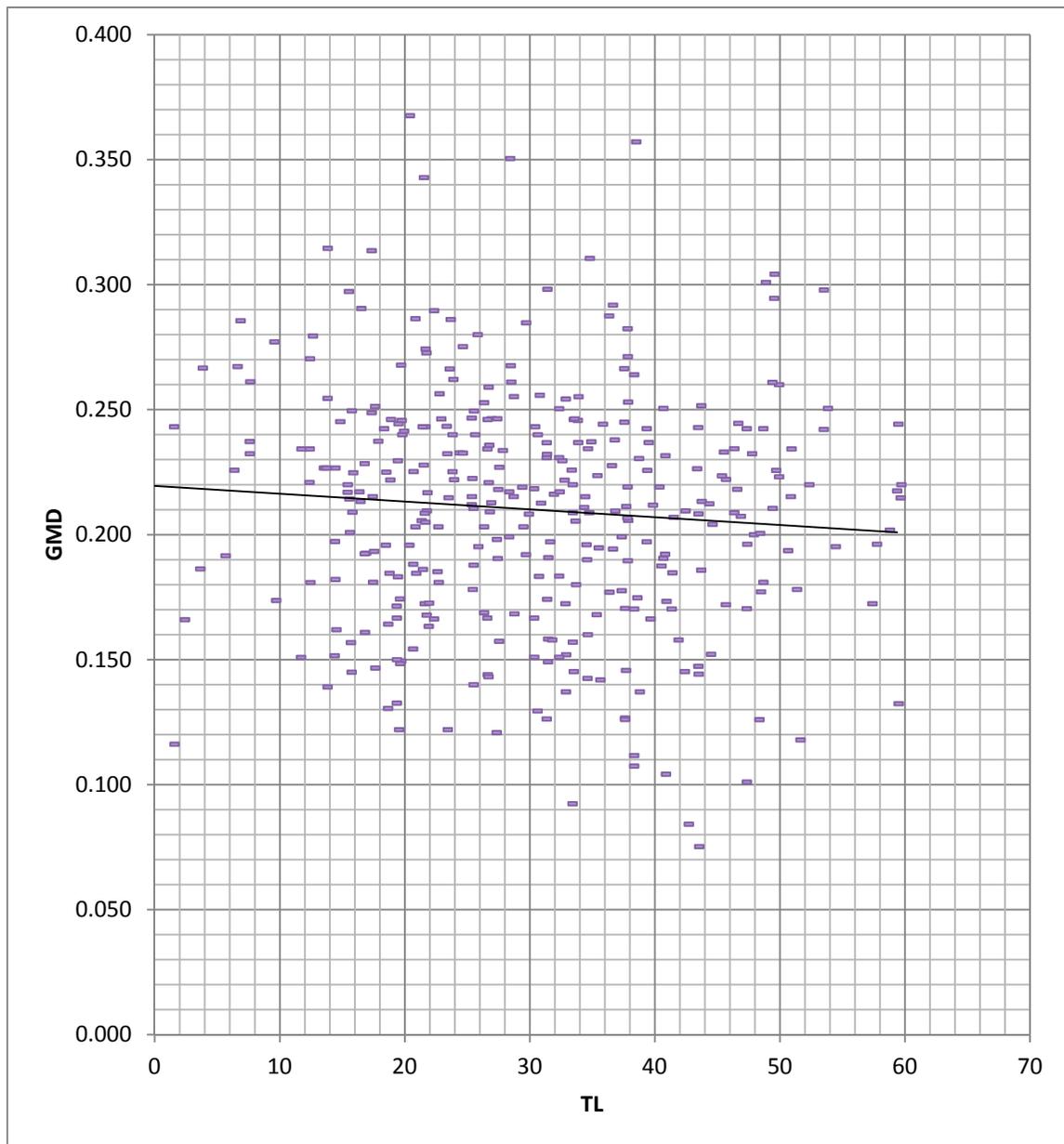


Figura 13. Correlación entre el tiempo de latencia (TL) con ganancia media diaria (GMD).

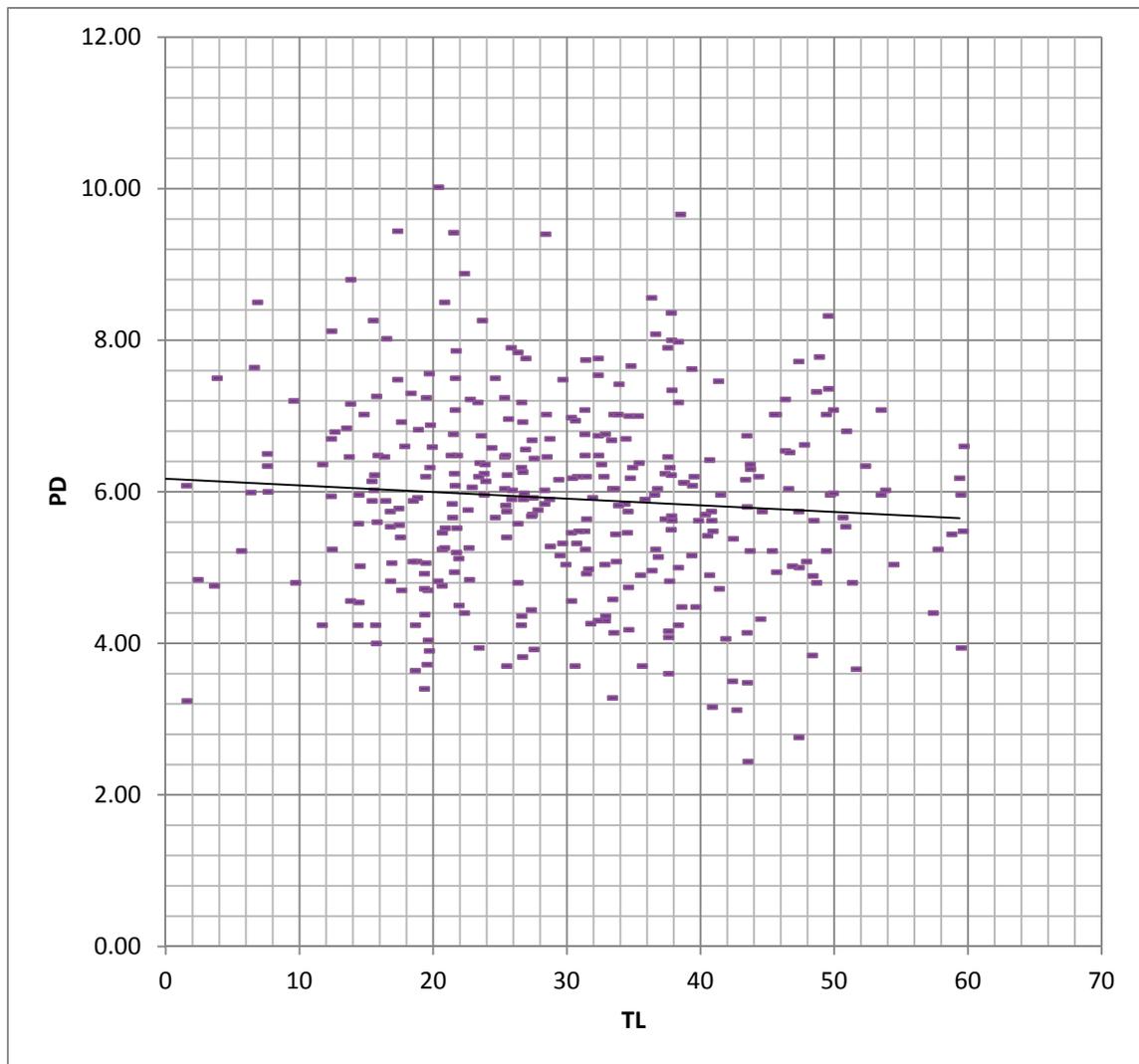


Figura 14. Correlación entre tiempo de latencia (TL) con peso al destete (PD).

Cuadro 1

PROMEDIOS Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR, DE IN, TL, PD, GMD, POR ORDEN DE NACIMIENTO

<i>Orden</i>	<i>IN</i>		<i>TL</i>		<i>PD</i>		<i>GMD</i>	
	<i>X</i>	<i>DE</i>	<i>X</i>	<i>DE</i>	<i>X</i>	<i>DE</i>	<i>X</i>	<i>DE</i>
1	-	-	28.19	17.02	6.02	1.20	0.21	0.04
2	15.52	15.68	31.69	14.55	6.08	1.26	0.21	0.04
3	12.71	14.82	33.11	10.57	5.63	1.14	0.20	0.05
4	10.98	11.71	29.53	10.95	6.15	1.08	0.21	0.03
5	12.38	13.43	31.20	8.95	5.91	1.35	0.20	0.04
6	11.15	11.76	28.90	13.33	5.71	1.20	0.20	0.04
7	10.29	10.56	29.31	12.45	5.93	1.46	0.21	0.05
8	7.94	7.24	27.63	11.22	6.14	1.44	0.22	0.05
9	9.06	11.93	29.77	13.17	5.84	1.09	0.20	0.04
10	8.52	10.92	28.65	12.12	6.05	1.51	0.21	0.05
11	10.38	10.48	30.65	14.31	5.97	1.32	0.21	0.04
12	7.98	6.21	26.67	11.43	5.99	1.28	0.21	0.04
13	13.52	13.74	30.93	16.38	5.76	0.94	0.19	0.03

14	9.09	6.91	29.60	10.41	5.97	1.01	0.20	0.03
15	14.51	16.50	28.88	12.32	5.61	1.18	0.19	0.04
16	6.70	2.13	36.62	10.70	3.70	0.74	0.14	0.02

17	13.53	1.94	37.54	13.06	4.31	0.91	0.14	0.04
18	14.04		34.29		4.18		0.16	
19	26.16		27.20		3.92		0.15	

Cuadro 2

MORTALIDAD REGISTRADA DURANTE LA ETAPA DE LACTANCIA, EL TOTAL ES DE 22 LECHONES, DE LOS CUALES SE OBTUVO ORDEN DE NACIMIENTO EN TOTAL DE LA PRUEBA Y POR CAMADA, NACIDOS TOTALES POR CAMADA, PESO AL NACIMIENTO, INTERVALO DE NACIMIENTO, TIEMPO DE LATENCIA, EDAD EN DÍAS, PESO Y CAUSA DE MUERTE

<i>Lechón</i>	<i>ON total</i>	<i>ON camada</i>	<i>N T</i>	<i>PN kg</i>	<i>IN min</i>	<i>TL min</i>	<i>Edad en días</i>	<i>Peso kg</i>	<i>Causa muerte</i>
1	2	2	15	0.84	41.24	43.16	1	0.94	inanición
2	16	3	16	0.94	5	42	4	0.74	aplastado
3	20	7	16	0.66	19	46	3	0.54	inanición y aplastado
4	29	1	11	1.0	0	0	4	0.64	aplastado
5	48	9	14	0.90	0	37	17	2.1	inanición
6	63	19	12	1.32	0	25	3	1.4	se encontró muerto
7	92	13	14	0.90	2.17	28.5	9	-	no se registró evento
8	103	10	14	0.86	0.15	22.37	1	3	deformidad miembro posterior

9	107	1	13	1.62	15	17.3	18		rechazado al destete
10	112	6	13	1.42	7.33	30.49	5	1.4	inanición y aplastado
11	189	13	15	0.80	0	5.17	18	0.82	inanición
12	227	8	11	0.82	6.18	44.12	12	0.82	resucitado
13	229	10	11	1.20	47.9	34	9	1.20	resucitado
14	236	6	11	2.02	18.22	30.1	1	2.02	calostro manual
15	240	10	11	1.72	0	5.18	1	1.72	oxitocina
16	253	2	18	0.58	18.3	16.2	1	0.58	sin reg. calostro
17	261	10	18	0.92	1.52	45.33	1	0.92	malformación patas traseras
18	320	16	16	1.22	10.08	23.17	21	1.32	inanición
19	355	5	20	1.06	4.09	30.22	2	1.0	inanición
20	363	13	20	0.76	7.46	-	1	0.76	hipóxico
21	367	17	20	1.04	14.01	25.31	22	1	aplastado
22	416	13	14	1.06	20.51	46.21	2	1.05	asistido

Cuadro 3

LECHONES MUERTOS DURANTE LA LACTANCIA DEPENDIENDO DE SU CATEGORÍA DE PESO AL NACER, TAMAÑO DE CAMADA, INTERVALO DE NACIMIENTO Y TIEMPO DE LATENCIA

	Baja		Intermedia		Alta	
	N	%	N	%	N	%
PN	15	68.18	3	13.63	4	18.18
NT	5	22.72	9	40.90	8	36.36
IN	7	31.81	8	36.36	6	27.27
TL	6	27.27	8	36.36	7	31.81