



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTADES DE AGRONOMÍA Y CIENCIAS VETERINARIAS
POSTGRADO EN PRODUCCIÓN ANIMAL



**EVALUACIÓN DE DOS LÍNEAS GENÉTICAS PORCINAS EN UNA
GRANJA COMERCIAL**

Est. Graduada: Ing. Carles E. Rincón Gainza

Tutora: MV. PhD. Janeth Colina R.

Asesores:

Ing. Agr. MSc. Humberto Araque

Ing. Agr. MSc. PhD. Gonzalo Martínez G.

Maracay, febrero 2013.

**EVALUACIÓN DE DOS LÍNEAS GENÉTICAS PORCINAS EN UNA
GRANJA COMERCIAL**

Ing. Carles E. Rincón Gainza

Trabajo de grado sometido a la consideración de las Comisiones de Estudio para Graduados de las Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias como requisito parcial para optar al grado de:

Magíster Scientiarum en Producción Animal

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTADES DE AGRONOMÍA Y CIENCIAS VETERINARIAS
COMISIONES DE ESTUDIO PARA GRADUADOS**

POSTGRADO EN PRODUCCIÓN ANIMAL

Maracay, febrero 2013.

I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la producción porcina se ha enfatizado el aspecto genético, el cual se ha modificado constantemente con el propósito de lograr líneas maternas porcinas mejoradas que permitan mantener una mayor productividad de las cerdas que representan el eje central de la producción, y determinan la rentabilidad de una granja. Esta rentabilidad se traduce en determinados parámetros productivos, que son variables en diferentes ambientes dependiendo del potencial genético de las líneas maternas, caracterizadas por ser más magras, lo que influye sobre el desempeño productivo (Gourdine et al., 2006; Rosero et al., 2011)

Por otra parte, el número de parto de la cerda influye directamente sobre el desempeño productivo, de acuerdo con lo señalado por Rozeboom et al. (1996) y Whittemore (1996), quienes han demostrado que las líneas porcinas tienen suficiente desarrollo corporal para concebir y producir una camada normal durante su primer parto, sin embargo, si las reservas corporales no son adecuadas difícilmente lograrán mantener una buena respuesta productiva en los siguientes partos. En tal sentido, es relevante mantener la condición corporal, no solo durante el período previo al servicio y la gestación, sino especialmente durante la lactancia, cuando las cerdas reproductoras actuales tienden a producir más leche, lo que podría comprometer la eficiencia reproductiva en partos subsecuentes de no realizarse un adecuado manejo alimenticio (Eissen et al., 2000; Murillo et al., 2007).

El aspecto de la alimentación es sumamente trascendental y se ha considerado su efecto sobre la productividad de la cerda durante la lactancia (Van den Brand et al., 2000) sobre la condición corporal (Maes et al., 2004), el número de partos (Schwarz et al., 2009) y la raza de la cerda (Alston et al., 2000). De todos estos factores, la raza o línea genética de la cerda no solo determina variaciones en los parámetros indicativos de productividad sino

también, en la composición de la leche (Boruta et al., 2009). Asimismo, se ha determinado que la condición corporal de la cerda, evaluada por el espesor de la grasa dorsal antes del parto y durante la lactancia influye la composición del calostro y leche (Beyga y Rekiel., 2009). En tal sentido, las variaciones en el espesor de grasa dorsal durante la lactancia repercuten directamente sobre la reproducción de la cerda después del destete, al prolongarse el intervalo destete-celo (Clowes et al., 2003).

La evidencia sobre la productividad en diferentes ambientes de líneas maternas porcinas es amplia y muchos estudios incluso, han considerado las variaciones asociadas al número de parto de la cerda, no obstante, son escasos los estudios desarrollados bajo condiciones tropicales que muestren el desempeño productivo de las líneas mejoradas genéticamente en los últimos años. Con tal premisa, el presente estudio se planteó los siguientes objetivos.

1. Objetivo General

Evaluar la respuesta productiva de dos líneas genéticas porcinas en una granja comercial.

2. Objetivos Específicos

1.- Evaluar efecto de la línea genética (PIC: L03 y L42) y del número de partos de las cerdas sobre:

- 1.1. El consumo de alimento durante la lactancia, las variaciones del peso vivo y del espesor de grasa dorsal.
- 1.2. El tamaño y peso de la camada al nacer y al destete.
- 1.3. La composición de calostro y la leche.
- 1.4. El intervalo destete-celo.

2.- Evaluar la correlación entre el espesor de la grasa dorsal, el peso vivo de la cerda, el consumo de alimento durante la lactancia, con el peso de la

camada al destete, número de lechones destetados e intervalo destete-celo entre ambas líneas genéticas.

3.- Evaluar la correlación entre la composición del calostro de la cerda sobre el peso de la camada y número de lechones al destete.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades sobre aspectos que afectan la productividad de la cerda reproductora

La respuesta productiva de la cerda se ve influenciada por diversos factores, sin embargo, los efectos inherentes a la raza aún no se encuentran completamente claros, a diferencia de los efectos causados por la edad de la cerda, el número de partos y el estado nutricional (Schwarz et al., 2009). Adicionalmente, el manejo es uno de los factores determinantes de la vida productiva de la futura reproductora, y principalmente el manejo realizado a las lechonas de reemplazo y la selección de las cerdas nulíparas. Los aspectos relevantes en la selección de la cerda para reemplazo de acuerdo a lo sugerido por Close y Cole (2004), Coma y Gasa (2007), PIC (2007), deben enfocarse a garantizar que la lechona tenga un peso vivo de 136-154 kg, una edad aproximada de las 30 semanas, estar madura sexualmente (haber presentado al menos 2 celos, antes del primer servicio), tener un espesor de grasa dorsal (P2) de 15-17 mm, al menos 12 pezones funcionales, poseer buenos aplomos y no presentar defectos a nivel de la vulva (vulva infantil). Adicionalmente, la ganancia diaria de peso desde el nacimiento a la cubrición debe ubicarse en un rango de 600-800 g/d (Coma y Gasa, 2007).

La alimentación de la cerda reproductora es un aspecto que repercute sobre su productividad y la rentabilidad de la granja, por lo que se requiere proveer los nutrientes necesarios en cada etapa reproductiva que garanticen la condición corporal. Particularmente, la cerda gestante requiere de una alimentación restringida, con el objetivo de evitar un excesivo acumulo de grasa, que comúnmente causa dificultades al momento del parto y posterior al mismo, posibles problemas de locomoción

y reducciones importantes en el consumo de alimento (CA) durante la lactancia (Coma y Gasa 2007), cuando es trascendental garantizar el consumo de alimento necesario para una óptima producción de leche y peso al destete de los lechones. En esta etapa, los requerimientos nutricionales de la cerda son elevados y frecuentemente la cantidad de alimento consumido es insuficiente para satisfacer totalmente la demanda de los nutrientes para mantenimiento y producción de leche, por lo cual, la cerda tiende a movilizar las reservas corporales de grasa y la proteína que se utilizan para la producción de leche (Rozeboom et al., 1996; Aherne et al., 1999; Van den Brand et al., 2000; Close y Cole., 2004; Malave et al., 2007; Hughes et al., 2010; Hansen et al., 2012).

Por otra parte, bajo condiciones climáticas tropicales es necesario considerar los efectos de la temperatura y humedad relativa, factores que influyen acentuadamente sobre el consumo de alimento de la cerda (Tantasuparuk et al., 2000), principalmente cuando las cerdas lactantes se alojan bajo temperaturas superiores a 25 °C, por lo que, para mitigar estos efectos es recomendable mantener un suministro de agua en cantidad y calidad adecuada (Coma y Gasa, 2007). Sobre este aspecto, Messias et al. (1998) indican que el consumo voluntario de alimento durante la lactancia disminuye entre 40 y 43% cuando las temperaturas ambientales se incrementan hasta 28 y 30°C, respectivamente, lo que conlleva a determinar que cualquier incremento de temperatura se traduce en una disminución del consumo de alimento (Koketsu et al., 1996; Schinckle et al., 2010)

De manera general, la productividad de la cerda puede estar influenciada por múltiples factores, por lo que es pertinente considerar las variaciones que pudieran asociarse con el número de parto y la línea genética en determinados ambientes. Sobre este aspecto, se ha

demostrado que las variaciones en la temperatura y la humedad sobre el CA de la cerda no varía con el número de parto (Messias et al., 1998), mientras que es notorio el efecto que ejerce el ambiente sobre la respuesta productiva de diferentes líneas genéticas (Eissen et al., 2000; Biruté et al., 2008; Yoder et al., 2012).

EFFECTOS DE LA RAZA O LÍNEA GENÉTICA SOBRE LAS VARIABLES PRODUCTIVAS DE LA CERDA REPRODUCTORA

Los efectos del genotipo de la cerda sobre su productividad han sido estudiados previamente, existiendo una interacción entre el genotipo y el tamaño (Eissen et al., 2003), y peso de la camada al nacer (PCN), pero no afecta el número de lechones nacidos totales (Stalder et al., 2000), característica que es considerada posteriormente por Schwarz et al. (2009) quienes señalan que el número de lechones nacidos vivos (LNV) y destetados (LDTT), es similar entre cerdas de las razas Large White y Landrace. Este resultado se ajusta al obtenido anteriormente por Peñalba (2007), al evaluar el efecto del genotipo (50% Yorkshire × 50% Landrace vs. 75% Landrace × 25% Large White) y el número de parto sobre la productividad de la cerda, no reportándose efecto de la interacción entre ambos factores sobre el peso al nacer y al destete de la camada, Así mismo, Tummaruk et al. (2001), no reportan diferencias en el tamaño de la camada al nacer (10,6 vs 10,4), ni en el número de LNV (9,8 vs 9,9) entre razas Yorkshire y Landrace, respectivamente.

Resultados opuestos han sido publicados previamente, Young (1995) al evaluar cerdas mestizas de cuatro razas (Duroc, Meishan, Fengjing, Minzhu), señala que las cerdas mestizas de razas chinas tienen mayor número de LNV (11,1 vs 8,6), LDTT (10 vs 7,9) y camadas con 6,7 kg más de peso al destete (28 días) que las cerdas mestizas de Duroc.

Adicionalmente, el efecto del genotipo de la cerda sobre su productividad ha sido sustentado con los resultados obtenidos en diversas investigaciones, al evaluar el tamaño de la camada, peso al nacer y peso de los LDTT, obteniendo diferencias significativas entre el genotipo de las cerdas, observándose que, las cerdas puras presentan promedios de 2,7 (Alston et al., 2000) y 0,25 (Biruté et al., 2008) lechones más que las cerdas cruzadas. Sin embargo, Alston et al., (2000) ha señalado que las camadas provenientes de cerdas cruzadas mostraron superioridad en el peso al nacer y al destete a los 21 días (1,43 y 5,94 kg, respectivamente). Así mismo, las cerdas cruzadas presentaron 50% menos lechones momias y 0,56 lechones más viables en el total de la camada (Biruté et al., 2008) y 3,5% más de peso en la camada al destete (PCDTT) en comparación con cerdas puras Landrace (Eissen et al., 2003), parámetros que contribuyen a mejorar la productividad de la camada.

No obstante, investigaciones realizadas por Tummaruk et al. (2000) resaltan que el tamaño y peso de la camada es una variable que no solo se ve influenciada por la genética, existen también otros factores como la tasa de ovulación, la sobrevivencia embrionaria y la capacidad uterina de la cerda (Young, 1995) que son determinantes de estas variables. A su vez, estos factores son heredables ($h^2 = 0,4; 0,3$ y $0,2$, respectivamente) por lo que es probable que las cerdas provenientes de camadas numerosas, sean proliferas durante su vida reproductiva.

Consumo de alimento (CA).

El CA durante el periodo de lactancia es un factor relevante sobre la productividad de las cerdas, especialmente en las que han sido mejoradas genéticamente (Auldist et al., 1998), así como también, en las cerdas que

proviene de líneas genéticas maternas (Yoder et al., 2012). Así, el mantenimiento de un adecuado CA durante el período de lactancia es fundamental, ya que un inadecuado consumo voluntario de alimento, no solo compromete la producción de leche, sino también las subsecuentes reproducciones de la cerda. En tal sentido, algunas investigaciones señalan que un incremento en el CA, no solo impacta de forma positiva en la cerda al elevar su consumo diario de energía metabolizable, los aminoácidos y otros nutrientes, sino que podría tener un impacto positivo sobre el comportamiento de la camada (Pettigrew y Tokach., 1993; Rosero et al., 2011), reflejándose directamente sobre el peso de los lechones al destete. Las cerdas que tienen mayor consumo de alimento por día durante el periodo de lactancia producen lechones con mayor peso al destete (Koketsu y Dial., 1997; Schinckel et al., 2010), al igual que las cerdas que mantienen una alimentación *ad libitum* (Sulbato et al., 2010). Mientras que, cuando la cerda tiene un consumo inadecuado de energía y proteína durante el periodo de lactancia disminuyen sus reservas corporales, condición que puede comprometer el desempeño productivo, impactando especialmente sobre el intervalo destete celo (Clowes et al., 2003; Close y Cole., 2004; Biruté et al., 2008; Bergsma et al., 2008).

Recientemente, Yoder et al. (2012) evaluaron el efecto del genotipo (cerdas puras Landrace, Yorkshire y cerdas cruzadas Landrace × Yorkshire) sobre el CA durante la lactancia, encontrando que las cerdas puras (Yorkshire y Landrace) mantuvieron consumos similares, pero ambas razas difieren del consumo de alimento de las cerdas cruzadas (Landrace × Yorkshire) durante el periodo de lactancia. El efecto de la raza también fue estudiado previamente por Farmer et al., (2007), reportándose valores promedios de consumo de alimento durante un periodo de 21 días de lactancia de 4,7 (Pietrain), 5,3 (Yorkshire y Duroc) y 5,6 kilogramos

(Landrace), los cuales son indicativos de la superioridad en el consumo de las cerdas de raza Landrace con respecto a las demás razas evaluadas.

Similares a estos resultados son los publicados por Eissen et al. (2003), quienes han confirmado que el CA durante la lactancia difiere entre genotipos, observándose que las cerdas cruzadas consumen más alimento con respecto a las puras (4,64 y 5,03 kg/día, respectivamente). Adicionalmente, estos mismos autores demostraron que el tamaño de la camada influyó sobre el CA en dos de los genotipos evaluados, específicamente, las cerdas con camadas más numerosas incrementaron el CA. Por otra parte, el estudio realizado por Biruté et al. (2008), evaluó el consumo de alimento de cerdas cruzadas (Lithuanian White × Danish Landrace) y cerdas puras (Danish Landrace) y se determinó que las cerdas cruzadas consumen menor cantidad de alimento que las cerdas puras. Resultados similares obtuvieron Sinclair et al. (1998) al encontrar diferencias entre el consumo de alimento de cerdas de la raza Meishan, Landrace y Large White.

Además, se cree que existen diversos factores que afectan el consumo voluntario de alimento y que éste puede ser modificado a través del cruzamiento genético (Eissen et al., 2000). La selección y el mejoramiento genético de las líneas maternas porcina permite que en la actualidad la producción porcina se sustente principalmente en la utilización de líneas genéticas mejoradas y no de razas puras, ya que las líneas genéticas son más precoces y magras, no obstante el consumo de alimento durante el período de lactancia es menor (Pérez et al., 2008).

Espesor de Grasa Dorsal (EGD) e Intervalo Destete-Celo (IDC)

La evaluación de la condición corporal de la cerda, usualmente se realiza a través de una medición visual de forma subjetiva y con poca precisión asignando una puntuación del 1 al 5 según su apreciación, por lo que no es suficiente para obtener de manera confiable una evaluación del contenido de grasa corporal de la cerda (Maes et al., 2004). Debido a esto, en la actualidad se usa con mayor frecuencia la medición del EGD en el punto P2 (a 5cm de la línea media sobre la última costilla) utilizando aparatos de ultrasonido, obteniéndose mayor precisión respecto a esta variable, que es un indicador de las reservas corporales de la cerda, no solo durante la gestación y la lactancia, sino también al momento del primer servicio (Roongsitthichai et al., 2010). Esta medición es de tal relevancia que las cerdas servidas con 15,0-18,7 mm de EGD, han mostrado tener mayor número de LNV (11,0), que las cerdas con EGD menor o igual a 11.1 mm (9.2 LNV), mientras que, las cerdas con más de 18,8 mm destetaron más lechones que las cerdas con 11,1mm (Bečková et al., 2005). Además, el efecto del genotipo sobre el EGD al finalizar la lactancia ha sido considerado previamente, sin reportarse diferencias entre cerdas de las razas Duroc Jersey, Landrace y Yorkshire (Murillo et al., 2007).

Por otra parte, el IDC es una variable que puede ser influenciada por diversos factores, entre los ellos, genotipo (Perez et al., 2008), época del año, duración de la lactancia, CA (Xue et al., 1994) y pérdida de peso (Tantasuparuk et al., 2000). Esta última es el resultado del catabolismo de las reservas corporales durante el periodo de lactancia (McNamara y Pettigrew, 2002) y afecta directamente el IDC (Bergsma et al., 2008). Se ha demostrado la relación de la pérdida de peso con el IDC, ya que, un estado catabólico en las cerdas, inhibe la secreción de las hormonas que

conducen el crecimiento de los folículos en el ovario y a su vez el retorno al celo posterior al destete (Clowes et al., 2003; Biruté et al., 2008).

Por otra parte, la utilización de líneas genéticas mejoradas y no de razas puras, se ha traducido en un incremento en las pérdidas de peso durante el período de lactancia (PPL), causando efectos negativo sobre la productividad de la cerda, debido a que se prolonga el IDC (Pérez et al., 2008). Sobre este aspecto, estudios realizados por Napel et al. (1998) señalan que el genotipo es el principal factor que determina el IDC en las cerdas. Así mismo, Biruté et al. (2008) al evaluar cerdas cruzadas (Lithuanian White × Danish Landrace) y cerdas puras (Danish Landrace), reporta que el genotipo influye sobre el IDC, siendo las cerdas cruzadas las que presentan un IDC más prolongado (1,58 días más).

Resultados opuestos han sido encontrados en otros estudios (Tantasuparuk et al., 2001; Murillo et al., 2007; Johnson et al., 2008) sin obtener resultados concisos al evaluar el efecto del genotipo sobre la variable IDC de las cerdas. Afín a este resultado, Pérez et al. (2008), no encontraron diferencias en el IDC al comparar cerdas de razas puras (Yorkshire), cruzadas (Landrace × Yorkshire) y líneas genéticas mejoradas (Camborough 22). Ninguno de los grupos de cerdas evaluadas presentó pérdidas mayores al 10%, lo que probablemente no permitió detectar diferencias entre genotipos, según lo señalado por los autores. Cuando las PPL superan este porcentaje se evidencia con facilidad el efecto del genotipo sobre la PPL. Al respecto, Tantasuparuk et al. (2001) indica que las cerdas Landrace pierden más peso que las cerdas Yorkshire (12,6% vs 10,5%, respectivamente), de igual forma el trabajo de Pérez et al. (2008) muestra pérdidas de 10%, en cerdas Camborough 22, mientras que las cerdas en F1 (Landrace × Yorkshire) y Yorkhsire puras se observaron valores de 5,5 y 9,2%, respectivamente. Por otra parte, Eissen et al. (2003)

reportan que las PPL entre 10 y 15% durante la lactancia, prolongan el IDC.

Composición de calostro y leche de la cerda.

El calostro es secretado inmediatamente después del parto y es una fuente de nutrientes altamente digestibles (King'ori, 2012), no obstante su composición cambia rápidamente varias horas después del parto (Klobasa et al., 1987; Daza et al., 2004), sin embargo el calostro y la leche son considerados como las principales fuentes de nutrientes para los lechones lactantes, por lo que su composición es crucial para la inmunidad, sobrevivencia y el crecimiento de la camada (Farmer et al., 2007; King'ori, 2012; Quesnel, 2011). Estos argumentos han conllevado a estudiar los diversos factores que alteran la composición de la leche. En tal sentido, se ha demostrado que existe una relación lineal entre la producción y composición de leche y el nivel de alimentación durante la lactancia (Pettigrew, 1995) sobre la composición del calostro y leche, especialmente cuando varía la densidad energética de la dieta a través del uso grasas o aceites (Tilton et al., 1999), las reservas corporales de la cerda, el CA al inicio de la lactancia y el tamaño de la camada (Close y Cole., 2004).

Por otra parte, se ha evidenciado que la composición del calostro difiere según el genotipo de la cerda (Farmer et al., 2007; Farmer y Quesnel, 2009), y a su vez existe una relación entre la composición del calostro y la leche, la PPL y el peso de la camada. Fahmy et al. (1972) señalan que las cerdas que pierden más peso durante la lactancia producen leche con mayor cantidad de nutrientes y las camadas al destete presentan pesos superiores, por lo que se considera el peso al destete de los lechones como un parámetro para evaluar la cantidad y calidad de leche producida por las cerdas (Close y Cole., 2004)

Estudios realizados por Simmen et al., (1990), reflejan diferencias en la composición del calostro de varias razas, observándose que cerdas de la raza Duroc presentan de 4-6 veces mayor contenido de proteína que la raza Landrace. No obstante, otro estudio reportó mayor contenido de lactosa y cenizas en cerdas Yorkshire en comparación con las cerdas Duroc, Landrace y Pietrain. Adicionalmente, el genotipo de las cerdas generó diferencias en el contenido de proteína y materia seca del calostro, siendo superior en las cerdas Duroc (Farmer et al., 2007). Por otra parte, al evaluar la composición del calostro de cerdas de raza China (Meishan) con cerdas de raza blanca (Yorkshire), se determinó que el calostro de las cerdas Meishan contiene más lactosa y proteína (Zou et al., 1992).

Sobre el mismo aspecto, y con énfasis en demostrar diferencias entre líneas genéticas, estudios previos señalan que el contenido de grasa de la leche, es superior en la raza Duroc con respecto a la raza Landrace (Shurson e Irvin, 1992). Posteriormente, Boruta et al. (2009) al evaluar la composición de la leche de varios genotipos (Polaco Large White, Polaco-Landrace, y cruce de Polaco Large White × Polaco Landrace) indicaron que el contenido de grasa en la leche de las cerdas cruzadas era superior al resto (10,37%), mientras que, el contenido de proteína fue más alto en la leche de las cerdas Polaco-Landrace. Resultados opuestos fueron publicados por Alston et al., (2000) quienes reseñan diferencias significativas en el contenido de grasa y calcio al inicio de la lactancia (3-5 días), siendo superiores en cerdas de raza pura (Meishan) en comparación con cerdas cruzadas (Landrace × Large White × Duroc × Hampshire), no obstante, el contenido de proteína y lactosa no difirieron entre los genotipos evaluados. En el mismo sentido, se encuentran los resultados obtenidos por Zou et al. (1992) donde no se evidenció diferencias entre el contenido de proteína y lactosa de cerdas Yorkshire y Meishan.

Investigaciones posteriores demuestran que el genotipo no ejerce ningún efecto sobre el contenido de cenizas y materia seca, sin embargo, si genera cambios en el contenido de lactosa y proteína (Farmer et al., 2007).

EFFECTOS DEL NÚMERO DE PARTO SOBRE LAS VARIABLES PRODUCTIVAS DE LA CERDA REPRODUCTORA

Se ha demostrado que las variaciones en la tasa de parto de la cerda dependen del número de parto, obteniéndose valores inferiores en el segundo parto (82,6% vs. promedio 90,4%), lo que podría asociarse con el síndrome del segundo parto (Schwarz et al., 2009). A menudo las cerdas de primer parto tienen una tasa de parto entre 3-5% más baja que las cerdas de segundo o más partos, tornándose más constante entre cerdas de segundo a quinto partos y disminuyendo significativamente a partir del octavo parto (Clark y Leman., 1986).

Las cerdas primíparas se ven más afectadas que las cerdas múltiparas, presentando un IDC prolongado, mayor número de repeticiones de celos y una tasa de parto significativamente reducida (Coma y Gasa, 2007; Biruté et al., 2008). Además, el tamaño de la camada también varía de acuerdo al número de parto, demostrándose que el número de LNV es menor en el segundo parto, manteniéndose valores similares después del tercer parto, y ocurriendo posteriormente un descenso en el número de LNV (Mahan, 1998; Imboonta et al., 2007). Los estudios realizados por Young et al. (2004), corroboran la tendencia de disminución del número de lechones vivos durante el segundo parto (1,5 lechones menos que el primer parto), sin embargo el número de lechones nacidos muertos y momias se mantuvo igual durante los tres primeros partos.

La relación entre el número de parto y el desempeño reproductivo también ha sido evaluado por Schwarz y Kopyra (2006), quienes manifiestan que el coeficiente reproductivo mejora hasta el tercer parto, debido a un aumento en la tasa de ovulación y la sobrevivencia de los embriones, tendencia que se mantiene estable hasta el sexto parto, no obstante, posterior al séptimo parto la tasa de parto y el tamaño de la camada disminuyen (Tantasuparuk et al., 2000; Tummaruk et al., 2000; Schwarz y Kopyra, 2006). Sin embargo, Skorjanc et al. (2008), demostraron que las cerdas de primer (10,11 lechones) y segundo parto (10,8 lechones) tienen menos lechones nacidos vivos que las cerdas del quinto (11,38 lechones) y subsecuentes partos, quedando confirmado el incremento de LNV con el número de parto (Cechova y Tvrdon, 2006). Por el contrario, Schwarz et al. (2009) indicaron que el número de partos, no afecta el tamaño de la camada aún cuando se pudo observar un aumento a partir del segundo parto (10,35 LNV) y hasta el sexto (13,68 LNV), a partir del cual el número total de LNV disminuye.

Consumo de alimento (CA).

La relevancia del CA de la cerda reproductora bajo condiciones tropicales se sustenta en el efecto que este puede tener sobre la productividad de la cerda. Los efectos del nivel de alimentación en cualquier fase del ciclo productivo de la cerda (gestación o lactancia) generan inconvenientes en la subsiguiente fase reproductiva, sin discriminar la edad o el número de partos (Pettigrew y Tokach., 1993; Maes et al., 2004). En las cerdas primíparas se debe mantener la condición corporal y garantizar las reservas corporales para su aprovechamiento durante la lactancia, evitando la movilización de reservas corporales durante la misma y en siguientes partos (Mota et al., 2004), ya que, estas cerdas todavía se encuentran en crecimiento, por lo que requieren mayor

cantidad de nutrientes y no poseen la capacidad de consumo de alimento necesario que garantice los requerimientos de crecimiento, mantenimiento y producción (McGlone et al., 2004). El CA incrementa gradualmente durante la lactancia hasta el destete, y generalmente incrementa desde el primero hasta el sexto parto (Koketsu et al., 1996; Niel et al., 1996; Eissen et al., 2000). De acuerdo a esto, se ha demostrado mediante análisis de regresión lineal, que el consumo de alimento durante la lactancia aumenta 750 g en cada parto, desde el primer hasta el séptimo parto (O'Grady et al., 1985)

Estos planteamientos, se sustentan con estudios previos que indican que las cerdas multíparas, por ser más pesadas, tienen mayores requerimientos nutricionales para su mantenimiento, por lo que puede esperarse que consuman más alimento que las cerdas primíparas, las cuales muestran bajo CA en relación a sus requerimientos de mantenimiento, crecimiento y producción de leche (O'Grady et al., 1985). De acuerdo con este planteamiento, un estudio realizado por Mahan (1998) determinó que las cerdas multíparas consumen mayor cantidad de alimento durante la primera semana de lactancia, y las cerdas primíparas durante toda la etapa de gestación, cuando se les ha ofrecido una dieta con mayor contenido proteico durante esta etapa.

Así mismo, investigación conducida por Young et al. (2004), soporta la influencia del número de parto sobre el CA durante la lactancia, evidenciándose que a medida que aumentan el número de parto se incrementa el CA, obteniendo valores promedios de 5,19 kg en el primero, 6,19 en el segundo y 6,34 kg en el tercer parto.

Espesor de Grasa Dorsal (EGD) e Intervalo Destete-Celo (IDC).

Se ha demostrado que el número de partos no solo afecta la productividad de la cerda, sino que mantiene relación con el EGD durante el período de gestación y la pérdida de EGD durante la lactancia. Tantasuparuk et al. (2001), evaluaron los cambios de pesos durante la lactancia de cuatro grupos de partos, encontrando diferencias entre estos, las PPL superiores fueron reportadas en cerdas de segundo y tercer parto (13,6 y 11,4%, respectivamente), mientras que las cerdas de primer y cuarto parto reportaron menor PPL (10 y 11,1%, respectivamente). Adicionalmente se determinó, que existe una correlación positiva entre la pérdida de peso y el número de LNV, el PCN y el número de LDTT, mientras que la correlación fue negativa entre las PPL y el promedio de peso de los lechones destetados (PPDTT).

Sobre este aspecto, Murillo et al. (2007) han señalado que las cerdas de primer y segundo parto son las que muestran mayor variación en el EGD, por lo que al concluir el período de lactancia presentan un menor EGD (Johnson et al., 2008), lo que ha sido reafirmado por Malavé et al. (2007) quienes encontraron que las cerdas de primer parto son más sensibles a la pérdida de espesor de grasa dorsal al destete (PEGDTT), debido a que aún se encuentran en crecimiento y utilizan sus reservas corporales tanto para suplir las necesidades de crecimiento como para producción de leche. Este planteamiento responde a lo observado por Skorjanc et al. (2008), al evaluar las pérdidas de EGD durante la lactancia de cerdas de primer parto hasta el octavo parto o más, obteniendo que las cerdas de primer y tercer parto son las que pierden mayor EGD (3,5 y 3,19 mm, respectivamente), disminuyendo la pérdida de EGD a partir del cuarto parto. En el mismo orden de ideas, Young et al. (2004) encontró mayores pérdidas de EGD en cerdas de primer parto (4.3mm) con respecto

a las cerdas de segundo parto (2,5mm), sin embargo, las pérdidas de peso durante la lactancia no variaron entre partos.

De los estudios realizados por Maes et al. (2004) se confirma que la etapa de producción y el número de partos de la cerda están influenciados significativamente por el EGD, siendo la etapa de lactancia y el segundo parto las de mayor cuidado, a fin de evitar grandes variaciones de la grasa dorsal y que acarrearían a problemas en el siguiente servicio. Específicamente, las pérdidas en el EGD podrían conducir a problemas reproductivos, afectando así el tamaño de la camada o aumentando el IDC (Chen et al., 2003; Beckova et al., 2005). De manera similar, los resultados de estudios conducidos por Tummaruk et al. (2001) y Roongsitthichai et al. (2010) demostraron que las cerdas con mayor EGD presentaron menor IDC, mientras que Maes et al. (2004) han señalado que mientras mayor es la PEGDTT, el IDC se prolonga (10 días o más). Un prolongado IDC en cerdas de primer parto probablemente está asociado a la combinación de las grandes PPPL y una pobre nutrición (Biruté et al., 2008).

De igual forma existe un efecto negativo sobre el número de LNV en la camada, ya que una deficiente condición corporal y bajo EGD al final de la gestación causan mayor incidencia de lechones nacidos muertos en el total de la camada. Además, e las etapas previas a la vida productiva de la cerda, específicamente en cerdas reemplazo, el EGD es de gran importancia, ya que, la condición de la misma influye significativamente sobre su posterior productividad (Tummaruk et al., 2000; 2001).

Composición del calostro y leche de la cerda.

La importancia de la composición y producción del calostro repercute notoriamente sobre la viabilidad y sobrevivencia de la camada, pues provee al lechón recién nacido la energía requerida para la producción de calor y funciones metabólicas, así como también la transmisión de inmunidad pasiva que ayuda a prevenir infecciones y enfermedades (Le Dividich et al., 1991). Adicionalmente se ha demostrado que el consumo de calostro puede influir sobre el desarrollo del tracto gastrointestinal de los lechones (Xu et al., 2002), y puede prevenir la mortalidad temprana, especialmente cuando las causas están relacionadas con hipoxia durante el parto o hipotermia en lechones (King'ori., 2012)

Se estima que la producción de calostro oscila entre 1,91-5,3 kg en las primeras 24 horas de iniciada la lactancia, con una tendencia de mayor producción en el segundo y tercer parto (Devillers et al., 2007). Nielsen et al. (2001), atribuyen esta característica a la correlación positiva entre el tamaño de la glándula mamaria y la producción de leche, siendo las cerdas de primer parto las que poseen un tamaño inferior de la glándula mamaria en comparación a las de segundo o más partos, relacionándose a su vez el tamaño de la glándula mamaria con la cantidad de células productoras de leche.

Un estudio realizado por Mahan (1998) demuestra que el número de partos influye sobre la composición del calostro y la leche, reportándose una disminución lineal en el contenido de la grasa del calostro y leche cuando aumentan el número de partos, con un efecto marcado a partir del segundo parto, respuesta que es consistente con el mayor EGD de las cerdas. No obstante, las investigaciones científicas demuestran que el

número de partos no es la única variable que afecta la composición del calostro y leche de la cerdas, ya que esta puede variar a su vez en respuesta a otros factores intrínsecos (estatus endocrino) y extrínsecos (nutrición y factores ambientales) o la combinación de estos (Farmer y Quesnuel, 2009). El estatus endocrino de las cerdas puede ser modificado mediante el uso de hormonas exógenas, y el uso de prolactina durante la última etapa de gestación produce una disminución en el contenido proteico del calostro, mientras que incrementa el contenido de grasa del mismo (King'ori et al., 1996)

La literatura referente al efecto de la raza o línea genética y del número de parto sobre la respuesta productiva de las cerdas es abundante y muy variable de acuerdo a las condiciones climáticas, aspectos de manejo y alimentación, los cuales se han ajustado para responder a las necesidades de líneas genéticas mejoradas más precoces y magras, y que presentan menor consumo de alimento durante el período de lactancia al compararse con razas puras. Adicionalmente, el EGD es un factor que ejerce influencia sobre la reproducción y por ende sobre los días no productivos de la cerda, los cuales pueden variar con el número de parto, observándose diferencias marcadas entre cerdas de primer parto y cerdas de segundo o más partos.

De manera general, los antecedentes científicos evidencian que el genotipo y el número de parto son factores que pueden afectar la respuesta productiva y reproductiva de la cerda. Asimismo, es notable que la mayoría de los estudios hasta ahora han sido conducidos en su mayoría bajo condiciones controladas en otros países, lo que amerita que se realice más investigación en torno a la variabilidad entre las líneas genéticas porcinas utilizadas en el trópico, que permita la selección de la hembra reproductora para obtener mayor productividad.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización de la granja

Ubicación.

El estudio se realizó en las instalaciones de una granja comercial integrada, sitio 1 (productora de lechones) y núcleo comercial (generadora de autoreemplazos), ubicada en la carretera vieja Belén-Villa de Cura, sector Las Mulas, Municipio Carlos Ávelo, Estado Carabobo, a 900-1000 msnm, con una humedad relativa de 89-90%, precipitación de 1500 mm/año y temperaturas máximas registradas de 33-34°C.

Instalaciones.

La granja dispone de tres galpones y un total de 26 salas de maternidad con ambiente controlado mediante un equipo Chore Tronic® de registro de temperatura, manteniéndola constante a 24°C. Se utilizan lámparas calóricas y paneles térmicos que mantienen una temperatura adecuada para el lechón (alrededor de 32-34°C) en la jaula de maternidad. Cada sala dispone de 30 jaulas provistas de piso acanalado que permite el drenaje de agua y desechos hacia una fosa común para cada sala. Cada jaula (2,20 m de largo × 0,60 m de ancho × 1 m de alto) está provista de un bebedero y un comedero automático para suministro de agua y alimento, respectivamente. Adicionalmente, se dispone en cada jaula de un bebedero tipo chupón y un comedero portátil de seis bocas (colocación de alimento preiniciador) para los lechones lactantes.

Líneas genéticas porcinas.

El plantel productivo de la granja evaluada está constituido por 4600 cerdas cruzadas de razas Yorkshire y Landrace, todas provenientes de líneas genéticas producidas por la PIC (Pig Improvement Company). La

empresa PIC obtiene las líneas genéticas maternas del cruce de las razas mencionadas para combinar en un cruce los principales caracteres de importancia económica como prolificidad y habilidad materna, permitiendo la obtención de los parámetros productivos que se muestran en el Cuadro 1. Las líneas maternas utilizadas en la granja son la línea L03 (300 cerdas), producto del cruzamiento de un macho y una hembra de la línea L03 y la línea L42 (4300 cerdas), resultado del cruzamiento de una hembra de la línea L03 con un macho de la línea L02).

Cuadro 1. Parámetros productivos de la granja de la granja comercial.

| Parámetro | Valor |
|--|--------------|
| Número de cerdas en producción | 4600 |
| Eficiencia reproductiva (%) | 90,00 |
| Tasa de repetición (%) | 6,00 |
| Número de lechones nacidos vivos/hembra. | 12,0 |
| Mortalidad en lactancia (%) | 8,00 |
| Número de partos/hembra/año | 2,50 |
| Intervalo destete-1° servicio (días) | 5,20 |
| Intervalo entre partos (días) | 146,0 |
| Número de lechones destetados/hembra | 11,0 |
| Carne obtenida por hembra/año (kg) | 73,0 |
| Mortalidad de las cerdas (%) | 5,00 |

Fuente: Datos obtenidos de registros en la granja (2011).

Manejo de las cerdas reproductoras

Control e inducción de celo y manejo alimenticio.

Consiste en estimular a las cerdas seleccionadas para reemplazo para que presenten la pubertad, para lo cual se utilizan machos receladores que permanecen en contacto con la hembra durante 10

minutos en horas tempranas de la mañana, luego del primer celo las hembras son trasladadas a jaulas (ancho 0,58 y largo 2,20 m) y se les realiza un *flushing* alimenticio con 3,0 kg de alimento para cerdas lactantes.

Todas las cerdas son servidas por inseminación artificial, luego de lo cual, y durante los primeros cinco días siguientes, se realiza una restricción alimenticia, suministrándole entre 1,0 y 1,5 kg de alimento para cerdas gestantes (Cuadro 2). Este alimento se mantiene hasta el día 110 de gestación (aproximadamente 2,4 kg/cerda), cuando son trasladadas a la sala de maternidad y se inicia el suministro de 3,0 kg de alimento del tipo lactante (Cuadro 3) hasta el día de parto que se suministra únicamente 1kg, mientras que los días posteriores y hasta el día del destete se les garantiza alimentación *ad libitum*. Las cerdas que repiten celo después de un segundo servicio son eliminadas.

Cuadro 2. Composición química de la dieta para cerdas gestantes.

| Nutriente | Inclusión (%) |
|----------------|---------------|
| Humedad | 13,79 |
| Materia Seca | 86,21 |
| Proteína Cruda | 12,02 |
| Grasa | 7,05 |
| Fibra | 3,89 |
| Ceniza | 6,79 |

Cuadro 3. Composición química de las dieta para cerdas lactantes.

| Nutriente | Inclusión (%) |
|----------------|---------------|
| Humedad | 12,63 |
| Materia Seca | 87,37 |
| Proteína Cruda | 19,02 |
| Grasa | 8,05 |
| Fibra | 2,69 |
| Ceniza | 6,90 |

Manejo de lechones.

Los lechones reciben el manejo tradicional (corte de cola, suministro de hierro y antibiótico inyectado vía intramuscular), y a los diez días de vida se inicia el suministro de alimento pre-iniciador (50 g/lechón) hasta el destete (21 días)

Emparejamiento de las camadas.

Se realizó ajustado al manejo establecido en granja, que consistió en mantener únicamente 12 lechones por cerda con la finalidad de garantizar la sobrevivencia de los lechones. En tal sentido, a las cerdas en evaluación, se emparejaron las camadas entre lechones provenientes de cerdas de la misma línea genética y el mismo número de parto.

Identificación de las cerdas.

La identificación de las cerdas se realizó utilizando aretes plásticos. Adicionalmente, para facilitar el manejo de las cerdas, se asigna una tarjeta que varía en color respecto al número de parto: tarjeta color rosado (primer parto), verde (segundo parto), azul (tercer parto) y blanco (cuarto y más partos). Cada tarjeta asignada contiene la información individual de cada cerda (identificación de la madre, tamaño de la camada, lechones nacidos vivos, muertos y momias).

Animales, recolección de información y obtención de muestras de calostro y leche

Se evaluaron 160 cerdas provenientes de las dos líneas genéticas presentes en la granja (L03 y L42), las mismas se agruparon según el número de partos, tal como se señala en el Cuadro 4 (80 cerdas por cada línea genética y 20 cerdas para cada número de partos (primero, segundo, tercer y cuarto o más) dentro de cada línea genética. A los 110 días de gestación las cerdas fueron pesadas y trasladadas a las salas de

maternidad descritas previamente. El período de evaluación fue de 18 semanas, durante las cuales se recolectaron datos de los índices productivos al parto y destete, y muestras de calostro y leche.

Cuadro 4. Número de cerdas que fueron evaluadas por cada línea genética y para cada número de parto.

| Parto | Línea Genética L03 | Línea Genética L42 |
|--------------|--------------------|--------------------|
| 1 | 20 | 20 |
| 2 | 20 | 20 |
| 3 | 20 | 20 |
| 4 + | 20 | 20 |
| Total | 80 | 80 |

Variables evaluadas

1. Consumo de alimento (CA): se estimó por diferencia entre el alimento ofrecido y rechazado, a lo largo de las tres semanas consecutivas antes del parto y durante el período de lactancia (20 días).

2. Peso vivo de la cerda (PVC): Las cerdas se pesaron el día 110 de gestación (PI) y a los 20 días de lactancia (PF), determinándose las pérdidas de peso durante la lactancia por diferencia del PI-PF.

3. Espesor de grasa dorsal (EGD): Se utilizó un escáner marca Renco Lean-Meater® Serie 12. La medición fue realizada en el punto P2, ubicado a 6 cm de la línea media sobre la última costilla (previa aplicación de aceite vegetal, según instrucciones para uso del equipo) de cada cerda para medir el EGD en el día 90 (EGD1) y 110 (EGD2) de gestación, y el día 20 de lactancia (EGD3).

4. Registro del tamaño y peso de la camada: Se tomó nota de los lechones nacidos vivos (LNV), lechones nacidos muertos (LNM), peso individual de los lechones al nacer (PPN) y al destete (PPDTT) y número de lechones destetados (LDTT).

5. Intervalo destete-celo (IDC): Se contabilizaron los días transcurridos desde el destete de las cerdas hasta el día en que presentaron celo, mediante la revisión diaria de signos de celo en presencia de un verraco recelador.

6. Composición de calostro y leche: Para facilitar la obtención de las muestras de calostro y leche, se inyectó a cada cerda con 0,5 ml de carbetocina (Decomoton®) vía intravulvar. Las muestras se recolectaron de todas las glándulas mamarias a las seis horas después del parto y al décimo día de lactancia para calostro y leche, respectivamente, para lo cual se utilizaron envases plásticos estériles de 100 ml. Las muestras fueron congeladas (-20 °C) antes de su traslado al Laboratorio de la Planta de Lácteos de la Facultad de Ciencias Veterinarias-UCV, donde se realizaron los análisis indicativos de su composición. La metodología empleada para determinar la composición de calostro y leche se describe a continuación:

a. Grasa: Se utilizó la metodología de Babcock, descrita en la norma de COVENIN 931-77 (Fondonorma, 1977), la cual se basa en la solubilidad de todos los componentes de la muestra, a excepción de la grasa y otras sustancias lipoides en el ácido sulfúrico. Esta metodología fue estandarizada para el análisis del calostro y leche de cada cerda, la cual consistió en pesar 8,8 g de la muestra en un butirometro de leche con una balanza electrónica, posteriormente se agregaron 5 ml de agua a 30°C y 9

ml de H₂SO₄ para producir un efecto tampón y prevenir el quemado de la grasa, respectivamente.

b. Proteínas totales: Se determinaron siguiendo el método de Kjeldhal descrito en la norma COVENIN 370-97 (Fondonorma, 1997). Este método se basa en la reacción de las sales amoniacaes que en presencia de una base fuerte o débil liberan amoníaco, el cual se recoge en un líquido receptor y luego se titula con un ácido estándar. Los resultados se expresaron como porcentaje de proteína, multiplicando el volumen de H₂SO₄ (convertido a ml de N) × 6,38.

c. Cenizas: Las cenizas (% p/v) se cuantificaron mediante incineración en mufla, según metodología AOAC (1990).

d. Sólidos totales: Se determinó gravimétricamente, según metodología descrita en la norma COVENIN 932-82 (Fondonorma, 1982), fundamentada en la diferencia de pesos una vez desecado el producto.

e. Sólidos no grasos: Se calculó por diferencia de los sólidos totales menos el contenido de grasa.

f. Lactosa: Se obtuvo mediante la aplicación de la siguiente fórmula: Lactosa, % = % Sólidos Totales - (% Proteínas - % Grasa - % Cenizas).

Diseño del experimento y análisis estadístico

Se aplicó un diseño de bloques completos al azar (Galpón) (Steel et al., 1997), y para el análisis de la información registrada se utilizó la rutina PROC MIXED (SAS, 2002), con el siguiente modelo mixto lineal aditivo para las variables donde no hubo medidas repetidas sobre la misma unidad experimental:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + CE_j + HP_k + CE_i*HP_k + E_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Valor observado para la variable analizada de la línea materna “i”, del número de parto “j” en la repetición “k”

μ = Media teórica de la población

B_i = Efecto aleatorio de bloque normal e independientemente distribuido con media 0 y varianza σ^2_1 . (i=B1,...,B26)

CE_j = Efecto de la línea materna (j=L1 y L2)

HP_k = Efecto del número de parto (k=1, ...,4 o más)

CE_j*HP_k = Efecto de la interacción entre la línea materna y el número de parto.

E_{ijkl} =Residual, normal e independientemente distribuido con media 0 y varianza σ^2_1 .

Para las variables PVC y EGD, se utilizó un modelo que contemple las medidas repetidas.

Para las variables lechones nacidos vivos (LNV), lechones nacidos muertos (LNM), peso individual de los lechones al nacer (PPN) y al destete (PPDTT) y número de lechones destetados (LDTT) fueron analizadas utilizando el procedimiento GENMOD (SAS, 2002), asumiendo una distribución de Poisson.

Para comparar las medias se utilizó la prueba de “t de Student” de comparación múltiple (Steel et al., 1997).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de la línea genética y número de parto sobre el consumo de alimento (CA), variaciones del peso vivo (PV) y del espesor de grasa dorsal (EGD) en cerdas durante la lactancia

Los resultados obtenidos en el CA durante los 20 días de lactancia, no evidenciaron diferencias ($P>0,05$) por efecto de la línea genética (Cuadro 5), número de parto (Cuadro 6) o la interacción entre ambos. Esta respuesta, se sustenta con antecedentes científicos que señalan que no existen diferencias en el CA de la cerda por efecto del número de parto (Newton y Mahan, 1993) o de la línea genética (Shurson e Irvin., 1992; Knauner et al., 2010).

Cuadro 5. Efecto de la línea genética sobre las variables productivas de la cerda.

| Variable | Línea Genética | | | |
|-------------|---------------------|---------------------|------|--------------|
| | L03 | L42 | E.T | Probabilidad |
| CA (kg/d) | 6,91 | 6,82 | 0,08 | 0,45 |
| EGD1(mm) | 16,16 | 16,62 | 0,40 | 0,38 |
| EGD2 (mm) | 16,24 | 16,71 | 0,38 | 0,23 |
| EGD3(mm) | 14,72 | 13,94 | 0,35 | 0,08 |
| PEGDTT (mm) | 1,39 ^b | 2,69 ^a | 0,35 | < 0,05 |
| PI (kg) | 232,37 ^b | 245,52 ^a | 2,22 | < 0,05 |
| PF(kg) | 197,46 ^b | 206,39 ^a | 1,97 | < 0,05 |
| PPL (%) | 15,04 ^b | 18,91 ^a | 1,97 | < 0,05 |

CA= consumo de alimento diario, EGD1= espesor de grasa dorsal a los 90 días de gestación. PI= peso inicial de la cerda a los 110 días de gestación, EGD2= espesor de grasa dorsal a los 110 días de gestación, PF= peso final de la cerda a los 20 días de lactancia, PPL = pérdidas de peso en lactancia, EGD3= espesor de grasa dorsal a los 20 días de lactancia, IDC= intervalo destete celo, PEGDTT= pérdida de espesor de grasa dorsal durante la lactancia, E.T= Error típico.

^{ab} Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas.

Cuadro 6. Efecto del número de parto sobre las variables productivas de la cerda.

| Variable | Número de Parto | | | | | | | | P |
|-------------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|--------|
| | 1 | E.T | 2 | E.T | 3 | E.T | 4+ | E.T | |
| CA (kg/d) | 6,69 | 0,10 | 6,96 | 0,12 | 6,86 | 0,11 | 6,94 | 0,12 | 0,266 |
| EGD1 (mm) | 18,8 ^a | 0,50 | 16,78 ^b | 0,56 | 15,29 ^c | 0,54 | 14,69 ^c | 0,58 | < 0,05 |
| EGD2 (mm) | 18,58 ^a | 0,46 | 17,05 ^b | 0,53 | 15,36 ^c | 0,51 | 14,92 ^c | 0,54 | < 0,05 |
| EGD3 (mm) | 15,12 ^a | 0,43 | 14,25 ^b | 0,48 | 13,95 ^c | 0,47 | 13,99 ^c | 0,50 | < 0,05 |
| PEGDTT (mm) | 3,69 ^a | 0,43 | 2,53 ^b | 0,48 | 1,31 ^c | 0,46 | 0,71 ^c | 0,50 | < 0,05 |
| PI (kg) | 209,99 ^c | 2,74 | 238,19 ^b | 3,09 | 251,25 ^a | 2,98 | 256,34 ^a | 3,2 | < 0,05 |
| PF (kg) | 169,80 ^b | 2,55 | 195,80 ^a | 2,83 | 218,69 ^c | 2,77 | 223,41 ^c | 3,00 | < 0,05 |
| PPL (%) | 15,42 ^b | 2,55 | 17,79 ^a | 2,83 | 12,90 ^c | 2,77 | 12,84 ^c | 3,00 | < 0,05 |

CA= consumo de alimento diario, EGD1= espesor de grasa dorsal a los 90 días de gestación. PI= peso inicial de la cerda a los 110 días de gestación, EGD2= espesor de grasa dorsal a los 110 días de gestación, PF= peso final de la cerda a los 20 días de lactancia, PPL = pérdidas de peso en lactancia, EGD3= espesor de grasa dorsal a los 20 días de lactancia, PEGDTT= pérdida de espesor de grasa dorsal desde los 90 días de gestación hasta el destete. E.T= Error típico.

^{abc} Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas.

El efecto de la línea genética sobre el CA y los factores asociados con la vida productiva en seis genotipos porcinos ha sido evaluados previamente en otros ámbitos (Knauner et al., 2010), obteniéndose valores promedio de CA durante 21 días de lactancia de 6,2 kg/d, independientemente de la línea genética, concordando así con los resultados obtenidos en la presente evaluación donde el CA promedio se ubicó en 6,8 kg/d para las líneas genéticas consideradas y sin diferencias entre éstas.

Por otra parte, la media del CA, se mantuvo sin variaciones significativas para cerdas de primer parto y cerdas de segundo o más partos (Cuadro 6), resultado similar al obtenido por Shelton et al. (2009), al comparar el CA en la fase de lactancia de cerdas de segundo parto con

cerdas de tercer o más partos, respuesta que se ha relacionado con la capacidad de las cerdas multípara de consumir más alimento. No obstante, la mayoría de los estudios publicados inherentes a este aspecto, difieren de este resultado. En ese sentido, Eissen et al. (2000), alegaron que las cerdas de primer parto consumen 730 g/día menos alimento durante la lactancia con respecto a las cerdas del segundo o más partos. Mientras que otros estudios indican que las cerdas de primer parto, consumen 18% (Young et al., 2004) o 9% (Rosero et al., 2011), menos que las cerdas de dos o más partos, siendo ampliamente ratificado que el CA incrementa significativamente en cada parto (Koketsu et al., 1996; Neil et al., 1996; Mahan et al., 1998; Harrel et al., 2002).

Las diferencias entre autores y con los resultados obtenidos pueden atribuirse a que muchos de esos trabajos fueron realizados en condiciones diferentes de alojamiento y clima. En la granja comercial evaluada las condiciones ambientales fueron controladas manteniendo temperaturas de 24°C en las salas de maternidad y el manejo alimenticio utilizado fue similar para cerdas de primer parto o más, a diferencia del estudio conducido por Tilton et al. (1999) donde se evaluó el CA de cerdas de primer parto y cerdas de segundo o más, realizando un manejo alimenticio diferente según el EGD de las cerdas y no se contó con ambiente controlado.

Los cambios de peso y el EGD también repercuten sobre la vida reproductiva de las cerdas. Los resultados obtenidos al evaluar los cambios de peso de las cerdas durante la lactancia (PPL), indican que el número de parto influyó ($P < 0,05$) sobre el PF de las cerdas y por ende sobre las PPL (Cuadro 6), demostrándose valores superiores de PPL en cerdas del primer (15,42%) y segundo parto (17,79%), así mismo, a medida que incrementó el número de parto, las PPL disminuyeron en 16% y 27%

con respecto a los mayores valores para esta variable reflejados en el primer y segundo parto, respectivamente. Sobre este aspecto, se ha afirmado que las PPL son atribuibles al catabolismo de las reservas corporales de las cerdas que se genera con la finalidad de cubrir la demanda energética necesaria para el mantenimiento y producción de leche (Eissen et al., 2000). Además, las elevadas PPL en el segundo parto, han sido asociadas a la movilización excesiva de las reservas corporales de las cerdas durante el primer parto, afectando de forma negativa la pérdida de peso y los parámetros productivos en el parto siguiente (Maes et al., 2004). Se ha demostrado que existen otros factores relacionados con las PPL, como el incremento de requerimientos nutricionales de las cerdas al aumentar su número de parto (Eissen et al., 2000), bajo contenido de la proteína ofrecida en la dieta (Revel et al., 1998) y el nivel de producción de leche (Tilton et al., 1999).

Los resultados obtenidos coinciden con los reportados en otras investigaciones al evaluar las PPL en las cuales se ha observado que las cerdas de primer parto pierden 10% (Tantasuparuk et al., 2001) o 20% de peso (Johnson et al., 2008), mientras que, las cerdas segundo parto muestran PPL con rangos entre 12,5 (Johnson et al., 2008) y 13,6% (Tantasuparuk et al., 2001). Así mismo, Young et al. (2004) señalan que las cerdas de primer parto pierden 4,4% más peso que las cerdas de segundo o más partos. Estos resultados son opuestos a los obtenidos por Shelton et al., (2009), quienes no evidenciaron diferencias significativas entre la pérdida de peso de las cerdas y el número de parto durante la lactancia.

La línea genética influyó ($P < 0,05$) sobre la PPL de las cerdas (Cuadro 5). Las cerdas de la línea L42 perdieron más peso, en comparación con las de la línea L03 (18,91% vs 15,04%). Este resultado, podría atribuirse a lo señalado por Pérez et al. (2008), quienes resaltaron que las líneas

porcinas mejoradas genéticamente muestran incrementos en la PPL, debido a que han sido seleccionadas y mejoradas genéticamente por prolificidad y mayor cantidad de tejido magro, lo que se ha asociado a la amplia actividad catabólica de las reservas corporales (Tantasuparuk et al., 2001). Estos resultados, además, son cónsonos con los observados en otros estudios, los cuales han evaluado el efecto de la genética sobre la pérdida de peso de cerdas en el período de lactancia, indicando que las cerdas cruzadas (Landrace × Large White) perdieron 5% más de peso que las cerdas Nebraska-L45 durante 17 días de lactancia (Johnson et al., 2008),

Se han realizado estudios similares en torno al efecto de la línea genética y el número de parto sobre los cambios de peso de las cerdas (Landrace vs Yorkshire) durante 28 días de lactancia, evidenciándose el efecto de la genética con PPL superiores (2,1 %) en la cerdas Landrace en comparación con las Yorskshire (Tantasuparuk et al., 2001). Resultados publicados por Pérez et al. (2008), señalan PPL con mayores (5,5%) diferencias entre las cerdas cruzadas (Yorkshire × Landrace) que en las en cerdas de la línea Camborough 22 (10%) y las cerdas puras de la raza Yorkshire (9,2%), pero sin diferencias entre los genotipos.

En lo concerniente a la pérdida del EGD de las cerdas durante el período de lactancia (PEGDTT), se puede observar que el número de parto de las cerdas, afectó ($P < 0,05$) esta variable (Cuadro 6), presentándose PEGDTT inferiores y semejantes en las cerdas de tercero, cuarto o más partos (1,3 y 0,7 mm, respectivamente) y PEGDTT superiores en las cerdas del primer y segundo parto (3,69 y 2,53 mm, respectivamente). Resultados semejantes han evidenciado diversas investigaciones que corroboran que las cerdas de primer parto pierden entre 1,5 (Johnson et al., 2008) y 1,8 mm (Murillo et al., 2007), pérdidas superiores a las encontradas en las

cerdas de tercer parto o más. No obstante, las cerdas de primer y segundo parto muestran mayor tendencia a la pérdida de EGD pero no en partos subsiguientes (Johnson et al., 2008).

Así mismo, Murillo et al. (2007) atribuyen estas pérdidas de grasa dorsal en las cerdas de primer y segundo parto, a que se encuentran aún en proceso de crecimiento, lo que establece mayor demanda energética. De acuerdo a esto, Rosero et al. (2011), reportaron diferencias en la PEGDTT de las cerdas de tres o más parto (0,25 mm) con respecto a las cerdas de primer (0,31 mm) y segundo (0,37 mm) parto, pero sin diferencias entre estas últimas. Sin embargo, estos resultados son opuestos a los de Shelton et al., (2009), en la evaluación de la pérdida de EGD de las cerdas de segundo parto con cerdas de tres o más partos.

La PEGDTT fue mayor en cerdas de la línea L42 en comparación con la L03 ($P < 0,05$), como se evidencia en el Cuadro 5. Resultados cónsonos se han evidenciado al evaluar los cambios en el EDG de cerdas lactantes (17 días) provenientes de la línea genética PIC con cruzadas de la línea Dalland, observándose pérdidas de 3,1 y 2,4 mm, respectivamente, y se ha mencionado que el EGD está relacionado con factores genéticos, el CA y el tamaño de la camada al destete (Maes et al., 2004). La capacidad de producción de leche de las cerdas varía según el genotipo, de tal forma que, cerdas con mayor producción láctea presentan mayores PEGDTT (Murillo et al., 2007).

No obstante, estos resultados difieren con los obtenidos por otros autores al evaluar dos líneas genéticas (Landrace × Large White y Nebraska-L45) de cerdas lactantes (de 17 días), sin observar diferencias entre las pérdidas de grasa dorsal de las cerdas (Johnson et al., 2008).

Efecto de la línea genética y número de parto sobre el tamaño y peso de la camada al nacer y al destete.

Los efectos de la línea genética (Cuadro 7) y el número de parto (Cuadro 8), de las cerdas sobre el comportamiento productivo de la camada muestran el efecto significativo de esta variable, únicamente sobre el número de LNV ($P < 0,05$). En este sentido, las cerdas provenientes de la línea genética L42 son más prolíficas (1,19 LNV más que las cerdas L03), evidenciándose la superioridad de las cerdas cruzadas con respecto a las puras, sin embargo, no existió diferencia en el PCN y PPN.

Cuadro 7. Efecto de la línea genética sobre las variables productivas de la camada.

| Variable | Línea Genética | | | |
|------------|--------------------|--------------------|------|--------------|
| | L03 | L42 | E.T | Probabilidad |
| LNV | 11,67 ^b | 12,86 ^a | 0,36 | 0,02 |
| LNМ | 0,43 | 0,34 | 0,18 | 0,28 |
| LNMM | 0,22 | 0,12 | 0,33 | 0,28 |
| PCN (kg) | 17,08 | 17,89 | 0,46 | 0,17 |
| PPN (kg) | 1,44 | 1,40 | 0,03 | 0,21 |
| LDTT | 9,78 ^b | 10,84 ^a | 0,04 | < 0,05 |
| PCDTT (kg) | 57,00 ^b | 64,59 ^a | 1,03 | < 0,05 |
| PPDTT (kg) | 5,92 | 6,01 | 0,12 | 0,57 |

LNV= lechones nacidos vivos, LNМ= lechones nacidos muertos, LNMM; lechones nacidos momias, PCN= peso de la camada al nacer, PPN= peso promedio al nacer, LDTT=lechones destetados, PCDTT= peso de la camada al destete, PPDTT= peso promedio al destete.

E.T= Error típico.

^{ab} Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas.

Resultados similares a los expuestos, han demostrado el efecto de la genética de las cerdas (Lithuanian White × Danish Landrace vs Danish Landrace) sobre el comportamiento productivo de la camada, evidenciándose que las cerdas cruzadas superan a las puras en 0,57 LNV,

mientras que el LNMM es similar (0,11 vs 0,21) en cerdas cruzadas y puras respectivamente (Biruté et al., 2008), valores que se aproximan a los de la presente evaluación (Cuadro 7). Por su parte, Matysiak et al. (2010), indicaron que las cerdas cruzadas tienen 0,9 LNV más que las cerdas puras.

Resultados opuestos han sido obtenidos en diversas investigaciones para determinar el efecto del genotipo sobre el comportamiento productivo de la camada, sin reportar efectos significativos en el tamaño de ésta (Knauner et al., 2010), con valores promedios de 12,99 y 15,77 LNV en cerdas cruzadas (Landrace × Large White) y cerdas L45 (Línea Nebraska), respectivamente (Johnson et al., 2008). Así mismo, se ha señalado que el peso de la camada mantiene valores promedios de 22,24 y 21,97 kg en cerdas puras y cruzadas, respectivamente (Johnson et al., 2008) sin evidenciarse diferencias significativas entre los genotipos evaluados.

El número de parto de las cerdas, influyó ($P < 0,05$) sobre el PCN, mientras que las otras variables se mantuvieron con valores similares entre partos (Cuadro 8). Los pesos de las camadas provenientes de las cerdas de primer parto fueron menores que los de las cerdas de tres y cuatro partos, pero similares a las de segundo parto. Estos resultados concuerdan con lo expuesto por Harrel et al., (2002), al evaluar el número de parto sobre el comportamiento productivo de camadas de cerdas Landrace × Chester White, sin encontrar efectos del número de parto sobre el tamaño de la camada, a diferencia del peso de la camada, que incrementó simultáneamente con el número de parto de las cerdas (camadas del segundo y tercer parto fueron más pesadas que las del primer parto).

Cuadro 8. Efecto del número de parto sobre las variables productivas de la camada.

| Variable | Número de Parto | | | | | | | | Probabilidad |
|------------|--------------------|------|---------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|--------------|
| | 1 | E.T | 2 | E.T | 3 | E.T | 4+ | E.T | |
| LNV | 11,92 | 0,04 | 12,09 | 0,05 | 12,54 | 0,05 | 12,46 | 0,05 | 0,81 |
| LNMM | 0,36 | 0,23 | 0,39 | 0,24 | 0,31 | 0,26 | 0,49 | 0,21 | 0,58 |
| LNMM | 0,22 | 0,28 | 0,09 | 0,56 | 0,19 | 0,34 | 0,2 | 0,35 | 0,39 |
| PCN (kg) | 16,19 ^b | 0,56 | 17,40 ^{ab} | 0,65 | 17,95 ^a | 0,65 | 18,41 ^a | 0,64 | 0,03 |
| PPN (kg) | 1,37 | 0,03 | 1,44 | 0,04 | 1,43 | 0,04 | 1,44 | 0,04 | 0,36 |
| LDTT | 10,31 | 0,05 | 10,56 | 0,06 | 10,4 | 0,05 | 9,92 | 0,06 | 0,40 |
| PCDTT(kg) | 58,03 | 1,33 | 61,63 | 1,48 | 62,06 | 1,45 | 61,46 | 1,57 | 0,14 |
| PPDTT (kg) | 5,69 | 0,15 | 5,99 | 0,17 | 5,93 | 0,17 | 6,25 | 0,18 | 0,12 |

LNV= lechones nacidos vivos, LNM= lechones nacidos muertos, LNMM; lechones nacidos momias, PCN= peso de la camada al nacer, PPN= peso promedio al nacer, LDTT=lechones destetados, PCDTT= peso de la camada al destete, PPDTT= peso promedio al destete.

E.T= Error típico.

^{ab} Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas.

Shelton et al., (2009) señalan que el número de parto de las cerdas influye sobre el PCN, reportando mayores pesos en las camadas de las cerdas de segundo parto en comparación con las del tercero o más partos, lo cual no se evidenció en los resultados obtenidos. Además, Otros resultados demuestran que el número de LNV, incrementa gradualmente con el número de parto de la cerda (Skorjanc et al., 2008), respuesta inversa a la obtenida en el número de LNM, el cual disminuye sucesivamente en cada parto hasta el cuarto parto, sin embargo, este puede ser superior en las cerdas del sexto parto en adelante (Huang et al., 2003).

Al evaluar el efecto entre la línea genética (Cuadro 7) y el número de parto (Cuadro 8) sobre el LDTT y PCDTT, se encontraron diferencias ($P < 0,05$) únicamente entre línea genéticas, observándose que las cerdas

provenientes de la línea L42 destetaron más lechones y de mayor peso, que las cerdas de la línea L03. Opuestos a estos resultados son los obtenidos por Maes et al. (2004), quienes evaluaron el LDTT de cerdas de dos líneas (PIC vs cruzadas Dalland), sin encontrar diferencias entre éstas.

Del mismo modo, se han reportado resultados opuestos al evaluar el efecto del número de parto sobre el tamaño y peso de la camada al destete. Sobre este aspecto, Rosero et al. (2011) han afirmado que el número de LDTT disminuye en el segundo parto de la cerda y el PCDTT aumenta. Por el contrario, los resultados del estudio conducido por Shelton et al., (2009), reflejan variaciones significativas entre partos en la cantidad de LDTT y PCDTT, cuyos valores disminuyen a media que aumenta el número de parto, no obstante, Huang et al. (2003), observaron que los LDTT aumentaron conforme se incrementó el número de parto hasta el tercer o cuarto parto, pero declinó posterior al sexto parto.

El efecto de la interacción entre la línea genética y el número de parto resultó significativa sobre el PCDTT ($P < 0,05$), reflejándose que los mayores pesos corresponden a las cerdas de la línea L42 al compararse con la L03 (Cuadro 9) hasta el tercer parto, mientras que en el cuarto parto, ambas líneas destetan camadas cuyo peso no difiere significativamente. No obstante, el PCDTT de la L03 aumenta y para la L42 disminuye con respecto a los partos anteriores. La diferencia entre las líneas genéticas dentro de cada parto, no mostró una respuesta constante de manera tal, que el PCDTT fue superior conforme el número de parto, mostrándose superioridad de 5,78, 7,38 y 8,84 kg (primero, segundo y tercer parto, respectivamente), en las camadas provenientes de la línea L42, en comparación con las camadas del mismo número de parto de la línea L03.

Cuadro 9. Efecto de la interacción de la línea genética y número de parto sobre el peso de la camada al destete (PCDTT, kg).

| Variable | L03 | E.T | L42 | E.T. |
|---------------|---------------------|------|--------------------|------|
| Parto 1 | 55,14 ^a | 1,87 | 60,92 ^b | 1,90 |
| Parto 2 | 57,94 ^a | 2,09 | 65,32 ^b | 2,09 |
| Parto 3 | 54,35 ^a | 2,05 | 69,76 ^b | 2,05 |
| Parto 4 o más | 60,55 ^{bc} | 2,25 | 62,36 ^b | 2,19 |

PCDTT= peso de la camada al destete, E.T= Error Típico.

^{ab} Letras diferentes en una misma fila y columna indican diferencias significativas (P<0,05)

Efecto de la línea genética y número de parto sobre la composición del calostro y leche de la cerda.

Los resultados obtenidos en torno a los componentes del calostro mantuvieron valores normales indistintamente de la línea genética (Cuadro 10) o el número de parto (Cuadro 11). Estos resultados se ajustan a los obtenidos por King'ori (2012) quien menciona que la composición del calostro durante las primeras seis horas después del parto muestra correlación directa y positiva con la presencia de proteína en calostro y las inmunoglobulinas presentes, especialmente las IgG, IgM e IgA (Devillers et al., 2007; Rooke y Bland, 2002). Obviamente, esta particularidad tiene relevancia con el hecho de que durante las primeras seis horas posteriores al parto, la proteína del calostro está constituida en casi toda su totalidad por inmunoglobulinas G (Klobasa et al., 1987), lo que se traduce en inmunidad para los lechones.

La evaluación de la composición del calostro, evidenció que el contenido de cenizas (Cuadro 10) es el único componente que varió según el genotipo (P< 0,01), observándose que las cerdas de la línea L42

producen calostro con mayor cantidad de cenizas que las cerdas L03. Aunque el genotipo solo influyó sobre un componente del calostro, los efectos del mismo sobre el resto de los componentes han sido sustentados en investigaciones iniciadas hace más de cuatro décadas (Fahmy, 1972; Farmer et al., 2007; Farmer y Quesnel, 2009).

Cuadro 10. Efecto de la línea genética sobre la composición del calostro.

| Variable | Línea Genética. | | | |
|-----------------------|-------------------|-------------------|------|--------------|
| | L03 | L42 | E.T | Probabilidad |
| Grasa (%) | 7,68 | 7,16 | 0,24 | 0,10 |
| Proteína (%) | 11,05 | 10,91 | 0,14 | 0,79 |
| Lactosa (%) | 6,86 | 6,65 | 0,48 | 0,75 |
| Ceniza (%) | 0,65 ^b | 0,68 ^a | 0,01 | 0,01 |
| Sólidos no grasos (%) | 18,63 | 18,19 | 0,58 | 0,55 |
| Sólidos totales (%) | 26,23 | 25,43 | 0,52 | 0,27 |
| Humedad (%) | 73,77 | 74,57 | 0,52 | 0,28 |

E.T= Error típico

^{ab} Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas.

Farmer et al., (2007) al evaluar la composición del calostro de cuatro genotipos (Pietrain, Duroc, Yorkshire y Landrace) de cerdas, observó diferencias en la concentración de cenizas entre las razas Yorkshire (0,73%) y Landrace (0,66%) y estas a su vez, mostraron similar contenido de cenizas que las cerdas Pietrain (0,70%) y Duroc (0,70%), mientras que, los resultados de la grasa presente en el calostro de los cuatro genotipos no presentaron diferencias obteniendo valores promedios de 5,9%. Estos resultados son coincidentes con los obtenidos en el presente estudio en el que el porcentaje promedio de grasa presente en el calostro fue de 7,4% independientemente de la línea genética (Cuadro 10), de igual modo el genotipo no afectó el contenido de proteína, sólidos no grasos, sólidos

totales y lactosa del calostro. Como sustento adicional a estos resultados, Fahmy (1972) y Tribout et al. (2003) mencionan que el genotipo de la cerda no altera los contenidos de grasa, proteína, materia seca y lactosa.

Resultados opuestos se han reportado en investigaciones anteriores. Zou et al. (1992) al evaluar dos genotipos (cerdas Meishan vs Yorkshire) determinaron concentraciones inferiores de lactosa y mayor concentración de grasa en el calostro de cerdas raza Meishan. Las diferencias obtenidas entre los resultados del presente estudio y las investigaciones realizadas previamente pueden deberse a diversos factores entre los cuales se puede observar diferencias en la metodología utilizada para la determinación de la composición del calostro (Revell et al., 1998), o diferencias en el tiempo transcurrido de toma de muestras (Zou et al., 1992; Tribout et al., 2003), y también las notables diferencia fenotípicas entre razas.

El número de parto únicamente produjo variaciones ($P < 0,05$) sobre el contenido de grasa presente en el calostro (Cuadro 11), evidenciándose que el calostro de las cerdas de primer parto tienen mayor contenido de grasa que las cerdas de los siguientes partos, permaneciendo con valores inferiores y similares estadísticamente en el contenido de grasa del calostro. Estos resultados coinciden con los reportados por Mahan (1998), en los que también se refleja una disminución del contenido de grasa del calostro posterior al primer parto.

Los otros componentes del calostro como proteína, lactosa, sólidos no grasos, sólidos totales y ceniza no presentaron diferencias (Cuadro 11), coincidente con lo observado por Klobasa et al. (1987) al no determinar la influencia del número de lactancias sobre la composición del calostro.

Cuadro 11. Efecto del número de parto sobre la composición del calostro.

| Variable | Número de Parto | | | | | | | | Probabilidad |
|-----------------------|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|--------------|
| | 1 | E.T | 2 | E.T | 3 | E.T | 4 | E.T | |
| Grasa (%) | 8,20 ^a | 0,30 | 7,19 ^b | 0,34 | 7,17 ^b | 0,32 | 7,12 ^b | 0,35 | 0,03 |
| Proteína (%) | 10,37 | 0,18 | 10,56 | 0,20 | 11,54 | 0,19 | 11,45 | 0,21 | 0,26 |
| Lactosa (%) | 6,46 | 0,61 | 7,43 | 0,68 | 6,59 | 0,66 | 6,54 | 0,72 | 0,70 |
| Ceniza (%) | 0,67 | 0,01 | 0,66 | 0,01 | 0,66 | 0,01 | 0,66 | 0,01 | 0,86 |
| Sólidos no grasos (%) | 17,53 | 0,72 | 18,58 | 0,81 | 18,78 | 0,78 | 18,75 | 0,84 | 0,55 |
| Sólidos totales (%) | 25,68 | 0,67 | 25,91 | 0,74 | 25,94 | 0,73 | 25,78 | 0,80 | 0,99 |
| Humedad (%) | 74,32 | 0,67 | 74,09 | 0,74 | 74,06 | 0,73 | 74,22 | 0,80 | 0,99 |

E.T= Error típico.

^{ab} Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas.

En el Cuadro 12, se puede observar los componentes evaluados de la leche, con variaciones entre líneas genéticas ($P < 0,05$) sobre el contenido de proteína y lactosa. Las cerdas de la línea L42 presentaron mayor contenido de proteína en la leche en comparación con las cerdas de la línea L03, sin embargo, la leche de estas últimas reflejaron un contenido inferior de lactosa en comparación con las cerdas de la línea L03. Por otra parte, el resto de los componentes de la leche mantuvieron valores similares en las dos líneas genéticas.

El resultado en torno al contenido de proteína en la leche posiblemente mantenga una relación con la pérdida de peso durante el periodo de la lactancia, asociada con la movilización de las reservas corporales, especialmente del contenido de proteína. Sobre este aspecto, Kim et al. (1999) señalan que las cerdas priorizan el contenido de proteína en leche y si este es deficiente en función de sus necesidades, movilizan sus reservas corporales, lo cual podría explicar las mayores pérdidas de peso en la línea L42 en comparación con las cerdas L03 (Cuadro 6). Así

mismo, se ha determinado que el contenido de proteína presente en la leche es un factor fundamental para el crecimiento de los lechones, especialmente por la presencia del aminoácido arginina, debido a que una deficiencia de este aminoácido sería un factor limitante para el crecimiento de los lechones (Kim y Wu, 2009). Esta particularidad podría tener relación con el mayor peso de la camada al destete observado en las cerdas L42.

Cuadro 12. Efecto de la línea genética sobre la composición de la leche.

| Variable | Línea Genética | | | Probabilidad |
|-------------------|-------------------|-------------------|------|--------------|
| | L03 | L42 | E.T | |
| Grasa | 8,80 | 9,19 | 0,16 | 0,08 |
| Proteína | 5,53 ^b | 5,96 ^a | 0,14 | 0,03 |
| Lactosa | 6,13 ^a | 5,55 ^b | 0,22 | 0,05 |
| Ceniza | 0,72 | 0,73 | 0,01 | 0,16 |
| Sólidos no grasos | 12,40 | 12,24 | 0,21 | 0,60 |
| Sólidos totales | 21,20 | 21,43 | 0,24 | 0,48 |
| Humedad | 78,80 | 78,57 | 0,24 | 0,48 |

E.T= Error típico.

^{ab} Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas.

La composición de la leche de cerdas es altamente variable aunque los cambios en el contenido de proteína no siempre están asociados al genotipo de la cerda (Fhamy, 1972; Zou et al., 1992). Es oportuno señalar, como argumento a los resultados obtenidos, que posteriormente a estos estudios, el efecto de la línea genética sobre las variaciones en el contenido de proteína han sido ampliamente demostrados. Las cerdas Landrace tienen mayor contenido de proteína en leche, que las cerdas Duroc (Shurson e Irvin, 1992) o cruzadas de Landrace × Large White (Boruta et al. 2009). Observándose valores entre 8,4 y 5,1% en cerdas Landrace con respecto a Duroc (Shurson e Irvin (1992). Resultados opuestos son los de

Farmer et al. (2007) quienes demostraron que la leche de las cerdas Pietrain y Duroc supera en contenido proteico al de las cerdas Yorkshire y Landrace. Adicionalmente, Gourdine et al. (2006) determinaron diferencias en el contenido de proteína de la leche entre cerdas Large White y cerdas Criollas (Creole), con valores de 5,04% y 4,82%, respectivamente.

Farmer et al. (2007) encontraron que el resto de los componentes de la leche, grasa, cenizas, materia seca y lactosa también fueron afectadas por el genotipo de la cerda. No obstante, en el presente estudio, de estos componentes además de la proteína, solo la lactosa varió significativamente entre líneas genéticas ($P < 0,05$). El contenido de lactosa presente en la leche de las cerdas L03 indica 10% de superioridad con respecto al de la línea L42 (Cuadro 12). Este resultado puede ser atribuido a la correlación negativa y significativa existente entre el contenido de lactosa y proteína de la leche, la cual muestra que al aumentar el contenido de proteína, disminuye el contenido de lactosa, lo que ha sido comprobado en estudios previos (Lodge., 1959), demostrándose, la importancia que tiene el contenido de lactosa además de la proteína (Farmer et al., 2007). Estos autores determinaron que la lactosa, es un carbohidrato que representa una de las fuentes principales de energía para los lechones con impacto relevante sobre la tasa de crecimiento, si se compara con los efectos del contenido proteico de la leche de cerda. Zou et al (1992), al evaluar la composición de la leche de cerdas Yorkshire vs Meishan, determinó diferencias en el porcentaje de lactosa entre razas evaluadas, siendo inferiores los porcentajes encontrados en leche de cerdas Meishan. Este último resultado, aunque con diferentes razas mantiene relación con el obtenido en el presente estudio, donde las cerdas de la línea genética L42 reflejaron porcentajes inferiores en comparación con la línea L03.

El Cuadro 13 muestra el efecto del número de parto de las cerdas sobre la composición de la leche, observándose que el contenido de grasa en la leche de las cerdas de primer parto fue superior ($P < 0,05$) al de cerdas de partos subsecuentes en las que el contenido de grasa no varió significativamente. El resto de los componentes de la leche no fueron influenciados por el número de parto.

Cuadro 13. Efecto del número de parto sobre la composición de la leche.

| Variable | Número de Parto | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|------|
| | 1 | E.T | 2 | E.T | 3 | E.T | 4 | E.T | P |
| Grasa | 9,59 ^a | 0,20 | 8,79 ^b | 0,23 | 8,92 ^b | 0,22 | 8,67 ^b | 0,24 | 0,01 |
| Proteína | 5,86 | 0,18 | 6,03 | 0,20 | 5,68 | 0,19 | 5,42 | 0,21 | 0,18 |
| Lactosa | 5,41 | 0,28 | 5,63 | 0,31 | 6,00 | 0,30 | 6,32 | 0,33 | 0,16 |
| Ceniza | 0,73 | 0,01 | 0,74 | 0,01 | 0,73 | 0,01 | 0,71 | 0,01 | 0,16 |
| Sólidos no grasos | 11,99 | 0,28 | 12,41 | 0,31 | 12,42 | 0,30 | 12,47 | 0,33 | 0,62 |
| Sólidos totales | 21,59 | 0,31 | 21,20 | 0,34 | 21,35 | 0,33 | 21,13 | 0,36 | 0,76 |
| Humedad | 78,41 | 0,30 | 78,81 | 0,34 | 78,66 | 0,33 | 78,87 | 0,36 | 0,76 |

E.T= Error típico.

^{ab} Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas.

Se ha señalado (Mahan et al., 1998), que el contenido de grasa presente en la leche disminuye a medida que se incrementa el número de partos de la cerda, presentando un efecto marcado a partir del segundo parto, respuesta que es consistente con el mayor EGD y puede explicar los valores más bajos en las cerdas de dos y más partos con respecto a las de primer parto en los resultados del presente estudio.

Se evidenciaron diferencias ($P < 0,05$) en el contenido de lactosa en leche, entre las líneas genéticas (L03 y L42) a un mismo número de parto (Cuadro 14), evidenciándose que la leche de cerdas de las líneas L03 y L42 mantienen contenidos similares de lactosa (%) en el segundo y tercer

parto, mientras que, este contenido varía según el genotipo de la cerda en el primer ($P<0,01$) y cuarto parto ($P<0,05$), siendo superiores para estos partos los valores de lactosa presente en la leche de cerdas L03 con respecto a la L42.

Cuadro 14. Efecto de la interacción del número de parto y línea genética sobre el contenido de lactosa (%).

| Variable | L03 | L42 | E.T |
|---------------|--------------------|--------------------|------|
| Parto 1 | 6,11 ^{ab} | 4,71 ^c | 0,39 |
| Parto 2 | 5,39 ^b | 5,88 ^b | 0,44 |
| Parto 3 | 6,00 ^{ab} | 6,01 ^b | 0,43 |
| Parto 4 o más | 7,04 ^a | 5,59 ^{bc} | 0,47 |

E.T= Error típico.

^{abc} Letras diferentes en una misma fila y columna indican diferencias significativas ($P<0,05$)

La interacción entre la línea genética y el número de parto afectó ($P<0,05$) el contenido de los sólidos no grasos (Cuadro 15) presentes en la leche. Las cerdas de ambas líneas genéticas presentan similar contenido de lactosa, a medida que aumenta el número de parto este porcentaje incrementa en ambas líneas. En las cerdas de la línea L42, el contenido de lactosa disminuye luego del primer parto ($P<0,05$).

Cuadro 15. Efecto de la interacción del número de parto y línea genética sobre el contenido de sólidos no grasos (%) presentes en la leche.

| Variable | L03 | L42 | E.T |
|---------------|---------------------|---------------------|------|
| Parto 1 | 12,40 ^{ab} | 11,58 ^b | 0,39 |
| Parto 2 | 11,93 ^a | 12,88 ^a | 0,43 |
| Parto 3 | 12,20 ^a | 12,65 ^{ab} | 0,42 |
| Parto 4 o más | 13,07 ^a | 11,86 ^{ab} | 0,47 |

E.T= Error típico.

^{ab} Letras diferentes en una misma fila y columna indican diferencias significativas ($P<0,05$).

La literatura respecto a composición de la leche de cerdas ((Shurson e Irvine, 1992; Revell et al., 1998; Farmer et al., 2007) no ha considerado el estudio de las variaciones atribuibles a la interacción entre el número de parto y línea genética que permitan sustentar los resultados obtenidos para el contenido de lactosa y sólidos no grasos. De manera general se puede afirmar, aunque las cerdas L03 destetan camadas menos pesadas independientemente del número de parto (Cuadro 7) el contenido de lactosa en la leche de estas cerdas en su primer parto es superior al de las líneas L42, no obstante el contenido de sólidos de grasos no difiere.

Intervalo destete-celo (IDC)

El IDC de las cerdas evaluadas, no varió significativamente entre partos (Cuadro 16) o entre líneas genéticas (Cuadro 17), presentando las cerdas destetadas un IDC menor a cinco días. Este resultado podría atribuirse al manejo constante y supervisado de las cerdas que se realiza en la granja bajo estudio. Resultados similares fueron obtenidos en cerdas de la línea genética PIC y cruzadas Dalland, sin encontrar diferencias entre el tiempo transcurrido (4,6 días) para retornar a celo (Maes et al., 2004). Adicionalmente, Tantasuparuk et al. (2001), no evidenciaron diferencias en el IDC de cerdas de las razas Landrace y Yorkshire, sin embargo al evaluar los números de parto de estas cerdas si evidenciaron diferencias en el IDC. El número de parto de las cerdas y su efecto sobre el IDC, también fue evaluado por Tummaruk et al. (2001) con resultados contrarios a los obtenidos en este estudio, quizás debido a que durante su evaluación las cerdas de primer parto presentaron IDC superior a las cerdas de segundo o más partos (6,6 vs 5,6 días, respectivamente).

Cuadro 16. Efecto del número de parto sobre el intervalo destete celo de las cerdas.

| Variable | Número de Parto | | | | | | | | P |
|------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | E.T | 2 | E.T | 3 | E.T | 4+ | E.T | |
| IDC (días) | 4,68 | 0,15 | 4,48 | 0,17 | 4,66 | 0,17 | 4,27 | 0,19 | 0,31 |

IDC= intervalo destete celo, E.T= Error típico.

Cuadro 17. Efecto de la línea genética sobre el intervalo destete celo de las cerdas.

| Variable | Línea Genética | | | |
|------------|----------------|------|------|------|
| | L03 | L42 | E.T | P |
| IDC (días) | 4,48 | 4,56 | 0,12 | 0,63 |

IDC= intervalo destete celo, E.T= Error típico.

Correlaciones entre el espesor de la grasa dorsal (EGD), el peso de la cerda (PF) y el consumo de alimento (CA) durante la lactancia con el peso de la camada al destete (PCDTT), número de lechones destetados (LDTT) e intervalo destete-celo (IDC).

Los resultados de las correlaciones de Pearson en las líneas genéticas evaluadas, indican que a medida que aumenta el número LDTT se observa un incremento en el PCDTT, con valores de 0,65 en las camadas de la línea L03 y 0,47 en las camadas de la línea L42 ($P < 0,05$), respectivamente. Adicionalmente, la correlación entre el PCDTT con el EGD resultó ser baja y positiva (0,02; $P < 0,05$), mientras que con los LDTT fue alta y positiva (0,65; $P < 0,05$), lo cual señala, que probablemente las cerdas tienden a acumular más grasa para garantizar el crecimiento de sus camadas. Resultados similares se han obtenido en estudios previos, donde se señala

una correlación significativa (-0,02) entre el EGD de cerdas destetadas y el número de LDTT (Maes et al., 2004). Así mismo, se observó una correlación baja y positiva (0,06), al evaluar las variables CA y el PF de las cerdas ($P < 0,05$), pues el aumento en el CA se traduce en mayor PF de las cerdas al destete (Rosero et al., 2011). Por otra parte, el PF de las cerdas mantuvo una baja correlación negativa ($P < 0,05$) con el IDC (-0,17) observándose que las cerdas con PF más bajo mostraron mayor IDC, lo que corrobora que cerdas con bajo peso al destete comprometen su reinicio reproductivo (Tantasuparuk et al., 2001, Pérez et al., 2008).

Los resultados obtenidos en las correlaciones de acuerdo al número de parto de las cerdas, indican que existe una correlación alta y positiva entre los LDTT y el PCDTT en cerdas del primero (0,55), segundo (0,66) y cuarto o más partos (0,67), con una tendencia al incremento en la correlación con el aumento del número de parto (Murillo et al., 2007). Así mismo, el IDC estuvo altamente correlacionado con el CA (0,99) en cerdas de cuarto o más partos, mientras que, se mostró una correlación baja y positiva entre las cerdas de primer parto para el IDC y el PCDTT (0,22), por lo que al destetar camadas más pesadas se prolonga el IDC (Maes et al., 2004). No obstante, la correlación entre el EGD y el IDC (-0,13) fue baja y negativa, indicando que al disminuir el EDG de las cerdas se aumentan el IDC (Škorjanc et al., 2008). Esta correlación negativa también se observó en el CA y el número de LDTT (-0,29) en las cerdas del segundo parto. Sin embargo, el EDG también se relacionó medianamente de forma positiva (0,37) con el PF de las cerdas del tercer parto, que a su vez estuvo relacionado en las cerdas de cuarto parto o más con el PF. En este sentido, se ha afirmado que las pérdidas en el EGD y PF de las cerdas puede ocurrir en todos los partos (Murillo et al., 2007).

Correlación entre la composición del calostro de la cerda sobre el peso de la camada y número de lechones al destete.

Las correlaciones de Pearson entre la composición del calostro con el número de LDTT y PCDDT por línea genética, no fueron estadísticamente diferentes, por lo que se puede afirmar que no existe relación directa entre ellas. Por otra parte, los resultados obtenidos en las correlaciones por número de parto de las cerdas, indican que la composición del calostro mantiene relación únicamente con el número de LDTT en las cerdas de primer parto ($P < 0,05$). Se encontró una correlación positiva (0,37) entre el contenido de cenizas presente en el calostro y el número de LDTT, lo que indica que a medida que aumenta el contenido de cenizas en el calostro se incrementa el número de lechones destetados. El contenido de cenizas presentes en el calostro, indica la presencia de minerales, de acuerdo a esto, Hakansson et al. (2001), señalaron que la sobrevivencia de los lechones depende no solo de las inmunoglobulinas presentes sino también de la transferencia de varios minerales a través del calostro, con lo cual se explica el efecto del contenido de cenizas presentes en el calostro de cerdas de primer parto y el número de lechones destetados.

Así mismo, se observó una correlación baja y negativa (-0,28) entre el contenido de lactosa presente en el calostro y el número de LDTT ($P < 0,05$), lo cual señala que a medida que aumenta el contenido de lactosa en el calostro los LDTT disminuyen. Este resultado puede estar relacionado con las características que debe mantener la composición del calostro, de manera que, el contenido de lactosa debe ser bajo mientras que el contenido de proteína debe ser superior (King'ori, 2012). En función de esto, se pueden resaltar los resultados obtenidos en el presente estudio, donde existió una correlación negativa entre el contenido de proteína y lactosa, reflejándose un incremento en el contenido de lactosa a medida

que disminuye el contenido proteico, siendo este último de gran importancia para la sobrevivencia, desarrollo del tracto gastrointestinal y crecimiento de la camada (Farmer et al., 2007; Quesnel, 2011; King'ori. 2012).

VI. CONCLUSIONES

- Los resultados indican que las líneas genéticas porcinas L03 y L42 no difieren en el consumo de alimento y el intervalo destete celo. No obstante, las cerdas L42 son más prolíficas y destetan camadas más numerosas que las cerdas L03, lo que se traduce en mayor pérdida de peso y espesor de grasa dorsal durante la lactancia para esta línea genética.
- Las cerdas de primer parto tienen camadas al parto menos pesadas y pierden más peso y espesor de grasa dorsal que las cerdas de partos subsiguientes, aunque en el segundo parto las pérdidas de espesor de grasa dorsal y pérdidas de peso durante la lactancia son mayores que en cerdas de tres y más partos.
- El peso de la camada al destete es superior en cerdas de la línea L42 en los tres primeros partos, evidenciándose que en el cuarto parto ambas líneas destetan camadas cuyo peso no difiere.
- El calostro de las cerdas de la línea L42 contiene más cenizas, mientras que la leche contiene más proteínas, cuando se comparan con la línea L03.
- El calostro y la leche de las cerdas de primer parto tienen mayor contenido de grasa, sin variaciones significativas en el resto de los componentes atribuible al número de parto, en partos subsiguientes.

- El efecto de la interacción línea × número de parto indica, que el contenido de lactosa en la leche de las cerdas L03 en el primer parto es superior al de las cerdas L42.
- Existe una asociación positiva evidente entre número de lechones destetados y el peso de la camada al destete para ambas líneas, así como a diferentes niveles de parto. Mayores peso final de las cerdas están relacionados con menor intervalo destete celo y mayores espesor de grasa dorsal, lo que indica la importancia de supervisar la alimentación de las cerdas reproductoras durante la lactancia.
- La superioridad en productividad de la línea L42, plantea esta línea genética como la mejor alternativa para el plantel reproductivo de la granja, por la evidente mejor habilidad materna. Sin embargo, al observarse PPL superiores al 10%, es recomendable tomar medidas preventivas como la estimulación de alimentación de las cerdas, a fin de evitar que la movilización de las reservas corporales ocasione retraso del IDC lo cual incidiría sobre la productividad de las cerdas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aherne, F., G. Foxcroft, and J. Pettigrew. 1999. Nutrition of the sow. In: Straw BE, D'Allaire S, Mengeling WL, Taylor DJ, eds. Diseases of Swine 8th ed. Ames, Iowa: Iowa State University Press:1029–1043
- Alston, B., S. Iverson, and M. Thompson. 2000. A comparison of the composition of milk from Meishan and crossbred pigs. *Liv. Prod. Sci.* 63: 85–9.
- Auldist, D., L. Morrish., P. Easn, and R. King. 1998. The influence of litter size on milk production of sow. *Anim. Sci.* 67: 333-337.
- Bečková, R., P. Daněk., E. Václavková, and M. Rozkot. 2005. Influence of growth rate, backfat thickness and meatiness on reproduction efficiency in Landrace gilts. *Czech J. Anim. Sci.* 50: 535–544.
- Beyga, K., and A. Rekiel. 2009. Effect of the backfat thickness of sows in late pregnancy on the composition of colostrum and milk. *Archiv. Tierzucht.* 52: 593-602.
- Bergsma, R., E. Kains., M. Vertegen, and E. Knoll. 2008. Genetic parameters and predicted results for maternal traits related to lactation efficiency in sow. *J. Anim. Sci.* 86: 1067-1080.
- Birutė, K., S. Loreta, and R. Vita. 2008. Effect of different factors on weaning-to-first-service interval in lithuanian pig herds. *Vet. Zootec.* 41: 1392-2130.
- Boruta, O., S. Jasek, and E. Gorajewska. 2009. Variability in chemical composition of milk of sows depending on breed, teat, and the side of mammary gland, and results of piglets rearing. *Zesz. Nauk. UP Wroc., Biol. Hod. Zwierz., LVIII*, 572: 9–19.
- Cechova, M., and Z. Trvdon. 2006. Relationship between backfat thickness and parameters of reproduction in the Czech Large White sow. (Short communication). *Arch. Tierz.* 49: 363-369.
- Chen, P., T. Baas., J. Mabry, and K. Koehler. 2003. Genetic correlations between lean growth and litter traits in U.S. Yorkshire, Duroc, Hampshire, and Landrace pigs. *J. Anim. Sci.* 81: 1700-1705.

- Clark, L., and A. Leman. 1986. Factors that influence litter size in pig. *Pig. News Inform.* 7: 303-310.
- Close, W., y D. Cole. 2004. *Nutrición de cerdas y verracos*. Edición original: Nottingham University Press. Mexico, D.F. 379p.
- Clowes, E., F. Aherne., G. Foxcroft, and V. Baracos. 2003. Parturition body size and body protein loss during lactation influence performance during lactation and ovarian function at weaning in first-parity sows. *J. Anim. Sci.* 81: 1517-1528.
- Clowes, E., F. Aherne., A. Schaefer., G. Foxcroft, and V. Baracos. 2003. Selective protein loss in lactating sow is associated with reduced litter growth and ovarian function. *J. Anim. Sci.* 81:753-754.
- Coma, J., and J. Gasa. 2007. Alimentación de la reposición y cerda primeriza. XXIII Curso de especialización FEDNA. Consulta en línea (Febrero 28-2011). Disponible línea:
http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/82-CAP_VIII.pdf.
- Daza, A., J. Riopérez, and C. Centeno. 2004. Short communication. Changes in the composition of sow milk between days 5 to 26 of lactation. *Span. J. Agr. Res.* 2: 333-336.
- Devillers, N., C. Farmer., J. Le Dividich, and A. Prunier. 2007. Variability of colostrums yield and colostrums intake in swine. *Animal* 1: 1033-1041.
- Eissen, J., E. Kanis, and, B. Kemp. 2000. Sow factors affecting voluntary feed intake during lactation. *Liv. Prod. Sci.* 64: 147-165.
- Eissen, J., E. Apeldoorn., E. Kanis., M. Verstegen, and K. de Greef. 2003. The importance of a high feed intake during lactation of primiparous sows nursing large litters. *J. Anim. Sci.* 81:594-603.
- Fahmy, M. 1972. Comparative study of colostrums and milk composition of seven breeds of swine. *Can. J. Anim. Sci.* 52: 621-627.

- Farmer, C., P. Charaugu, and M. Palin. 2007. Influence of genotype on metabolic variables. Colostrums and milk composition of primiparous sow. *Can. J. Anim. Sci.* 87:511-515.
- Farmer, C, and H. Quesnel. 2009. Nutritional, hormonal, and environmental effects on colostrum in sows. *J. Anim. Sci.* 87:56-64
- Fondonorma, 1977. Norma COVENIN 931-77. Determinación de grasa. Fondo Normalización y Certificación de la Calidad, Caracas. Venezuela.
- Fondonorma, 1982. Norma COVENIN 932-82. Determinación de sólidos totales. Fondo Normalización y Certificación de la Calidad, Caracas. Venezuela.
- Fondonorma, 1997. Norma COVENIN 370-97. Determinación de proteínas. Fondo Normalización y Certificación de la Calidad, Caracas. Venezuela.
- Gourdine, J., J. Bidamel., J. Noblet, and D. Renaudeau. 2006. Effects of breed and season on performance of lactating sow in a tropical humid climate. *J. Anim. Sci.* 84: 360-369.
- Hansen, A., A. Strathe., E. Kebread., J. France, and P. Theil. 2012. Predicting milk yield and composition in lactating sow: A Bayesian approach. *J. Anim. Sci.* 90: 2285-2258.
- Harrel, R., O. Phillips., R. Boyd., D. Dwyer., and D. Buman. 2002. Effects of conjugated linoleic acid on milk composition and baby pig growth lactating sow. *Annu. Swin. Rep.* Consulta en línea (Febrero 2011) Disponible en línea: www.porkgateway.org
- Huang, Y., Y. Yang., Y. Lee., S. Roan, and H. Liu. 2003. Effects of sire breed on the subsequent reproductive performances of Landrace sow. *J. Anim. Sci. Asian-Aust.* 16: 489-493.
- Hughes, P., J. Smits., Y. Xie, and R. Kirkwood. 2010. Relationships among gilt and live weight, P2 backfat depth, and culling rates. *J. Swine. Health. Prod.* 18: 301-305.
- Imboonta, N., L. Rydhmer, and S. Tumwasorn. 2007. Genetic parameters for reproduction and production traits of Landrace sows in Thailand. *J. Anim. Sci.* 85: 53-59.

- Johnson, R., P. Miller., M. Anderson., J. Perkins., K. Rynalds., T. Gldden., D. McClaire., D., Barnhill, and R. Moreno. 2008. Effects of nutrition during gilt development and genetic line on farrowing rates through parity 3, causes of culling, sow weights and backfats through parity 4, and factors affecting farrowing rates. Nebraska Swin. Report. 21-26.
- Kim, S., and G. Wu. 2009. Regulatory role for amino acids in mammary gland growth and milk synthesis amino acid. Consulta en línea (Marzo 2012). Disponible en línea: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18683019>
- Kim, S., W. Hurley., I. Han, and R. Easter. 1999. Changes in tissue composition associated whit mammary gland growth during lactation in sow. J. Anim. Sci. 77: 2510-2516.
- King'ori, V., J. Pettigrew., J. McNamara., J. McMurtry., T. Henderson., M. Hathaway, and F. Sower. 1996. The effect of exogenous prolactin on lactation performance of first-litter sow given protein-deficient diets during the first pregnancy. Anim. Reprod. Sci. 41: 37-50.
- King'ori, V. 2012. The pre-weaning piglet: colostrum and milk intake: a Review. J. Anim. Prod. Adv. 2: 277:283.
- Klobasa, F., E. Werhahn, and E. Butler. 1987. Composition of sow milk during lactation. J. Anim. Sci. 64: 1458-1466.
- Knauner, M., K. Stalder., T. Serenius., T. Baas., P. Berger., L. Karriker., R. Goodwin., R. Johnson., J. Marbry., R. Miller., O. Robison, and M. Tokach. 2010. Factors associated with sow stayability in 6 genotypes. J. Anim. Sci. 88: 3486-3492.
- Koketsu, Y., G. Dial., J. Pettigrew., W. Marsh, and V. King'ori. 1996. Characterization of feed intake patterns during lactation in commercial swine herds. J. Anim. Sci. 74: 1202-1210.
- Koketsu, Y., and G. Dial. 1997. Factors influencing the postweaning reproductive performance of sow on commercial farm. Theriogeniology. 47: 1445-1461.

- Le Dividich, J., P. Mormède., M. Catheline, and J. Caritez. 1991. Body composition and cold resistance of the neonatal pig from European (Large White) and Chinese (Meishan) breeds. *Biol. Neonate* 59: 268-27.
- Lodge, G. 1959. The energy requirement of lactating sow and influence of level of food intake upon milk production and reproductive performance. *J. Agr. Sci.* 53:177.
- Maes, D., P. Delputte., A. Lammertyn, and A de Kruif. 2004. Back fat measurements in sows from three commercial pig herds: relationship with reproductive efficiency and correlation with visual body condition scores. *Liv. Prod. Sci.* 91: 57-67.
- McGlone, J., B. Vienes., A. Rudine, and P. DuBois. 2004. The physical size of gestating sow. *J. Anim.Sci.* 82: 2421-2427.
- McNamara, J, and J. Pettigrew.2002. Protein and fat utilization in lactating sow: I. effects on milk production and body composition. *J. Anim. Sci.* 80: 2442-2451.
- Mahan, D. 1998. Relationship of gestation protein and feed intake level over a five-parity period using a high-producing sow genotype. *J. Anim. Sci.* 76: 533-541.
- Malave, T., M. Alfaro y E. Hurtado. 2007. Efecto del número de partos, tamaño y peso de la camada al destete sobre el intervalo destete-estro en cerdas. *Rev. Unell. Cienc. Tec.* 25: 10-15.
- Matysiak, B., M. Kawecka, and E. Jacyno. 2010. The effect backfat thickness in gilts on day of mating their reproduction performance. *J. Pol. Agr. Univ.* 13:2-6. Consulta en línea (Marzo 2011) Disponible en línea: <http://www.ejpau.media.pl/articles/volume13/issue2/art-06.pdf>
- Messias, M., A. Mounier, and A. Prunier. 1998. Does feed restriction mimic the effects of increased ambient temperature in lactating sows. *J. Anim. Sci.* 76: 2017-2024
- Mota, D., M. Alonso., R. Ramírez., M. Cisneros., V. Albores, y M. Trujillo. 2004. Efecto de la pérdida de grasa dorsal y peso corporal sobre el rendimiento

reproductivo de cerdas primíparas lactantes alimentadas con tres diferentes tipos de dietas. *Rev. Cient. FCV-LUZ*. XIV: 13-19.

Murillo, C., M. Herradora, y R. Martínez. 2007. Relación entre la pérdida de grasa dorsal de cerdas lactantes con el consumo de alimento, tamaño de la camada, peso de los lechones al destete y días de lactancia. *Rev. Cient. FCV-LUZ*. XVII: 380-385.

Napel, J., A. Vries., G. Buiting., P. Luiting., J. Merks, and E. Brascamp. 1998. Genetics of the interval from weaning to estrus in first-litter sows: correlated responses. *J. Anim. Sci.* 76: 97-947.

Neil, M., B. Ogle, and K. Anner. 1996. A two-diet system and ad libitum lactation feeding of the sow. 1. Sow performance. *J. Anim. Sci.* 62:337-347. *Liv. Prod. Sci.* 67: 273-279.

Newton, E., and W. Mahan. 1993. Effect of initial breeding weight and management system using a high-producing sow genotype on resulting reproductive performance over three parities. *J. Anim. Sci.* 71:1177-1186.

Niesel, O., A. Pedersen, and M. Sorensen. 2001. Relationships between growth rate and mammary gland size of sow.

O'Grady, J., P. Lynch, and P. Kearney. 1985. Voluntary feed intake by lactating sow. *Liv. Prod. Sci.* 12: 355-35.

Pérez, R., J. Herrera., B. Gómez, y E. Gutiérrez. 2008. Estudios sobre el efecto del genotipo, peso de la cerda al destete y prolactina sanguínea en el intervalo destete-estro de cerdas sometidas a lactaciones de 15 días. *Rev. Comp. Prod. Porc.* 15: 1-5.

Pettigrew, J, and M. Tokach. 1993. Metabolic influences on sow reproduction. *Pig. New. Inf.* 14: 69-72.

Pettigrew, J. 1995. The influence on substrate supply on milk production in the sow. In *Manipulating Pig Production*, V, p. 101 [DP Hennessy and PD Cranwell, editors]. Werribee, Victoria, Australia: Australian.

Peñalba, F. 2007. Crossbreeding systems affecting the reproductive performance of landrace x large white sows and the productive performance of their

progenies. Consulta en línea (Octubre 2011). Disponible en: <http://agris.fao.org/agris-search/search/display.do?f=2008%2FPH%2FPH0813.xml%3BPH2008000644>

- PIC Andina, S.A. 2007. Principios básicos en el manejo de los reemplazos y las cerdas. Manual. 49p.
- Quesnel, H. 2011. Colostrums: roles in piglet performance and production by the sow. Memoria de VI Simpósio Internacional de Suinocultura. Brasil. 12p.
- Revell, D., I. Williams., B. Mullan., J. Ranford, and R. Smits. 1998. Body composition at farrowing and nutrition during lactation affect the performance of primiparous sow: I. Voluntary feed intake, weight loss, and plasma metabolites. *J. Anim. Sci.* 76: 1729-1737.
- Rooke, J., and I. Baland. 2002. The acquisition of passive immunity in the newborn piglet. *Liv. Prod. Sci.* 78: 13-23.
- Roongsitthichai, A., S. Koonjaenak, and P. Tummaruk. 2010. Backfat thickness at first insemination affects litter size at birth of the first parity sows. *Kasetsart J. Nat. Sci.* 44: 1128 – 1136.
- Rosero, D., E. Van Heugten., J. Odle., R. Cabrera., C. Arellano, and R. Boyd. 2011. Sow and litter response to supplemental dietary fat in lactation diets during high ambient temperatures. *J. Anim. Sci.* 2527-2553.
- Rozeboom, D., J. Pettigrew., R., Moser., S. Cornelius, and S. El Kandelgy. 1996. Influence of gilt age and body composition at first breeding on sow reproductive performance and longevity. *J. Anim. Sci.* 74: 138-150.
- SAS. 2002. User's Guide. System for Mixed Models. 5th ed. SAS Institute. Cary, EUA.
- Schinkel, A., C. Schuwab., V. Duttlinger, and M. Einstein. 2010. Analyses of feed and energy intake during lactation for breeds of sow. *The. Prof. Anim. Sci.* 26: 35-50.
- Schwarz, T., and M. Kopyra. 2006. Influence of age on insemination process and reproductive performance in sows. *Anim. Sci. Pap. Rep.* 24: :229–239.

- Schwarz, T., J. Nowicki, and R. Tuz. 2009. Reproductive performance of polish Large White sows in intensive production – effect of parity and season. *Anim. Sci.* 9: 269–277.
- Schwarz, T., J. Nowicki, and R. Tuz. 2009. Reproductive performance of polish Large White sows in intensive production – effect of parity and season. *Anim. Sci.* 9: 269–277.
- Shelton, N., J. DeRouchey., C. Neill., M. Tokach., S. Dritz., R. Goodband, and J. Nelssen. 2009. Effects of increasing feeding level during late gestation on sow and litter performance. *Consulta en línea* (Marzo 2011) Disponible en: <http://hdl.handle.net/2097/2155>.
- Shurson, G., and K. Irvin. 1992. Effects of genetic line and supplemental dietary fat on lactation performance of Duroc and Landrace sows. *J. Anim. Sci.* 70: 2942-2929.
- Sinclair, A., M. Cia., S. Edwards, and S. Hoste. 1998. Response to dietary protein during lactation of Meishan synthetic. Large White y Landrace gilts given food to achieve the same target backfat level at farrowing. *Anim. Sci.* 62: 355-362.
- Simmen, F., K. Whang., R. Simmen., G. Peterson., M. Bishop, and K. Irvin. 1990. Lactational variation and relationship to postnatal growth of insulin-like growth factor-I in mammary secretions from genetically diverse sows. *Domest. Anim. Endocr.* 7: 199–206.
- Skorjanc, D., M. Hohler, and M. Brus. 2008. Effect of backfat loss during lactation on weannieng-to.oestrus interval of sow at gonadotropin application. *Arch. Tierz. Dummerstorf* 51. 6: 560-571.
- Stalder, K., T. Long., R. Goodwin., R. Wyatt, and J. Halstead. 2000. Effect of gilt development diet on the reproductive performance of primiparous sow. *J. Anim. Sci.* 78:1125-1131.
- Steel, G., H. Torrie, and D. Dickey. 1997. *Principles and Procedures of Statistic. A Biometrical Approach.* 3th Ed. Mc Graw-Hill Series. pp. 141-155.

- Sulbato, R., J. Jacela., M. Tokach., S. Dritz., R. Goodband., J. DeRouchey, and J. Nelssen. 2010. Effects of lactation feed intake and piglet creep feeding on sow and piglet performance. *J. Anim. Sci.* 88: 3145-3153.
- Tantasuparuk, W., N. Lundeheim., A. Dalin., A. Kunavongkrit, and S. Einarsson. 2000. Reproductive performance of purebred Landrace and Yorkshire sows in Thailand with special reference to seasonal influence and parity number. *Theriogenology*, 54: 481-496.
- Tantasuparuk, W., A. Dalin., N. Lundeheim, and S. Einarsson. 2001. Body weight during lactation and its influence on weaning-to-service interval and ovulation rate in Landrace and Yorkshire sow in the tropical environment of Thailand. *Anim. Reprod. Sci.* 65: 273-281.
- Tantasuparuk, W., N. Lundeheim., A. Dalin., A. Kunavongkrit, and S. Einarsson. 2001. Weaning-to-service interval in primiparous sow and its relationship with longevity and piglet production. *Liv. Prod. Sci.* 69: 155-162.
- Tilton, S., P. Miller., A. Lewis., D. Reese, and P. Erme. 1999. Addition of fat to the diets of lactating sow: I. Effects on milk production and composition and carcass composition of the litter at weaning. *J. Anim. Sci.* 7: 2491-2500.
- Tribout, T., J. Caritez., J. Gogu ., J. Gruand., Y. Billon., H. Bouffaund., L. Largant., J. Le Dividich., F. Thomas., H. Quesnel., R. Gu bles, and J. Bidanel. 2003. Estimation par utilisation de semence congelée, du progress génétique réalisé en France entre 1977 et 1998 dans la race porcine Large White: Résultats pour quelques caracteres de reproduction femelle. *J. Rech. Porcine.* 35: 285-292.
- Tummaruk, P., N. Lundeheim., S. Einarsson, and A. Dalin. 2000. Reproductive performance of purebred Swedish Landrace and Swedish Yorkshire sows: I. Seasonal variation and parity influence. *Anim. Sci.* 50: 205-216.
- Tummaruk, P., N. Lundeheim., S. Einarsson, and A. Dalin. 2001. Effect of birth litter size, birth parity number, growth rate, backfat thickness and age at first mating of gilts on their reproductive performance as sows . *Anim. Reprod. Sci.* 66: 225-37.

- Van den Brand, H., M. Heetkamp., N. Soede., J. Schrama, and B. Kemp. 2000. Energy balance of lactating primiparous sows as affected by feeding level and dietary energy source. *J. Anim. Sci.*78: 1520–1528.
- Whittemore, C. 1996. Nutrition reproduction interactions in primiparous sows. *Liv. Prod. Sci.* 46: 65-83.
- Xu, R., P. Sangild., Y. Zhang, and S. Zhang. 2002. Bio-active compounds in porcine colostrum and milk and their effects on intestinal development in neonatal pigs. Pages 169–192 in *Biology of the Intestine in Growing Animals*, R. Zabielski, P. C. Gregory, and B. Weström, ed. Elsevier, Amsterdam, the Netherlands.
- Xue, J., G. Dial., W. Marsh, and P. Davies. 1994. Multiple manifestation of season on reproductive performance of commercial swine. *J. Anim. Vet. Med. Assoc.* N. 204. 1486-1489.
- Yoder, C., C. Schwab., V. Duttlinger, and T. Bass. 2012. Lactation feed intake in purebred and F1 sow and its relationship with reproductive performance. *Liv. Sci.* 150: 187-199. Consulta en línea (Octubre 2012). Disponible en línea:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141312003460>
- Young, L. 1995. Reproduction of F1 Meishan, Fengjing, Minzhu and Duroc gilts and sow. *J. Anim. Sci.* 73:711-721.
- Young, M., M, Tokach., F. Aherne., R. Main., S. Dritz., R. Goodband, and J. Nelssen. 2004. Comparision of three methods of feeding sow in gestation and the subsequent effects on lactation performance. *J. Anim. Sci.* 82: 3058-3070.
- Zou, S., D. Mc Laren, and W. Hurley. 1992. Pig colostrums and milk composition: comparisons between Chinese Meishan and U.S breeds. *Liv. Prod. Sci.* 30: 115-127.

