



UNIVERSIDAD DE CHILE

**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS**



**EFFECTO DE ALGUNOS FACTORES GENÉTICO-
AMBIENTALES SOBRE EL TAMAÑO DE CAMADA AL
NACIMIENTO EN CERDOS.**

I. Tamaño de la Camada Nacidos Vivos (TCNV)

ROMINA PÍA AGUIRRE BROCKWAY

**Memoria para optar al Título
Profesional de Médico
Veterinario
Departamento de Fomento de la
Producción Animal**

PROFESOR GUÍA: Dr. IÑIGO DÍAZ CUEVAS

**SANTIAGO, CHILE
2006**



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS



EFFECTO DE ALGUNOS FACTORES GENÉTICO-AMBIENTALES SOBRE EL TAMAÑO DE CAMADA AL NACIMIENTO EN CERDOS.

I. Tamaño de la Camada Nacidos Vivos (TCNV)

ROMINA PÍA AGUIRRE BROCKWAY

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico
Veterinario
Departamento de Fomento de la
Producción Animal

NOTA FINAL:

		NOTA	FIRMA
PROFESOR GUÍA	: ÍÑIGO DÍAZ CUEVAS	.....	.....
PROFESOR CONSEJERO:	HERNÁN AGÜERO EGUILUZ	.....	.....
PROFESOR CONSEJERO:	LUIS IBARRA MARTÍNEZ	.....	.....

SANTIAGO, CHILE
2006

**A mi familia,
y en especial a mis padres y a mi hermana.**

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en 1º lugar, a mis padres y a mi hermana, por sus constantes palabras de aliento, y por nunca perder la confianza en mí de que terminaría con éxito esta etapa.

En 2º lugar, a mi pololo César, por su apoyo sincero e incondicional en todo momento.

A mis amigos; Jime, Ale, Karen, Pato, pero especialmente a Cata y a Pauli, con quienes compartí las penas y alegrías durante estos años de universidad.

A mi querido profesor Iñigo Díaz, por el tiempo dedicado al desarrollo de este trabajo y por haber depositado en mí su confianza.

A los Drs. Hernán Agüero, M^a Sol Morales, José Pokniak, Luis Ibarra, Valeria Rojas y Nelson Barría (Q.E.P.D.), por su acogida y siempre buena disposición a ayudarme.

Y a todas aquellas personas que siempre recordaré, por haberme ayudado a cumplir este sueño.

Gracias a todos una vez más.....

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
RESUMEN	
SUMMARY	
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Generalidades	3
2.1.1. Importancia del sector porcino dentro de la producción Silvoagropecuaria chilena.	3
2.1.2. Caracterización del sector porcino en Chile.	3
2.1.3. Parámetros productivos del sector porcino chileno.	4
2.2. Factores que afectan el tamaño de camadas al nacimiento	5
2.2.1. Línea genética o raza.	5
2.2.2. Factores Ambientales.	7
2.2.2.1. Número ordinal del parto o (NOP) o ciclo.	7
2.2.2.2. Estación monta.	9
2.2.2.3. Nº de inseminaciones artificiales.	10
2.2.2.4. Criadero o plantel.	13
2.2.2.5. Partero.	14
3. HIPÓTESIS	18
4. OBJETIVOS	18
5. MATERIALES Y MÉTODOS	19
5.1. Materiales	19
5.1.1. Caracterización de los criaderos.	20

5.2. Método.	22
5.3. Análisis de los resultados.	23
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
6.1. Distribución de datos según factor estudiado.	25
6.2. Participación porcentual de los factores estudiados en la variación del TCNV.	27
6.3. Descripción del TCNV según línea genética.	28
6.4. Efectos Ambientales.	33
6.4.1. Efecto del número ordinal de parto (NOP)	33
6.4.2. Efecto del mes de monta	37
6.4.3. Efecto del número de inseminaciones artificiales	40
6.4.4. Efecto del criadero o plantel	44
6.4.5. Efecto del partero	48
7. CONCLUSIONES	52
8. BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXOS	62
ANEXO 1: Descripción estadística del tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) según partero, para la línea genética L-42.	63
ANEXO 2: Descripción estadística del tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) según partero, para la línea genética LW.	65
ANEXO 3: Descripción estadística del tamaño de la camada nacidos vivos (TCNV) según maternidad, para la línea genética L-42.	67
ANEXO 4: Descripción estadística del tamaño de la camada nacidos vivos (TCNV) según maternidad, para la línea genética LW.	68

ANEXO 5:	Tamaño de camadas nacidos vivos (TCNV) para las líneas genéticas L-42 y Large White.	69
ANEXO 6:	Efecto del número ordinal de parto (NOP) sobre el tamaño de camada nacidos vivos (TCNV).	69
ANEXO 7:	Efecto de Ciclo o Número ordinal de parto (NOP) sobre el tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) para la línea genética L-42.	70
ANEXO 8:	Efecto de Ciclo o Número ordinal de parto (NOP) sobre el tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) para la línea genética Large White.	70
ANEXO 9:	Efecto del mes de monta (MM) sobre el tamaño de camada nacidos vivos (TCNV).	71
ANEXO 10:	Efecto del mes de monta (MM) sobre el tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) para la línea genética L-42.	71
ANEXO 11:	Efecto del mes de monta (MM) sobre el tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) para la línea genética Large White.	72
ANEXO 12:	Efecto del número de inseminaciones artificiales (NIA) sobre el tamaño de camada nacidos vivos (TCNV).	72
ANEXO 13:	Efecto del número de inseminaciones artificiales (NIA) sobre el tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) para la línea genética L-42.	73
ANEXO 14:	Efecto del número de inseminaciones artificiales (NIA) sobre el tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) para la línea genética Large White.	73
ANEXO 15:	Efecto del criadero sobre el tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) para la línea genética L-42.	74
ANEXO 16:	Efecto del criadero sobre el tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) para la línea genética LW.	74
ANEXO 17:	Efecto del criadero sobre el tamaño de camada nacidos vivos (TCNV).	75
ANEXO 18:	Distribución porcentual (%) de las hembras por ciclo según grupo.	76

ÍNDICE DE AYUDAS ILUSTRATIVAS

TABLAS

Tabla 1.	Nº de partos según número ordinal de parto (NOP) por línea genética.	25
Tabla 2.	Nº de partos según mes de monta (MM) por línea genética.	26
Tabla 3.	Nº de partos según número de inseminaciones artificiales (NIA) por línea genética.	26
Tabla 4.	Nº de partos según criadero por línea genética.	27
Tabla 5.	Tabla 5. Contribución porcentual, de los factores de variación al coeficiente de determinación (r^2), del modelo estudiado, para el TCNV.	27
Tabla 6.	Descripción estadística del tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) según línea genética.	28
Tabla 7.	Descripción estadística del tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) según ciclo o número ordinal del parto (NOP).	33
Tabla 8.	Descripción estadística del tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) según mes de monta (MM).	37
Tabla 9.	Descripción estadística del tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) según número de inseminaciones artificiales (NIA).	40
Tabla 10.	Descripción estadística del tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) según criadero o plantel.	44
Tabla 11.	Descripción estadística del TCNV según criadero y partero, para la línea genética L-42.	48
Tabla 12.	Descripción estadística del TCNV según criadero y partero, para la línea genética Large White (LW).	49

FIGURAS

Figura1.	Modelo de Interacción humano – animal.	16
----------	--	----

RESUMEN

Chile, según información reciente de USDA, se encuentra en el sexto lugar de los principales exportadores de carne porcina del mundo. Para responder a esta demanda, los productores de cerdos se han preocupado de mejorar sus índices productivos, entre los que se encuentra el tamaño de camada nacidos vivos (TCNV).

Dentro de este marco se inserta este trabajo que tuvo por objetivo, conocer el efecto del número ordinal de parto (NOP), mes de monta (MM), número de inseminaciones artificiales (NIA), criadero, partero y maternidad, sobre el TCNV dentro de 2 líneas genéticas porcinas. La variable TCNV se definió como el número de lechones nacidos vivos por parto.

El trabajo se realizó con un total de 11.096 registros obtenidos de 5 criaderos industriales de la VI Región de Chile.

El promedio general para el TCNV encontrado fue de $11,62 \pm 3,12$ lechones, observándose que la línea genética L-42 (Landrace x Large White), es superior a la línea genética Large White (LW) ($11,89 \pm 3,19$ y $11,14 \pm 2,89$, respectivamente).

Los resultados muestran un importante efecto del NOP sobre el TCNV en ambas líneas genéticas ($p \leq 0,05$). El MM no constituye un factor de variación para el TCNV, tanto en la línea genética L-42 como en la línea genética LW ($p > 0,05$), pero se observó una tendencia a un incremento del TCNV para las inseminaciones realizadas en invierno.

Con respecto al NIA, se observa un aumento no significativo del TCNV cuando las hembras son inseminadas 3 o 4 veces durante el estro ($p > 0,05$).

El efecto criadero o plantel no fue significativo, para las líneas genéticas estudiadas. ($p > 0,05$)

El efecto partero constituye una fuente de variación sobre el TCNV ($p \leq 0,05$), para ambas líneas genéticas, respectivamente, mientras que el efecto maternidad no afectó el TCNV ($p > 0,05$).

SUMMARY

Recent information from USDA (2006) shows Chile as the 6th country in the list of principal countries that export pork meat. To respond this high demand, the pig farmers in Chile had been preoccupied to improve their productive indicators, among them the number of live born piglets per litter (NLB).

The objective of this work was identify the effect of parity (P), breeding month (BM), number of artificial inseminations (NAI), farm, motherly, and motherhood, on NLB within two pig genetic lines. NLB was defined as the number of piglets born alive per farrowing.

Data from 11,096 records obtained from 5 industrial pig farms from VI Region (Chile) were utilized in this study.

The total average for NLB was 11.62 ± 3.12 piglets, while the genetic line L-42 (Landrace x Large White) showed higher NLB (11.89 ± 3.19) than the genetic line Large White (LW) (11.14 ± 2.89).

The results showed an important effect of P on NLB in both genetic lines evaluated ($p \leq 0.05$). The BM did not have a significant effect on NLB neither for L-42 or LW ($p > 0.05$), but showed a tendency to increase the NLB when the inseminations were made in winter time.

In relation with NAI, it was observed an increased NLB when the sows are inseminated 3 or 4 times during the estrus, although it was not significant ($p > 0.05$).

The effect of pig farm did not have a significant effect on NLB for both genetic lines studied ($p > 0.05$).

The motherly was a source of variation on NLB, for both genetics lines evaluated ($p \leq 0.05$); while the effect of motherhood did not have effect on NLB ($p > 0.05$).

1. INTRODUCCIÓN

Según las últimas cifras disponibles las exportaciones pecuarias chilenas – para el año 2005 - alcanzaron unos U\$ 700 millones, siendo la carne de cerdo el principal producto con alrededor de U\$ 295 millones, observándose un crecimiento de 20,5% en relación al año anterior, logrando acceder a mercados altamente exigentes como Japón y Corea del Sur, además de otros destinos (Chile, 2006a).

Las principales empresas del sector porcino nacional, están en búsqueda constante de nuevas experiencias tanto en Chile como en el exterior, que les permitan ir optimizando sus sistemas productivos, con la finalidad de incrementar la variedad, calidad y volumen de productos ofrecidos a los mercados nacionales y extranjeros. Dentro de este marco están insertas aquellas estrategias dirigidas a incrementar los índices de productividad de los diferentes planteles. Uno de los parámetros de mayor importancia debido a su impacto productivo, es el tamaño de camada nacidos vivos, (TCNV).

El TCNV, se define como el número de lechones nacidos por cada hembra parida del plantel. La relevancia de estudiar este parámetro radica en que es el punto de partida de todo núcleo dedicado a la crianza y engorda de cerdos y además, determina la posible rentabilidad del criadero. El TCNV está supeditado a factores genéticos y ambientales, que dan origen a una enorme variación del parámetro. En consecuencia, todos los esfuerzos están abocados a encontrar la estrategia que combine mejor estos factores para maximizar la expresión del TCNV.

Una prueba de estos esfuerzos es el incremento en casi 2 lechones más en el TCNV en los últimos 20 años, en comparación a lo reportado por Corral (1985), lo que ha permitido consolidar a Chile como un país altamente competitivo en el mercado internacional de la carne de cerdo.

De acuerdo a lo descrito, se pretende estudiar el efecto de factores genéticos y ambientales sobre el TCNV.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. GENERALIDADES

2.1.1. Importancia del sector porcino dentro de la producción silvoagropecuaria chilena

Según el último boletín estadístico sobre comercio exterior silvoagropecuario, las exportaciones pecuarias chilenas – para el año 2005 – alcanzaron a U\$ 715 millones, siendo la carne de cerdo el principal producto con alrededor de U\$ 295 millones, seguido por la carne de ave y la carne bovina. Por el contrario, en el ámbito de las importaciones, del sector pecuario industrial chileno, el cual es liderado por los lácteos, la carne de cerdo tiene una participación marginal, que alcanza a un 0,44 % del total del año 2005 (Chile, 2006a).

2.1.2. Caracterización del sector porcino en Chile

Según el VI Censo Nacional Agropecuario de 1997, en Chile existirían alrededor de 1,7 millones de cerdos (Chile, 2006b), cifra que hasta junio del año 2005 se incrementó hasta aproximadamente 2,3 millones de cerdos. A esta misma fecha existían 138 criaderos industriales en explotación. Por otra parte, el número de hembras en reproducción alcanzó las 186 mil en el primer semestre del año 2005, lo que se traduce en un promedio de alrededor de 1.350 hembras/ plantel, para el año 2005 (Chile, 2006c). Con este tamaño de criadero, se ha podido obtener el año 2005 un beneficio de alrededor de 4,3 millones de cabezas alcanzando un volumen de producción de carne cercano a las 410.600 ton, que corresponde a un 10% de crecimiento respecto a igual período del año 2004 (Chile, 2006b). Además, se mantiene el ritmo de crecimiento observado desde 1984, donde se partió con 59.134 ton hasta alcanzar un récord de 410 mil toneladas este año (Moya, 2006). Este crecimiento ha consolidado a Chile como un gran productor de cerdos a nivel mundial, logrando posicionarse en el 6º lugar de los principales

países exportadores de carne porcina, según información reciente del USDA (Moya, 2006), llegando a mercados exigentes como Japón, Corea y México principalmente, con cifras que bordean las 97 mil toneladas con valores cercanos a los U\$ 295 millones FOB.

Respecto de las importaciones, la carne de cerdo tiene una participación muy pequeña, pero que ha ido creciendo, durante el año 2005 ingresaron al país cerca de 880 toneladas de carne con un valor de U\$ 2,163 Millones CIF (Chile, 2006a).

El año 2005, con la combinación de exportaciones e importaciones, hubo una disponibilidad de 19,3 kg/cápita de carne de cerdo, y se espera para el año 2006 alcanzar los 20 kg/habitante. Con este consumo Chile se estaría acercando al de países como Canadá y Australia (Moya, 2006).

2.1.3. Parámetros productivos del sector porcino chileno

Para poder sostener este ritmo de crecimiento, el sector porcino ha tenido progresos en su sistema de producción, como por ejemplo la incorporación de nuevas tecnologías como la inseminación artificial. El año 1995 solamente un 4,0 % de los criaderos en explotación utilizaban inseminación artificial, mientras que el 2004 ese porcentaje alcanzó a un 35,4%, lo que ha permitido aumentar el número de hembras paridas en un 40% en 9 años (Chile, 2006c).

Uno de los parámetros más usados para medir productividad en los criaderos de cerdos es el número de lechones destetados/hembra/año, dentro del cual tiene gran importancia el número de lechones nacidos vivos/hembra/año (Aherne y Kirkwood, s.f). Sin embargo, este parámetro se ha mantenido constante desde 1995 al 2004, con cifras que bordean los 9,9 a 10,4 lechones nacidos vivos (Chile, 2006c).

2.2. FACTORES QUE AFECTAN EL TAMAÑO DE CAMADA AL NACIMIENTO

Como se señaló anteriormente, el TCNV es un importante componente en la rentabilidad de los productores de cerdos, por lo que diferentes investigadores se han dedicado a identificar los factores genéticos y ambientales que lo afectan, con el propósito de optimizar este parámetro con estrategias como la selección genética y los cruzamientos entre diferentes líneas genéticas.

A continuación se hace mención a los resultados informados por varios autores, tanto nacionales como extranjeros, en relación a aquellos factores que fueron evaluados dentro de esta memoria como posibles causas de variación del TCNV.

2.2.1. LÍNEA GENÉTICA O RAZA

Las características reproductivas en general tienen una baja heredabilidad, siendo la del tamaño de camada de alrededor de un 10-15% (Aherne y Kirkwood, s.f). Por lo tanto, la estrategia utilizada para mejorar este parámetro ha sido a través, de los programas de cruzamiento entre razas, debido a que se ha demostrado la superioridad de las hembras híbridas de producir camadas más numerosas, en la literatura se señala que se pueden obtener incrementos de un 0,25 a 0,50 lechones por camada, utilizando líneas híbridas *versus* líneas puras (Finn, 2002).

Las líneas genéticas maternas que se han preferido para los programas de mejoramiento, corresponden a las líneas Landrace, Large White y Yorkshire, debido principalmente a sus características de alta prolificidad y buena habilidad materna (Sánchez, 2002).

Otros estudios, realizados por Yen *et al.* (1987); Southwood y Kennedy (1991); Irgang *et al.* (1994); Culbertson *et al.* (1997), y Tantasuparuk *et al.* (2000), señalan que existiría una superioridad productiva de las hembras Landrace y Large White frente a otras razas, incluso, que las hembras Landrace tendrían 0,5 lechones más

por camada ($p \leq 0,001$) que hembras Yorkshire (Large White), Sin embargo, Tantasuparuk *et al.* en el año 2005 trabajando con chanchillas, concluyeron que la línea genética Large White tiene más alta tasa de ovulación al primer servicio que la Landrace, pero no encontraron diferencias estadísticas para el tamaño de camada entre ambas líneas genéticas, puesto que chanchillas Large White presentaron más pérdida prenatal que las Landrace ($p = 0,02$).

Belstra *et al.* (2004), compararon 3 genotipos distintos y encontraron diferencias significativas entre los genotipo A (100% Large White) y B (50% Large White y 50% Landrace) o C (50% Large White, 25% Landrace y 25% Duroc), y con 9,1 lechones nacidos vivos del genotipo A *versus* 11,4 o 11,5 de los genotipos B y C, respectivamente ($p \leq 0,05$).

En otro estudio, realizado con 4.944 hembras Landrace x Large White (L-42) de primer parto, provenientes de 5 plantales comerciales, se encontró que en dos de los criaderos, la línea L-42 logró camadas significativamente más numerosas ($p \leq 0,05$), en comparación a otros plantales que tenían una raza diferente (Clark *et al.*, 1988).

En cambio Gotszling y Bass (1999), cuando compararon chanchillas híbridas L-42 con L-22 (Landrace x L-42), concluyeron que no existían diferencia estadística para TCNV entre las líneas genéticas.

Strang (1970) demostró efectos positivos significativos en el TCN al incorporar la línea genética Large White a los plantales estudiados. Clark *et al.* (1988), afirman que chanchillas de la línea genética L-42 obtienen mayor TCNV al primer parto ($p \leq 0,01$), en relación a razas puras y otras líneas híbridas estudiadas.

Estudios realizados en Chile, señalan que las camadas más numerosas son obtenidas por hembras Landrace, mientras que si se compara a las hembras Large White con otras razas, éstas obtienen mejores resultados productivos que

las hembras Duroc, pero son levemente superadas por las hembras híbridas (Abarca, 1961; Godoy, 1962; Velásquez, 1967; Santibáñez, 1968).

2.2.2. FACTORES AMBIENTALES

2.2.2.1. Número ordinal del parto (NOP)

Número ordinal del parto se define como la secuencia de camadas que una hembra ha tenido a lo largo de su vida y, por lo tanto, se encuentra correlacionado con su edad. Sin embargo, debido a que algunas hembras repiten celo, dentro de una misma categoría de parto no necesariamente se encuentran hembras de una misma edad (Belstra, 2003).

Diferentes autores concuerdan en que el NOP tiene un efecto significativo sobre el TCNV, señalando además que éste es menor en hembras de primer parto, observándose un aumento progresivo hasta el cuarto o quinto parto. Posteriormente, se aprecia una mantención en el tamaño (*plateau*), para producirse una declinación del parámetro a partir del octavo parto (Strang, 1970; Cañas, 1979; Corral, 1985; Clark y Leman, 1986; Belstra, 2003).

Cañas (1979) señala que sólo la primera camada difiere del resto, en alrededor de 1,5 lechones menos que hembras pluríparas, lo que concuerda con los 1,3 lechones más por camada de hembras multíparas *versus* chanchillas descritos por Steverink *et al.* (1999). En cambio, Rozeboom *et al.* (1997), afirman que existen diferencias significativas solamente entre chanchillas y hembras de tercer parto, mientras que Tantasuparuk *et al.* (2000), observaron un incremento significativo del TCNV, tanto en los primeros partos como en los intermedios, para declinar posteriormente hacia el séptimo u octavo parto.

Belstra (2003) indica que al aumentar la edad de la hembra, se observa un aumento de la tasa de ovulación y de la sobrevivencia embrionaria, lo que podría explicar el incremento del TCNV en hembras de más de un parto.

Town *et al.* (2005), comprobaron que la tasa de ovulación es afectada significativamente por el NOP ($p < 0,0001$), la cual es mayor en hembras de 2º y 3º parto ($23,6 \pm 0,4$) y de 4º parto ($24,7 \pm 0,4$), que en hembras de 1º parto ($20,2 \pm 0,5$).

Sin embargo, otros autores postulan que la tasa de ovulación es independiente del NOP (Tantasuparuk *et al.*, 2000; Vonnahme *et al.*, 2002).

French *et al.* (1979) señalan que la habilidad de las hembras multíparas para producir camadas más grandes radica en la edad de la hembra y la experiencia reproductiva previa (parto), conceptos muy difíciles de separar a la hora de estudiar el efecto del NOP sobre el tamaño de camada nacidos totales o vivos, pero según sus resultados el tamaño de camada aumenta a medida que se incrementa la edad de la hembra (al menos hasta los 2 años de edad) y el NOP tiene un pequeño o nulo efecto. Por otra parte, Corral (1985) postula que el aumento significativo del tamaño de camada en partos sucesivos se debe a un efecto compartido entre la edad y NOP, mientras que Pantoja (1983) atribuye este aumento sólo a la edad de la hembra.

Gama y Johnson (1993), destacan que la capacidad uterina puede ser una limitante para el TCN en hembras jóvenes.

La disminución del TCN en hembras adultas, estaría condicionada por el aumento del número de lechones nacidos muertos a partir del quinto parto y por el aumento de la mortalidad embrionaria (Tantasuparuk *et al.*, 2000; Finn, 2002).

2.2.2.2. Mes de monta

En general, se ha establecido que la cerda porcina es una hembra poliéstrica no estacional, es decir, la estación del año no afecta su rendimiento reproductivo. Sin embargo, dentro de la literatura se describe que el cerdo doméstico conserva un grado de estacionalidad del cerdo silvestre (Love *et al.*, 1993). La estacionalidad se presenta principalmente en los meses de verano (IBS, 2005) y principio de otoño (Belstra, 2003), que a finales de la década del 70 fue denominado síndrome de infertilidad estacional (Love, 1978), el cual se manifiesta con prolongación del lapso destete-celo (Hurtgen y Leman, 1980; Love *et al.*, 1993), bajas en la tasa de parición (Love *et al.*, 1993; Xue *et al.*, 1994; Peltoniemi *et al.*, 2000), retraso en la pubertad (Peltoniemi *et al.*, 1999), aumento del “*not in pigs*” (IBS, 2005), pérdida temprana de la preñez (Love *et al.*, 1993; Peltoniemi *et al.*, 2000; Tast *et al.*, 2002) y variaciones en el TCN (Hennsessy y Williamson, 1984; Clark *et al.*, 1988; Love *et al.*, 1993; Xue *et al.*, 1994; Tantasuparuk *et al.*, 2000).

Estudios de los años 70, postularon que la alta temperatura ambiental era el factor causal más relevante en la infertilidad estacional (Love, 1978). Sin embargo, hoy es ampliamente aceptado que el fotoperíodo es la causa estacional más importante a la cual el cerdo responde y que otros factores ambientales van modificando los efectos de la estación sobre el rendimiento reproductivo (Love *et al.*, 1993). Entre estos factores ambientales se incluyen: sistemas de alojamiento y estrés social (Hurtgen y Leman, 1980; Love *et al.*, 1993; Peltoniemi *et al.*, 2000), disponibilidad y calidad de alimento (Love *et al.*, 1993; Xue *et al.*, 1994; Peltoniemi *et al.*, 1999; 2000) y temperatura (Love, 1978; Hurtgen y Leman, 1980; Love *et al.*, 1993; Peltoniemi *et al.*, 1999; 2000; IBS, 2005).

Con respecto al efecto de la estacionalidad sobre el TCNV, dentro de la bibliografía consultada existe discrepancia. Por una parte, Clark *et al.* (1988), aseveran que en algunos de los planteles estudiados, las chanchillas inseminadas durante meses fríos o calurosos mostraron tener camadas más pequeñas que aquellas que fueron inseminadas durante meses templados ($p \leq 0,05$), debido

principalmente al estrés térmico sufrido por las hembras lo que significaría mayores niveles de muerte embrionaria temprana (Clark y Leman, 1986).

Algo similar informa Belstra (2003), indicando que durante el verano y principio de otoño se presenta una baja en la fertilidad, manifestada por un aumento en el lapso destete – servicio, una baja en la tasa de parición y en el tamaño de camada al nacimiento. Análogamente, Xue *et al.* (1994), en un estudio realizado con información de 42 criaderos comerciales de cerdos, señalan que las camadas más numerosas ($p \leq 0,001$), provenían de hembras inseminadas durante el invierno, indicando, además, que el efecto estacional sobre el TCNV se observa sólo en hembras multíparas.

Los estudios nacionales de Cañas (1979) y Corral (1985), concluyeron que existe un efecto significativo de la estación de monta sobre el TCN ($p \leq 0,05$), sin embargo, el primero describe una tendencia que muestra que con las inseminaciones realizadas durante la estación otoñal se obtendrían camadas levemente más numerosas (0,1-0,2 lechones más por camadas), que aquellas efectuadas durante las otras estaciones del año. En cambio, Corral (1985), encontró que las camadas más numerosas provenían de las inseminaciones correspondientes a la temporada estival.

Otros autores plantean que la estación no tendría un efecto significativo sobre el TCN (Strang, 1970; Clark y Leman, 1987; Peltoniemi *et al.*, 1999; Tast *et al.*, 2002).

2.2.2.3. Número de inseminaciones artificiales

La hembra porcina es poliéstrica no estacional, cuyo ciclo estral dura entre 18 y 24 días. Este ciclo parte con el estro que tiene una duración distinta tanto en chanchillas como en las cerdas adultas; en las primeras es de aproximadamente 36 a 48 hrs y entre 60 y 70 hrs, en las adultas. Por otra parte, el momento de la

ovulación ocurre entre las 36 y 40 hrs después del inicio del estro y tiene una duración cercana a las 3,8 hrs. La duración del estro se ve afectada por factores como la estimulación del verraco, estrés e intervalo destete-celo y tiene una gran variación entre y dentro de los criaderos (Kemp *et al.*, 1998).

Se ha postulado que se obtienen los mejores resultados reproductivos cuando los espermios son depositados en el oviducto de la hembra 12 hrs antes de la ovulación (Aherne y Kirkwood, s.f.). Por lo tanto, la inseminación debe realizarse alrededor de 24 hrs después del inicio del celo, pero como es difícil determinar el momento en que comienza la ovulación, los mejores resultados se han obtenido inseminando 2 o más veces a intervalos de 12 hrs (Gotszling y Bass, 1999). En el caso de chanchillas, se ha señalado que éstas deberían comenzar a inseminarse 12 hrs después del inicio del estro y repetir las inseminaciones cada 12 o 24 hrs (Bortolozzo *et al.*, 2005), mientras las hembras estén receptivas y en presencia de un macho (Gotszling y Bass, 1999).

Con respecto al número de inseminaciones que deben realizarse por estro, Crabo y Dial (1992), señalan que con dos inseminaciones por estro *versus* una se podría esperar una mejora en 0,2 lechones nacidos. Resultados similares había publicado Clark *et al.*, en el año 1987, afirmando que con dos *versus* una o tres inseminaciones por estro se obtienen 0,35 lechones más por camada ($p \leq 0,05$), en hembras de tercero a séptimo parto. En el caso de hembras de primer parto Clark *et al.* (1988) informan que el TCNV se incrementa en 1 lechón por camada si se aumenta de 1 a 3 inseminaciones por estro ($p \leq 0,05$). Por el contrario, Steverink *et al.* (1999), afirman que el número de inseminaciones artificiales por estro no tendría efecto en el tamaño de camada en chanchillas ($p > 0,05$).

Se postula que con los protocolos que involucran múltiples inseminaciones por estro se obtienen los mejores resultados en prolificidad (Belstra *et al.*, 2004), porque el intervalo que existe entre la inseminación y ovulación influye en la tasa de fertilización, la cual es muy variable entre las hembras y las líneas genéticas

(Nissen *et al.*, 1997). Algunos autores recomiendan inseminar a las hembras entre 0 y 24 hrs antes de ovulación (Aherne y Kirkwood, s.f.; Kemp *et al.*, 1998), entre 28 hrs antes y 4 hrs después de la ovulación (Belstra *et al.*, 2004; Nissen *et al.*, 1997) o hasta 16 hrs antes de la ovulación en el caso de las chanchillas, porque si se insemina antes se reduce la tasa de preñez y el tamaño de camada (Bortolozzo *et al.*, 2005).

Sin embargo, en un estudio realizado en Chile, se obtuvo un aumento promedio de 0,9 lechones nacidos por parto, al comparar protocolos con dos inseminaciones, respecto de tres inseminaciones ($p \leq 0,05$) (Muñoz *et al.*, 1999). Lo anterior se explicaría en función a la duración de la ovulación en la hembra porcina (± 8 hrs), por lo que si se realiza una tercera inseminación, por una parte, se corre el riesgo de fecundar óvulos viejos que traen consigo una mayor muerte embrionaria y, por otra, puede producirse una fecundación poliespermática que arrastra óvulos vecinos, produciendo bajas en la prolificidad.

Esta teoría también es compartida por Rozeboom *et al.* (1997), quienes señalan que una segunda o tercera inseminación realizada durante el estro tardío o metaestro puede llevar a una baja de entre 1,1 y 1,4 lechones por camada ($p \leq 0,05$), debido a que en ese momento del ciclo ya la motilidad uterina ha disminuido, para así eliminar los restos de semen y células inflamatorias, principalmente neutrófilos que llegan post encaste. Sin embargo, Castagna *et al.* (2003), discrepan con estos autores, postulando que no existe relación entre tamaño de camada y número de inseminaciones post ovulación ($p > 0,05$), las que incluso, en este trabajo, fueron efectuadas 24 a 48 hrs después de la ovulación, lo que significa que éstas se realizaron en el estro tardío o metaestro y, sin que se registrara una alteración significativa en el tamaño de camada.

2.2.2.4. Criadero o Plantel

El factor ambiental criadero, plantel o granja incluye, entre otros, componentes geográficos (ubicación, orientación), físicos (instalaciones e infraestructura), biológicos (genética) y también el personal encargado de la operación productiva. Lo anterior significa que este factor ambiental sea considerado como una conjunción de componentes que resulta en rendimientos productivos diferentes aun en criaderos muy similares.

La mayoría de los autores consultados concuerdan con lo señalado anteriormente y afirman que el plantel tendría gran influencia en el TCNV (Abarca, 1961; Cañas, 1979; Corral, 1985; Wilson *et al.*, 1986; Clark y Leman, 1987; Yen *et al.*, 1987; Clark *et al.*, 1988; Stein *et al.*, 1990; Castagna *et al.*, 2003).

Además, Strang (1970), señala que el criadero no sólo tendría efecto en el TCNV ($p \leq 0,001$), sino también sobre otros parámetros, tales como el porcentaje de mortalidad nacimiento-destete y el número de lechones vivos a las ocho semanas de vida.

Wilson *et al.* (1986), en un estudio de productividad realizado entre los años 1982 y 1983, con información de 30 planteles, ubicados en la provincia de Ontario, Canadá, informaron que existe una gran variabilidad en la productividad de las hembras. Además, sugieren que los criaderos de mayor tamaño tienden a ser más productivos.

Sin embargo, Dewey *et al.* (1995), quienes trabajaron con productores de la misma región, concluyen que los criaderos pequeños obtienen promedios de tamaños de camada más altos.

Clark y Leman (1987), en una investigación que incluyó hembras de 3º a 7º parto, de 5 criaderos comerciales, encontraron diferencias entre ellos ($p \leq 0,05$), que

fueron atribuidas a los distintos protocolos de manejo existentes en cada uno de los planteles estudiados.

En un trabajo retrospectivo utilizando registros provenientes de 28 criaderos, divididos en alta y baja producción, según un ranking elaborado en base al número de lechones destetados por hembras al año, Stein *et al.* (1990), reportan diferencias significativas entre los planteles ($p \leq 0,01$), las cuales fueron atribuidas a la baja proporción de chanchillas en los planteles de alta producción.

Por otra parte, Tantasuparuk *et al.* (2000), en un estudio realizado con hembras Landrace y Yorkshire en Tailandia, no encontraron un efecto significativo del plantel sobre el TCNV ($p > 0,05$).

2.2.2.5. Partero

La investigación realizada en diversas industrias dedicadas a la producción animal, han demostrado que las interacciones entre los trabajadores y los animales pueden afectar la producción y bienestar de éstos (Hemsworth *et al.*, 1981; 1989; 1994; Coleman *et al.*, 2000; Hemsworth, 2003).

En la década de los 80, los estudios sobre este tema estuvieron dirigidos a determinar el comportamiento de los animales frente a la presencia de los trabajadores y si la relación entre ellos tenía o no efecto sobre la productividad de los animales.

Hemsworth *et al.* (1981), trabajando con un total de 1.705 hembras, divididas en dos test, determinaron que las hembras con un mayor nivel de rechazo por parte de los trabajadores, presentaban un menor número de lechones nacidos por hembra al año.

Posteriormente, Hemswoth *et al.* (1986), utilizando con 15 machos y 30 hembras a partir de las 11 y 18 semanas de vida, probaron tres tratamientos de manejo (amable, poco amable y sin contacto animal). Los animales que fueron atendidos de manera “amable”, presentaron una mejor respuesta de manejo (detección de celo y mejores interacciones con los operarios) y una mayor prolificidad al 2º y 3º parto en comparación con los otros criaderos ($p \leq 0,05$).

Por otra parte, Hemswoth *et al.* (1989) analizaron la relación que existe entre la actitud y el comportamiento de las personas con el nivel de temor de las hembras hacia las personas, en función del rendimiento reproductivo en 19 criaderos comerciales. Los autores concluyeron que ciertas actitudes de las personas, como por ejemplo, el número de interacciones físicas, pueden ser usadas como predictores del nivel de temor de los cerdos frente a los trabajadores. Además, determinaron que el uso de gritos o expresiones orales, y un mayor número de interacciones físicas agresivas ante actitudes negativas de los animales, están relacionadas significativamente con el tamaño de camada ($p \leq 0,01$), comprobándose que el nivel de temor hacia los humanos está altamente asociado con el rendimiento reproductivo de las hembras.

Posteriormente, considerando el rol de las actitudes de los trabajadores en el comportamiento, productividad y bienestar de los cerdos en los sistemas de producción actual, se ha demostrado que los programas de entrenamiento pueden modificar las actitudes y comportamientos de los trabajadores, con el propósito de disminuir los niveles de temor en los animales y mejorar su rendimiento reproductivo (Coleman *et al.*, 1998; Hemswoth, 2003)(Figura 1):

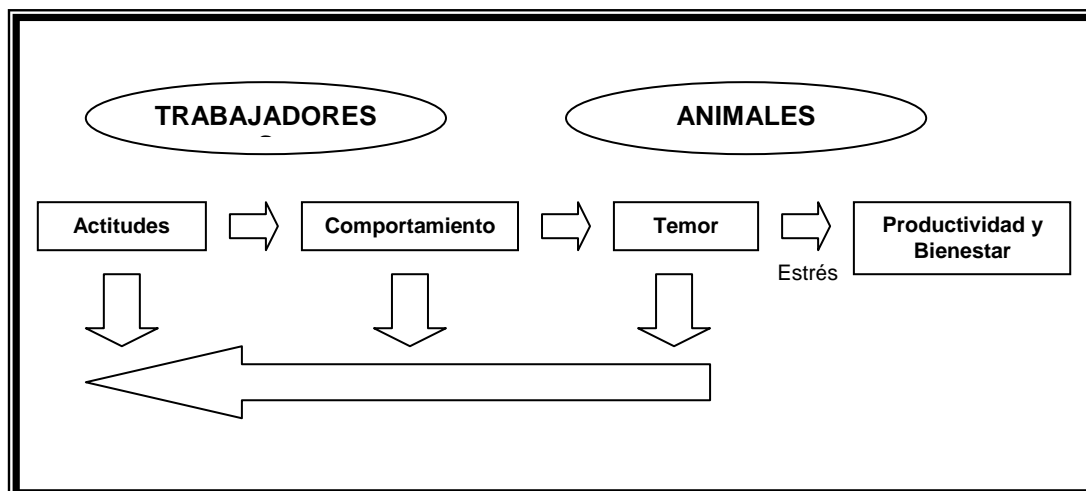


Fig.1. Modelo de Interacción humano –animal (Hemsworth, 2003)

Hemsworth *et al.* (1994), señalan que el comportamiento de los trabajadores con los cerdos es influenciado por otros factores que afectan su desempeño laboral, como empatía, condiciones de trabajo, satisfacción laboral, habilidad y destreza, lo que puede llevar a un incremento en los niveles de temor en los cerdos, afectando su productividad y bienestar.

Estos autores realizaron un estudio durante 2 años y medio con 35 planteles comerciales, los cuales fueron divididos en dos grupos: control y experimental. A los trabajadores del segundo grupo se les realizó una capacitación, en la cual se discutieron aspectos relacionados al mal manejo de los animales y el impacto económico de las diferencias en la productividad que pueden ser atribuidas al comportamiento de las personas. En una segunda etapa, se midió comportamiento de las hembras porcinas frente a los trabajadores, comportamiento y actitud de los trabajadores hacia las hembras y la eficiencia reproductiva de cada plantel. Dentro de sus resultados, se encontró una reducción significativa del número de interacciones físicas negativas hacia las cerdas ($p \leq 0,01$), una disminución significativa en el nivel de temor de los cerdos ($p \leq 0,05$) y una tendencia aunque no significativa ($p > 0,11$), de incrementarse el número de lechones nacidos vivos por hembra al año en los planteles en que los trabajadores fueron capacitados.

Coleman *et al.* (2000), reafirman los resultados de este trabajo, señalando que las actitudes negativas de los trabajadores pueden ser modificadas y sus efectos sobre el comportamiento de los cerdos pueden ser observados en un corto tiempo.

En otro estudio desarrollado por Dewey *et al.* (1995), se analizó la asociación entre el tamaño de camada y factores de manejo, tanto en hembras primíparas como multíparas. Entre los factores analizados, se incluyó la condición laboral de la persona que realizaba los manejos reproductivos de las hembras (contratado, miembro de la familia, esposo), opiniones acerca del tiempo que demoran en los manejos de detección de celo (más que adecuado, adecuado, poco adecuado) y el grado de preferencia, en comparación con otras actividades del criadero (labor más preferida, menos preferida o indiferente). En el caso de las hembras primíparas, los mayores tamaños de camada al nacimiento son obtenidos cuando la persona encargada de los manejos era el esposo o una persona no contratada y cuando se toma un tiempo más que adecuado para realizarlos. En el caso de hembras multíparas, las camadas más numerosas son obtenidas cuando los manejos los realiza un miembro de la familia o el esposo, y también cuando se toma el tiempo adecuado o más que adecuado para realizarlos. Los autores concluyen que las personas que manejan a los animales pueden influir en el tamaño de camada y, además, que sus actitudes pueden ser cuantificadas.

3. HIPÓTESIS

Algunos efectos genético-ambientales afectan el tamaño de la camada de lechones nacidos vivos en la especie porcina.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

- Conocer el efecto de factores genéticos y ambientales sobre el TCNV en hembras porcinas, dentro de las líneas genéticas L-42 y Large White.

4.2. Objetivos específicos

- Realizar una descripción del TCNV de las líneas genéticas L-42 y Large White.
- Evaluar el efecto Número ordinal de parto (NOP) sobre el TCNV.
- Evaluar el efecto del mes de concepción sobre el TCNV.
- Analizar el efecto del número de inseminaciones artificiales (IA) por estro sobre el TCNV.
- Analizar el efecto criadero o plantales sobre el TCNV
- Evaluar el efecto del trabajador (partero) que asistió el parto sobre el TCNV
- Estudiar el efecto de la sala de maternidad sobre el TCNV.
- Categorizar en términos de importancia, la participación de los factores estudiados en la variación del TCNV.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. MATERIALES

Se realizó un estudio retrospectivo basado en los registros de cinco criaderos industriales de cerdos, ubicados en la VI Región, pertenecientes todos a la misma empresa.

Se obtuvo información de 11.096 partos, entre octubre del año 2004 y marzo del año 2005, provenientes de dos líneas genéticas: L-42 (Landrace x Large White) y Large White (LW).

Con respecto a la distribución de las líneas genéticas dentro de los criaderos, ninguno poseía más de una línea genética (dos utilizaban la línea genética L-42 y tres la línea genética LW).

Los datos recolectados para cada parto fueron los siguientes:

- Criadero o plantel
- Línea genética
- Número ordinal de parto (NOP)
- Tamaño de camada al nacimiento
- Mes de concepción
- Número de inseminaciones artificiales
- Partero que asistió el parto
- Maternidad donde ocurrió el parto

5.1.1. Caracterización de los criaderos

Los cinco planteles incorporados en el presente estudio utilizan un sistema de producción intensivo confinado, siendo cuatro de ellos de construcción antigua, pero disponen de maternidades con jaulas parideras modernas. La etapa de maternidad es de alrededor de 21 ds, realizándose el destete a fecha fija. La etapa de recría se efectúa en corrales elevados y dura alrededor de 7 semanas, por lo que los animales salen de los planteles con una edad aproximada de 12 semanas.

El personal que trabaja en cada uno de los planteles posee título de técnico agrícola y ha recibido capacitación impartida por la empresa.

Las chanchillas de reposición, en los criaderos que se usaron para el estudio, llegan a los criaderos con 70–75 ds de edad y son alojadas en corrales colectivos con alimentación *ad libitum*. Durante este período se les suministra una primera dieta de pubertad (medicada), con aproximadamente 3.250 kcal ED/kg. y 0,70% de lisina, hasta los 120 ds de edad y una segunda dieta, con alrededor de 2.850 kcal ED/kg y 0,47% de lisina hasta los 180 y 200 ds de edad, para las líneas genéticas L-42 y Large White, respectivamente.

La exposición al macho se realiza a partir de los 140 ds de edad en el caso de las hembras L-42 y desde los 150 ds cuando se trata de hembras Large White. La exposición se realiza dos veces al día, con una duración de 15 minutos aproximadamente.

La primera inseminación, es realizada cuando las hembras tienen 180 y 200 ds de edad, en las hembras L-42 y Large White, respectivamente.

Los aspectos considerados en la detección del celo son los siguientes: color de la vulva, secreción y dilatación vulvar, conducta de la hembra (quietud frente al macho, orejas rectas) y conducta de consumo de alimento.

Con respecto al manejo del semen que se utiliza para las montas, éste proviene de un *stud* de machos. Las hembras Large White (planteles 2, 3 y 5), reciben semen de machos puros Landrace y las hembras L-42 (grupos 1 y 4), de machos puros L-19 (Duroc Blanco).

En todos los criaderos se ocupa semen fresco diluido que se mantiene a una temperatura de 4 ° C. Al llegar a los planteles, es revisado por el personal encargado de realizar las montas, el cual comprueba la motilidad, colocando una gota en un portaobjetos y observándolo al microscopio. El semen es colocado en el refrigerador y examinado cada vez que vaya a ser utilizado.

Para realizar la inseminación artificial, existen dos tipos de protocolos según el número ordinal de parto de las hembras. En el caso de hembras nuevas y de 2º parto, si la hembra es detectada en celo, el primer servicio se realiza al momento de la detección y en el caso de hembra de 3º o más partos la primera monta es efectuada a las 12 hrs de detectado el celo. Posteriormente, para todas las hembras, los segundos y terceros servicios son ejecutados 12 hrs después del precedente. Los servicios cuartos o quintos se realizan a las 24 hrs después de los anteriores, sólo si la hembra está receptiva.

La inseminación se realiza en presencia del macho y se usa una mochila para estimular a la hembra, se introduce el semen fresco diluido con una pipeta de Melrose o desechable, girándola en sentido contrario a las manillas del reloj hasta que quede fija.

Luego de ser inseminadas, las hembras son llevadas al pabellón de gestación y colocadas en jaulas individuales, donde son expuestas al macho hasta 30 ds después de la 1º inseminación.

Para la detección de gestación, se realiza un primer control a los 21 ds (Método de no retorno al celo). Posteriormente, a los 30 ds de gestación se efectúa un

diagnóstico por ultrasonido o ecografía y, por último, a los 60 ds se efectúa un control visual.

Las hembras gestantes son transferidas a la sala de maternidad 1 o 2 ds antes, de la fecha probable de parto.

En relación al manejo alimentario de las hembras en etapa de reproducción, en todos los criaderos, se ofrece una misma dieta de lactancia, con aproximadamente 3.250 kcal ED/kg y 0,83% de lisina, durante el período de monta y en la lactancia propiamente tal. Además, reciben una dieta de gestación que tiene alrededor de 2.850 kcal ED/kg y 0,43% de lisina.

La fecha de administración de vacunas es diferente según la línea genética y número ordinal de parto. Las vacunas contra *Mycoplasma hyopneumoniae*, *E. coli*, *Parvovirus*, *Leptospira* y *Erisipela porcina*, se les administran a todas las hembras en gestación. El tratamiento antiparasitario que reciben las hembras gestantes, se aplica a los 100 ds de preñez.

La empresa propietaria cuenta con un programa computacional instalado en cada uno de los criaderos incluidos en el estudio que permite el ingreso diario de todos los registros (montas, partos, destetes, mortalidad, etc).

5.2. MÉTODO

El estudio se realizó con los datos señalados previamente, los cuales fueron incorporados a una planilla Excel, desde la base computacional de la empresa.

Dentro de las líneas genéticas L-42 y Large White se analizó, sobre la característica TCNV el efecto del número ordinal de parto, criadero o plantel,

estación de monta, número de inseminaciones artificiales, partero que asistió el parto y maternidad donde ocurrió el parto.

El TCNV se definió como el número de lechones nacidos vivos por hembra parida del plantel.

Los NOP analizados fueron del 1 al 7 en la línea genética Large White y del 1 al 8 para la L-42.

Los meses de concepción incluidos en el estudio fueron desde junio hasta diciembre.

Se estudió el efecto del número de inseminaciones artificiales por estro, que en este estudio fueron de 1 a 4.

Los 5 criaderos estudiados fueron identificados con los números del 1 al 5.

En el caso de los parteros y las maternidades también se les asignó un número correlativo, para los primeros del 1 al 87 y para las maternidades de la 1 a la 62.

5.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El análisis de resultados consideró en primer lugar el cálculo de la distribución de los partos, dentro de cada línea genética, para los factores NOP, MM, NIA y criadero.

Se describió estadísticamente el TCNV (promedio aritmético, desviación estándar, coeficiente de variación y valores mínimos y máximos), para todas las variables estudiadas.

El efecto de los factores ambientales sobre TCNV, se estudió dentro de cada línea genética, mediante un análisis de varianza (ANDEVA).

En el caso de línea genética (L-42 y Large White), el TCNV se analizó descriptivamente, dado que como se mencionó anteriormente, no estaban presentes en todos los criaderos.

De acuerdo a lo anterior, el modelo matemático utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijklmno} = \mu + NOP_i + MM_j + NIA_k + C_l + P_m(C_l) + M_n(C_l) + E_{ijklmno}$$

Donde:

$Y_{ijklmno}$	:Observación fenotípica del tamaño vivo de la $O_{ésima}$ camada, en la $N_{ésima}$ maternidad, en el $M_{ésimo}$ partero, en el $L_{ésimo}$ criadero, en el $K_{ésimo}$ número de inseminaciones artificiales, en el $J_{ésimo}$ mes de monta , en el $I_{ésimo}$ número ordinal del parto.
μ	:Media poblacional
NOP_i	:Efecto del i-ésimo número ordinal del parto (1...8) para L-42 y (1...7) para LW.
MM_j	:Efecto del j-ésimo mes de monta (1...7).
NIA_k	:Efecto del k-ésimo número de inseminaciones artificiales (1...4).
C_l	:Efecto del l-ésimo criadero (1 y 4) y (2,3 y 5) para L42 y LW, respectivamente.
$P_m(C_l)$	:Efecto del m-ésimo patero anidado dentro del criadero (1...87).
$M_n(C_l)$	:Efecto de la n-ésima maternidad anidada dentro del criadero (1...62).
$E_{ijklmno}$	:Error experimental

Bajo este modelo se procedió a realizar un análisis de varianza, utilizándose la prueba de Tukey, para muestras de diferente de tamaño (Daniel, 2004), con el fin de establecer las diferencias entre las medias estadísticas.

Para el procesamiento de la información se utilizó el programa SAS (Statistical Analysis System) (SAS, 1989).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. DISTRIBUCIÓN DE LOS DATOS SEGÚN FACTOR ESTUDIADO

A continuación se presenta la distribución de los datos, expresados como número de partos con lechones nacidos vivos, agrupados según las categorías definidas para cada uno de los factores que se postulan como una posible fuente de variación del TCNV.

No se presenta la distribución de frecuencias de partero ni de maternidad, las que se muestran en los anexos 1 a 4.

En la Tabla 1 se observa que el número de partos registrados tiende a disminuir a medida que aumenta el número ordinal de parto de las hembras, las cuales son mantenidas en los plantos hasta el 8º y 7º parto, para las líneas genéticas L-42 y Large White, respectivamente.

Tabla 1. Nº de partos según número ordinal de parto (NOP) por línea genética

NOP	Línea genética	
	L-42	L-W
1	1.666	947
2	1.402	749
3	1.155	685
4	886	598
5	698	474
6	609	406
7	480	207
8	134	
Total	7.030	4.066

La distribución de los partos según mes de monta (Tabla 2), muestra que, para ambas líneas genéticas, existe un menor número de datos para los meses junio y

diciembre, debido a que para realizar este estudio se trabajó con registros de las fechas de parto y se extrapoló la fecha de monta.

Tabla 2. N° de partos según mes de monta (MM) por línea genética

MM	Línea genética	
	L-42	L-W
Jun	905	474
Jul	1.120	714
Ago	1.161	677
Sep	1.228	690
Oct	1.234	691
Nov	1.180	683
Dic	202	137
Total	7.030	4.066

En la Tabla 3 se presenta la distribución de las camadas según número de inseminaciones artificiales (NIA), donde se puede observar que la mayoría de las hembras L-42 y Large White recibe 3 inseminaciones/estro.

Tabla 3. N° de partos según número de inseminaciones artificiales (NIA) por línea genética

NIA	Línea genética	
	L-42	L-W
1	81	23
2	233	398
3	6.230	3.529
4	486	116
Total	7.030	4.066

Respecto a la distribución de los partos según criadero (Tabla 4), se puede apreciar que el criadero 4 presenta la mayor cantidad de registros, debido a que es el criadero de mayor tamaño entre los planteles estudiados.

Tabla 4. N° de partos según criadero por línea genética

Criadero	Línea genética	
	L-42	L-W
1	1.357	
2		1.354
3		1.369
4	5.673	
5		1.343
Total	7.030	4.066

6.2. PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE LOS FACTORES ESTUDIADOS EN LA VARIACIÓN DEL TCNV.

En la Tabla 5, se puede observar, que el NOP es el factor que más contribuye a la variación del TCNV, situación que se encuentra ampliamente descrita en la literatura.

Tabla 5. Contribución porcentual, de los factores de variación al coeficiente de determinación (r^2), del modelo estudiado, para el TCNV.

Factor de variación	Línea genética	
	L-42	Large White
NOP	70,8	53,7
MM	2,3	4,6
NIA	0,4	3,0
Criadero	0,2	1,5
Partero	21,2	27,8
Maternidad	5,2	9,4

6.3. DESCRIPCIÓN DEL TCNV SEGÚN LÍNEA GENÉTICA

Los resultados que se presentan a continuación, se analizan en forma descriptiva, debido a que no fue posible incorporar la línea genética como una fuente de variación del tamaño de camada, dado que, como se indicara en el capítulo anterior (Materiales y Métodos), los criaderos estudiados mantienen sólo una línea genética.

Como se aprecia en la Tabla 6 y Anexo 5, la línea genética híbrida L-42, presenta un valor promedio de TCNV mayor que la línea genética pura Large White.

Esta diferencia es más alta a lo señalado por Finn (2002), quien encontró una superioridad de entre 0,25 - 0,50 lechones nacidos de hembras híbridas sobre las hembras puras.

Tabla 6. Descripción estadística del TCNV según línea genética¹

Línea Genética		
	L-42	LW
n	7.030	4.066
Promedio	11,9	11,1
D.E	3,2	3,0
C.V	26,8	26,8
Valores mín y máx	0 - 25	0 - 23

(1) Promedio \pm Desviación Estándar, Coeficiente de Variación y valores mínimos y máximos.

Los resultados son consistentes con lo informado en la literatura, que indican una elevada prolificidad para ambas líneas genéticas. En general, la raza Large White

es muy valorada por sus características maternas, utilizándose habitualmente en cruzas como línea materna. Ésta es una de las más apreciadas en cuanto a valores de prolificidad, logrando obtener sobre 10,5 lechones nacidos vivos al parto, agregando además sus reconocidas cualidades maternas y capacidad lechera (Sánchez, 2002).

Por otra parte, a la línea genética híbrida comercial L-42 (cruza de las razas Landrace y Large White), se le describen también características de hiperprolificidad (11,5 lechones nacidos vivos al parto) y buenas cualidades maternas, particularidades que la transforman en una hembra de alto valor genético, lo cual asegura una elevada respuesta productiva (PIC, 2005; COPAGA s.f.).

Numerosos estudios han señalado que razas como Large White y Landrace son más productivas frente a otras líneas. Strang (1970), trabajó con 38.000 camadas Large White provenientes de 146 planteles británicos, obteniendo un promedio de 10,9 lechones nacidos vivos.

Por otro lado, Yen *et al.* (1987), trabajando con 10.976 registros de seis razas correspondientes incluidas en un programa de mejoramiento de la productividad, en un período de 6 años, determinaron que los mayores TCNV correspondían a las hembras de las líneas genéticas Landrace y Yorkshire (Large White) ($p \leq 0,01$).

De acuerdo a información proveniente de un programa canadiense de mejoramiento de la productividad de hembras porcinas, con alrededor de 4.000 registros entre los años 1977 y 1987, considerando cinco partos, Southwood y Kennedy (1991), trabajando con las razas Large White y Landrace, registraron promedios de TCNV de 9,0 y 9,1, respectivamente.

Por otro lado, Irgang *et al.* (1994), para un total de 24.958 hembras provenientes de 141 planteles industriales de cerdos, informan que las líneas genéticas

Landrace y Large White producen camadas más numerosas ($9,6 \pm 2,5$ y $9,7 \pm 2,7$ lechones, respectivamente), en comparación con la raza Duroc Jersey ($9,2 \pm 2,3$ lechones).

Tantasuparuk *et al.* (2000), analizando 3.848 registros de hembras Landrace y 2.033 camadas de hembras Landrace y Large White, encontraron diferencias significativas entre ambas líneas genéticas, superando las hembras Landrace ($8,9 \pm 0,07$ lechones) a las Large White ($8,4 \pm 0,09$ lechones) ($p \leq 0,001$).

Clark *et al.* (1988), realizaron un estudio con información de 4.944 hembras de primer parto, provenientes de cinco planteles comerciales, donde determinaron que las hembras L-42 producen camadas significativamente más numerosas que las hembras de otras líneas genéticas (10,0 lechones *versus* 8,7 lechones) ($p \leq 0,05$).

Por otra parte, Belstra *et al.* (2004), en tres criaderos del estado de Carolina del Norte, con un total de 535 hembras, compararon dentro de uno de los criaderos tres líneas genéticas (Large White; Large White x Landrace; Large White x Landrace x Duroc Jersey), obteniendo para la primera la línea un TCNV de $9,1 \pm 0,7$ lechones, valor inferior en comparación a los promedios de las líneas híbridas: $11,4 \pm 0,6$ y $11,5 \pm 0,4$ lechones, respectivamente ($p \leq 0,05$).

En un estudio efectuado en chanchillas de las líneas genéticas Landrace y Large White, Tantasuparuk *et al.* (2005), no encontraron diferencias significativas en el número lechones nacidos, pero a su vez determinaron que las chanchillas de raza Large White presentaron tasas de ovulación más elevadas al primer servicio (15,3 *versus* 13,8) ($p = 0,0003$). En consecuencia, las chanchillas Large White presentaron mayores pérdidas prenatales que chanchillas Landrace ($p = 0,02$).

En el país, a partir de la década del 60, se han realizado trabajos que demuestran el efecto de la raza o línea genética sobre el tamaño de la camada al nacimiento.

De esta manera, Abarca (1961) trabajando con 769 observaciones, comprobó que las hembras Landrace tenían un mayor TCNV (9,5 lechones), frente a hembras Duroc-Jersey (9,2 lechones), Poland China (6,4 lechones) y Berkshire (7,1 lechones), algunas de ellas desaparecidas en el país.

Por otra parte, Godoy (1962), en un estudio retrospectivo de cinco años que incorporó 4.322 camadas, encontró que las hembras Landrace presentaban un tamaño de camada al nacimiento promedio de 9,61 lechones, superando a las hembras Duroc Jersey y mestizas, las que mostraron promedio de 9,03 y 8,92 lechones, respectivamente.

Posteriormente, Velásquez (1967), con información de 2.467 camadas pertenecientes a 935 hembras, indica que las hembras de raza Landrace fueron las más prolíficas (10,3 lechones), seguidas de las hembras mestizas (9,5 lechones), las hembras de raza Large White (9,5 lechones) y, finalmente, las hembras Duroc Jersey con 9,08 lechones al nacimiento.

Santibáñez (1968), utilizando datos provenientes de 12 criaderos de la zona central del país, encontró que las camadas más numerosas provenían de hembras Landrace (10,5 lechones), y que las hembras Large White, mestizas y Duroc Jersey presentaban camadas al parto de entre 9,4 y 9,7 lechones.

Información proporcionada por Pig Andina (filial de PIC Chile)¹, señala que los promedios no ponderados de tamaño de camada al nacimiento son muy similares para la líneas Large White (11,5 lechones) y L-42 (11,4 lechones). Las chanchillas presentan tamaños de camada de 10,84 y 11,35 lechones, respectivamente; alcanzando 12,47 y 12,07 lechones al tercer parto, apreciándose la elevada prolificidad en ambas líneas². Los resultados obtenidos en la presente investigación, son bastante coincidentes con esta información, a pesar que de la superioridad encontrada para la línea L-42 (Tabla 6).

¹ PIC: Pig Improvement Company

² Comunicación personal, Dra. Francisca Ramírez, 2006

Información disponible entre los años 1996 – 2005, en los planteles utilizados para este estudio, indica que la línea genética L-42 presenta un tamaño de camada de 11,34 lechones nacidos vivos valores levemente mayores en comparación con la línea Large White que muestra un TCNV de 10,96 lechones.

6.4. EFECTOS AMBIENTALES

6.4.1. EFECTO DEL NÚMERO ORDINAL DE PARTO SOBRE EL TCNV

El tamaño promedio de la camada de lechones nacidos vivos obtenido en el presente trabajo, fue de $11,6 \pm 3,1$ lechones con un coeficiente de variación de 26,9%.

En la Tabla 7 y en los anexos 6 a 8 se presentan los TCNV según NOP y línea genética:

Tabla 7. Descripción estadística del TCNV según número ordinal de parto (NOP) y línea genética¹.

NOP	Línea genética			
	L-42		Large White	
	n	Promedio	n	Promedio
1	1.666	$11,1^d \pm 3,0$ (26,9) 0 – 25	947	$10,5^d \pm 2,9$ (27,8) 0 – 19
2	1.402	$11,3^d \pm 3,3$ (29,2) 0 – 23	749	$11,0^{bc} \pm 3,0$ (27,2) 0 – 20
3	1.155	$12,3^{ab} \pm 3,2$ (26,4) 0 – 22	685	$12,1^a \pm 3,1$ (26,6) 0 – 23
4	886	$12,7^a \pm 3,2$ (25,3) 0 – 22	598	$11,6^{ab} \pm 3,1$ (26,6) 0 – 21
5	698	$12,7^a \pm 3,2$ (25,4) 1 – 24	474	$11,2^{bc} \pm 2,9$ (25,6) 0 – 19
6	609	$12,5^{a,b} \pm 3,4$ (27,1) 0 – 24	406	$10,9^{cd} \pm 3,0$ (27,5) 0 – 19
7	480	$12,1^{bc} \pm 3,3$ (27,6) 0 – 24	207	$10,7^{cd} \pm 3,1$ (28,8) 1 – 20
8	134	$11,7^{cd} \pm 3,1$ (26,4) 4 – 20		

(1) Promedio \pm Desviación Estándar, Coeficiente de Variación (valores en paréntesis) y valores mínimos y máximos.

Valores con distinto superíndice difieren estadísticamente dentro de línea genética ($p = 0,0001$).

El número de observaciones tiende a disminuir de acuerdo al NOP, situación que se corresponde con los procedimientos de eliminación de aquellas hembras que presentan problemas reproductivos y productivos durante su permanencia en los criaderos. Una de las causas de eliminación más frecuente de hembras son los problemas locomotores – asociados al sistema intensivo de producción - que no presentan una respuesta adecuada a los tratamientos.

Como se observa en la Tabla 7, el TCNV fue afectado significativamente por el NOP ($p \leq 0,05$), tanto para la línea genética L-42 como la línea genética Large White.

En la línea L-42 los menores TCNV se encuentran en los dos primeros partos (11,1 y 11,3 lechones).

A su vez, en la línea Large White el menor TCNV se observa en el 1º parto (10,5 lechones), el que establece similitudes con otros TCNV, salvo con el del 3º parto (12,1 lechones). Esta respuesta se asemeja con los resultados reportados por Cañas (1979), la que indica que el TCNV en las chanchillas es menor estadísticamente en comparación al resto de los partos.

En ambas líneas genéticas se observó una tendencia general de aumento del TCNV a medida que lo hace el NOP, hasta alcanzar un valor constante del tamaño (*plateau*), para declinar hacia partos posteriores. Esto concuerda con lo señalado por diferentes autores en el sentido que las camadas menos numerosas se obtendrían en hembras de 1º y 2º parto (Strang, 1970; Cañas, 1979; Corral, 1985; Clark y Leman, 1986; Belstra, 2003).

En el estudio de Cañas (1979), trabajando con 4.691 partos provenientes de cinco criaderos, se informa que el menor TCNV se observa en las hembras de 1º parto (9,2 lechones), el cual es diferente al TCNV de los otros partos analizados (10,6; 10,9; 11,0 y 10,7 lechones de 2º a 5º parto, respectivamente)($p \leq 0,05$).

Resultados similares obtuvieron Tantasuparuk *et al.* (2000) quienes también determinaron un efecto significativo del NOP sobre el número de lechones nacidos vivos, al analizar las razas Yorkshire y Landrace. Por una parte, en la raza Landrace observaron los TCNV más pequeños en los primeros partos (1^o y 2^o), con respecto a los demás partos, encontrando diferencias entre los tamaños de camada en los partos intermedios, con una disminución significativa de éstos hacia el final de la vida productiva de las hembras (7^o y 8^o partos)($p \leq 0,05$), patrón similar al observado en el presente trabajo.

Por otra parte, Rozeboom *et al.* (1997), estudiando hembras híbridas Yorkshire x Landrace, indican que las hembras de hasta 2^o parto muestran TCNV menores y diferentes ($p \leq 0,05$), en relación aquellas de 3^o y más partos, coincidiendo en general con la tendencia observada en las líneas estudiadas en este trabajo.

La explicación de estos resultados podría estar dada por una menor tasa de ovulación (Belstra, 2003), así como una menor supervivencia embrionaria y capacidad uterina de las hembras jóvenes (Gama y Johnson, 1993; Belstra, 2003). Por otra parte, la disminución del TCNV encontrado en hembras de más edad podría deberse a un aumento en la mortalidad embrionaria y en el número de nacidos muertos, fenómenos que empiezan a manifestarse alrededor del 5^o o 6^o parto (Tantasuparuk *et al.*, 2000; Finn, 2002).

El TCNV presentó un coeficiente de variación muy similar para ambas líneas genéticas (26,81% y 26,78%, respectivamente)(Tabla 6), valores muy similares a los reportados en los trabajos realizados en el país por Cañas (1979) y Corral (1985), de 25,6% y 23,1%, respectivamente. En el caso de línea genética L-42, la variabilidad tiende a ser mayor en las hembras de 2^o parto, debido probablemente, a la importante baja de su condición corporal durante su primera lactancia, explicada por el elevado número de lechones nacidos vivos en el primer parto y la alta capacidad lechera de las hembras, lo que dificulta el manejo de encaste postdestete.

Cuando se analiza la tendencia general del efecto del número ordinal de parto sobre el TCNV en el caso de la línea genética L-42, se observa que éste aumenta hasta el 5º parto (1º parto 11,1 lechones; 5º parto 12,7 lechones), para disminuir desde el 6º parto (12,5 lechones) al 8º parto (11,7 lechones). Por otra parte, para la línea genética Large White se aprecia un aumento progresivo del TCNV hasta el 3º parto (1º parto 10,5 lechones; 3º parto 12,1 lechones). A diferencia de la línea genética L-42, en las hembras Large White la tendencia de disminución del TCNV se empieza a observar a partir del 4º parto.

Tanto las tendencias productivas observadas en el TCNV según NOP, como la menor producción de lechones en todos los NOP de la línea Large White, determinan una superioridad productiva de la línea genética L-42, la que se traduce en 0,8 lechones nacidos vivos (Tabla 6).

De acuerdo a estos resultados, se puede afirmar que la línea genética L-42 presenta una mayor prolificidad, alcanzando el máximo TCNV más tardíamente. Sin embargo, la magnitud de su caída en el TCNV es levemente mayor en comparación con la línea genética Large White. Por otro lado, debido a que la línea genética Large White muestra TCNV más bajos en todos los NOP y que el mayor tamaño lo expresa más tempranamente (12,1 lechones al 3º parto) en comparación con la línea L-42, se determinaría una menor longitud productiva y, en consecuencia, una mayor tasa de reemplazo en esta línea genética.

Se debe hacer notar el elevado TCNV al 1º parto encontrado en la línea L-42 (11,1 lechones) lo que explicaría la ausencia de diferencias en relación al TCNV del 2º parto (11,3 lechones) ($p > 0,05$). Al respecto, se indica que mientras mayor sea el tamaño de la camada al nacimiento al primer parto, menor es la diferencia de lechones entre el 1º y 2º parto (Pantoja, 1983), lo que se ve corroborado por el patrón de TCNV según NOP en la línea Large White en el presente trabajo.

6.4.2. EFECTO DEL MES DE MONTA (MM) SOBRE EL TCNV

De acuerdo al modelo ocupado para el presente estudio, el MM no muestra efecto significativo sobre el TCNV, dentro de ambas líneas genéticas ($p > 0,05$) (Tabla 8 y anexos del 9 al 11):

Tabla 8. Descripción estadística del TCNV según mes de monta (MM) y línea genética¹.

MM	Línea genética			
	L-42		Large White	
	n	Promedio	n	Promedio
Jun	905	12,3 ± 3,3 (26,7) 1 - 22	474	11,0 ± 2,9 (26,9) 0 - 18
Jul	1.120	12,0 ± 3,2 (26,9) 1 - 24	714	11,2 ± 3,0 (27,0) 2 - 23
Ago	1.161	12,0 ± 3,2 (26,2) 2 - 24	677	10,9 ± 3,0 (26,9) 1 - 20
Sep	1.228	11,8 ± 3,3 (27,9) 0 - 23	690	11,2 ± 3,2 (28,4) 0 - 22
Oct	1.234	11,6 ± 3,5 (30,1) 0 - 23	691	11,2 ± 3,2 (28,1) 0 - 18
Nov	1.180	11,8 ± 3,2 (27,4) 0 - 25	683	11,2 ± 2,9 (26,3) 0 - 20
Dic	202	12,1 ± 2,6 (21,8) 5 - 20	137	11,7 ± 3,2 (27,1) 3 - 20

(1) Promedio ± Desviación Estándar, Coeficiente de Variación (valores en paréntesis) y valores mínimos y máximos.

Los valores no difieren estadísticamente dentro de la línea genética L-42 ($p = 0,1318$) y Large White ($p = 0,1393$).

Debido a que el MM no afectó significativamente el TCNV dentro de ambas líneas genéticas y con el fin de complementar el análisis de esta variable, los meses de monta correspondientes a junio, julio y agosto se agruparon como estación de invierno, mientras que los meses de septiembre, octubre y noviembre fueron

considerados como temporada de primavera. El mes de diciembre no se incluyó debido al bajo número de registros disponibles.

De esta manera se obtuvo una distribución de camadas semejante en ambas estaciones.

Como se observa en la Tabla 8, para la línea genética L-42 se podría apreciar que, desde el punto de vista productivo, se pueden obtener camadas más numerosas con las inseminaciones realizadas en invierno (12,1 lechones), en comparación con aquellas practicadas en primavera (11,7 lechones). Esta situación es compatible con los resultados obtenidos por Xue *et al.* (1994), que indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los TCNV de hembras inseminadas durante los meses de otoño-invierno y aquellas inseminadas durante el verano (10,3 y 9,8 lechones, respectivamente).

Sin embargo, las hembras Large White, que fueron inseminadas durante los meses de primavera, presentaron promedios de TCNV mayores, en comparación a las inseminadas durante los meses de invierno, situación inversa a las hembras de la línea L-42. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Clark *et al.* (1988), quienes concluyeron que es posible obtener una diferencia significativa de entre 0,1 y 0,6 lechones entre hembras inseminadas durante los meses templados (primavera) y aquellas hembras inseminadas durante temporadas de meses fríos (invierno) ($p \leq 0,05$).

De lo expuesto, se desprende que la situación estacional observada en el presente trabajo, sería más marcada para la línea genética L-42 (0,4 lechones más en inseminaciones de invierno en relación a las de primavera), que para la línea genética Large White, en la cual se encontró una diferencia de 0,1 lechones a favor de las inseminaciones de primavera respecto de las de invierno.

Los resultados obtenidos en el presente estudio son compatibles con lo informado en la literatura, puesto que la evidencia respecto al efecto del MM sobre el TCNV es contradictoria. Por una parte, algunos investigadores indican que no existiría efecto estacional significativo (Strang, 1970; Love, 1978; Clark y Leman, 1987; Peltoniemi *et al.*, 1999; Tast *et al.*, 2002), mientras que otros afirman que las hembras inseminadas durante los meses de primavera y verano exhiben un menor tamaño de camada que aquellas que fueron montadas durante el otoño e invierno (Hennsessy y Williamson, 1984; Corral, 1985; Clark *et al.* 1988; Xue *et al.* 1994; Tantasuparuk *et al.* 2000).

Por otro lado, Love *et al.*, 1993 afirman que existiría una disminución en las camadas (de 0,5 hasta 1,0 lechones), en hembras inseminadas durante el período de verano-otoño, con respecto a aquellas que fueron inseminadas el resto del año.

Por otra parte, con la información disponible en el presente trabajo no es posible evaluar con claridad la eventual existencia del síndrome de infertilidad estacional, que se presenta en los encastes realizados en épocas más calurosas, cuadro descrito por algunos autores (Love, 1978; Love *et al.*, 1993; Belstra, 2003; IBS, 2005). Ello se podría explicar por el bajo número de observaciones obtenidas para la estación de verano, a lo cual se agregaría que los planteles incorporados a este estudio operan bajo condiciones de producción intensivas, en sistemas confinados, donde los cambios en el ambiente son poco percibidos por los animales. Además, en todos los criaderos incorporados al presente estudio se dispone de protocolos de manejo alimentario, medio ambiental, reproductivo y sanitario, que impiden que harían poco probable que alguno de los factores causantes de este síndrome, contribuyan a una reducción en la fertilidad de las hembras.

De hecho, los TCNV registrados en el mes de diciembre, para ambas líneas genéticas, no muestran una disminución en la prolificidad (12,1 y 11,7 lechones para L-42 y Large White, respectivamente)(Tabla 8).

6.4.3 EFECTO DEL NÚMERO DE INSEMINACIONES ARTIFICIALES SOBRE EL TCNV

En el presente trabajo no se encontró efecto del número de inseminaciones artificiales (NIA) durante el estro sobre el TCNV ($p > 0,05$) (Tabla 9 y anexos del 12 al 14).

Tabla 9. Descripción estadística del TCNV según número de inseminaciones artificiales (NIA) y línea genética ¹.

NIA	Línea genética			
	L-42		Large White	
	n	Promedio	n	Promedio
1	81	11,7 ± 3,2 (27,1) 4 - 20	23	10,3 ± 4,0 (39,2) 3 - 20
2	233	11,4 ± 3,6 (27,6) 1 - 20	398	10,8 ± 3,3 (30,2) 0 - 21
3	6.230	11,9 ± 3,3 (27,5) 0 - 25	3.529	11,2 ± 3,0 (27,0) 0 - 23
4	486	12,1 ± 3,2 (26,7) 2 - 23	116	11,5 ± 2,6 (23,0) 4 - 18

(1) Promedio ± Desviación Estándar, Coeficiente de Variación (valores en paréntesis) y valores mínimos y máximos.

Los valores no difieren estadísticamente dentro de la línea genética L-42 y Large White ($p = 0,6158$ y $p = 0,098$, respectivamente).

El número de inseminaciones artificiales por estro (1, 2, 3 o 4), se distribuye mayoritariamente en la categoría de 3 inseminaciones (88,6% y 86,8% de las observaciones, para las líneas L-42 y Large White, respectivamente). Ello obedece, a que los procedimientos de manejo indican que las hembras deben inseminarse mínimo 3 veces durante el estro. Además, es preciso tener en cuenta que el NIA en el estro es altamente dependiente de los manejos de detección temprana de los celos, cuestión que permite o facilita repetir las inseminaciones. De la misma manera, el bajo NIA en las categorías 1 (1,2% y 0,6% de las

observaciones para ambas líneas, respectivamente) y 2 (3,3% y 9,8% de las observaciones para ambas líneas, respectivamente), se podría explicar por la razón anterior, en este caso una menor precocidad en la detección de los estros o también una menor duración del celo de las hembras. Finalmente, el NIA de la categoría 4 (6,9% y 2,9% de la observaciones para ambas líneas, respectivamente), se explicaría ya que la norma técnica indica que sólo las hembras que muestran un estro manifiesto pueden recibir una cuarta inseminación.

Los resultados presentados en la Tabla 9 concordarían con los de Steverink *et al.* (1999), quienes analizaron un total 15.186 partos, provenientes de 55 planteles comerciales de cerdos, concluyendo que para chanchillas y hembras de ≥ 2 partos, no existe un efecto significativo del NIA sobre el TCNV, aunque en el caso de las hembras repetidoras se obtuvo un mayor tamaño de camada, en las hembras que reciben dos inseminaciones por estro en vez de una: $11,1 \pm 0,17$ lechones y $11,8 \pm 0,16$ lechones, con una y dos inseminaciones por estro, respectivamente ($p \leq 0,05$).

Por otra parte, Bortolozzo *et al.* (2005), quienes con un total de 207 chanchillas, concluyeron que el tamaño de camada es más bajo en chanchillas inseminadas una vez/día *versus* dos veces/día ($9,6 \pm 0,5$ lechones y $10,8 \pm 0,4$ lechones, respectivamente) ($p = 0,09$).

Sin embargo, algunos investigadores han demostrado un efecto significativo del NIA sobre el TCNV, indicando por ejemplo, que al realizar dos inseminaciones por estro se obtienen los mejores resultados para el TCNV (Clark y Lemman 1987; Crabo y Dial, 1992; Rozeboom *et al.*, 1997; Muñoz *et al.*, 1999), mientras que Flowers y Esbenshade, (1993), afirman que existe una mejora en el TCNV si aumento de dos a cuatro inseminaciones por estro: $8,6 \pm 0,2$ lechones y $9,2 \pm 0,2$ lechones, respectivamente ($p \leq 0,05$).

Al observar los valores promedios obtenidos para TCNV según NIA, si bien no difieren significativamente, se aprecia - en ambas líneas genéticas estudiadas -, un leve aumento de la prolificidad al realizar más de una inseminación, situación que puede tener importancia en el área productiva (Tabla 9).

El protocolo de realizar 2 o 3 inseminaciones artificiales cada 12 o 24 hrs después de detectar a una hembra en celo, es una práctica estandarizada en la mayor parte de los programas de reproducción. Estos regímenes múltiples son necesarios en función de la viabilidad de los oocitos y espermios en el tracto reproductivo de las hembras y de la incerteza del momento de la ovulación (Belstra *et al.*, 2004).

De acuerdo a lo anterior, algunos autores señalan que se obtienen los mejores resultados productivos si la inseminación se inicia entre 0 y 24 hrs antes de la ovulación (Kemp *et al.*, 1998; Rozeboom *et al.*, 1997; Gotszling y Bass, 1999; Finn, 2002; Aherne y Kirkwood, s.f.). A su vez, si la inseminación ocurre después de la ovulación aumenta el riesgo de realizarla en estro tardío (Muñoz *et al.*, 1999) o en el metaestro (Rozeboom *et al.* 1997), incrementándose la posibilidad de fecundar óvulos viejos que llevan a un aumento en la muerte embrionaria o de una fecundación poliespermática que contribuiría a bajas en la prolificidad (Muñoz *et al.*, 1999).

Además, a esa altura del ciclo la motilidad uterina ha disminuido, por lo que no es posible eliminar los restos de semen y de células inflamatorias que llegan a esa zona, lo que aumenta la frecuencia de descargas vaginales (Rozeboom *et al.*, 1997).

De acuerdo a los protocolos de los criaderos estudiados, para las hembras de 3 y más partos, en que la inseminación se inicia 12 hrs post detección del celo, existiría un mayor riesgo de disminuir el TCNV en aquellas hembras que recibieron cuatro inseminaciones por estro, situación que no se observa en el presente

trabajo y que estaría respaldada por lo informado por Castagna *et al.* (2003), quienes demostraron que no existe relación entre número de inseminaciones artificiales post-ovulación y tamaño de camada ($p = 0,340$). Estos mismos autores comprobaron que aproximadamente un 50% de las hembras reciben una o más inseminaciones post-ovulación, resultado distinto a lo obtenido en este trabajo ya que sólo el 5,4% de las hembras estudiadas habrían recibido una inseminación post-ovulación.

Por otro lado, Nissen *et al.* (1997) señalan que se pueden obtener camadas con un promedio de 11,5 lechones nacidos vivos (4-18 lechones), si las hembras son inseminadas hasta 4 hrs post-ovulación.

6.4.4 EFECTO DEL CRIADERO SOBRE EL TCNV

En el presente trabajo no se encontró efecto significativo del criadero o plantel sobre el TCNV ($p > 0,05$) (Tabla 10, anexos 15,16 y 17).

Tabla 10. Descripción estadística del TCNV según criadero¹.

CRIADERO	TCNV y Línea Genética		
	n	Promedio	Línea genética
1	1.357	12,0 ± 3,2 (26,8) 0 - 23	L - 42
2	1.354	11,4 ± 3,3 (28,6) 0 - 23	Large White
3	1.369	11,1 ± 2,9 (25,7) 0 - 21	Large White
4	5.673	11,9 ± 3,3 (27,7) 0 - 25	L - 42
5	1.343	11,0 ± 3,0 (27,3) 0 - 19	Large White

(1) Promedio ± Desviación Estándar, Coeficiente de Variación (valores en paréntesis) y valores mínimos y máximos.

Los valores no difieren estadísticamente dentro de la línea genética L-42 y Large White ($p = 0,3922$ y $p = 0,1961$, respectivamente).

En la Tabla 10 se observa, que los promedios de TCNV de los cinco criaderos fueron bastante similares, aunque tendieron a mostrar una leve superioridad en aquellos que disponen de la línea L 42 (11,9 y 12,0 lechones) sobre los criaderos que utilizan la raza Large White (de 11,0 a 11,37 lechones). Por otra parte, el aporte de cada criadero a las 11.096 camadas estudiadas, fue de 12,2; 12,2; 12,3; 51,1 y 12,1%, para los cinco criaderos, respectivamente. La elevada contribución del plantel 4 se explica por ser éste, la unidad con mayor número de hembras de los criaderos estudiados.

La superioridad observada de la línea genética L-42 se debería, al efecto línea genética analizada en el capítulo 6.2, y además, a la composición etaria de las hembras, es decir, la eventual presencia de una mayor proporción de reproductoras de 5º y más partos, que explicarían la menor productividad de las hembras Large White (Tantasuparuk *et al.*, 2000; Finn, 2002)(anexo 18).

La utilización de protocolos de manejo similares en los criaderos estudiados, constituye, probablemente, la principal explicación de que no se registrara un efecto significativo del factor criadero sobre el TCNV, en este estudio.

Resultados similares a los descritos en el presente trabajo, obtienen Tantasuparuk *et al.* (2000). Estos autores utilizaron en su investigación, tres criaderos de alrededor de 400 hembras de líneas genéticas Landrace y Yorkshire, con infraestructura y normas de manejo similares (alimentación, manejo de chanchillas, detección de celo, etc.), concluyendo que la homogenización de los manejos entre de los planteles, contribuye a obtener resultados productivos semejantes.

Los resultados encontrados en este estudio, no concuerdan con los obtenidos en otros trabajos. Strang (1970), indica que el criadero no sólo constituye una fuente de variación para el TCNV sino también para otros parámetros de importancia productiva entre los cuales se destaca la mortalidad nacimiento-destete.

Análogamente, Yen *et al.* (1987), en un estudio realizado con 10.976 camadas, señalan que el criadero o plantel representa un factor que afecta de manera relevante el tamaño de camada al nacimiento ($p \leq 0,01$), sugiriendo que pueden ocurrir variaciones entre criaderos, a pesar de la similitud de los sistemas de producción, las líneas genéticas y normas de manejo, por las diferencias naturales que se establecen en el manejo mismo del plantel, higiene, pero principalmente por el personal que se encarga de los animales.

Hemsworth *et al.* (1981), demostraron claramente el efecto del personal sobre el rendimiento reproductivo y productivo. Trabajando con un total de 1.705 hembras, distribuidas en dos test de comportamiento, mediante los cuales evaluaron la respuesta de las hembras, en términos de rendimiento reproductivo, según el grado de interacción con el personal que trabaja en el plantel. Los autores concluyen que cuando existe una mayor interacción entre el personal y las hembras, se obtienen resultados significativamente mejores tanto en el TCNV como en tasa de parición ($p \leq 0,05$). Al respecto, Hemsworth *et al.* (1986), afirman que el efecto negativo de la mano de obra en un criadero puede producir un estrés crónico en la masa de hembras reproductoras, lo que podría explicar bajas en su rendimiento reproductivo.

Estudios sobre el efecto criadero o plantel sobre el tamaño de la camada al nacimiento se han realizado en el país desde la década del 60, obteniéndose generalmente resultados que indican que, dicho factor afecta significativamente esta variable.

Abarca (1961), realizó un estudio con 7 criaderos industriales de cerdos, en los cuales obtuvo un promedio de 8,6 lechones al nacimiento, con una variación entre criaderos de 7,3 y 9,3 lechones.

Posteriormente Velásquez (1967) y Santibáñez (1968), con información proveniente de diferentes criaderos de la zona central de Chile, registraron TCNV de 9,5 lechones y 9,7 lechones, respectivamente.

Hacia finales de la década del 70, Cañas (1979), trabajando con un total de 4.691 registros provenientes de 5 criaderos de la Región Metropolitana (Chile), reportó diferencias entre los criaderos con promedios que iban de 9,7 lechones a 11,5 lechones ($p \leq 0,01$).

Corral (1985), en un estudio retrospectivo, analizando los datos de 5 criaderos industriales de cerdos, concluyó que el criadero constituye una importante fuente de variación del TCNV ($p \leq 0,01$), determinando valores que fluctuaron entre $10,2 \pm 0,05$ a $10,9 \pm 0,03$ lechones.

Además del efecto criadero sobre el tamaño de la camada al nacimiento descrito en la mayoría de los trabajos nacionales, sus resultados permiten apreciar un sensible y sostenido incremento de la prolificidad desde la década del 60, lo que respondería a los niveles cada vez más competitivos que debe enfrentar el sector porcino chileno, no sólo en vista del mercado nacional más diferenciado sino también en relación a los exigentes mercados de exportación.

Lo anterior puede ilustrarse con los resultados obtenidos en el presente estudio, puesto que el promedio de TCNV determinado para toda la información analizada ($11,6 \pm 3,1$ lechones nacidos vivos), se compara favorablemente con los de algunos países de Europa. Así por ejemplo, Irlanda muestra TCNV promedio de 10,9 lechones, el Reino Unido de 10,8 lechones, los Países Bajos de 11,3 lechones y Dinamarca y Francia presentan TCNV de 11,8 y 11,9 lechones, respectivamente (Martin, 2002).

6.4.5. EFECTO DEL PARTERO SOBRE EL TCNV

Los resultados del presente trabajo indican que el efecto partero influyó significativamente sobre el TCNV, para las dos líneas genéticas estudiadas ($p \leq 0,05$) (Tablas 11 y 12). En estas Tablas se presentan los resultados de TCNV para los 5 parteros con mayor número de partos atendidos según criadero y línea genética. La información del total de los 87 parteros analizados en las 62 maternidades, se presentan en los anexos 1, 2, 3 y 4.

Tabla 11. Descripción estadística del TCNV según criadero y partero, para la línea genética L-42¹.

Criadero	LÍNEA GENÉTICA L-42				
	Partero	n*	Promedio ± DS	CV (%)	Valores mín y máx
1	6	604	12,1 ± 3,2	26,8	1 – 23
	5	280	12,2 ± 2,8	22,8	3 – 18
	14	215	11,8 ± 3,4	28,6	0 – 20
	10	76	12,3 ± 3,5	28,9	4 – 22
	9	70	11,0 ± 3,5	31,7	1 – 20
4	42	1603	12,3 ± 3,3	26,7	0 – 24
	47	1399	11,9 ± 3,0	25,1	0 – 21
	61	1063	11,7 ± 3,4	29,4	0 – 21
	65	497	11,3 ± 3,5	31,3	0 – 23
	59	298	11,4 ± 3,6	31,2	0 – 19

(1) Promedio ± Desviación Estándar, Coeficiente de variación, Valores mínimos y máximos.

Los valores difieren estadísticamente dentro de la línea genética L-42 ($p = 0,0003$).

* Partos recibidos.

Tabla 12. Descripción estadística del TCNV según criadero y partero, para la línea genética Large White (LW)¹.

Criadero	LÍNEA GENÉTICA LARGE WHITE				
	Partero	n*	Promedio ± DS	CV (%)	Valores mín y máx
2	19	562	11,8 ± 3,1	26,5	1 – 19
	21	339	11,2 ± 3,3	29,8	2 – 23
	24	228	11,2 ± 3,4	30,8	1 – 20
	18	64	10,9 ± 3,4	31,5	2 – 20
	22	63	10,5 ± 3,4	32,1	0 – 18
3	33	509	11,4 ± 2,6	23,0	2 – 20
	27	92	11,4 ± 2,8	24,7	2 – 21
	28	307	11,2 ± 2,7	23,9	0 – 17
	32	147	11,0 ± 3,0	27,5	0 – 18
	34	203	10,6 ± 3,7	31,8	0 – 20
5	82	355	11,2 ± 3,1	27,7	0 – 19
	83	150	11,2 ± 3,3	29,1	0 – 18
	76	593	10,9 ± 2,9	26,6	0 – 18
	78	163	10,9 ± 2,9	26,4	2 – 19
	85	33	9,9 ± 2,8	28,1	3 – 17

(1) Promedio ± Desviación Estándar, Coeficiente de variación, Valores mínimos y máximos.

Los valores difieren estadísticamente dentro de la línea genética LW ($p = 0,0039$).

* Partos recibidos.

Como se observa en las tablas 11 y 12, no existe una tendencia que permita afirmar que a mayor número de partos atendidos, mayor es el TCNV obtenido. En consecuencia, la experiencia de los parteros no es el único factor que influye para obtener los mejores resultados reproductivos (Hemsworth *et al.*, 1981; 1989; Seabrook y Bartle, 1992; Hemsworth *et al.*, 1994; Coleman *et al.*, 1998; 2000; Hemsworth, 2003).

Los resultados del presente trabajo no permitirían afirmar con seguridad la hipótesis de la relación secuencial entre las actitudes de los trabajadores, comportamiento animal y productividad (Coleman *et al.*, 2000; Hemsworth, 2003).

Tal como se ha establecido, el comportamiento de los operarios (parteros) está condicionado por una serie de factores tales como empatía, condiciones de trabajo, satisfacción laboral, habilidad y experiencia, lo cuales afectan directamente el nivel de temor de los animales, lo que puede finalmente llevar a disminución en su productividad (Hemsworth *et al.*, 1994). Por lo tanto, los factores antes mencionados, podrían ser determinantes de una gran variedad de personalidades entre los parteros y, finalmente comportamiento frente a las hembras, y explicar las diferencias observadas en los TCNV en este estudio.

La variabilidad en los TCNV encontrados según parteros en este estudio, hace necesario el estudio de las actitudes de los trabajadores, con el fin de identificar su relación con el comportamiento de los animales. De acuerdo a esta situación Hemsworth *et al.* (1989), señalan que algunas actitudes, tales como gritar a las hembras durante su traslado a las maternidades, se encuentra relacionado con el tamaño de la camada al nacimiento ($p \leq 0,01$).

También en relación con las relaciones hombre – animal, Coleman *et al.* (1998), encontraron una consistente relación entre el comportamiento de los cerdos y las percepciones que de éstos muestran las personas (ejemplo: los parteros consideran que las cerdas son ansiosas frente al consumo; hembras tercas frente a manejos; animales agresivos, etc), situaciones que podrían explicar la variación en los resultados encontrados para el TCNV (Tablas 11 y 12).

Otro aspecto de importancia que debe considerarse para explicar mejor la relación hombre – animal, es el tamaño del criadero y, en consecuencia, el número de operarios o parteros. Coleman *et al.* (1998), señalan que en criaderos de gran tamaño, como en el presente trabajo, la magnitud de las correlaciones entre actitudes de los animales y comportamiento de las personas puede ser baja, ya que existe una reducción en la heterogeneidad de las actitudes, en comparación con criaderos pequeños, donde es sólo un trabajador el que realiza los manejos reproductivos.

Los resultados obtenidos en este estudio serían consistentes con las características de los criaderos estudiados, debido a que la mano de obra dispone de protocolos de manejos que le permite optimizar sus sistemas productivos y que las variaciones en los TCNV serían atribuibles a factores propios del animal (NOP) y a factores humanos de difícil estandarización.

Al respecto, se ha postulado que programas de entrenamiento, pueden modificar actitudes y comportamiento de los trabajadores y disminuir el grado de temor de los cerdos. Resultados de experimentos efectuados en criaderos comerciales, sugieren que una adecuada interacción entre trabajadores y cerdos, puede llevar a un incremento en el rendimiento productivo de ellos (Hemsworth *et al.*, 1994; Coleman *et al.*, 1998;2000; Hemsworth, 2003).

En el presente trabajo, se analizó el efecto de la maternidad sobre el TCNV, el cual no entregó diferencias significativas ($p < 0,05$). Esta situación podría deberse a que todas las maternidades cuentan con similar infraestructura (materiales de construcción, jaulas de parto) y se rigen por las mismas normas de manejo (Anexos 3 y 4).

7. CONCLUSIONES

De los resultados de este trabajo se pueden obtener las siguientes conclusiones:

1. El TCNV de la línea genética L-42 presentó un promedio de $11,89 \pm 3,19$ lechones, en comparación a la línea genética Large White, que logró un promedio menor ($11,14 \pm 2,89$ lechones).
2. El número ordinal del parto afectó significativamente el tamaño de camada nacidos vivos en ambas líneas estudiadas ($p = 0,0001$).
3. El mes de monta no representó una fuente de variación significativa del TCNV, para las líneas genéticas L-42 y LW.
4. En ambas líneas genéticas, el NIA no afectó significativamente el TCNV.
5. El efecto criadero o plantel sobre TCNV no fue significativo para las líneas genéticas estudiadas.
6. El factor partero constituyó una fuente de variación sobre el TCNV ($p = 0,0003$ y $p = 0,0039$), para las líneas genéticas L-42 y LW, respectivamente.
7. No se encontró efecto significativo de la maternidad sobre el TCNV.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. **ABARCA, V.** 1961. Introducción al estudio de los niveles de producción de cerdos en Chile. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Fac. Cs. Pecuarias y Med. Vet. 49 p.
2. **AHERNE, F.; KIRKWOOD, R.** s.f. Factors affecting litter size. [en línea]<<http://www.thepigsite.com/FeaturedArticle/Default.asp?AREA=Reproduction&Display=304> > [consulta: 24-06-2005].
3. **BELSTRA, B.A.** 2003. Parity associated changes in reproductive performance: Physiological basis or record keeping artifact?. [en línea] <<http://mark.asci.ncsu.edu/SwineReports/2003/belstra.htm> > [consulta: 24-06-2005].
4. **BELSTRA, B.A.; FLOWERS, W.L.; SEE, M.T.** 2004. Factors affecting temporal relationships between estrus and ovulation in commercial sow farms. Anim. Reprod. Sci. 84 (3-4): 377–394.
5. **BORTOLOZZO, F.P.; UEMOTO, D.A.; BENNEMANN, P.E.; POZZOBON, M.C.; CASTAGNA, C.D.; PEIXOTO, C.H.; BARIONI JR, W.; WENTZ, I.** 2005. Influence of time of insemination relative to ovulation and frequency of insemination on gilt fertility. Theriogenology 64 (9): 1956 –1962.
6. **CAÑAS, E.** 1979. Parámetros reproductivos y productivos de las hembras porcinas. I. Efecto del número ordinal del parto, de la estación del año, del año calendario y del criadero sobre el Tamaño de la Camada al Nacimiento, Lapso Destete – Monta y Lapso Interparto. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Fac. Med. Vet. 74 p.

7. **CASTAGNA, C.D.; PEIXOTO, C.H.; BORTOLOZZO, F.P.; WENTZ, I.; RUSCHEL, F.; NETO, G.B.** 2003. The effect of post-ovulatory artificial insemination on sow reproductive performance. *Reprod. Domest. Anim.* 38 (5): 373 – 376.
8. **CHILE. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. ODEPA.** 2006a. Boletín estadístico, Comercio Exterior Silvoagropecuario N° 40. 22 p.
9. **CHILE. Instituto Nacional de Estadísticas. INE.** 2006b. Informe pecuario “Evolución, situación actual y perspectivas de la producción pecuaria nacional. Período 2002–2005”. [en línea] <http://www.ine.cl/ine/canales/chile_estadistico/estadisticas_economicas.f.gropecuarias/2006/020506/informe020506.php> [consulta 20 – 06 – 2006].
10. **CHILE. Instituto Nacional de Estadísticas. INE.** 2006c. Anuario de Estadísticas Agropecuarias 2004–2005. 124 p.
11. **CLARK, L. K.; LEMAN, A. D.** 1986. Factors that influence litter size in pigs: Part 1. *Pig News Infor.* 7 (3): 303 –310.
12. **CLARK, L. K.; LEMAN, A. D.** 1987. Factors that influence litter size in swine: Parity 3 through 7 females. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 191 (1): 49– 58.
13. **CLARK, L. K.; LEMAN, A. D.; MORRIS, R.** 1988. Factors influencing litter size in swine: Parity – one females. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 192 (2): 187 –194.
14. **COLEMAN, G.L.; HEMSWORTH, P.H.; HAY, M.** 1998. Predicting stockperson behaviour towards pigs from attitudinal and job – related variables and empathy. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 58 (1-2): 63 – 75.

15. **COLEMAN, G.L.; HEMSWORTH, P.H.; HAY, M.; COX, M.** 2000. Modifying stockperson attitudes and behaviour towards pigs at a large commercial farm. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 66 (1-2): 11 – 20.
16. **COPAGA, Cooperativa Provincial Avícola y Ganadera, s.f.**. Genética porcina, Tania. [en línea] <http://www.copaga.es/es/productes/genetica_porcina/tania.aspx> [consulta: 07-07-2006].
17. **CORRAL, E.J.** 1985. Efecto de algunos factores de variación sobre las características reproductivas de la hembra porcina, tamaño y peso de la camada al nacimiento, lapso interparto, largo gestación y edad al primer parto. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile, Universidad de Chile, Fac. Cs. Vet. 131 p.
18. **CRABO, B.G.; DIAL, G.D.** 1992. Artificial Insemination in swine. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 8 (3): 533 – 543.
19. **CULBERTSON, M.S.; MABRY, J.W.; BERTRAND, J.K.; NELSON, A.H.** 1997. Breed-specific adjustment factors for reproductive traits in Duroc, Hampshire, Landrace and Yorkshire swine. *J. Anim. Sci.* 75 (9):2362 – 2367.
20. **DANIEL, W.** 2004. Análisis de varianza **In:** Bioestadística, Base para el análisis de las ciencias de la salud. 4ª ed. México, D.F. pp. 295-399.
21. **DEWEY, C.E.; MARTIN, S.W.; FRIENDSHIP, R.M.; KENNEDY, B. W.; WILSON, M.R.** 1995. Associations between litter size and specific herd level management factors in Ontario swine. *Prev. Vet. Med.* 22 (1-2): 89 – 102.
22. **FINN, J.** 2002. Producing larger litters-the challenge. [en línea] <www.teagasc.ie/publications/2002/pig2002/paper05.htm> [consulta: 29-06-05].

23. **FLOWERS, W.L.; ESBENSHADE, K.L.** 1993. Optimizing management of natural and artificial mating in swine. *J. Reprod. Fert. (Suppl)* 48:217 – 228.
24. **FRENCH, L.R.; RUTLEDGE, J.J.; FIRST, N.L.** 1979. Effect of age and parity on litter size in pigs. *J. Reprod. Fert.* 57 (1): 59 – 60.
25. **GAMA, L.; JOHNSON, R.** 1993. Changes in ovulation rate, uterine capacity, uterine dimensions, and parity effects with selection for litter size in swine. *J. Anim. Sci.* 7 (3):608 – 617.
26. **GODOY, M.F.** 1962. Relación entre el tamaño de la camada al nacimiento y destete con el peso promedio por lechón. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Fac. Cs. Pecuarias y Med. Vet. 131 p.
27. **GOTSZLING, M.; BASS, T.T.** 1999. Influence of timing of insemination on conception rate and litter size in gilts. [en línea] <<http://www.extension.iastate.edu/Pages.f.nsci/swinereports.f.sl-1578.pdf>>[consulta: 29-07-2005].
28. **HEMSWORTH, P.H.; BRAND, A.; WILLEMS, P.** 1981. The behavioural response of sows to the presence of human beings and its relation to productivity. *Livest. Prod. Sci.* 8 (1):67 – 74.
29. **HEMSWORTH, P.H.; BARNETT, J.L.; HANSEN, C.** 1986. The influence of handling by humans on the behaviour, reproduction and corticosteroids of male and female pigs. (Abstract). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 15 (4): 303 – 314.
30. **HEMSWORTH, P.H.; BARNETT, J.L.; COLEMAN, G.L.; HANSEN, C.** 1989. A study of the relationships between the attitudinal and behavioural profiles of stockpersons and the level of fear of humans and reproductive performance of commercial pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 23 (4): 301 – 314.

31. **HEMSWORTH, P.H.; COLEMAN, G.J.; BARNETT, J.L.** 1994. Improving the attitude and behaviour of stockpersons towards pigs and the consequences on the behaviour and reproductive performance of commercial pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 39 (3-4): 349 – 362.
32. **HEMSWORTH, P.H.** 2003. Human – animal interactions in livestock production. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 81 (1): 185 – 198.
33. **HENNESSY, D.P.; WILLIAMSON, P.E.** 1984. Stress and summer infertility in pigs. *Aust. Vet. J.* 61 (7): 212 – 215.
34. **HURTGEN, J.P.; LEMAN, A.D.** 1980. Seasonal influence on the fertility of sows and gilts. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 177 (7):631– 635.
35. **IBS, International Boar Semen.** 2005. Summer infertility. [en línea] <http://www.piggene.com/summer_infertility1.htm> [consulta: 29-06-2005].
36. **IRGANG, R.; FÁVERO, J.A.; KENNEDY, W.** 1994. Genetic parameters for litter size of different parities in Duroc, Landrace and Large White sows. *J. Anim. Sci.* 72 (9):2237 – 2246.
37. **KEMP, B.; STEVERINK, D.W.B.; SOEDE, N.M.** 1998. Herd management in sows: Optimising insemination strategies. *Reprod. Domest. Anim.* 33 (3-4): 159-164.
38. **LOVE, R.J.** 1978. Definition of a seasonal infertility problem in pigs. *Vet. Rec.* 103 (20): 443 – 446.
39. **LOVE, R.J.; EVANS, G.; KLUPIEC, C.** 1993. Seasonal effects on fertility in gilts and sows. *J. Reprod. Fert. (Suppl)* 48:191–206.

40. **MARTIN, M.A.** 2002. Technical efficiency in pig production. [en línea] <<http://www.teagasc.ie/publications/2002/pig2002/paper06.htm>> [consulta: 16-02-2006].
41. **MOYA, J.E.** 2006. Mercado de la carne. [en línea] <<http://www.odepa.cl>> [consulta: 20-06-2006].
42. **MUÑOZ, B.; MANSILLA, A.; SOTO, G.** 1999. Efecto del número de inseminaciones y la aplicación de oxitocina en la fertilidad y prolificidad de cerdas adultas. *Av. Prod. Anim.* 24 (1-2): 83-89.
43. **NISSEN, A.K.; SOEDE, N.M.; HYTTEL, P.; SCHMIDT, M.; D'HOORE, L.** 1997. The influence of time of insemination relative to time of ovulation on farrowing frequency and litter size in sows, as investigated by ultrasonography. *Theriogenology* 47 (8): 1571-1582.
44. **PANTOJA, N.** 1983. Análisis genético y fenotípico del tamaño de camada en cerdos. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile, Universidad de Chile. Fac. Cs. Agr., Vet. y Forest. 62 p.
45. **PELTONIEMI, O.A.T.; LOVE, R.J.; HEINONEN, M.; TUOVINEN, V.; SALONIEMI, H.** 1999. Seasonal and management effects on fertility of the sow: a descriptive study. *Anim. Reprod. Sci.* 55 (1):47-61.
46. **PELTONIEMI, O.A.T.; LOVE, R.J.; TAST, A.** 2000. Factors effecting reproduction in the pig: seasonal effects and restricted feeding of the pregnant gilts and sow. In: 14th International Congress on Animal Reproduction. Stockholm, Sweden. 2 – 6 july 2000. *Anim. Reproduction: Research and Practice II*. Pp. 173 – 184.

47. **PIC, Pig Improvement Company**, 2005. GP 1050. [en línea] <<http://www.pic.com/index.asp?orgid=624&slD=&storyID=372>> [consulta: 07-07-2006].
48. **ROZEBOOM, K.J.; TROEDSSON M.H.T.; SHURSON, G.C.; HAWTON, J.D.; CRABO, B.G.** 1997. Late estrus or metestrus insemination after estrual inseminations decreases farrowing rate and litter size. *J. Anim. Sci.* 75 (9):2323-2327.
49. **SÁNCHEZ, A.** 2002. Razas Ganaderas Españolas [en línea] <<http://www.razanostra.com/largewhite.asp#1>> [consulta: 24-0-2006].
50. **SANTIBAÑEZ, H.** 1968. Efecto del número ordinal del parto, Estación del año y razas sobre algunas características productivas (tamaño y peso de la camada al nacimiento y destete). Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Fac. Cs. Pecuarias y Med. Vet. 87 p.
51. **SAS, Statistical Analysis System Copyright.** 1989 – 2006 by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, SAS ® Proprietary Software Release 6.12 TS020 Licensed to Universidad de Chile, site 0003329002.
52. **SEABROOK, M.F.; BARTLE, N.C.** 1992. Human factors. **In:** Phillips, C; Piggins, D. (Eds.). *Farm animals and the environment*. UK. C.A.B. International. pp. 111 – 125.
53. **SOUTHWOOD, O.I.; KENNEDY, B.W.** 1991. Genetic and environmental trends for litter size in swine. *J. Anim. Sci.* 69 (8):3177-3182.
54. **STEIN, T.E.; DUFFY, S.J.; WICKSTROM, S.** 1990. Differences in production values between high – and low – productivity swine breeding herds. *J. Anim. Sci.* 68 (12):3972 – 3979.

55. **STEVERINK, D.W.B.; SOEDE, N.M.; GROENLAND, G.J.R.; VAN SCHIE, F.W.; NOORDHUIZEN, J.P.T.M.; KEMP, B.** 1999. Duration of estrus in relation to reproduction results in pigs on commercial farms. *J. Anim. Sci.* 77 (4):801-809.
56. **STRANG, G. S.** 1970. Litter productivity in Large White pigs. *Anim. Prod.* 12 (2): 225-233.
57. **TANTASUPARUK, W.; LUNDEHEIM, N.; DALIN, A.M.; KUNAVONGKRIT, A.; EINARSSON, S.** 2000. Reproductive performance of purebred Landrace and Yorkshire sows in Thailand with special reference to seasonal influence and parity number. *Theriogenology* 54 (3): 481-496.
58. **TANTASUPARUK, W.; TECHAKUMPHU, M.; DORNIN, S.** 2005 Relationships between ovulation rate and litter size in purebred Landrace and Yorkshire gilts. *Theriogenology* 63 (4): 1172-1148.
59. **TAST, A.; PELTONIEMI, O.A.T.; VIROLAINEN, J.V.; LOVE, R.J.** 2002. Early disruption of pregnancy as a manifestation of seasonal infertility in pigs. *Anim. Reprod. Sci.* 74 (1-2): 75-86.
60. **TOWN, S.C.; PATTERSON, J.L.; PEREIRA, Z.C.; GOURLEY, G.; FOXCROFT, G.R.** 2005. Embryonic and fetal development in a commercial dam – line genotype. *Anim. Reprod. Sci.* 85 (3-4): 301–316.
61. **VELASQUEZ, A.** 1967. Coeficiente de repetición del tamaño y peso de la camada al nacimiento y destete en cerdos (Landrace, Duroc Jersey, Large White y Mestizos). Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Fac. Cs. Pecuarias y Med. Vet. 42 p.

62. **VONNAHME, K.A.; WILSON, M.E.; FOXCROFT, G.R.; FORD, S.P.** 2002. Impacts on conceptus survival in commercial swine herd. *J. Anim. Sci.* 80 (3):553-559.
63. **WILSON, M.R.; FRIENDSHIP, R.M.; McMILLAN, I.; HACKER, R.R.; PIEPER, R.; SWAMINATHAN, S.** 1986. A survey of productivity and its component interrelationships in Canadian swine herds. *J. Anim. Sci.* 62 (3): 576 – 582.
64. **XUE, J.L.; DIAL, G.D.; MARSH, W.E.; DAVIES, P.R.** 1994. Multiple manifestations of season on reproductive performance of commercial swine. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 204 (9): 1486 – 1489.
65. **YEN, H.F.; ISLER, G.A.; HERVEY, W.R.; IRVIN, K.M.** 1987. Factors affecting reproductive performance in swine. *J. Anim. Sci.* 64 (5): 1340-1348.

ANEXOS

ANEXO 1.

Descripción estadística del tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) según criadero y partero, para la línea genética L-42¹.

Criadero	LÍNEA GENÉTICA L-42				
	Partero	n*	Promedio ± DS	CV (%)	Valores mín y máx
1	1	1	11,0		
	2	11	12,1 ± 2,9	24,0	7 – 17
	3	5	14,2 ± 3,3	23,0	10 – 19
	4	2	13,5 ± 2,1	15,7	12 – 15
	5	280	12,2 ± 2,8	22,8	3 – 18
	6	604	12,1 ± 3,2	26,8	1 – 23
	7	9	12,1 ± 2,6	21,2	7 – 15
	8	8	11,0 ± 3,3	29,6	7 – 15
	9	70	11,0 ± 3,5	31,7	1 – 20
	10	76	12,3 ± 3,5	28,9	4 – 22
	11	7	9,7 ± 2,6	26,4	5 – 13
	12	3	7,3 ± 3,2	43,8	5 – 11
	13	66	11,9 ± 3,2	26,7	5 – 20
	14	215	11,8 ± 3,4	28,6	0 – 20
4	37	6	12,5 ± 3,3	26,7	7 – 17
	38	2	10,5 ± 6,4	60,6	6 – 15
	39	8	8,4 ± 3,3	39,8	3 – 13
	40	2	11,5 ± 2,1	18,5	10 – 13
	41	3	9,7 ± 6,7	68,9	2 – 14
	42	1603	12,3 ± 3,3	26,7	0 – 24
	43	31	11,8 ± 3,4	28,7	6 – 18
	44	53	11,4 ± 3,4	30,1	4 – 19
	45	1	18,0		18 – 18
	46	107	12,1 ± 3,1	25,8	4 – 23
	47	1399	11,9 ± 3,0	25,1	0 – 21
	48	1	13,0		13 – 13
	49	1	11,0		11 – 11
	50	1	19,0		19 – 19
	51	15	11,8 ± 2,6	22,0	6 – 16
	52	7	12,1 ± 2,4	19,9	8 – 16

53	1	19,00		19 – 19
54	1	13,00		13 – 13
55	62	12,40 ± 3,22	25,97	5 – 20
56	1	12,00		12 – 12
57	5	11,60 ± 3,13	26,99	9 – 15
58	5	10,20 ± 2,39	23,41	8 – 14
59	298	11,38 ± 3,55	31,19	0 – 19
60	147	11,50 ± 3,28	28,55	1 – 19
61	1063	11,66 ± 3,43	29,42	0 – 21
62	44	12,09 ± 3,11	25,71	6 – 21
63	1	12,00		12 – 12
64	23	12,57 ± 2,39	19,02	9 – 18
65	497	11,31 ± 3,54	31,25	0 – 23
66	2	8,5 ± 10,61	124,78	1 – 16
67	105	12,02 ± 2,86	23,79	0 – 18
68	6	12,67 ± 1,97	15,52	10 – 16
69	1	7,00		7 – 7
70	167	11,71 ± 3,38	28,89	4 – 25
71	1	13,00		13 – 13
72	1	12,00		12 – 12
73	2	12,50 ± 3,54	28,28	10 – 15

(1) Promedio ± Desviación Estándar, Coeficiente de variación y valores mínimos y máximos

Los valores difieren estadísticamente dentro de la línea genética L-42 ($p = 0,0003$).

* Partos recibidos.

ANEXO 2.

Descripción estadística del tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) según partero, para la línea genética Large White (LW)¹.

Criadero	LÍNEA GENÉTICA LW				
	Partero	n*	Promedio ± DS	CV (%)	Valores mín y máx
2	15	1	5,00		5 – 5
	16	8	12,63 ± 2,07	16,36	11 – 17
	17	8	10,13 ± 2,42	23,87	6 – 13
	18	64	10,92 ± 3,44	31,48	2 – 20
	19	562	11,76 ± 3,11	26,48	1 – 19
	20	42	11,12 ± 3,08	27,68	0 – 16
	21	339	11,17 ± 3,33	29,8	2 – 23
	22	63	10,51 ± 3,37	32,06	0 – 18
	23	39	11,05 ± 2,81	25,42	2 – 16
	24	228	11,18 ± 3,44	30,8	1 – 20
3	25	41	9,98 ± 3,45	34,62	3 – 20
	26	7	10,71 ± 2,93	27,33	7 – 16
	27	92	11,35 ± 2,80	24,66	2 – 21
	28	307	11,15 ± 2,66	23,89	0 – 17
	29	5	10,20 ± 1,79	17,54	8 – 12
	30	2	14,00 ± 1,41	10,1	13 – 15
	31	27	10,26 ± 2,71	26,43	3 – 15
	32	147	11,03 ± 3,04	27,53	0 – 18
	33	509	11,38 ± 2,61	22,97	2 – 20
	34	203	10,62 ± 3,71	31,76	0 – 20
	35	10	12,50 ± 3,37	27	7 – 19
	36	19	11,21 ± 2,78	24,8	6 – 16
5	74	1	8,00		8 – 8
	75	4	10,25 ± 3,59	35,06	5 – 13
	76	593	10,85 ± 2,89	26,61	0 – 18
	77	5	10,60 ± 1,82	17,14	8 – 13
	78	163	10,94 ± 2,89	26,4	2 – 19
	79	3	10,33 ± 5,03	48,71	5 – 15
	80	6	12,00 ± 1,26	10,54	11 – 14
	81	25	10,56 ± 3,04	28,81	1 – 15
	82	355	11,19 ± 3,10	27,72	0 – 19
	83	150	11,19 ± 3,26	29,09	0 – 18
84	2	7,5 ± 0,71	9,43	7 – 8	

	85	33	9,94 ± 2,79	28,11	3 – 17
	86	1	16,00		16 – 16
	87	2	8,00 ± 1,41	17,68	7 – 9

(1) Promedio ± Desviación Estándar, Coeficiente de variación y rango.
 Los valores difieren estadísticamente dentro de la línea genética LW ($p = 0,0039$).

* Partos recibidos.

ANEXO 3.

Descripción estadística del tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) según maternidad para línea genética L-42¹.

Criadero	LÍNEA GENÉTICA L-42			
	Maternidad	Promedio \pm DS	CV(%)	Valores mín y máx
1	1	12,22 \pm 3,00	24,55	4 – 22
	2	11,59 \pm 3,16	27,3	1 – 19
	3	11,67 \pm 3,22	27,56	3 – 19
	4	11,79 \pm 3,06	25,99	3 – 19
	5	11,99 \pm 3,34	27,92	0 – 19
	6	11,78 \pm 3,26	27,67	2 – 19
	7	12,38 \pm 3,56	28,74	0 – 23
	8	12,02 \pm 3,18	26,43	1 – 20
	9	12,09 \pm 2,98	24,8	3 – 20
	10	13,40 \pm 3,27	26,39	1 – 22
4	31	11,89 \pm 3,17	26,68	2 – 20
	32	11,98 \pm 3,45	28,81	1 – 21
	33	12,10 \pm 3,39	27,98	0 – 25
	34	11,75 \pm 3,24	27,55	0 – 19
	35	11,49 \pm 3,60	31,34	0 – 20
	36	11,78 \pm 3,32	28,19	3 – 24
	37	11,68 \pm 3,46	29,6	0 – 19
	38	11,64 \pm 3,30	28,34	2 – 21
	39	11,77 \pm 3,35	28,42	2 – 20
	40	12,20 \pm 3,11	25,51	3 – 24
	41	11,99 \pm 3,16	26,35	2 – 21
	42	11,89 \pm 3,39	28,48	1 – 23
	43	11,99 \pm 3,34	27,9	1 – 24
	44	11,71 \pm 3,55	30,32	0 – 23
	45	11,71 \pm 3,27	27,9	1 – 23
	46	11,77 \pm 3,17	26,9	1 – 20
	47	11,94 \pm 3,29	27,53	1 – 22
	48	11,78 \pm 3,25	27,59	0 – 22
	49	12,01 \pm 3,24	26,98	3 – 21
	50	12,04 \pm 2,84	23,62	0 – 21
	51	11,90 \pm 3,07	25,8	0 – 22
	52	11,95 \pm 3,28	27,44	0 – 19

(1) Promedio \pm Desviación Estándar, Coeficiente de variación y valores mínimos y máximos.
Los valores no difieren estadísticamente dentro de la línea genética L-42 ($p = 0,8502$)

ANEXO 4.

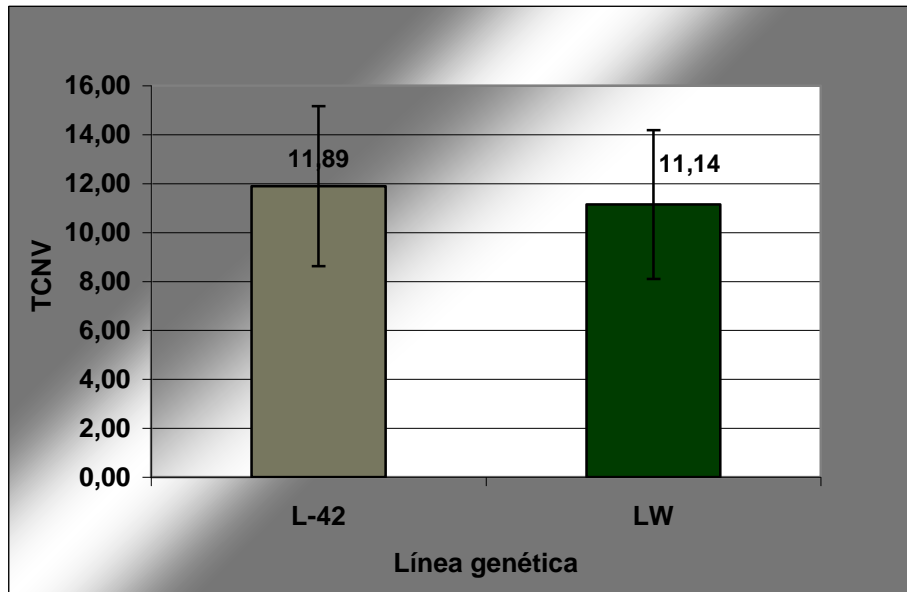
Descripción estadística del tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) según maternidad, para la línea genética Large White (LW)¹.

Criadero	LÍNEA GENÉTICA LW			
	Maternidad	Promedio \pm DS	CV(%)	Valores mín y máx
2	11	11,39 \pm 3,34	29,3	1 – 21
	12	11,26 \pm 3,41	30,31	1 – 23
	13	11,07 \pm 3,37	30,46	2 – 20
	14	11,20 \pm 3,16	28,25	2 – 19
	15	11,31 \pm 3,10	27,43	3 – 19
	16	11,95 \pm 3,04	25,41	3 – 19
	17	11,48 \pm 3,32	28,93	0 – 19
	18	11,56 \pm 3,12	27,04	2 – 19
	19	11,35 \pm 3,40	29,94	0 – 22
	20	11,07 \pm 3,28	29,59	2 – 18
3	21	11,23 \pm 2,57	22,86	4 – 18
	22	11,38 \pm 3,01	26,43	2 – 19
	23	11,23 \pm 3,18	28,29	0 – 21
	24	11,09 \pm 2,98	26,86	0 – 18
	25	11,04 \pm 2,78	25,2	2 – 18
	26	11,01 \pm 2,49	22,66	3 – 19
	27	11,06 \pm 2,96	26,73	0 – 19
	28	10,86 \pm 2,92	26,89	2 – 17
	29	11,53 \pm 2,95	25,59	0 – 20
	30	10,69 \pm 2,64	24,73	3 – 15
5	53	11,04 \pm 2,51	22,76	5 – 17
	54	10,98 \pm 3,14	28,56	1 – 17
	55	10,83 \pm 3,25	29,98	1 – 18
	56	11,14 \pm 3,01	27,05	0 – 19
	57	10,65 \pm 2,98	28,02	2 – 17
	58	11,03 \pm 3,01	27,32	0 – 19
	59	11,15 \pm 2,74	24,63	5 – 18
	60	10,89 \pm 3,18	29,21	0 – 18
	61	10,83 \pm 3,20	29,52	1 – 18
	62	11,02 \pm 2,87	26,05	2 – 17

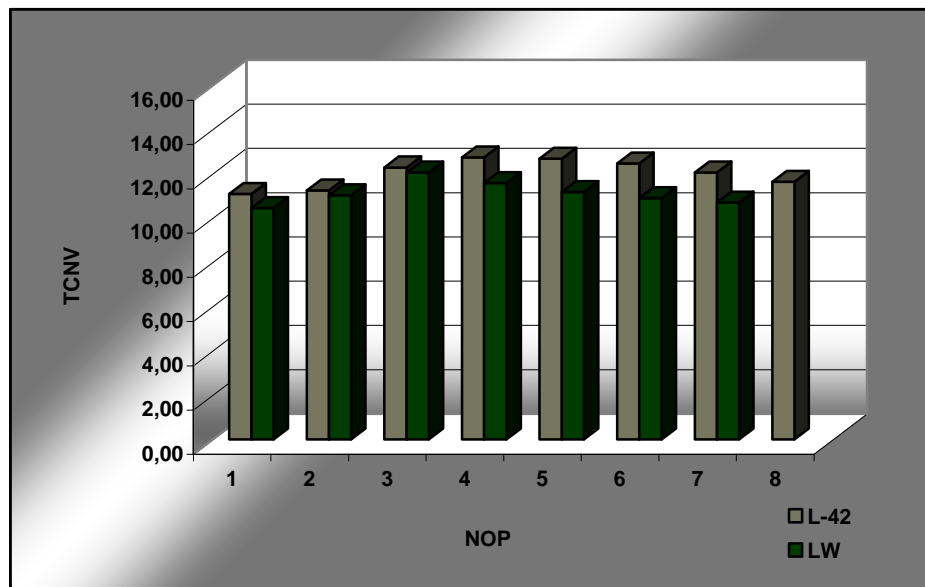
(1) Promedio \pm Desviación Estándar, Coeficiente de variación y valores mínimos y máximos
Los valores no difieren estadísticamente dentro de la línea genética LW ($p = 0,8463$)

ANEXO 5.

Tamaños de camada nacidos vivos (TCNV) para las líneas genéticas Large White y L-42.

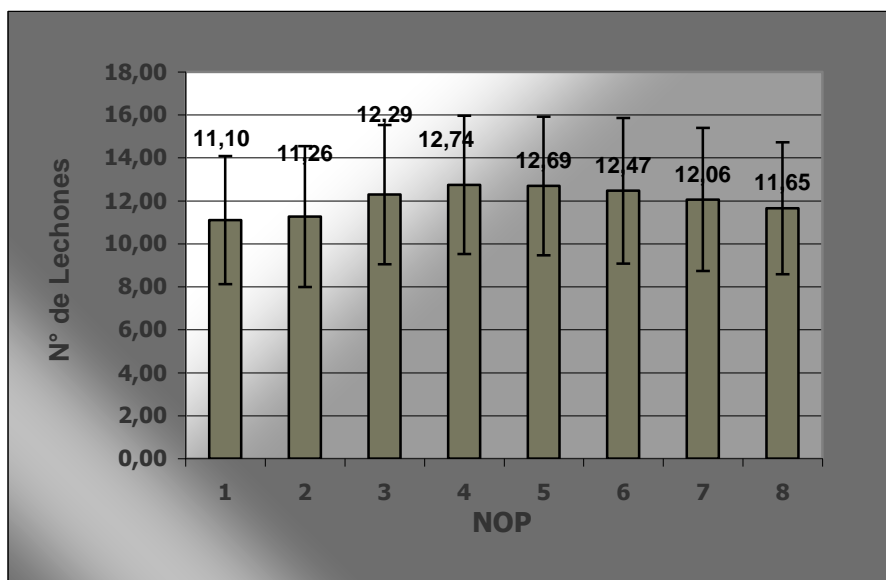
**ANEXO 6.**

Efecto del número ordinal de parto (NOP) sobre el tamaño de camada nacidos vivos (TCNV).

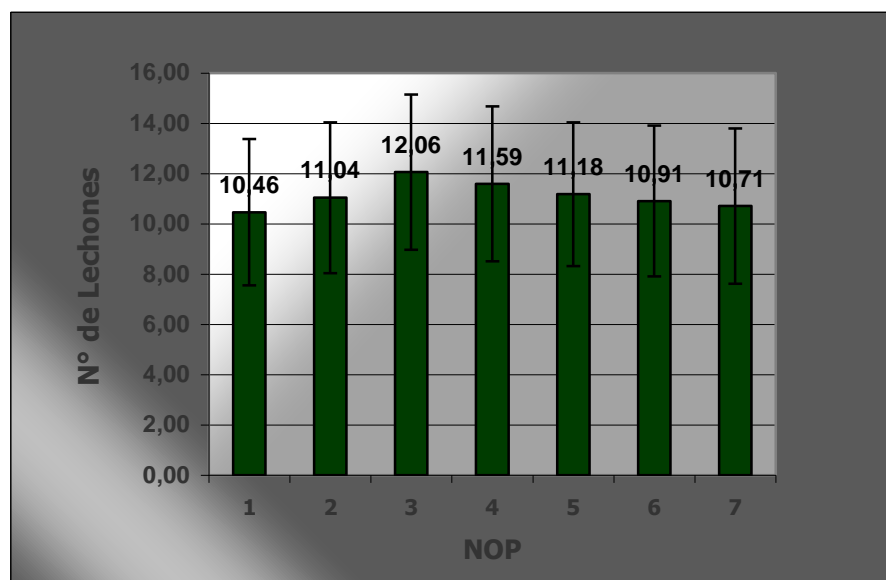


ANEXO 7.

Efecto del número ordinal de parto (NOP) sobre el tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) para la línea genética L-42.

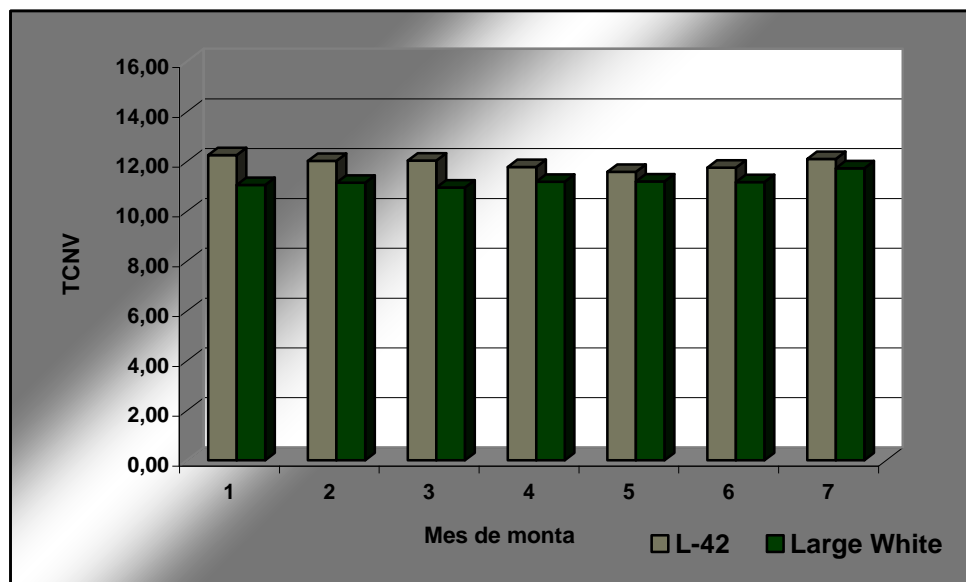
**ANEXO 8.**

Efecto de número ordinal de parto (NOP) sobre el tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) la línea genética Large White.

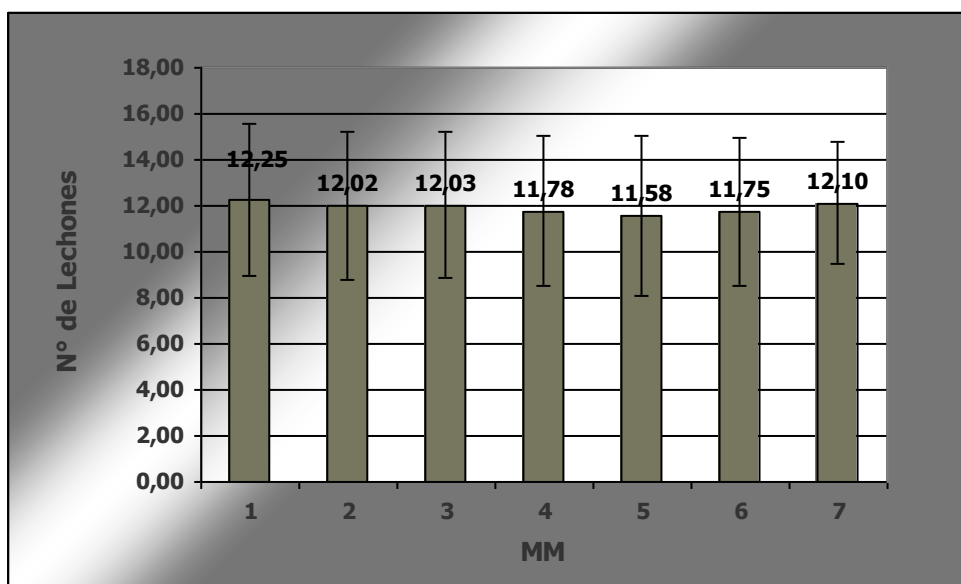


ANEXO 9.

Efecto del mes de monta (MM) sobre el tamaño de camada nacidos vivos (TCNV).

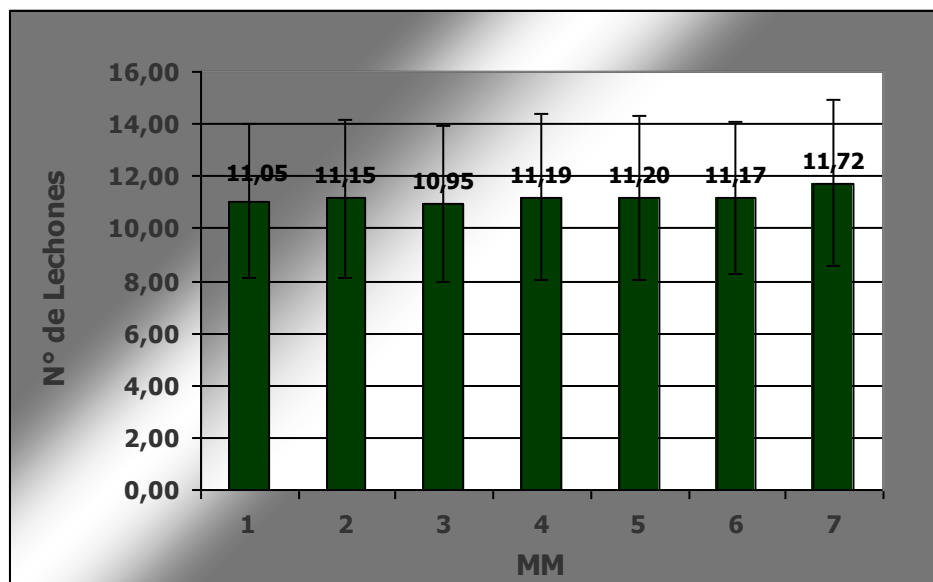
**ANEXO 10.**

Efecto del mes de monta (MM) sobre el tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) para la línea genética L-42.

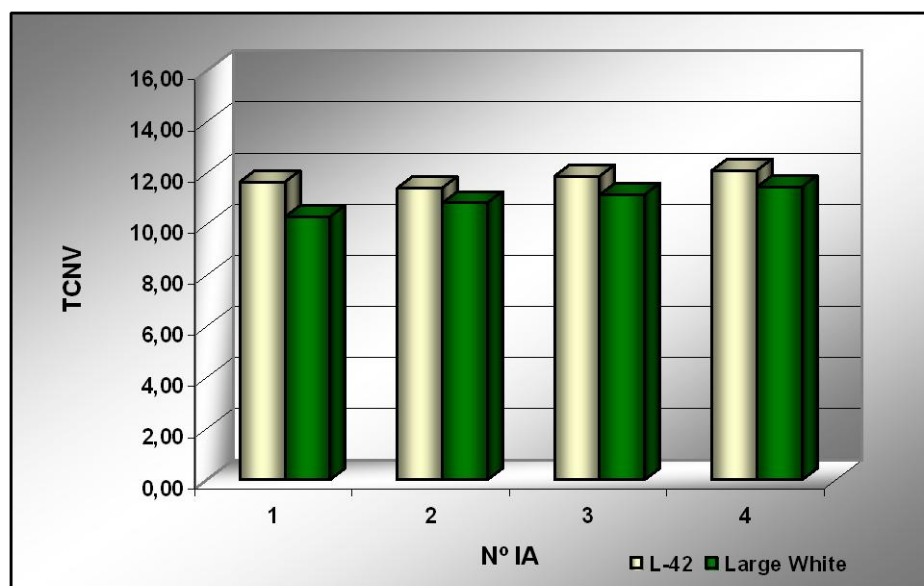


ANEXO 11.

Efecto del mes de monta (MM) sobre el tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) para la línea genética Large White.

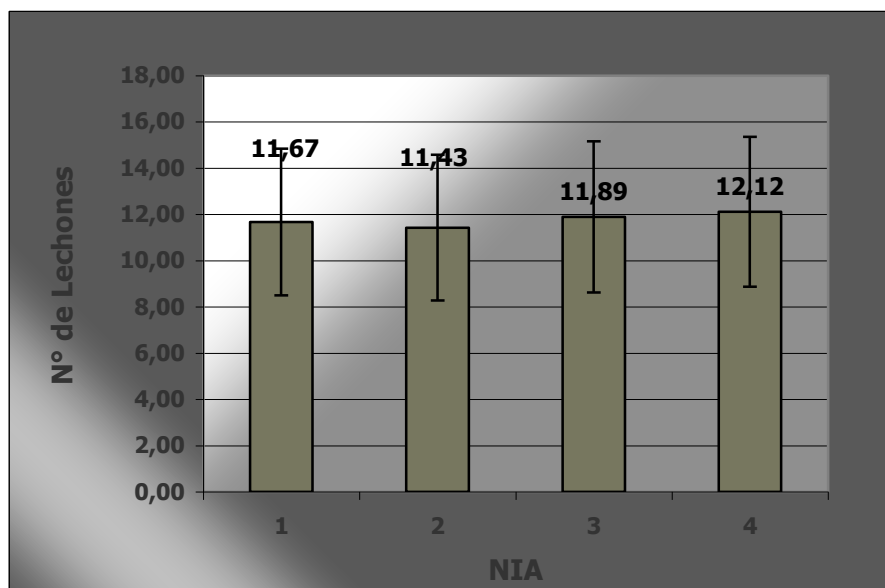
**ANEXO 12.**

Efecto del número de inseminaciones artificiales (NIA) sobre el tamaño de camada nacidos vivos (TCNV).

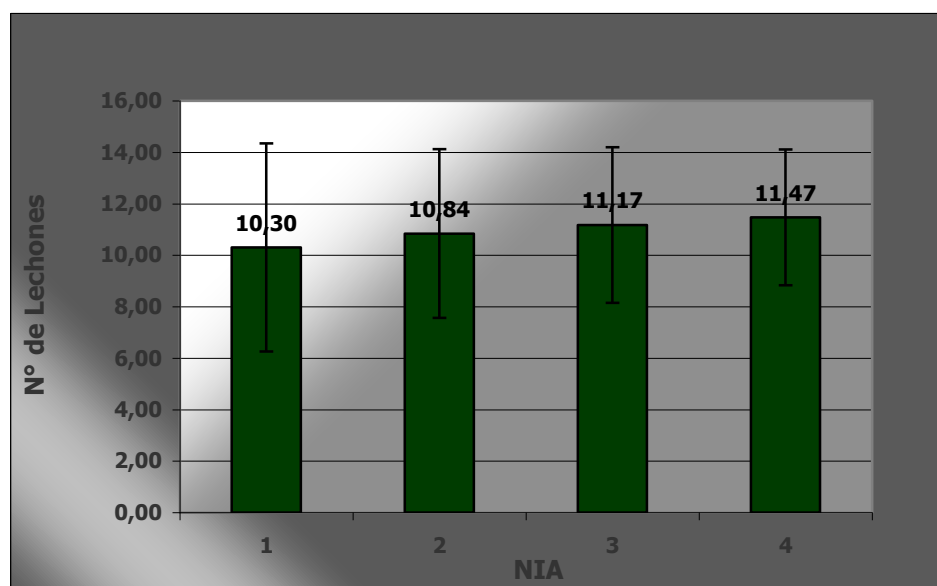


ANEXO 13.

Efecto del número de inseminaciones artificiales (NIA) sobre el tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) para la línea genética L-42.

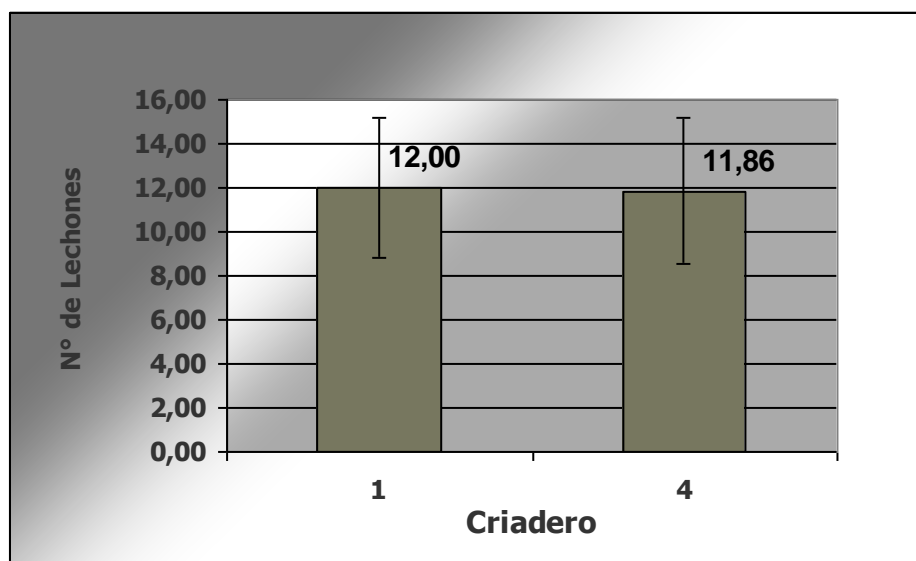
**ANEXO 14.**

Efecto del número de inseminaciones artificiales (NIA) sobre el tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) dentro de la línea genética Large White.

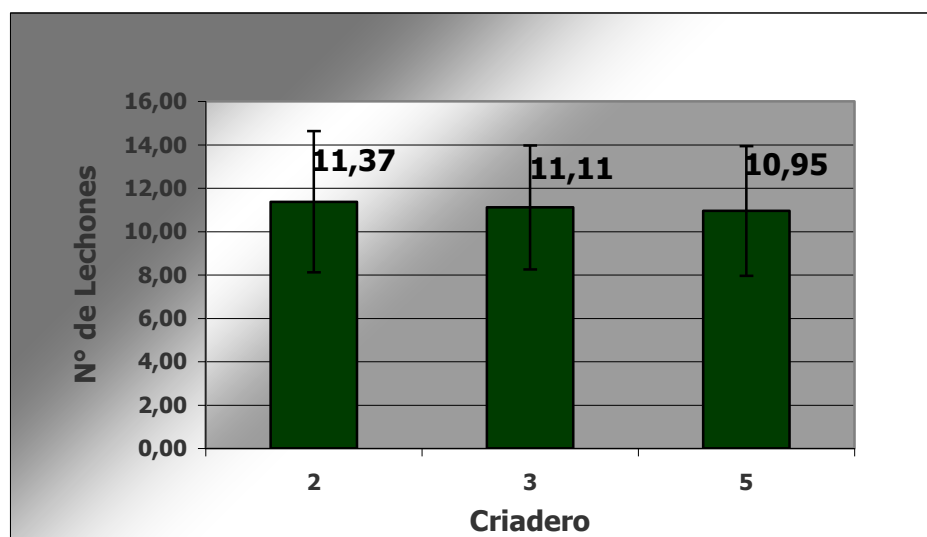


ANEXO 15.

Efecto del criadero sobre el tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) para la línea genética L-42.

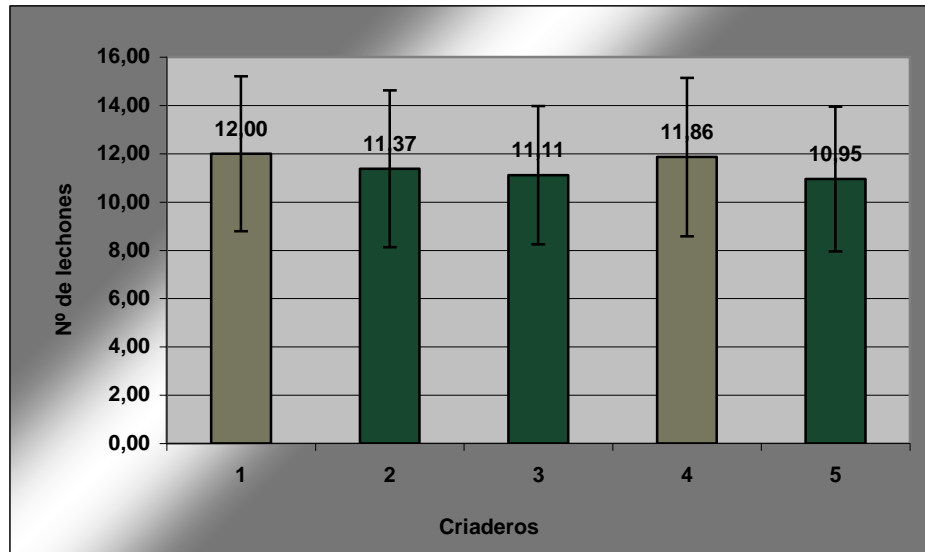
**ANEXO 16.**

Efecto del criadero sobre el tamaño de camada nacidos vivos (TCNV) para la línea genética Large White.



ANEXO 17.

Efecto del criadero sobre el tamaño de camada nacidos vivos (TCNV)



ANEXO 18.

Distribución porcentual (%) de las hembras por NOP según criadero.

GRUPO	1		2		3		4		5		6		7		8	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1	311	22,92	236	17,39	222	16,36	179	13,19	131	9,65	138	10,17	101	7,44	39	2,87
2	318	23,49	252	18,61	255	18,83	227	16,77	152	11,23	131	9,68	19	1,4	0	0
3	315	23,01	259	18,92	208	15,19	201	14,68	165	12,05	138	10,08	83	6,06	0	0
4	1.355	23,89	1,166	20,55	933	16,45	707	12,46	567	9,99	471	8,30	379	6,68	95	1,67
5	314	23,38	238	17,72	222	16,53	170	12,66	157	11,69	137	10,20	105	7,82	0	0