



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

**EFFECTO DE ALGUNOS FACTORES DE VARIACIÓN SOBRE  
CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y REPRODUCTIVAS DE LA  
HEMBRA PORCINA**

**FRANCISCO JAVIER GONZA LEZ ESPINOZA**

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

**PROFESOR GUIA: DR. IÑIGO DIAZ CUEVAS**

**SANTIAGO-CHILE**

**2006**



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

**EFFECTO DE ALGUNOS FACTORES DE VARIACIÓN SOBRE  
CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y REPRODUCTIVAS DE LA  
HEMERA PORCINA**

**FRANCISCO JAVIER GONZÁLEZ ESPINOZA**

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

**NOTA FINAL: .....**

		<b>NOTA</b>	<b>FIRMA</b>
<b>PROFESOR GUIA:</b>	<b>Iñigo Díaz Cuevas</b>	.....	.....
<b>PROFESOR CONSEJERO:</b>	<b>Luis Ibarra Martínez</b>	.....	.....
<b>PROFESORCONSEJERO:</b>	<b>Claus Kobrich Gruebler</b>	.....	.....

**SANTIAGO-CHILE**  
**2006**

# INDICE

## RESUMEN SUMMARY

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.</b> .....	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.</b> .....	<b>3</b>
2.1	Tamaño de Camada al Nacimiento.....	3
2.2	Edad al Primer Parto y Pubertad. ....	4
2.3	Número Ordinal de Parto.....	8
2.4	Estación del Año .....	9
2.5	Duración de la Lactancia e Intervalo Destete - Monta. ....	14
2.6	Duración de la Gestación .....	17
2.7	Lapso Inter Parto.....	19
<b>3.</b>	<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>20</b>
<b>4.</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>20</b>
4.1	Objetivo general. ....	20
4.2	Objetivos específicos.....	20
<b>5.</b>	<b>MATERIAL y MÉTODOS.</b> .....	<b>21</b>
5.1.	Materiales.....	21
5.2.	Métodos.....	22
<b>6.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>28</b>
6.1	Efecto de la Edad al Primer Parto sobre el Tamaño de Camada Total (TCNT <sub>1</sub> ) y Tamaño de Camada Nacidos Vivos (TCNV <sub>1</sub> ) en Chanchillas... 28	
6.2	Efecto del Año sobre el TCNT y TCNV .....	33
6.3	Efecto de la Estación de partos sobre el TCNT y TCNV.....	35

6.4 Efecto del Lapso Destete Monta (LDM) sobre el TCNT y TCNV siguientes. ....	39
6.5 Efecto del Número ordinal de Parto (NOP) sobre el TCNT <sub>2</sub> y TCNV <sub>2</sub> .....	45
6.6 Duración de la Gestación .....	49
6.6.1 Efecto del NOP sobre la Duración de la Gestación (DG).....	50
6.6.2 Efecto del Tamaño de Camada al Nacimiento sobre la Duración de la Gestación (DG).....	51
6.7 Lapso Inter Parto (LIP) .....	56
6.7.1 Efecto del Número Ordinal de Parto (NOP) sobre el LIP .....	57
6.7.2 Efecto del Año sobre el LIP .....	59
6.7.3 Efecto de la Estación sobre el LIP.....	64
6.8 Descripción estadística de la Duración de la Lactancia (DL) y del Tamaño de la Camada al Destete (TCD).....	66
<b>7. CONCLUSIONES .....</b>	<b>60</b>
<b>8. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>70</b>

## ÍNDICE DE AYUDAS ILUSTRATIVAS

### TABLAS

Tabla 1. Descripción estadística para los TCNT <sub>1</sub> y TCNV <sub>1</sub> en chanchillas según edad al 1 <sup>er</sup> parto .....	<b>28</b>
Tabla 2. Descripción estadística para los TCNT <sub>1</sub> y TCNV <sub>1</sub> según año en hembras de 1 <sup>er</sup> parto .....	<b>33</b>
Tabla 3. Descripción estadística para los TCNT <sub>2</sub> y TCNV <sub>2</sub> en el total de hembras, según año calendario .....	<b>34</b>
Tabla 4. Descripción estadística para los TCNT <sub>1</sub> y TCNV <sub>1</sub> según estación de partos, en hembras de primer parto .....	<b>36</b>
Tabla 5. Descripción estadística para los TCNT <sub>2</sub> y TCNV <sub>2</sub> en el total de hembras, según Estación de partos.....	<b>37</b>
Tabla 6. Descripción estadística para los TCNT y TCNV en hembras adultas según LDM.....	<b>39</b>
Tabla 7. Descripción estadística para los TCNT <sub>2</sub> y TCNV <sub>2</sub> según NOP .....	<b>43</b>
Tabla 8. Descripción estadística para la DG según NOP.....	<b>50</b>
Tabla 9. Descripción estadística para la duración de la gestación (DG) (días) según TCN ( n° de Lechones ) .....	<b>52</b>
Tabla 10. Descripción estadística para el LIP según NOP.....	<b>57</b>
Tabla 11. Descripción estadística del LIP según Año .....	<b>59</b>
Tabla 12. Descripción estadística para el LIP según Estación.....	<b>64</b>

Tabla 13. Descripción estadística para la duración de la lactancia y el Tamaño de la Camada al Destete.....	<b>66</b>
---	-----------

## **GRAFICOS**

Gráfico 1. Regresión entre edad al 1 <sup>er</sup> parto y TCNT <sub>1</sub> .....	<b>30</b>
Gráfico 2. Regresión entre edad al 1 <sup>er</sup> parto y TCNV <sub>1</sub> .....	<b>31</b>
Gráfico 3. TCNT y TCNV según LDM (promedio y desviación estándar) .....	<b>43</b>
Gráfico 4. Efecto del Número Ordinal de Parto (NOP) sobre el Tamaño de Camada Nacidos Totales (TCNT <sub>2</sub> ) y Nacidos Vivos (TCNV <sub>2</sub> ).....	<b>49</b>
Gráfico 5. Efecto del Tamaño de Camada al Nacimiento (TCN), sobre la Duración de Gestación (DG).....	<b>54</b>

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo analizar los efectos de la edad al primer parto, año calendario y estación sobre el tamaño de camada de nacidos totales (TCNT<sub>1</sub>) y tamaño de camada nacidos vivos (TCNV<sub>1</sub>) en hembras porcinas de primer parto; características relacionadas con la eficiencia productiva de los planteles de tipo comercial. A su vez se realizó un estudio similar que incluyó todas las hembras del plantel analizando el efecto de el lapso destete monta (LDM), número ordinal de parto (NOP), año calendario y estación sobre los tamaños de camada nacidos totales (TCNT<sub>2</sub>) y nacidos vivos (TCNV<sub>2</sub>). Para las características duración de gestación (DG) y lapso interparto (LIP) se estudiaron los efectos del NOP, año calendario y estación adicionando además el efecto del tamaño de camada al nacimiento sobre la DG. Se trabajó con un criadero de tipo industrial, ubicado en la zona central de Chile, utilizando un registro de 2.821 partos a lo largo de los 5 años que comprendió el estudio (años 1998 – 2002).

Se determinó que la edad al primer parto no fue una fuente de variación tanto para el TCNT<sub>1</sub> como para el TCNV<sub>1</sub>. Asimismo se observó que la característica año calendario no afectó los TCNT<sub>1</sub> y TCNV<sub>1</sub> en chanchillas, pero resultó ser una fuente de variación significativa ( $p \leq 0,05$ ) al incluir en el estudio a todas las reproductoras que conforman el plantel.

La estación de partos no presentó efectos significativos sobre los TCNT<sub>1</sub> y TCNV<sub>1</sub> de cerdas primíparas, como tampoco sobre el total de hembras del plantel. Sin embargo la variable estación resultó ser una fuente de variación significativa ( $p \leq 0,05$ ) sobre el lapso interparto.

El NOP mostró efectos significativos tanto para el TCNT<sub>2</sub> como para el TCNV<sub>2</sub> ( $p \leq 0,05$ ), sin embargo no mostró diferencias significativas para el LIP como tampoco para la DG.

El efecto significativo ( $p \leq 0,05$ ) del LDM sobre el TCNT<sub>2</sub> y TCNV<sub>2</sub> en hembras de 2° y más partos es de gran interés, debido a que no se observa a nivel de la literatura nacional, la inclusión de esta variable de manera independiente dentro del modelo matemático.

Se observó una fuerte disminución de la DG ( $p \leq 0,05$ ) en la medida que los tamaños de camada aumentaban desde los 5 lechones y menos hasta los 14 y más lechones.

Finalmente al analizar la variable LIP, se observó una disminución significativa ( $p \leq 0,05$ ) de la característica, indicando una mayor eficiencia productiva del plantel, explicada principalmente por oportunas detecciones de celo, acortando los LDM y por ende los respectivos LIP.

## SUMMARY

The present work analyzed the effects of age at the first parity, calendar year and season on the litter size total born (LSTB<sub>1</sub>) and number of piglets born alive (NBA<sub>1</sub>) in primiparous sows. Additionally, a similar study for all sows of the piggery, analyzing the effect of the weaning to estrus interval (WEI), ordinal number of parities (ONP), calendar year and season on the litter sizes total born (LSTB<sub>2</sub>) and number of piglets born alive (NBA<sub>2</sub>) was done. For the characteristics gestation length (GL) and farrowing interval (FI), the effects of ONP, calendar year and season, was evaluated. The effect of the litter size to birth on the GL was also determined. The study was done in a commercial piggery located in the central region of Chile using a five years record (1998-2002) of 2821 parities.

The age of the first parity was not a significant source of variation for both LSTB<sub>1</sub> and NBA<sub>1</sub>. The calendar year did not affect the LSTB<sub>1</sub> and NBA<sub>1</sub> in gilts, but was a significant source of variation ( $p \leq 0,05$ ) when all the reproductive females of the piggery were included.

The season of farrow, did not show significant effects in both, the first parity sows and all females of the piggery on LSTB<sub>1</sub> and NBA<sub>1</sub>. However, the season was a significant source of variation ( $p \leq 0,05$ ) on farrowing interval (FI).

The ONP showed significant effects both on the LSTB<sub>2</sub> and NBA<sub>2</sub> ( $p \leq 0,05$ ), but did not show effect on FI, and GL.

The effect of the WEI on LSTB<sub>2</sub> and NBA<sub>2</sub> ( $p \leq 0,05$ ) in females of second and more parities, is of the most interest, due to the fact that this determination has been included for the first time in the country in a mathematical model as an independent variable.

On the other hand, GL significantly decreased with the increment of the litter size.

In conclusion, FI showed a significant decrease along the time ( $p \leq 0,05$ ), indicating a better productive efficiency of the piggery due to opportune oestrus detections resulting in lesser WEI and LIP.

## **1. INTRODUCCIÓN.**

El continuo incremento de la demanda de alimento por parte de la población mundial, desafía constantemente a los sistemas de producción animal, que han debido aumentar sus capacidades productivas y a su vez ajustar el precio del producto final para mantener niveles competitivos en los mercados. Es en este contexto donde la industria porcina en Chile, adquiere gran importancia ya que provee de proteína animal para la alimentación humana. Esta situación lleva a la búsqueda de un continuo mejoramiento de la eficiencia productiva, lo que involucra -entre otros factores- el mejoramiento de los genotipos utilizados tendientes a optimizar la rentabilidad final del proceso.

Lo anterior ha significado que en Chile hayan cambiado notablemente tanto los niveles de consumo de carne como los hábitos alimenticios de la población. La disponibilidad nacional total de carnes en 1991 era de 530.461 toneladas, para pasar en el 2005 a sobre 1,2 millones de toneladas, cifra un 5,2% superior a la del año anterior. El aumento del consumo nacional fue liderado por la carne de cerdos (10,1%), seguida por la carne bovina (3,5%) y por la carne de aves (2,8%). Por otra parte, la carne de ovinos fue la única que disminuyó (-3,3%)(Chile, 2006a). La disponibilidad aparente de carne por habitante en el año 2005 aumentó en 2,1%, llegando a cerca de 75,5 kilos, cifra alcanzada por primera vez en el país (Chile, 2006a).

Sin embargo, el consumo de carne según especie no ha aumentado de igual forma. Así por ejemplo, el consumo de carne de cerdo, creció en un 86% en los últimos años, pasando de 9,2 kg/cápita/año en 1991 a 17,1 kg/cápita/año en el año 2005 (Díaz, 2006).

Este mejoramiento productivo, para satisfacer las mayores demandas de consumo, depende de diversas estrategias de manejo y de un alto nivel de selección genética lo que permite una adecuada prolificidad y habilidad materna

logrando que la cerda doméstica pueda destetar más de dos camadas al año (Love *et al.*, 1993).

Por otra parte, el tamaño de camada se encuentra en estrecha relación con la edad a la primera monta, con el largo del intervalo destete monta fértil (posterior al primer parto) y la duración de lactancia. Las características productivas mencionadas muestran niveles competitivos debido a la excelente respuesta al confinamiento que muestra la especie porcina, su elevada fertilidad y prolificidad, ciclos biológicos cortos, elevada eficiencia de conversión alimenticia, así como también una apreciable ganancia diaria de peso (Díaz, 2002), las que obviamente se expresan en presencia de un buen manejo.

Al respecto existe abundante información en el extranjero con relación a variables reproductivas de las cerdas, cuyos análisis constituyen un pilar fundamental de la evaluación económica de la empresa porcina. En Chile se dispone de escasa información lo que dificulta seriamente su evaluación, destacando dentro de los estudios existentes, los realizados por Echeñique (1964), Cañas (1979), Pantoja (1983) y Corral (1985), haciéndose necesario en el presente, contar con información actualizada.

Por lo anterior, el presente trabajo se enmarca en el estudio de algunas características productivas y reproductivas de un criadero chileno, información que resulta relevante para ampliar los conocimientos sobre los planteles de tipo comercial, ya que estos cuentan con procesos productivos estandarizados.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

### **2.1 Tamaño de Camada al Nacimiento.**

Uno de los indicadores económicos más importantes, para la eficiencia productiva de un plantel porcino es el número de lechones destetados por hembra al año (Penny *et al.*, 1971), lo que guarda relación directa con el tamaño de camada al nacimiento. Esta última, junto con la tasa de ovulación y la tasa de sobrevivencia embrionaria, son características heredables que responden a la selección (Petry y Johnson, 2004), por lo que su manejo redundará en beneficios productivos para la industria porcina.

El gran número de factores que influyen en el tamaño de camada al nacimiento ha sido dividido en dos grandes categorías. La primera incluye: el número ordinal de parto, edad a la primera monta, estación de parto, duración de la lactancia e intervalo destete monta fértil (Clark y Leman, 1986). Los datos para la medición de los efectos de estos factores sobre el tamaño de camada son el inicio de los registros de la producción comercial de cerdos y pueden ser utilizados para estudios retrospectivos.

La segunda categoría incluye: prácticas agrícolas, nutrición, enfermedades y la contribución de la hembra. Sin embargo, los datos para medir los efectos de estas variables sobre el tamaño de camada, no son obtenibles de los registros existentes dentro de los plantales porcinos comerciales (Clark y Leman, 1986).

Es por ello, que este estudio se concentra en evaluar los efectos de los factores de la primera categoría y, además, la interacción de alguno de ellos y sus efectos sobre el tamaño de camada. Para su mejor comprensión se hace necesario la descripción de éstos.

La estimación de la respuesta del tamaño de camada al nacimiento al seleccionar hembras según tasa de ovulación se estimó en  $0,089 \pm 0,058$  lechones (Lamberson *et al.*, 1991).

La tasa de ovulación, fertilización y de mortalidad embrionaria son factores que determinan finalmente el tamaño de camada al nacimiento (TCN). Numerosos autores han reportado el efecto del genotipo, del número ordinal del parto (NOP), duración de la lactancia, del criadero y de la estación del año sobre el TCN (Johnson *et al.*, 1978; Cañas, 1979; Pantoja, 1983; Corral, 1985).

## **2.2 Edad al Primer Parto y Pubertad.**

Sería imposible hablar de la edad al primer parto si no se considera la edad al primer celo o edad de presentación de la pubertad, ya que será ésta la que definirá el momento óptimo del encaste y los posibles beneficios económicos que conlleva el retrasar o adelantar dicho evento.

La pubertad es definida como la ocurrencia de la primera ovulación de la hembra (chanchilla), hecho que depende, fundamentalmente del aumento de la actividad pulsátil de la hormona liberadora de gonadotrofinas (GnRH), lo que implica el crecimiento folicular con su posterior ovulación, y por lo tanto la edad de su presentación. La pubertad de las razas y líneas genéticas que se manejan en forma comercial., usualmente ocurre entre los 200 y 220 días de edad, incidiendo de manera importante, factores tanto genéticos y ambientales, como la nutrición, exposición al verraco y estación del año (Evans y O' Doherty, 2001).

El momento de la primera ovulación es acompañada, normalmente, por la conducta de celo o estro, en la cual la hembra acepta la monta del macho. Stalder *et al.* (2000), reportaron una relación positiva entre peso corporal y edad

de aparición de la pubertad de alrededor de 180 días con la proporción de chanchillas que muestra conducta de celo.

Brooks y Cole (1973) determinaron que las chanchillas alcanzan la pubertad o primer celo entre los 119 y 225 días de edad. Estos autores utilizaron tres diferentes manejos de chanchillas (uno de ellos destinado a adelantar la pubertad), determinando que el fenómeno de pubertad estaría influenciado por la edad cronológica y por el primer contacto con el macho.

Por otro lado, Hughes y Cole (1975), reportaron un rango de edad a la pubertad para 53 chanchillas hijas de padres de raza Landrace y madres híbridas (Landrace x Large White), que varió entre los 135 y 235 días con un promedio de 178,9 días. El peso promedio a la pubertad fue de 90,5 kg, atribuyendo la aparición temprana de ésta, a cambios de ambiente efectuados a los 55 kg de peso vivo, a la exposición diaria de un macho desde los 64 kg de peso vivo, a la alimentación *ad libitum* y al efecto de las diferencias entre los padres de estas hembras.

Como se ha señalado, la edad cronológica y fisiológica y el peso al cual las chanchillas alcanzan la pubertad y muestran por primera vez signos de celo, son influenciados por muchos factores, entre los que se incluyen, la nutrición, la duración del día, temperatura, raza y exposición al verraco. Sus efectos sobre la presentación de la pubertad han sido extensamente revisados (Hughes, 1982).

Desde algún tiempo a esta parte la pubertad ya puede ser adelantada por la manipulación de los factores mencionados anteriormente, la consecuencia de este manejo es de gran importancia en la eficiencia productiva de un plantel porcino. Hughes (1982) investigó los efectos de la edad y peso sobre la presentación de la pubertad y concluyó que la edad es una excelente medida para establecer el desarrollo reproductivo de la cerda.

Cuando la edad a la primera monta aumenta, también se observa un incremento del tamaño de camada al nacimiento durante el primer parto (Strang, 1970; MacPherson *et al.*, 1977). Al utilizarse la madurez sexual para medir los efectos de la edad de la primera monta, sobre el tamaño de camada al nacimiento del primer parto, se observa un incremento en el tamaño de camada desde 0,02 a 0,062 cerdos por día extra sobre la edad del primer encaste (MacPherson *et al.*, 1977).

Brook y Smith (1980) condujeron un experimento con dos grupos de chanchillas. Uno de los grupos fue encastado a una edad promedio de 198 días y el segundo grupo a una edad promedio de 237 ds. A ambos grupos se les manipuló la pubertad por medio de la exposición al verraco, encastándolas al segundo celo. Las chanchillas montadas a los 237 ds presentaron en promedio 0,9 lechones más por camada que las chanchillas que se montaron más tempranamente. Se reportaron incrementos en el tamaño de la camada al nacimiento de 0,023 lechones por día de aumento en la edad a la primera monta.

Para esta misma relación, Clark y Lemman (1988), observaron en un estudio realizado en 3 criaderos, un incremento de 0,017 y 0,012 lechones (en 2 de los 3 planteles) por día de aumento en la edad de concepción, en la medida que esta incrementaba desde los 180 a los 245 ds. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en los tamaños de camada cuando las hembras concibieron posterior a los 245 ds.

El menor tamaño de camada al primer celo de pubertad, se explicaría por la presentación de tasas ovulatorias significativamente menores que en los celos 2º y 3º para luego mantenerse relativamente constante. Un aumento en el tamaño de camada al nacimiento ha sido observado cuando el encaste se retrasa del primer al tercer celo. Sin embargo, la mejora en el tamaño de la camada no justificaría el gasto en crianza y alimentación de las chanchillas en la

espera del segundo (21 días extras) o tercer celo (42 días extras) (Rekiel *et al.*, 2000).

Con respecto a las heredabilidades que presentan las chanchillas para manifestar el reflejo de cabalgamiento y la duración e intensidad de los signos del primer celo de pubertad, se ha informado que son lo suficientemente altas como para ocuparlas exitosamente como método de selección (Rydhmer *et al.*, 1994). Por otro lado, Sterning *et al.* (1998), demostraron que las chanchillas que expresan tempranamente la pubertad, muestran una gran habilidad para retornar al celo y ovular dentro de los primeros diez días posterior al destete. En el mismo estudio se observó una correlación positiva entre edad a la pubertad y el intervalo destete primera detección de celo ( $r = + 0,45$ ).

De esta manera, la selección de hembras que expresan tempranamente la pubertad muestra un efecto favorable sobre el intervalo desde el destete del primer parto a la monta siguiente, que originará el segundo parto (Holder *et al.*, 1993).

### 2.3 Número Ordinal de Parto

La productividad de la hembra, puede ser caracterizada según una categorización de partos dependiendo del número ordinal de éstos o, en definitiva, del número de camadas que haya parido (Hughes y Varley, 1980). Consecuentemente, el parto es una representación categórica y no una medición precisa de la edad cronológica. La lectura debe realizarse con precaución al interpretar la influencia del número ordinal de parto sobre el tamaño de camada, debido a la amplitud de rangos que existen para las posibles edades de parto.

En promedio las cerdas de primer parto exhiben menores tamaños de camada al nacimiento en comparación a las hembras multíparas durante todo los meses del año (Tummaruk *et al.*, 2004).

Rasbeck (1969), trabajando con registros productivos de 5320 camadas provenientes de una granja danesa por un periodo de diez años, reportó un tamaño de camada de nacidos vivos promedio al primer parto de 8,7 lechones, aumentando a 11,4 lechones para el cuarto parto, para a continuación disminuir hasta el décimo parto.

Penny *et al.* (1971) reportaron los efectos del número ordinal de parto sobre la tasa de ovulación y el tamaño de camada en un estudio que determina la causa de la disminución del tamaño de camada en cerdas australianas. Estos investigadores mencionaron para el primer parto un tamaño de camada de 7,4 lechones así como una correlación positiva entre el número ordinal de parto y el tamaño de camada al nacimiento. Kroes y van Male (1979), describiendo el efecto del número ordinal del parto sobre el tamaño de la camada al nacimiento, indican que el menor número de lechones se observa en los primeros partos, lográndose los mayores tamaños de camada a nivel del tercer, cuarto y quinto parto. Las pariciones siguientes pueden mantener un tamaño de camada similar

o disminuir lentamente el número de lechones a medida que aumenta el número ordinal de parto.

Se ha descrito también que el primer parto se influencia positivamente con respecto al tamaño de camada a medida que la hembra se encasta más tardíamente en relación al primer celo de pubertad (Strang, 1970; Brooks y Cole, 1973; Pay y Davies, 1973).

Mc Pherson *et al.* (1977) y Brooks y Smith (1980), midieron la edad a la primera monta fértil o bien el número de celo al cual eran encastadas las chanchillas y su efecto sobre el tamaño de camada al nacimiento en las hembras al tercer y quinto parto, respectivamente. Se observó un significativo incremento en el total de lechones producidos en la medida que se retrasaba la fecha de encaste para las chanchillas.

En Australia (Love, 1979), describió que los tamaños de camada para hembras de segundo parto se reducían drásticamente cuando el retorno al celo posterior al destete del primer parto fue menor a los 10 o 12 días.

Por otra parte, si la hembra de primer parto es manejada con mayores niveles de alimentación durante el intervalo destete – encaste, el tamaño de la camada del segundo parto, puede presentar notorias mejorías (Brooks y Cole, 1972).

## **2. 4 Estación del Año**

Junto a la alimentación y al método de estabulación, el rol del fotoperíodo es considerado con frecuencia como fundamental dentro de la fisiología reproductiva estacional de la cerda, por lo que debe incluirse obligadamente en el estudio productivo de la hembra porcina, ya que investigaciones tempranas

señalan la presencia de una clara asociación entre la estación de parto e infertilidad estacional (Love *et al.*,1993)

Los efectos de la estación del año podrían ser explicados por el fotoperíodo y la temperatura, esta última es considerada por diversos autores (Hurgen y Leman, 1980; Love *et al.*, 1993) en un segundo lugar de significancia, como causal de infertilidad estacional, por detrás del fotoperíodo

Mabry *et al.* (1982) mostraron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en hembras que fueron expuestas a un programa de extensión artificial del fotoperíodo. Es así como observó que hembras sometidas a un régimen de 16 hrs de luz destetaban al menos un lechón más por camada que hembras sometidas a un régimen de 8 hrs de luz. Asimismo, la tasa de sobrevivencia neonatal hasta los 21 días de edad fue de 91,2% en hembras expuestas al fotoperíodo mayor, versus hembras sometidas al tratamiento de 8 hrs de luz, las que presentaron una tasa de sobrevivencia de 81,5%.

En relación a la producción láctea, se observó que esta fue mayor en las hembras expuestas a mayor número de horas luz, en comparación con la de las hembras expuestas a las 8 hrs. Finalmente, el intervalo destete celo no presentó diferencias significativas entre los tratamientos aplicados (Mabry *et al.*, 1982).

Stevenson *et al.* (1983) mostraron, que extendiendo artificialmente la duración del fotoperíodo a 16 hrs luz durante la gestación avanzada y lactancia, se mejoraba notoriamente la respuesta productiva de las cerdas, así como la sincronización del celo post destete, observando que las cerdas sometidas al tratamiento de 16 horas de luz, retornaban al celo posterior al destete dentro de los primeros 5 días, en mayor proporción (83%) que aquellas hembras asignadas como grupo control (manejo sin luz artificial) (68%).

Stevenson *et al.* (1983), señalan que el fotoperíodo no afecta las concentraciones de la hormona de crecimiento ni la liberación de glucocorticoides durante la lactancia. Sin embargo, reportan una interacción significativa entre el número ordinal de parto y la suplementación de luz artificial, la cual generaba una disminución en la tasa de sobrevivencia neonatal en la medida que la cerdas aumentaban su número ordinal de partos.

Otros estudios han señalado incrementos en el intervalo destete monta fértil y disminuciones en las tasas de pariciones durante los meses de verano (Love, 1978; Hennessy y Williamson, 1984), asociado al estrés térmico que sufriría la cerda en dicha temporada.

Love (1978) concluyó, que las altas temperaturas estarían correlacionadas negativamente con la fertilidad, señalando al estrés por calor como el mayor responsable para el retraso en el retorno al celo. De esta manera, el autor sugiere que las altas temperaturas recibidas cuatro semanas posterior a la monta producirían una pérdida total de la camada y la consiguiente repetición de celo. Sin embargo, este autor señala que existirían otras causas de estrés que en conjunto producirían el problema de infertilidad, no haciendo hincapié en dichas causas.

En relación al efecto del estrés provocado por el calor, este se relacionó a cuadros de desbalance metabólico (Paterson *et al.*,1978) y a muertes embrionarias durante la gestación temprana (Love, 1978).

Hennesy y Williamson (1984), analizando un rebaño porcino en Australia durante las cuatro estaciones, observaron un síndrome clínico de infertilidad estacional. La hipótesis establecida para explicar el cuadro fue que dicha infertilidad se debió a cambios sociales, mal manejo y estrés de tipo ambiental, los que actuaron sobre las hembras estimulando la liberación de la hormona adenocorticotrófica, provocando la presentación de quistes luteales,

responsables del síndrome clínico. Al ser removidos los factores de estrés las hembras presentaron mejorías con respecto al síndrome, situación que se observó durante todos los meses del año exceptuando los meses de verano (desde noviembre hasta finales de marzo), donde la tasa de parición disminuía. Estos autores también reportan una correlación altamente negativa entre la temperatura y las tasas de parición ( $r = - 0,869$ ).

Como resultado del estudio antes mencionado se realizaron mejoras considerables en relación al manejo reproductivo de la cerda. Entre éstas se señala el ubicar a las hembras en jaulas de destete individuales u ocasionalmente en grupos de 3 o 4 cerdas por corral, según se requiera, pero siempre adyacente al corral del verraco evitando de esta forma el estrés de trasladar a la cerda para ser encastada por el macho. Finalmente, se sugirió instalar regaderas a lo largo de los galpones, destinadas a bañar las hembras en forma periódica (cada una o dos horas), cuando la temperatura ambiental superaba los 22 grados, controlándose así el estrés causado por las altas temperaturas.

Tompkins *et al.* (1967) demostraron a partir de la información de tres estaciones experimentales que grupos de cerdas al ser sometidas a diferentes rangos de estrés térmico, invariablemente eran afectadas en relación a la sobrevivencia embrionaria y que este efecto se evidenciaba con mayor claridad en las cerdas sometidas a temperaturas ambientales de 36,7 °C por 5 días, a partir del primer día de gestación. En contraposición, las cerdas que eran sometidas al mismo estrés térmico, pero a partir del día 20 de gestación, no mostraron disminución de la sobrevivencia embrionaria. A partir de lo anterior, los autores señalan que se pueden lograr incrementos en los tamaños de camadas estableciendo sistemas de enfriamiento de las hembras por medio de regaderas que funcionaran a intervalos cortos de tiempo y durante los primeros 5 días posteriores a la última monta.

Xue *et al.* (1994), en un trabajo realizado en EE.UU. Analizaron las variaciones estacionales que se producían sobre la tasa de parición, manifestaciones regulares e irregulares en el retorno al celo, intervalo destete monta fértil y porcentaje de cerdas que presentaban estro dentro de los primeros 6 días posteriores al destete. Se analizó el efecto estacional sobre el tamaño de camada al nacimiento, considerando número de lechones nacidos vivos, peso de la camada al nacimiento y peso de la camada a los 21 días de edad. Los resultados indicaron que las cerdas paridas durante los meses de verano (encaste en épocas de menor estrés térmico, invierno y primavera) tenían mayores tasas de pariciones que cerdas que parían durante los meses de invierno. Por otra parte, el porcentaje de cerdas con un intervalo de retorno al celo irregular después del destete, fue mayor en cerdas montadas en los meses de verano versus cerdas montadas en los meses de invierno. Así también, las cerdas montadas en primavera e inicios de verano, donde el ambiente es más bien templado, presentaron mayores tamaños de camada, mayor número de nacidos vivos y mayor peso de la camada al nacimiento que cerdas encastadas durante el verano propiamente tal. Finalmente, los destetes realizados entre los meses de junio a agosto (verano), presentaron intervalos destete - celo mayores que aquellas hembras que destetaron sus camadas en los meses restantes. Las comparaciones entre las cerdas según número ordinal de parto mostró, que el efecto del mes de destete sobre el intervalo destete - celo es mayor en las hembras primíparas ( $p \leq 0,0001$ ) versus las múltiparas (Xue *et al.*, 1994).

Tumaruk *et al.* (2004) observaron que la estación de parto, afectaba de manera mucho más significativa a chanchillas que a hembras múltiparas y este efecto se manifestó sobre todo al comparar los tamaños de camada de lechones nacidos vivos, ya que tanto las altas temperaturas como el exceso de humedad presentan una correlación negativa con el tamaño de camada al nacimiento. Sin embargo, Bevier y Backstrom (1980) reportan una disminución no significativa en el tamaño de camada en cerdas montadas durante los meses más calurosos.

## 2.5 Duración de la Lactancia e Intervalo Destete - Monta.

La duración de la lactancia y el intervalo destete monta son dos aspectos claves de la eficiencia reproductiva de las cerdas (Dewey, 1994).

Diversos factores han sido reportados como responsables de afectar el intervalo destete monta, entre los cuales se mencionan la estación del año, el número ordinal de parto (Koketsu y Dial, 1997) y drásticamente por la duración de la lactancia (Knox y Rodriguez Zas, 2001). Al reducir la duración de la lactancia – como ocurre en los sistemas intensivos – se puede afectar el eje hipotálamo-hipófisis, aumentando significativamente los lapsos destete-preñez. Así, en lactancias de 3 semanas el intervalo destete-celo alcanza alrededor de 7 días promedio y si la lactancia se acorta a 14 días, el celo se presenta en promedio al noveno día pos destete (Hughes y Varley, 1980).

Durante la lactancia en la especie porcina, normalmente existe ausencia de ovulación y estro debido a la influencia de la prolactina. Al final de la lactancia la cerda escapa casi totalmente al efecto de la prolactina, permitiendo que los estrógenos aumenten y se produzca un *feed-back* positivo a nivel de hipotálamo-hipófisis, activándose la función ovárica, lo que determina un rápido retorno al celo dentro de los 4 a 5 días posteriores al destete.

Al estudiar el efecto de la duración de la lactancia sobre la tasa de ovulación se han observado resultados disímiles. Self y Grummer (1958), encontraron diferencias significativas de las tasas de ovulación al comparar hembras con distinto largo de lactancia. Sin embargo, estos resultados no han sido sustentados por Varley y Cole (1978), los que no reportan diferencias significativas para tasa de ovulación en función de la duración de la lactancia.

A su vez, Svajgr *et al.* (1974) al estudiar lactancias de 2, 13, 24 y 35 días, obtuvieron tasas de fertilización de 81,9%; 86,3%; 96,5% y 98,0%, respectivamente.

Las cerdas que expresan tarde la pubertad, tienen pesos de camada mayores pero al mismo tiempo, tienen pérdidas de pesos mayores durante la lactancia, en relación a las cerdas que expresan tempranamente su pubertad. La razón de este resultado se desconoce, pero se podría especular en términos que una mayor edad a la pubertad supone, en general, un mayor peso de la hembra. A su vez, este mayor peso corporal podría mitigar la pérdida de peso durante la lactancia y, en consecuencia, influenciar el retorno al celo posterior al destete (Sterning *et al.*, 1990).

Estos mismos autores indicaron que es posible reducir el retraso en el retorno al celo post destete, excluyendo de la selección a las chanchillas que expresan el celo más tarde que lo indicado por el programa de producción para dichas hembras, o eligiendo directamente las chanchillas que presentaran un menor lapso destete celo. Diferentes investigadores reportan heredabilidades para esta característica de 0,2 (Sterning *et al.*, 1998) y de 0,3 (Ten Napel *et al.*, 1995).

En relación a las diferencias de la característica según raza de la cerda, Tantasuparuk *et al.* (2000) describieron en un estudio realizado con cerdas Yorkshire y Landrace, que las primeras presentaban significativamente, menores intervalos destete – monta que las segundas ( $p \leq 0,01$ ), así como también observaron una mayor proporción de cerdas Yorkshire que eran encastadas dentro de los primeros siete días luego del destete, en contraste con lo determinado en Landrace, por lo que la selección de hembras podría orientarse en función al antecedente racial.

El reflejo de cabalgamiento es un procedimiento de manejo muy usado para definir el momento apropiado para encostar o inseminar una hembra, observándose que cerdas que no son hábiles en presentar el reflejo de cabalgamiento a la pubertad tampoco lo serían posterior al destete, pudiendo de esta forma prolongarse el intervalo destete monta (Sterning *et al.*, 1998). Una selección de hembras según la habilidad de estas para mostrar dicho reflejo a la pubertad también incrementaría la habilidad de mostrar este reflejo posterior al destete, presentando esta característica una heredabilidad medianamente alta comparado con otras características reproductivas (Sterning *et al.*, 1998).

La duración e intensidad de la manifestación de los signos vulvares durante el celo presentan la heredabilidad más alta de las características reproductivas siendo esta de 0,38 (Rydhmer *et al.*, 1994).

## 2. 6 Duración de la Gestación

La duración de la gestación (DG), de alrededor de 115 días, pese a ser una característica de baja variabilidad, tiene importancia desde el punto de vista de la planificación de las construcciones y de la gestión productiva. Su duración está asociada a una serie de factores entre los que se mencionan el tamaño de camada al nacimiento y número ordinal de parto (Corral, 1985).

A partir de la literatura existente se observa, como se mencionara anteriormente, que dada la baja variabilidad de la característica, las investigaciones del tema en cuestión no cuentan con actualizaciones recientes. Es por esto que el grueso de las revisiones dan cuenta de estudios realizados en las décadas del 60 al 80. A pesar de no existir mucha información bibliográfica como la encontrada en el estudio de otras variables, se puede concluir que respecto de los factores que pudiesen afectar la duración de la gestación, existe información contradictoria. Por una parte, tal como lo señalan Martin *et al.* (1977), la única variable que modifica significativamente la duración de la gestación sería el tamaño de la camada al nacimiento. Anteriormente, Omtvedt *et al.* (1965) habían determinado una correlación negativa entre la duración de la gestación y el tamaño de la camada.

Por otra parte, Cox (1964a) señala que no existe correlación entre duración de la gestación y tamaño de camada al nacimiento.

Ramírez *et al.* (1991) concluyó que el período de gestación estaba influenciado por el peso de los lechones al nacimiento y por el número ordinal de parto, encontrando diferencias significativas entre los largos de gestación de hembras adultas y aquellas de cerdas primíparas.

A su vez, Kennedy y Moxley (1978) determinaron que el largo de gestación se afectaba significativamente por el número ordinal de parto

señalando además un coeficiente de repetición para la característica de 0,32. Sin embargo, al igual que Cox (1964a), no encontraron relación entre el tamaño de camada al nacimiento y la duración de la gestación. Este último autor tampoco observó un efecto significativo del número ordinal de parto sobre el largo de gestación, pero sí determinó una tendencia en la cual se observa que las primíparas presentarían duraciones de gestación mayores en al menos un día y medio, al compararlas con gestaciones de cerdas de 2º partos y más.

Kennedy y Moxley (1978) determinaron además un efecto significativo del verraco y la raza de la cerda sobre la duración de la gestación. En relación a esto, Cassady *et al.* (2002) observaron que el período de gestación se modificaba significativamente al incluir dentro del modelo matemático, el efecto de las hembras puras así como sus cruzamientos señalando, además, que la heterosis permite disminuir significativamente el largo de gestación, determinando además que la heredabilidad de la característica alcanzó un  $h^2$  de 0,5.

Con respecto a la información nacional Latorre (1958) determinó un promedio para la característica de 114,95 ds. Casi 20 años después Corral (1985) describió para la misma variable un promedio 115,2 ds. En general, la DG tiende a disminuir a medida que aumenta el TCN lo que se explicaría por el control del sistema hipófisis-adrenal fetal (Corral, 1985). A su vez, el NOP o edad de la hembra ejercería un efecto similar sobre la DG, a partir del 4º o 5º parto, asociado a mayores TCN (Corral, 1985).

## 2.7 Lapso Inter Parto.

La variable Lapso Interparto (LIP) presenta una muy elevada variabilidad, reportándose la influencia de diferentes factores tales como el NOP, la estación del año, criadero, tasa de fertilidad, duración de la lactancia y duración del lapso destete – preñez (Cañas, 1979; Corral, 1985).

Ratificando la variabilidad del indicador, Cañas (1979), trabajando con cinco plantales industriales (con registros entre 1970 –1975), reporta un LIP promedio de 178,7 días y un coeficiente de variación de 17,8%. Los LIP de entre 155 y 175 días representaron el 55,3% de la muestra estudiada.

Pantoja (1983), analizando 6.703 registros de parto – provenientes de un criadero entre los años 1975 y 1979 - reporta un LIP promedio de  $156,8 \pm 13,3$  días. Entre los efectos más significativos en su disminución se menciona el NOP, observándose los menores LIP en hembras de 3<sup>er</sup> parto y más.

En relación a las diferencias de la variable según la raza de la cerda Tantasuparuk *et al.* (2000), en un estudio realizado en Tailandia que comprendía tanto hembras Yorkshire y Landrace reportaron, que las segundas presentaron un LIP de 2,3 días más corto al ser comparadas con las hembras Landrace, describiéndose LIP promedios de 158,1 y 160,5 ds para ambas razas, respectivamente

### **3. HIPÓTESIS**

Planteles porcinos nacionales bajo sistemas intensivos confinados (SIC), han mejorado en los últimos años, su eficiencia productiva y reproductiva lo que les permite alcanzar niveles de competitividad en los mercados nacional y extranjero.

### **4. OBJETIVOS**

#### **4.1 Objetivo general.**

Conocer el comportamiento de las principales características productivas y reproductivas de un criadero de cerdos, que se encuentra operando bajo sistemas intensivos confinados (SIC).

#### **4.2 Objetivos específicos.**

1. Analizar los efectos edad al 1<sup>er</sup> parto, año calendario, estación de parto y la interacción año estación sobre el tamaño de camada total y vivos en chanchillas.
2. Establecer la relación entre la edad de la hembra al 1<sup>er</sup> parto y el tamaño de la camada total y vivos en chanchillas.
3. Analizar los efectos lapso destete - monta, número ordinal de parto, año calendario, estación de parto y la interacción año estación sobre el tamaño de camada total y vivos en el total de hembras del plantel, duración de la gestación y lapso Inter parto.
4. Describir las variables duración de la lactancia y tamaño de la camada al destete.

## **5. MATERIAL y MÉTODOS.**

### **5.1. Materiales.**

La información base para el presente trabajo se obtuvo de el registro particular de un criadero de cerdos de tipo industrial, bajo sistema intensivo confinado, el cual dispone de 455 hembras reproductoras y 8 verracos en actividad reproductiva, ubicado en la comuna de Codegua, VI Región del país. El criadero fue seleccionado de acuerdo a la factibilidad de uso de su información reproductiva y productiva de los últimos años de gestión.

El plantel es de tipo comercial, ciclo completo (masa reproductora, lechones, recría, crianza y engorda), dispone de construcciones e infraestructura de acuerdo a la función productiva, establece un manejo reproductivo intensivo que incluye tres protocolos de inseminación artificial, mantiene programas de alimentación basados en dietas específicas por tipo de animal y establece programas sanitarios y de bioseguridad.

El genotipo predominante corresponde a animales híbridos comerciales (*PIC*<sup>®</sup>), obteniéndose hembras  $F_1$  a través de cruzamientos rotatorios en los cuales se incorporan – entre otras – las razas *Landrace*, *Yorkshire*, *Hampshire* y *Duroc Jersey*. En general, el manejo es estándar en lo que respecta a la selección de chanchillas, manejos de detección de celo, manejo de gestación, manejo de parto, lactancia y manejo de destete.

El criadero maneja los registros productivos y reproductivos en sistemas manuales y computacionales, que incluyen tarjetas, planillas y programas de los cuales se extrajo la información correspondiente para el estudio.

## 5.2. Métodos.

El método consistió en una investigación retrospectiva de la información contenida en los registros y bases de información del criadero. Se analizaron los siguientes aspectos:

- (1) Para el caso de las hembras de primer parto (chanchillas) se analizó el efecto de la edad al primer parto (EPP), año calendario (A), estación de parto (E) y la interacción año – estación (IAE), sobre el tamaño de la camada de nacidos totales ( $TCNT_1$ ) y nacidos vivos ( $TCNV_1$ ). Además, se realizó un estudio de regresión para estimar el efecto de la edad de la hembra al 1<sup>er</sup> parto sobre el tamaño de la primera camada ( $TCNT_1$  y  $TCNV_1$ ).
- (2) En el total de hembras del plantel se analizaron los efectos días de presentación del celo post-destete (lapso destete – monta) (LDM), número ordinal del parto (NOP), año calendario (A), estación de parto (E) y la interacción año – estación (IAE), sobre el  $TCNT_2$  y  $TCNV_2$  siguientes.
- (3) Adicionalmente, se analizaron los factores ya indicados sobre duración de la gestación (DG) y lapso ínter parto (LIP).
- (4) Se describieron las variables tamaño de la camada al destete (TCD) y duración de la lactancia (DL).

La DG se definió como el tiempo transcurrido entre el día del servicio fértil y el parto. La duración de la lactancia se definió como el tiempo transcurrido entre el día del parto y el día del destete. El LDM fue definido como el tiempo transcurrido entre el día del destete y la fecha del servicio, estableciéndose tres intervalos: 1 – 2 días, 3 – 5 días y 6 y más días. El LIP se definió como el tiempo transcurrido entre dos partos sucesivos.

Los partos estudiados se agruparon en 5 estratos, reservando un estrato de mayores o iguales al quinto parto.

La información recolectada, cubrió cinco años, entre el año 1998 y el año 2002. Se establecieron cuatro estaciones de parto, asignándole a cada una tres meses: verano (VE) correspondiendo los meses de enero a marzo; otoño (OT) de abril a junio; invierno (IN) de julio a septiembre y primavera (PR) de octubre a diciembre.

De esta manera, se estableció el factor de variación año que comprendió 5 niveles para el período de 5 años (1998, 1999, 2000, 2001, 2002) y el factor de variación estación teniendo cada uno 3 meses.

Los TCNT, TCNV para chanchillas como para hembras de 2 y más partos, se clasificaron en 10 intervalos de: 5 lechones y menos, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y más lechones.

El modelo matemático utilizado para analizar las características productivas y reproductivas para las chanchillas fue el siguiente (Modelo A):

### Modelo A:

$$Y_{ijkl} = \mu + EPP_i + A_j + E_k + (A \times E)_{jk} + \epsilon_{ijkl}$$

### Donde:

$Y_{ijkl}$  :Observación fenotípica del tamaño total o vivo de la  $L_{ésima}$  camada, en la  $JK_{ésima}$  interacción (año x estación), en la  $K_{ésima}$  estación, en el  $J_{ésimo}$  año, en la  $I_{ésima}$  edad al Primer Parto.

### Siendo:

$\mu$  :Media poblacional  
 $EPP_i$  :Efecto de la  $i_{ésima}$  edad al primer parto (293 ds....373ds)  
 $A_j$  :Efecto del  $j_{ésimo}$  año (1998....2002)  
 $E_k$  :Efecto de la  $k_{ésima}$  estación (4 estaciones)  
 $I_{jk}$  :Efecto de la interacción del  $j_{ésimo}$  año y la  $k_{ésima}$  estación  
 $\epsilon_{ijkl}$  :Error aleatorio de cada observación

Para el estudio del  $TCNT_1$  y  $TCNV_1$  en hembras de primer parto los factores de variación fueron los siguientes:

- Edad de parto (4 estratos)
- Año (5)
- Estación (4)

Para el estudio del  $TCNT_2$  y  $TCNV_2$  en el total de hembras, los factores de variación fueron los siguientes:

- Lapso destete – Monta fértil (3)
- Número ordinal de parto (1,2, 3, 4, 5 y + partos)
- Año (5) (1998 a 2002)
- Estación (4) (Otoño, Invierno, Primavera, Verano)

En el caso de incluir a todas las hembras del plantel el modelo matemático utilizado para analizar las características productivas y reproductivas, fue el siguiente (Modelo B):

### Modelo B

$$Y_{ijklm} = \mu + LDM_i + NOP_j + A_k + E_l + (A \times E)_{kl} + \epsilon_{ijklm}$$

#### Donde:

$Y_{ijklm}$  :Observación fenotípica del tamaño total o vivo de la  $M_{ésima}$  camada, en la  $KL_{ésima}$  interacción (año x estación), en la  $L_{ésima}$  estación, en el  $K_{ésimo}$  año, en el  $J_{ésimo}$  número ordinal de parto, en el  $I_{ésimo}$  lapso destete monta.

#### Siendo:

$\mu$  :Media poblacional  
 $LDM_i$  :Efecto del  $i_{ésimo}$  lapso destete – monta (3)  
 $NOP_j$  :Efecto del  $j_{ésimo}$  número ordinal de parto (1....5 y +partos)  
 $A_k$  :Efecto del  $k_{ésimo}$  año (1998....2002)  
 $E_l$  :Efecto de la  $l_{ésima}$  estación (4 estaciones)  
 $I_{jk}$  :Efecto de la interacción del  $k_{ésimo}$  año y la  $l_{ésima}$  estación  
 $\epsilon_{ijklm}$  :Error aleatorio de cada observación

Para el estudio de las características DG y LIP, los modelos a utilizar fueron los siguientes:

### Modelo C (Duración de Gestación):

$$Y_{ijk} = \mu + \text{NOP}_i + \text{TCN}_j + (\text{NOP} \times \text{TCN})_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

#### Donde:

$Y_{ijk}$  : Observación fenotípica de la duración de la  $K$ ésima gestación en la  $J$ ésima interacción (NOP x TCN), en el  $J$ ésimo tamaño de camada al nacimiento, en el  $I$ ésimo número ordinal de parto.

#### Siendo:

$\mu$  :Media poblacional

$\text{NOP}_i$  :Efecto del  $i$ ésimo parto (1....5 y + partos)

$\text{TCN}_j$  :Efecto del  $j$ ésimo TCN (5 lechones y menos ....14 y más lechones)

$I_{ij}$  :Efecto de la interacción del  $i$ ésimo parto y el  $j$ ésimo TCN

$\epsilon_{ijk}$  :Error aleatorio de cada observación

Año y Estación tendrían un mínimo efecto sobre la duración de la gestación, por lo que fueron excluidas del modelo, de esta manera se pudo analizar otras fuentes de variación que, a pesar de explicar en un bajo porcentaje la variabilidad de la DG, serían más interesantes de analizar (Corral, 1985). De esta forma se pueden comparar en un mismo plano los estudios de esta característica que existen a nivel nacional.

### Modelo D (Lapso Interparto):

$$Y_{ijkl} = \mu + NOP_i + A_j + E_k + (A \times E)_{jk} + \epsilon_{ijkl}$$

#### Donde:

$Y_{ijkl}$  :Observación fenotípica del lapso inter parto de la  $L$ ésima hembra, en la  $JK$ ésima interacción (año x estación), en la  $K$ ésima estación, en el  $J$ ésimo año, en el  $I$ ésimo número ordinal de parto.

#### Siendo:

$\mu$  :Media poblacional  
 $NOP_i$  :Efecto del  $i$ ésimo NOP ( 1....5 y más partos)  
 $A_j$  :Efecto del  $j$ ésimo año (1998 .... 2002)  
 $E_k$  :Efecto de la  $k$ ésima estación (4 estaciones)  
 $I_{jk}$  :Efecto de la interacción del  $j$ ésimo año y la  $k$ ésima estación  
 $\epsilon_{ijkl}$  :Error aleatorio de cada observación

La información se codificó y procesó en el Centro de Computación de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. El método estadístico utilizado para resolver los modelos matemáticos fue el de mínimos cuadrados para desigual número de observaciones por subclase, usando para ello el programa utilitario *Statistical Analysis System* (SAS) (1996). Este mismo programa se utilizó en la descripción estadística.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 Efecto de la Edad al Primer Parto sobre el Tamaño de Camada Total (TCNT<sub>1</sub>) y Tamaño de Camada Nacidos Vivos (TCNV<sub>1</sub>) en Chanchillas.

Por lo general, la edad de la cerda al primer parto y el consiguiente tamaño de camada obtenido, permiten visualizar si la edad de encaste es apropiada, para obtener buenos rendimientos reproductivos.

En relación al TCNT<sub>1</sub> según edad al primer parto no se encontraron diferencias significativas para ninguna de las cuatro edades analizadas en chanchillas ( $p > 0,05$ ). Similar situación se observó para el TCNV<sub>1</sub> ( $p > 0,05$ )(Tabla 1).

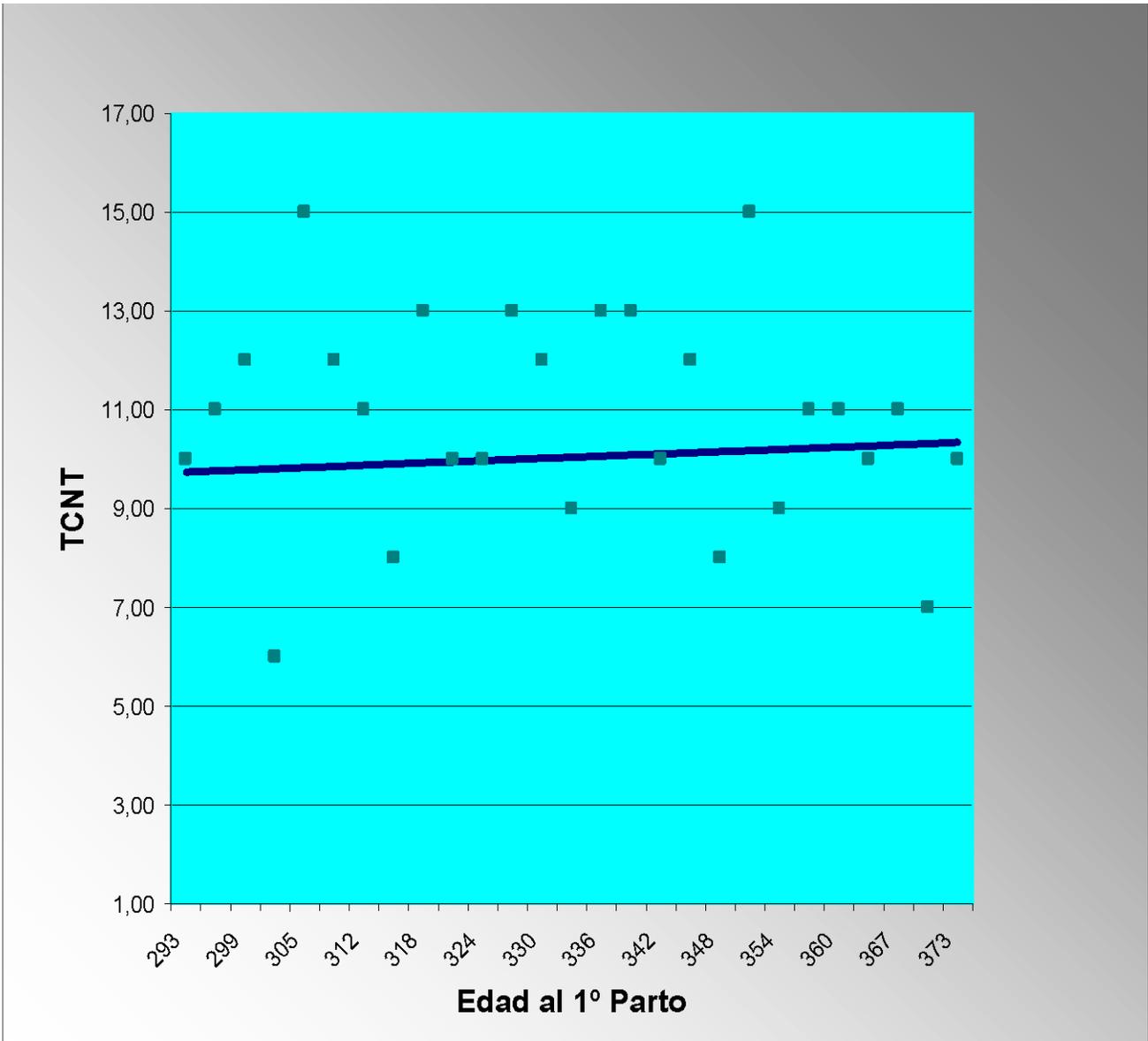
**Tabla 1. Descripción estadística para los TCNT<sub>1</sub> y TCNV<sub>1</sub> en chanchillas según edad al 1er parto<sup>1</sup>**

<b>EDAD AL 1° PARTO</b>	<b>n</b>	<b>TCNT</b>	<b>TCNV</b>
<b>293 – 313 días</b>	106	<b>9,9 ± 2,5</b> (25,7) 2 - 15	<b>9,7 ± 2,5</b> (26,0) 2 - 15
<b>314 – 333 días</b>	212	<b>9,9 ± 2,7</b> (27,4) 2 - 18	<b>9,7 ± 2,8</b> (28,5) 2 - 18
<b>334 – 353 días</b>	189	<b>10,2 ± 3,1</b> (30,3) 2 - 18	<b>9,8 ± 3,0</b> (30,5) 2 - 18
<b>354 – 373 días</b>	322	<b>10,3 ± 2,9</b> (28,56) 2 - 24	<b>10,0 ± 2,8</b> (28,3) 2 - 19

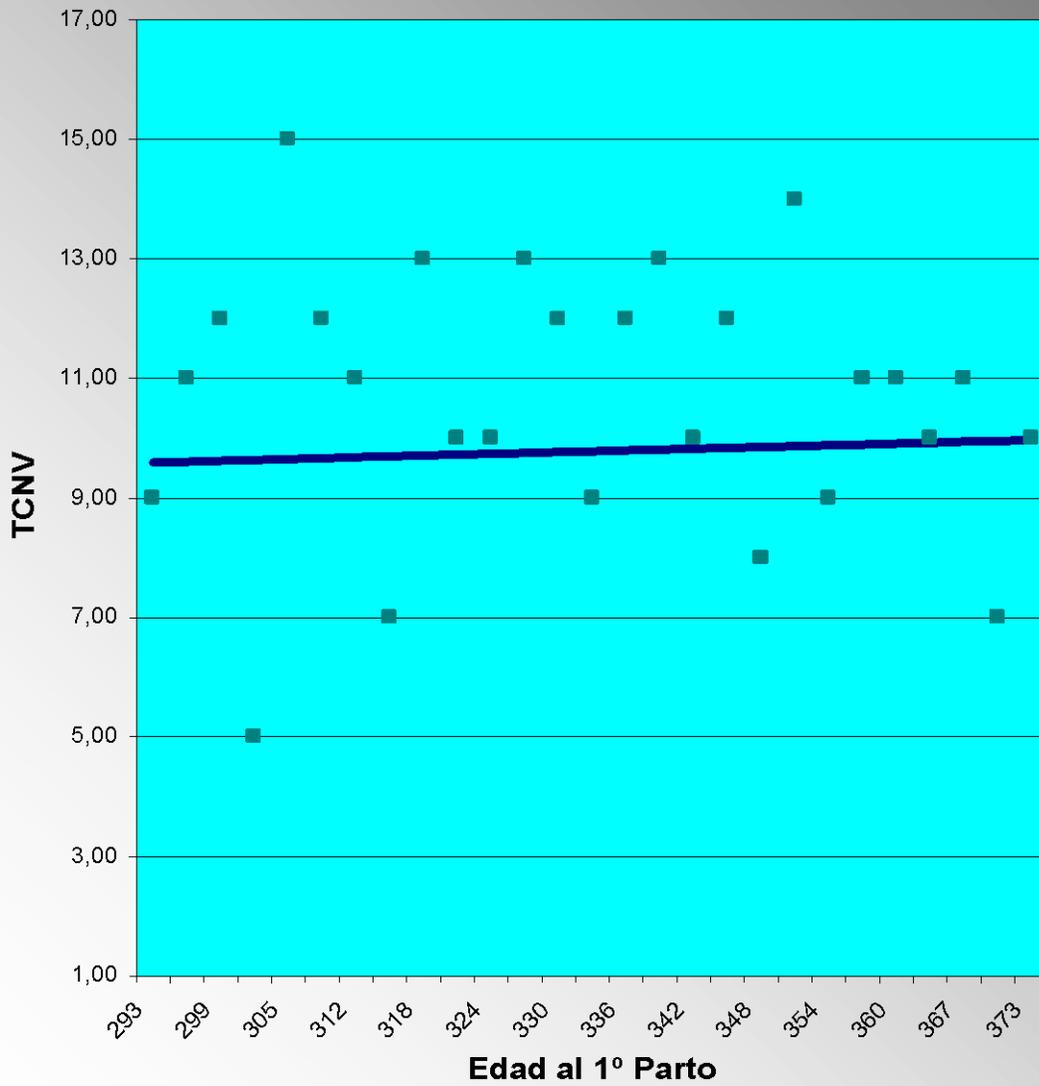
<sup>1</sup>Promedio aritmético ± desviación estándar,

**coeficiente  
de  
variación  
(valores en  
paréntesis) y  
valores  
mínimos y  
máximos.**

A pesar de no existir diferencias significativas entre grupos de edad, se decidió según lo expuesto en los objetivos, realizar una prueba de regresión para los  $TCNT_1$  y  $TCNV_1$ , en base a la predicción de estos valores según las distintas edades de los primeros partos. Los coeficientes de regresión (b) obtenidos en el presente estudio fueron de 0,007 y 0,004 para el  $TCNT_1$  y  $TCNV_1$ , respectivamente, sin embargo estos valores no difieren estadísticamente del valor cero (Gráficos 1 y 2).



**Gráfico 1. Regresión entre edad al 1<sup>er</sup> parto y TCNT<sub>1</sub>**



**Gráfico 2. Regresión entre edad al 1<sup>er</sup> parto y TCNV<sub>1</sub>**

Como se puede apreciar en ambos gráficos la pendiente obtenida, confirma la baja asociación entre la característica tamaño de camada en chanchillas, al considerar diferentes edades de primer parto.

A nivel nacional, lo anterior concuerda con lo señalado por Corral (1985) quien indica que no existirían diferencias significativas para los tamaños de camada según diferentes edades de primer parto ( $p > 0,05$ ). Sin embargo, estos resultados difieren de lo señalado por Pantoja (1983), quien si encontró diferencias significativas ( $p \leq 0,001$ ) al comparar los tamaños de camada de las chanchillas según las diferentes edades de primer parto.

Por otro lado, Strang (1970) indicó que chanchillas que tienen su parto a los 13 meses de edad, solamente pueden criar un cuarto de lechón extra en comparación con chanchillas que paren a los 11 meses de edad y que los costos de crianza y alimentación de dicho excedente de lechón serían mayores a las ganancias percibidas por este. Por lo que la recomendación sería adelantar las edades al primer parto.

Como fue señalado con anterioridad la edad de primer parto permite visualizar si la edad del encaste fue la óptima relacionándose esta última con la presentación de la pubertad. De esta manera, Schukken *et al.* (1994) observaron que el número promedio de lechones nacidos vivos aumenta en la medida que la edad a la primera concepción en chanchillas es mayor. Este efecto fue apreciado con menor intensidad en hembras de segundo parto y, definitivamente, no tiene incidencia sobre el tamaño de camada de nacidos vivos, para hembras de tercer parto.

De acuerdo a lo reportado por Marois *et al.* (2000), el tamaño de camada al nacimiento para hembras de primer parto se incrementó en 0,12 lechones, en hembras de raza Yorkshire, cuando éstas atrasaban su edad al parto en 10 días ( $p \leq 0,05$ ). Por el contrario, en hembras de raza Landrace el efecto de la edad al primer parto no tuvo un efecto significativo sobre los tamaños de camada al nacimiento.

## 6.2 Efecto del Año sobre el TCNT y TCNV.

En el presente trabajo el año calendario no fue una fuente de variación estadísticamente significativa tanto para el TCNT<sub>1</sub> como para el TCNV<sub>1</sub> ( $p > 0,05$ ) al incluir dentro del modelo sólo hembras de primer parto (Modelo B) (chanchillas)(Tabla 2). Asimismo, no se observaron diferencias ( $p > 0,05$ ) en los TCNT<sub>1</sub> y TCNV<sub>1</sub> respectivamente, al considerar el efecto de la interacción año-estación.

**Tabla 2. Descripción estadística para los TCNT<sub>1</sub> y TCNV<sub>1</sub> según año en hembras de 1<sup>er</sup> parto<sup>1</sup>**

<b>AÑO</b>	<b>n</b>	<b>TCNT</b>	<b>TCNV</b>
<b>1998</b>	30	<b>9,3 ± 2,6</b> (28,1) 5 - 14	<b>9,0 ± 2,7</b> (29,7) 4 - 14
<b>1999</b>	103	<b>9,9 ± 2,7</b> (27,6) 2 - 15	<b>9,8 ± 2,7</b> (27,6) 2 - 15
<b>2000</b>	188	<b>9,8 ± 2,6</b> (26,9) 2 - 16	<b>9,5 ± 2,7</b> (28,2) 2 - 16
<b>2001</b>	242	<b>10,3 ± 2,7</b> (26,6) 2 - 18	<b>10,0 ± 2,7</b> (26,6) 2 - 16
<b>2002</b>	266	<b>10,3 ± 3,2</b> (30,8) 2 - 24	<b>10,0 ± 3,0</b> (30,5) 2 - 19

<sup>1</sup>Promedio aritmético ± desviación estándar, coeficiente de variación (valores en paréntesis) y valores mínimos y máximos.

Se aprecia un aumento de las observaciones a través del tiempo, situación atribuible al crecimiento que presentó el plantel durante los años que abarcó el presente estudio (Tabla 2). Lo anterior es relevante por cuanto la incorporación de nuevos *pool*es genéticos podría ser un factor importante en el

marco de un programa de crecimiento, combinación que en la mayoría de los casos atenúa el progreso de la prolificidad.

En la Tabla 3 se presentan los resultados del efecto año sobre los TCNT<sub>2</sub> y TCNV<sub>2</sub> en el total de hembras estudiadas. Se demuestra que el año resultó ser una fuente de variación estadísticamente significativa tanto para TCNT<sub>2</sub> como para TCNV<sub>2</sub> ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabla 3. Descripción estadística para los TCNT<sub>2</sub> y TCNV<sub>2</sub> en el total de hembras, según año calendario<sup>1</sup>**

<b>AÑO</b>	<b>n</b>	<b>TCNT</b>	<b>TCNV</b>
<b>1998</b>	52	<b>9,8<sup>a</sup> ± 2,5</b> (25,3) 5 - 14	<b>9,5<sup>a</sup> ± 2,5</b> (26,2) 4 - 14
<b>1999</b>	261	<b>10,4<sup>ab</sup> ± 2,9</b> (27,9) 2 - 19	<b>10,3<sup>ab</sup> ± 2,9</b> (27,8) 2 - 18
<b>2000</b>	599	<b>10,6<sup>ab</sup> ± 2,8</b> (26,7) 2 - 19	<b>10,1<sup>ab</sup> ± 2,7</b> (26,9) 2 - 18
<b>2001</b>	894	<b>10,6<sup>ab</sup> ± 3,0</b> (28,2) 2 - 18	<b>10,3<sup>ab</sup> ± 2,9</b> (28,6) 2 - 18
<b>2002</b>	934	<b>10,9<sup>b</sup> ± 3,2</b> (29,5) 2 - 24	<b>10,5<sup>b</sup> ± 3,1</b> (29,7) 2 - 20

<sup>1</sup>Promedio aritmético ± desviación estándar, coeficiente de variación (valores entre paréntesis) y valores mínimos y máximos. Letras distintas dentro de columnas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ )

Se observa un sostenido aumento - en el periodo de 5 años de estudio - tanto del TCNT<sub>2</sub> como del TCNV<sub>2</sub>, alcanzando un incremento de 1,1 lechones y de 0,9 lechones, respectivamente (Tabla 3).

Estos resultados coinciden con lo reportado a nivel nacional en los trabajos de Cañas (1979) y Corral (1985), quienes encontraron diferencias significativas, al analizar el efecto del año sobre tamaños de camada. Sin embargo, estos autores observaron disminuciones de la característica (0,5 y 0,2 lechones, respectivamente), atribuibles a condiciones de mercado de insumos e inestabilidades económicas sectoriales.

Asimismo, Gómez *et al.* (1999) determinaron, en Yucatán México, que tanto el TCNT así como el número de lechones nacidos vivos eran afectados significativamente por el efecto del año calendario ( $p \leq 0,01$ ).

El aumento de los TCNT<sub>2</sub> y TCNV<sub>2</sub> observados desde el año 1998 al año 2002, tendrían su explicación en una diversidad de factores entre los cuales caben destacar la incorporación de nuevos *pool*es genéticos al plantel, mejora en la estandarización de protocolos de manejo, esquemas sanitarios más eficientes así como la introducción de conceptos de bioseguridad y mejores niveles de estandarización de prácticas productivas específicas a través de los años.

No se observaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) de los TCNT<sub>2</sub> y TCNV<sub>2</sub> a partir del efecto de la interacción año – estación, a diferencia de lo reportado con anterioridad en Chile por Corral (1985), quien si señaló diferencias ( $p \leq 0,05$ ) para los tamaños de camada a partir de la interacción antes mencionada.

### **6.3 Efecto de la Estación sobre el TCNT y TCNV.**

Al analizar el efecto de la estación de partos, estudiado a través del modelo A, en hembras de primer parto, se observa que no existiría influencia sobre el TCNT<sub>1</sub> ( $p > 0,05$ ) como tampoco sobre el TCNV<sub>1</sub> ( $p > 0,05$ ). Situación similar se aprecia al analizar dicho efecto sobre el total de hembras del plantel tanto para TCNT<sub>2</sub> ( $p > 0,05$ ) como para TCNV<sub>2</sub> ( $p > 0,05$ ), lo que concuerda con trabajos realizados con anterioridad (Peltoniemi *et al.*, 1999; Xue *et al.*, 1994).

En las siguientes tablas se muestra la descripción estadística para las características TCNT<sub>1</sub> y TCNV<sub>1</sub> en hembras de primer parto (Tabla 4) como para el total de hembras que conforman el plantel (Tabla 5), según estación de parto.

**Tabla 4. Descripción estadística para los TCNT<sub>1</sub> y TCNV<sub>1</sub> según estación de partos, en hembras de primer parto<sup>1</sup>**

ESTACIÓN	n	TCNT <sub>1</sub>	TCNV <sub>1</sub>
OTOÑO	202	10,0 ± 2,9 (29,6) 2 - 24	9,6 ± 2,8 (29,0) 2 - 18
INVIERNO	222	10,1 ± 2,9 (28,7) 2 - 18	9,8 ± 2,9 (29,2) 2 - 16
PRIMAVERA	183	10,3 ± 3,0 (29,1) 2 - 18	10,1 ± 3,0 (29,5) 2 - 18
VERANO	222	10,1 ± 2,6 (26,3) 2 - 19	9,8 ± 2,6 (26,7) 2 - 19

<sup>1</sup>Promedio aritmético ± desviación estándar, coeficiente de variación (valores en paréntesis) y valores mínimos y máximos.

Los resultados de la presente investigación indicarían la existencia de eficientes normas de manejo dentro del plantel observado, permitiendo que la variable estación de partos, no afecte de forma significativa los tamaños de

camada, logrando la homogenización de la variable a lo largo de las estaciones estudiadas. Los tamaños de camada reportados en este estudio no mostraron alteraciones bajo el efecto de las altas temperaturas, escapando al síndrome conocido como estrés por calor (Hennesy *et al.*, 1984) el que provoca, entre otras cosas, disminución en la prolificidad de las hembras.

**Tabla 5. Descripción estadística para los TCNT<sub>2</sub> y TCNV<sub>2</sub> en el total de hembras, según Estación<sup>1</sup> de partos**

ESTACIÓN	n	TCNT	TCNV
OTOÑO	638	10,6 ± 3,1 (28,8) 2 - 24	10,2 ± 2,9 (28,8) 2 - 18
INVIERNO	737	10,6 ± 3,6 (29,2) 2 - 19	10,3 ± 3,0 (29,2) 2 - 18
PRIMAVERA	726	10,9 ± 3,0 (27,9) 2 - 20	10,5 ± 2,9 (27,9) 2 - 20
VERANO	639	10,5 ± 2,9 (27,8) 2 - 20	10,2 ± 2,9 (28,2) 2 - 19

<sup>1</sup>Pro  
medi  
o  
arit  
mético ±  
desv  
iació  
n  
está  
ndar  
,  
coefi  
cient  
e de  
varia  
ción  
(valo  
res  
entr  
e

paré  
ntesi  
s) y  
valor  
es  
míni  
mos  
y  
máxi  
mos

Lo reportado en la presente memoria difiere de lo señalado por Tummaruk *et al.* (2004) quienes indican que cerdas de primer parto presentan menores tamaños de camada en comparación con hembras multíparas en todas las estaciones climáticas analizadas en Tailandia. Sin embargo, estos autores señalan que el menor número de lechones observado en chanchillas sería aún más evidente durante los partos realizados en el mes de agosto, a raíz de que los encastes de dichas hembras se producen durante la temporada de mayor temperatura. Así mismo, Tantasuparuk *et al.* (2000) trabajando con rebaños de raza Landrace y Yorkshire en la misma región, describen que aumentos de 1° C sobre el máximo de la temperatura diaria, durante las primeras 4 semanas de gestación, resulta en una disminución de 0,07 lechones por camada.

Tantasuparuk *et al.* (2005) en un estudio más reciente realizado en áreas caracterizadas por un clima tropical de altas temperaturas y humedades, reportan que las tasas de ovulación encontradas en primíparas eran considerablemente más bajas, en especial las de raza Landrace, en relación a las tasas exhibidas por chanchillas manejadas en ambientes más templados. Esta última condición sería la observada en la sexta región de Chile, zona donde se llevó a cabo la presente memoria explicando así la nula variación de la variable tamaño de camada.

En Chile y a diferencia de lo señalado en este estudio, Corral (1985) trabajando con la información de tres criaderos de la zona central, durante un período de tres años, observó diferencias significativas para el efecto estación,

encontrando los mayores valores de tamaño de camada en los meses de invierno y los menores valores en otoño, lo que se debería al estrés térmico causado sobre las montas realizadas en los meses de mayor temperatura (Love., 1978).

Asimismo, Peltoniemi *et al.* (1999), observaron un retraso de hasta 10 ds en la edad de monta de las primíparas, provocando primeros partos más tardíos, producto de encastes realizados en los meses de verano e inicios de otoño.

#### **6.4 Efecto del Lapso Destete Monta (LDM) sobre el TCNT y TCNV siguientes.**

Se han reportado diversos factores que afectan el intervalo destete monta, entre los que se mencionan la estación del año, el número ordinal de parto y la duración de la lactancia (Koketsu y Dial, 1997).

De acuerdo a los datos obtenidos del presente trabajo (modelo B), el efecto del LDM resultó ser significativo para los TCNT y TCNV en hembras adultas ( $p \leq 0,05$ ), para ambas variables, respectivamente. Las hembras que presentaron LDM de entre 1 a 2 ds, 3 a 5 ds y más de 6 ds, presentaron 10,5; 10,7 y 10,8 lechones nacidos totales y 10,1; 10,3 y 10,5 lechones nacidos vivos por parto, respectivamente (Tabla 6 y Gráfico 3):

**Tabla 6. Descripción estadística para los TCNT y TCNV en hembras adultas según LDM<sup>1</sup>**

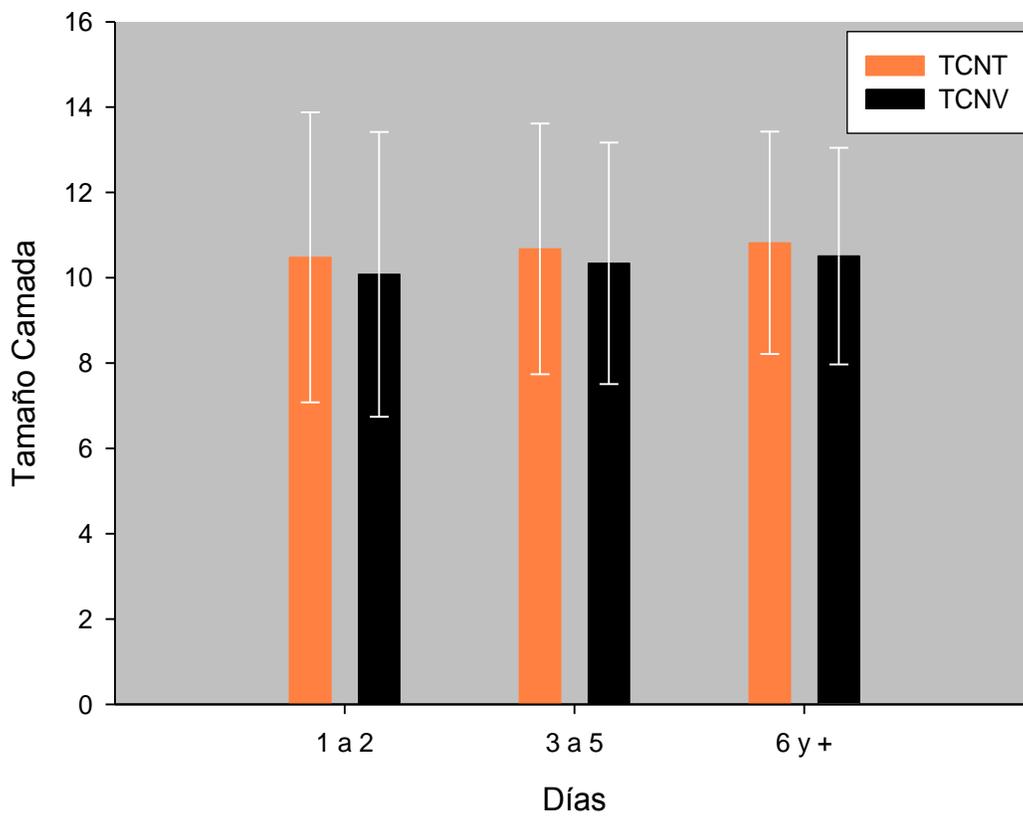
LDM	n	TCNT	TCNV
1 – 2 días	899 (32,8%)	10,5 <sup>a</sup> ± 3,4 (32,48) 2 - 20	10,1 <sup>a</sup> ± 3,3 (33,17) 2 - 20
3 – 5 días	1106 (40,4%)	10,7 <sup>ab</sup> ± 2,9 (27,51) 2 – 20	10,3 <sup>ab</sup> ± 2,8 (37,41) 2 - 19
6 y + días	735 (26,8%)	10,8 <sup>b</sup> ± 2,6 (24,12) 2 - 24	10,5 <sup>b</sup> ± 2,5 (24,15) 2 - 18

1  
P  
r  
o  
m  
e  
d  
i  
o  
  
a  
r  
i  
t  
m  
é  
t  
i  
c  
o  
  
±  
  
d  
e  
s  
v  
i  
a  
c  
i  
ó  
n  
  
e  
s  
t  
á  
n  
d  
a

r  
,  
c  
o  
e  
f  
i  
c  
i  
e  
n  
t  
e  
d  
e  
v  
a  
r  
i  
a  
c  
i  
ó  
n  
(  
v  
a  
l  
o  
r  
e  
s  
e  
n  
t  
r  
e  
p  
a  
r  
é  
n  
t  
e  
s  
i  
s  
)  
y  
v  
a  
l  
o

r  
e  
s  
  
m  
í  
n  
i  
m  
o  
s  
  
y  
  
m  
á  
x  
i  
m  
o  
s  
.

Letras distintas dentro de columnas



### Gráfico 3. TCNT y TCNV según LDM (promedio y desviación estándar)

Self y Grummer (1958) indican que la presentación del celo posdestete y, en consecuencia el LDM, está en relación con la duración de la lactancia. Estudiándose lactancias de 10, 21 y 56 ds, estos autores reportan LDM de 9,4; 6,3 y 4,0 ds, respectivamente. A pesar que dichos investigadores no encontraron diferencias estadísticas en las tasas de ovulación entre los grupos estudiados ( $p = 0,06$ ), ellos sugieren que podría existir una tendencia al incremento de dicha tasa en función de lactancias más prolongadas.

Resultados similares a los de la presente investigación reportan Love *et al.* (1979), los que al realizar un estudio retrospectivo indicaron que el tamaño de camada de nacidos totales al segundo parto fue mayor ( $p \leq 0,05$ ) en las cerdas que presentaron un intervalo destete monta de más de 12 ds en relación a intervalos menores.

Marois *et al.* (2000), trabajando con hembras Landrace y Yorkshire, señalan que el tamaño de camada aumenta en  $0,6 \pm 0,09$  y en  $0,024 \pm 0,13$  lechones, respectivamente, en lactancias mayores a 10 días. Sin embargo, estos autores también observan que las cerdas que mostraron intervalos destete monta más cortos, presentaban mejores niveles nutricionales y fisiológicos (condición corporal), razón por la cual serían capaces de presentar mayores tamaños de camada que las cerdas que concebían más tardíamente, es decir, que presentaban LDM más prolongados.

Coincidente con los resultados encontrados en el presente trabajo, Svajgr *et al.* (1974), indican que cuando el LDM es mayor, se incrementa linealmente la proporción de óvulos fertilizados ( $p \leq 0,05$ ), disminuyendo también el número de folículos quísticos ( $p \leq 0,01$ ), situaciones que explicarían los incrementos en los tamaños de camada encontrados en esta investigación.

La concentración promedio de hormona luteinizante (LH), es mayor durante los días 14, 21 y 28 de lactancia (previo al destete), en hembras que exhiben lapsos destete monta más cortos ( $p \leq 0,05$ ). Asimismo, el número de picos de LH es mayor en dichas hembras ( $p \leq 0,01$ ) en comparación con cerdas que presentan intervalos destete monta más largos. Las mayores concentraciones de hormona luteinizante encontradas en hembras que retornan al celo con mayor rapidez, explicaría el por que de los menores intervalos destete monta, pues alcanzarían el pico pre-ovulatorio de LH con una mayor celeridad que las cerdas que presentan concentraciones más bajas de la hormona en cuestión (Tokach *et al.*, 1992).

En relación al número de hembras que retorna al celo posdestete, Knox y Rodriguez Zas (2001), indican que el 86,2 % lo hicieron dentro de los primeros 8 días, con un intervalo destete-celo promedio de 4,4 ds. Además, reportaron que un 16% de las hembras retornaban al celo posdestete entre los 2 a 3 ds, que el 41% lo hacían a partir del 4º día, el 30% presentaba celo sobre el 5º día y que sólo el 13% de las hembras destetadas presentaba su celo entre los días 6º y 8º posdestete. Estos resultados indican que el 70% de las hembras expresaban celo hasta el 5º día posdestete, concordando plenamente con los encontrados en el presente trabajo, donde el 73,2% de las hembras presentaron celos posdestete dentro de los 5 ds (Tabla 6).

Estos mismos investigadores (Knox y Rodriguez Zas, 2001) señalan que la relación directa entre los tamaños de camada y la duración de los LDM se explicaría por la influencia que tuvieron sobre la ovulación durante el estro, reportando que el porcentaje de cerdas que ovulan durante el celo posdestete se ve influenciado por el largo de lactancia ( $p \leq 0,001$ ) y por el LDM ( $p \leq 0,001$ ). También, indican que hembras con lactancias menores a 16 ds son menos hábiles para mostrar el celo que cerdas con lactancias mayores a 17 ds.

Si bien Dewey *et al.*, (1994) describieron incrementos progresivos del tamaño de camada en relación a la duración de la lactancia (25, 27 y 33 ds) ( $p \leq 0,05$ ), indican que cerdas preñadas después de los 6 ds posdestete, tenderían a disminuir progresivamente los tamaños de camada, lo que se contrapone a lo reportado en el presente estudio.

Veseur *et al.* (1994) señalan que las cerdas de primer parto tuvieron menores tasas de pariciones al ser montadas durante la primera semana posterior al destete en relación a cerdas multíparas, obteniéndose los mejores resultados al encastar las chanchillas posterior a su primer parto a partir del 5º día y para las multíparas a partir del 4º día del destete (85,8% y 93,5%, respectivamente).

Esta información concuerda con lo señalado por Marois *et al.* (2000) quienes indican que el intervalo destete preñez tiene un efecto significativo sobre los tamaños de camada en cerdas multíparas ( $p \leq 0,001$ ), presentándose una correlación genética positiva con el tamaño de camada al nacimiento.

De acuerdo a la literatura consultada, es fundamental incorporar el efecto de la duración de lactancia sobre el lapso destete monta fértil, para una mejor explicación sobre los tamaños de camada al nacimiento. Sin embargo, por protocolo de manejo la duración de la lactancia está estandarizada a 21 o 22 ds, presentando una variación relativamente baja (11,86%) (Tabla 12), lo que impidió su incorporación al modelo matemático.

## **6.5 Efecto del Número Ordinal de Parto (NOP) sobre el TCNT<sub>2</sub> y TCNV<sub>2</sub>**

Al igual que lo señalado a nivel nacional por Cañas (1979), Pantoja (1983) y Corral (1985), el NOP en el presente estudio fue una fuente de variación altamente significativa tanto para la característica TCNT<sub>2</sub> como para el TCNV<sub>2</sub> ( $p \leq 0,05$ ) (Tabla 7).

**Tabla 7. Descripción estadística para los TCNT<sub>2</sub> y TCNV<sub>2</sub> según NOP<sup>1</sup>**

<b>NOP</b>	<b>n</b>	<b>TCNT</b>	<b>TCNV</b>
<b>1</b>	829 (30,3%)	<b>10,1<sup>c</sup> ± 2,9</b> (28,36) 2 - 24	<b>9,8<sup>b</sup> ± 2,8</b> (28,56) 2 - 19
<b>2</b>	642 (23,4%)	<b>10,1<sup>bc</sup> ± 3,1</b> (29,16) 2 - 20	<b>10,3<sup>ab</sup> ± 3,0</b> (29,43) 2 - 18
<b>3</b>	479 (17,5%)	<b>11,0<sup>ba</sup> ± 3,0</b> (27,45) 2 - 19	<b>10,5<sup>a</sup> ± 2,9</b> (27,43) 2 - 18
<b>4</b>	336 (12,3%)	<b>11,1<sup>a</sup> ± 3,0</b> (27,03) 3 - 20	<b>10,7<sup>a</sup> ± 2,9</b> (27,43) 3 - 20
<b>5 y +</b>	454 (16,6%)	<b>11,0<sup>ba</sup> ± 3,1</b> (27,67) 3 - 18	<b>10,5<sup>a</sup> ± 3,0</b> (28,38) 2 - 17

<sup>1</sup>Promedio aritmético ± desviación estándar, coeficiente de variación

(valores entre paréntesis) y valores mínimos y máximos. Letras distintas dentro de columnas indican diferencias estadística-mente significativas ( $p \leq 0.05$ ).

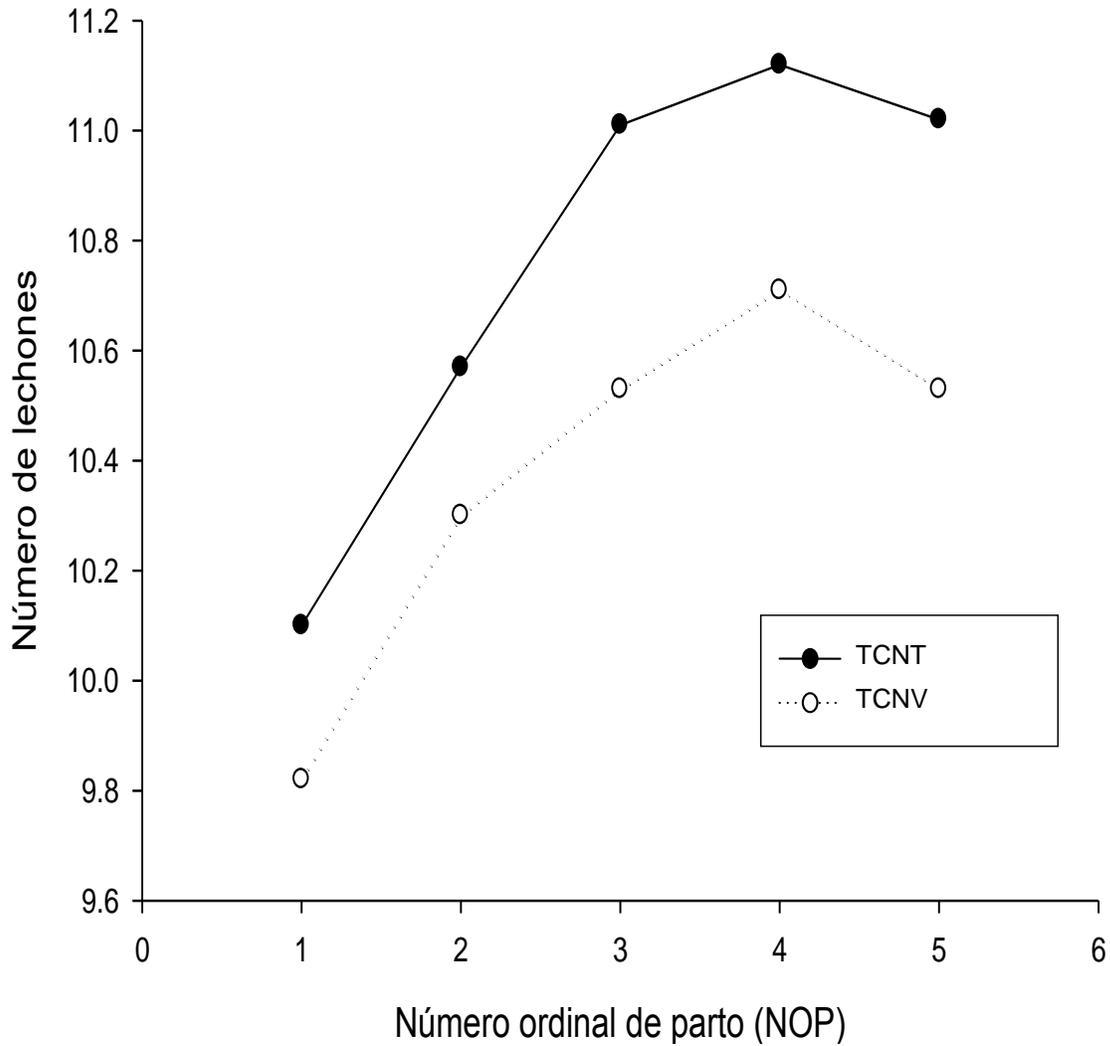
Se aprecia una disminución en el número de observaciones a medida que aumenta el NOP, vale decir la edad de las hembras, tal disminución se debe a que las cerdas que alcanzan un mayor NOP, son aquellas que presentan un mejor desempeño reproductivo y, por ende, las que permanecen mayor tiempo en el plantel en función de su respuesta productiva (Corral, 1985). El mayor número de observaciones de la categoría NOP 5, se debe a que en esta, se encuentran incluidas tanto las hembras de quinto parto como las de sexto y séptimo parto.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo indican que los TCNT<sub>2</sub> y TCNV<sub>2</sub> incrementan progresivamente hasta el 4º parto (Gráfico 4), para luego ir declinando de manera gradual a través del tiempo en la medida que las hembras aumentan sus partos. Estos resultados son coincidentes con lo encontrados por la mayoría de las investigaciones (Rasbeck, 1969; Strang, 1970; Cañas, 1979; Kroes y van Male, 1979; Hughes y Varley, 1980; Pantoja, 1983; Corral, 1985; Tummaruk *et al.*, 2004).

Las tendencias observadas para TCNT<sub>2</sub> como para TCNV<sub>2</sub>, se explican por una óptima expresión fisiológica, lo que permite la máxima madurez productiva en aquel momento. En general, los mayores tamaños de camada se asocian a mayores tasas de ovulación, en relación al NOP o edad de la hembra (Omtvedt *et al.*, 1964; Penny *et al.*, 1971; Svajgr *et al.*, 1974; Knox y Rodríguez Zas, 2001), lo que explicaría los menores tamaños de camada al nacimiento encontrados en hembras de primer parto en relación a las multíparas.

Por otra parte, los tamaños de camada de las hembras de primer parto están influenciados por el número de celos de pubertad que presenta la chanchilla previo a la concepción.(Strang, 1970; Brooks y Cole, 1973; Jonson *et al.*, 1978).

El primer y segundo parto se asocian generalmente con mayores complicaciones en relación a las siguientes pariciones (Kroes y Van Male, 1978), ya que a partir del tercer parto en adelante la hembra alcanzaría su madurez reproductiva, presentando menores pérdidas durante la gestación y durante el parto, logrando de esta forma los mayores tamaños de camada (Gráfico 4).



**Gráfico 4. Efecto del Número Ordinal de Parto (NOP) sobre el Tamaño de Camada Nacidos Totales (TCNT<sub>2</sub>) y Nacidos Vivos (TCNV<sub>2</sub>)**

## 6.6 Duración de la Gestación

Con respecto a la duración de la gestación, y considerando un total de 2.798 observaciones, esta variable presentó un promedio de  $115,01 \pm 1,63$  ds y un coeficiente de variación de 1,41%.

Estos resultados son muy similares a lo obtenidos a nivel nacional por Latorre (1958), Díaz (1981) y Corral (1985), los que reportaron duraciones promedio de  $114,83 \pm 2,74$ ;  $115,25 \pm 1,82$  y  $114,95 \pm 1,55$  ds, respectivamente, lo que demuestra la poca variabilidad presentada por la característica.

### 6.6.1 Efecto del NOP sobre la Duración de la Gestación (DG)

Al analizar el efecto del NOP sobre la duración de la gestación, no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) (Tabla 8), resultado similar a lo señalado en el extranjero por Omtvedt *et al.* (1965), quienes reportaron que no existirían diferencias para la DG al comparar chanchillas con hembras de más de un parto.

**Tabla 8. Descripción estadística para la DG según NOP<sup>1</sup>**

<b>NOP</b>	<b>n</b>	<b>DG</b>
<b>1</b>	856	<b>115,0 ± 1,6</b> (1,4) 108 -119
<b>2</b>	656	<b>115,1 ± 1,6</b> (1,4) 108 -119
<b>3</b>	488	<b>115,0 ± 1,6</b> (1,4) 108 -119
<b>4</b>	340	<b>115,0 ± 1,8</b> (1,6) 108 -119
<b>5 y más</b>	458	<b>115,0 ± 1,6</b> (1,4) 108 -119

<sup>1</sup>Promedio aritmético ± desviación estándar,

coeficiente de  
variación (valores  
entre paréntesis) y  
valores mínimos y  
máximos.

Sin embargo, a nivel nacional, Corral (1985) reportó diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) al comparar duraciones de gestación según los diferentes NOP. A pesar de lo anterior, Corral (1985) sólo determinó variaciones en los largos de gestación de bajas magnitudes (variaciones de un máximo de 7 hrs), por lo que las diferencias en los resultados de ambos trabajos, se deberían a las distintas sensibilidades de los métodos estadísticos aplicados en el análisis. Las diferencias en la DG encontradas por Corral (1985) se manifiestan sólo a partir del 5º parto, manteniéndose entre el 1º y 4º parto duraciones similares. En la presente memoria, y al igual que lo reportado por Corral (1985), no se observaron variaciones ( $p > 0,05$ ) para la DG a partir del efecto de la interacción tamaño de camada – número ordinal de parto.

Ramírez *et al.* (1991) en un estudio realizado sobre un rebaño porcino del noreste mexicano, determinaron que las gestaciones de las chanchillas eran hasta 12 hrs. más largas que las gestaciones de cerdas de segundo parto y hasta 22 y 24 hrs. más prolongadas que las hembras de tres y más partos.

### **6.6.2 Efecto del Tamaño de Camada al Nacimiento sobre la Duración de la Gestación (DG).**

A partir de los resultados obtenidos en la presente investigación se determinó que el tamaño de camada al nacimiento resultó ser una fuente de variación estadísticamente significativa para la característica DG, ( $p \leq 0,05$ ) (Tabla 9 y Gráfico 5).

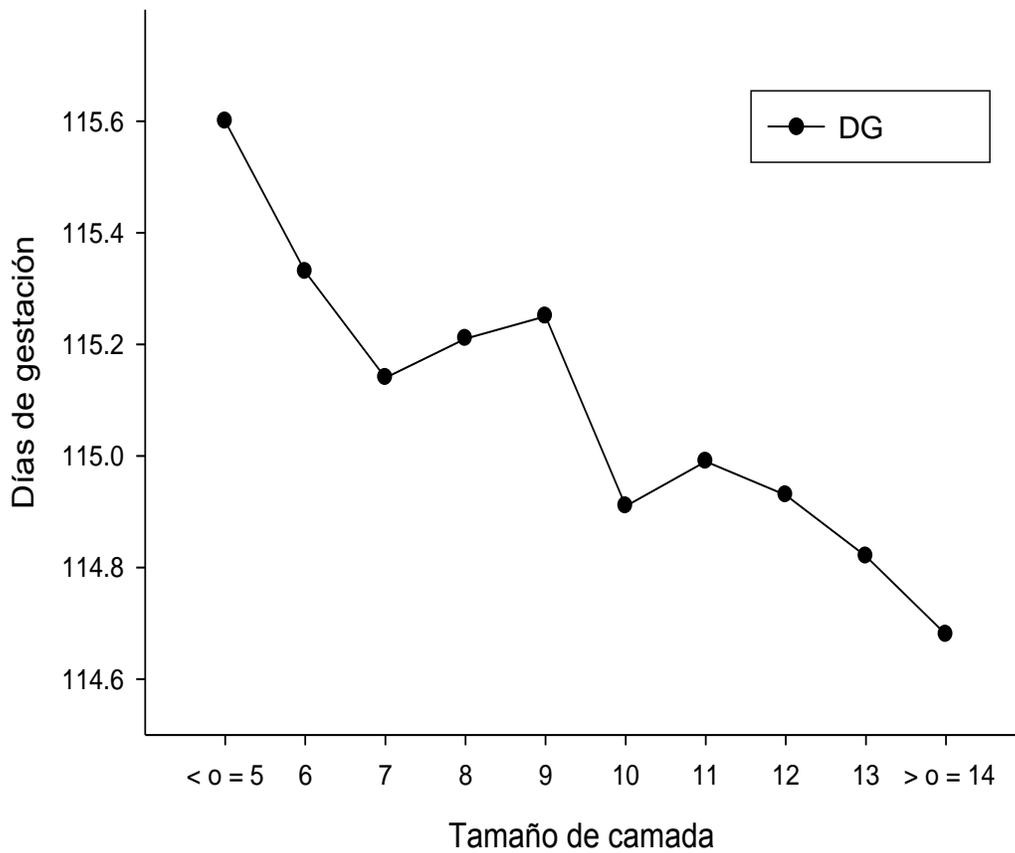
**Tabla 9. Descripción estadística para la duración de la gestación (DG) (días) según TCN (nº de Lechones)<sup>1</sup>**

TCN	n	DG
≤ 5	232	<b>115,6<sup>a</sup> ± 2,1</b> (1,8) 108- 119
6	91	<b>115,3<sup>cb</sup> ± 1,9</b> (1,7) 108 - 119
7	142	<b>115,1<sup>bcd</sup> ± 1,7</b> (1,5) 109 - 119
8	192	<b>115,2<sup>b</sup> ± 1,7</b> (1,4) 108 - 119
9	251	<b>115,3<sup>bc</sup> ± 1,8</b> (1,5) 108 - 119
10	348	<b>114,9<sup>cde</sup> ± 1,6</b> (1,4) 108 - 119
11	436	<b>115,0<sup>bcd</sup> ± 1,5</b> (1,3) 108 - 119
12	410	<b>114,9<sup>cde</sup> ± 1,5</b> (1,3) 108 - 119
13	242	<b>114,8<sup>de</sup> ± 1,33</b> (1,2) 112 - 119
≥ 14	454	<b>114,7<sup>e</sup> ± 1,5</b> (1,3) 108 - 119

<sup>1</sup>Promedio aritmético ± desviación estándar, coeficiente de variación (valores entre paréntesis) y

valores mínimos  
y máximos.  
Letras distintas  
dentro de  
columna indican  
diferencias  
estadísticamente  
significativas  
( $p \leq 0,05$ ).

Al observar el Gráfico 5 se aprecia una diferencia aproximada de 1 día entre las gestaciones que tuvieron 5 lechones y menos y aquellas con 14 y más lechones al nacimiento, lo que concuerda con los datos obtenidos por Corral (1985).



**Gráfico 5. Efecto del Tamaño de Camada al Nacimiento (TCN), sobre la Duración de Gestación (DG)**

Lo anterior coincide también con lo señalado por Omtvedt *et al.* (1965) quienes describieron una correlación negativa entre tamaño de camada y largo de gestación ( $r = -0,12$ ), concordando con la disminución observada en el presente trabajo, de la variable DG, en la medida que aumenta el tamaño de camada (Gráfico 5).

Ramírez *et al.* (1991) no señalan diferencias significativas en el largo de gestación según los distintos tamaños de camada, pero si determinan efectos

significativos del peso de los lechones al nacimiento sobre la duración de gestación.

La explicación para la relación negativa existente entre el largo de gestación y el tamaño de camada, radica principalmente en el efecto que tendrían los glucocorticoides sobre el control de la gestación. Es así como Baldwin (1975) describe una importante asociación entre los estrógenos y la madurez fetal, en conjunto al efecto antes mencionado, permitiendo desarrollar el proceso de inducción del parto.

Martin *et al.* (1977), señalan que la única variable independiente que afecta significativamente ( $p \leq 0,05$ ) la duración de la gestación es el número de folículos. El coeficiente de regresión encontrado ( $b = -0,32$ ) para estas dos características por Martin *et al.* (1977 y 1978), indica que por cada lechón adicional de la camada, el largo de gestación disminuye en 0,32 ds. A su vez, estos autores establecieron un coeficiente de regresión positivo al asociar tamaño de camada y niveles de estrógenos circulantes.

La maduración de la corteza adrenal fetal es de importancia crítica en el inicio del parto. De esta manera, el cortisol fetal induciría a las enzimas placentarias (17- hidroxilasa y C17 liasa) a dirigir la síntesis de esteroides hacia los estrógenos, proceso que en la cerda ocurre entre los 7 y 10 ds antes del parto (Cunningham *et al.*, 1994).

Finalmente los estrógenos permiten la síntesis de prostaglandina F-2 $\alpha$ , hormona central que interviene en la contracción miometrial al parto (Cunningham *et al.*, 1994). De esta forma se explica que las camadas con menor número de lechones al parto, al tener menos cantidad de cortisol fetal circulante presenten gestaciones más prolongadas (Gráfico 5 ).

## 6.7 Lapso Inter Parto (LIP)

El largo de la lactancia y el intervalo destete monta fértil son dos componentes claves para establecer niveles de eficiencia reproductiva de un plantel. Si a lo anterior, se agrega la variable duración de la gestación se obtiene la característica lapso interparto (LIP). Debido a la importancia que presenta el LIP en términos de eficiencia de un plantel, en general, promedios de LIP mayores de 183 días son limitantes productivamente, debido a que se disminuiría de manera drástica el rendimiento reproductivo del plantel (menos de 2 partos/hembra/año).

En general, reducciones del LIP, permiten incrementar el número de lechones destetados/hembra al año, a menos que se produzca una baja directa en la tasa de concepción o en el tamaño de camada al nacimiento, (Svajgr *et al.*, 1974).

En el presente estudio se analizaron un total de 1.931 observaciones para el LIP en el período comprendido entre los años 1998 y 2002. El promedio aritmético encontrado para dicha variable, fue de  $149,09 \pm 16,92$  ds, con un coeficiente de variación de 11,35% y valores máximo y mínimo de 251 y 131 ds, respectivamente.

Algunos resultados ya reportados en Chile sobre la duración del LIP muestran una clara disminución de la variable a través del tiempo. Es así como Echeñique (1964), Cañas (1979), Pantoja (1982) y Corral (1985) obtuvieron valores promedio de 197,6; 178,7; 156,8 y 160,6 ds respectivamente, ratificando la disminución para la variable (149,09 ds) obtenida en el presente trabajo (período comprendido desde el año 1998 al año 2002). Sin embargo, la extrapolación de estos datos a nivel nacional debe incluir necesariamente un mayor número de criaderos a estudiar.

Esta evidente disminución en los valores de LIP obtenidos por los estudios señalados, incluyendo los de la presente investigación, reflejan un claro mejoramiento en la eficiencia reproductiva de los planteles de tipo comercial lo que demuestra el gran avance de industrialización alcanzado por la producción porcina en el país.

Los efectos ambientales sobre el LIP considerados en el modelo D, se presentan a continuación.

### **6.7.1 Efecto del Número Ordinal de Parto (NOP) sobre el LIP**

Los resultados encontrados en el presente trabajo indican que el NOP no fue una fuente de variación significativa para la variable LIP ( $p > 0,05$ ) (Tabla 10).

**Tabla 10. Descripción estadística para el LIP según NOP<sup>1</sup>**

<b>NOP</b>	<b>n</b>	<b>LIP</b>
------------	----------	------------

<b>1</b>	647	<b>150,3 ± 17,0</b> (11,3) 132 - 216
<b>2</b>	475	<b>148,1 ± 15,6</b> (10,5) 132 - 251
<b>3</b>	334	<b>148,2 ± 15,9</b> (10,7) 135 - 247
<b>4</b>	223	<b>148,9 ± 18,4</b> (12,4) 131 - 250
<b>5 y más</b>	224	<b>148,7 ± 16,6</b> (11,2) 134 - 211

<sup>1</sup>Promedio aritmético ± desviación estándar, coeficiente de variación (valores entre paréntesis) y valores mínimos y máximos.

Sí bien es cierto se observa un mayor LIP para hembras de primer parto (Tabla 10) este no resulta ser estadísticamente significativo ( $p > 0,05$ ), contrario a lo reportado con anterioridad en la bibliografía chilena por Echeñique (1964), Cañas (1979), Pantoja (1983), Corral (1985) y de manera más reciente en el extranjero por Tantasuparuk *et al.* (2000). En relación a esto último, el problema que se observa con mayor frecuencia en las chanchillas posterior a su primer parto, es un prolongado intervalo destete monta, mayor cantidad de periodos de anestros y menores tamaños de la segunda camada lo que genera un aumento en los respectivos LIP (Love., 1979).

La homogenización de las prácticas de manejo al interior del criadero estudiado, como por ejemplo eficientes detecciones de celo, ha permitido que

dicha situación (prolongados LIP) no afecte ni a chanchillas, como tampoco a hembras múltiparas que conforman el plantel en cuestión.

### **6.7.2 Efecto del Año sobre el LIP**

El efecto ambiental del año, fue una fuente de variación significativa sobre el LIP ( $p \leq 0,05$ ) (Tabla 11), confirmando lo señalado por Corral (1985), quien observó una disminución de la característica a través del tiempo.

El acortamiento del LIP a través de los años, se debería principalmente a mejores protocolos de manejo general y reproductivo, especialmente en aspectos como detecciones de celos, manejos de encaste (inseminación artificial), diagnósticos oportunos de preñez, menores períodos de lactancias, y además, a la menor presencia de enfermedades que pudiesen afectar la fertilidad de la piara (Cañas, 1979; Corral, 1985).

**Tabla 11. Descripción estadística del LIP según Año<sup>1</sup>**

<b>AÑO</b>	<b>n</b>	<b>LIP</b>
<b>1998</b>	53	<b>145,2<sup>a</sup> ± 5,0</b> (3,5) 141 - 178
<b>1999</b>	264	<b>151,0<sup>ab</sup> ± 15,7</b> (10,4) 131 - 211
<b>2000</b>	551	<b>150,4<sup>bc</sup> ± 18,5</b> (12,3) 132 - 250
<b>2001</b>	640	<b>149,0<sup>c</sup> ± 17,2</b> (11,6) 131 - 251
<b>2002</b>	395	<b>147,0<sup>c</sup> ± 13,7</b> (9,4) 134 - 217

P  
r  
o  
m  
e  
d  
i  
o  
  
a  
r  
i  
t  
m  
é  
t  
i  
c  
o  
  
±  
  
d  
e  
s  
v  
i  
a  
c  
i

ón  
n  
  
e  
s  
t  
á  
n  
d  
a  
r  
,  
  
c  
o  
e  
f  
i  
c  
i  
e  
n  
t  
e  
  
d  
e  
  
v  
a  
r  
i  
a  
c  
i  
ó  
n  
  
(  
v  
a  
l  
o  
r  
e  
s  
  
e  
n  
t  
r  
e  
  
p  
a  
r  
é  
n  
t  
e  
s

i  
s  
)  
y  
v  
a  
l  
o  
r  
e  
s  
m  
í  
n  
i  
m  
o  
s  
y  
m  
á  
x  
i  
m  
o  
s  
.  
L  
e  
t  
r  
a  
s  
d  
i  
s  
t  
i  
n  
t  
a  
s  
e  
n  
t  
r  
e  
f  
i  
l  
a  
s

i  
n  
d  
i  
c  
a  
n  
  
d  
i  
f  
e  
r  
e  
n  
c  
i  
a  
s  
  
e  
s  
t  
a  
d  
i  
s  
t  
i  
c  
a  
m  
e  
n  
t  
e  
  
s  
i  
g  
n  
i  
f  
i  
c  
a  
t  
i  
v  
a  
s  
  
(  
p  
  
≤  
  
0  
,  
0

Cabe señalar que el menor LIP observado en el año 1998 podría tener su explicación en el menor número de cerdas comprendidas en dicho periodo, permitiendo optimizar los manejos sobre estas y generar por ende los menores LIP.

A diferencia de lo señalado en Chile por Corral (1985), no se observaron variaciones del LIP ( $p > 0,05$ ) a partir de la interacción año – estación.

### 6.7.3 Efecto de la Estación sobre el LIP

El efecto estación resultó ser una fuente de variación significativa para la variable LIP ( $p \leq 0,05$ ) (Tabla 12).

**Tabla 12. Descripción estadística para el LIP según Estación<sup>1</sup>**

<b>ESTACIÓN</b>	<b>n</b>	<b>LIP</b>
<b>OTOÑO</b>	492	<b>148,4<sup>a</sup> ± 14,9</b> (10,0) 132 - 216
<b>INVIERNO</b>	492	<b>147,5<sup>a</sup> ± 15,6</b> (10,6) 132 - 250
<b>PRIMAVERA</b>	413	<b>150,0<sup>ab</sup> ± 18,4</b> (12,2) 131 - 247
<b>VERANO</b>	506	<b>150,0<sup>b</sup> ± 17,4</b> (11,6) 134 - 251

<sup>1</sup>Promedio aritmético  $\pm$  desviación estándar, coeficiente de variación (valores entre paréntesis) y valores mínimos y máximos. Letras distintas dentro de la columna indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

Al realizar la comparación entre medias se observó, que las estaciones con mayor temperatura (primavera, verano) influyen significativamente sobre el LIP con respecto a las restantes estaciones. Esto tendría su explicación en las mayores fallas reproductivas que pudiesen existir, debido al efecto negativo de la mayor temperatura ambiente sobre las montas de mitad y fines de primavera y sobre partos y montas que ocurren dentro de la estación verano, lo que provocaría alteraciones en la fertilidad, dadas principalmente por fallas en el retorno al celo (Love, 1978), así como lapsos destete monta más prolongados (Xue, 1994), traduciéndose en una mayor duración de los LIP.

A nivel nacional, se observó que la variable estación sobre el LIP no ha sido mayormente investigada por considerar que su efecto no resulta significativo (Cañas, 1979). Sin embargo, el efecto significativo de la estación del año reportado en el presente trabajo o el efecto ambiental “año-estación” planteado por Corral (1985), al afectar variables como LDM, o al aumentar los días no productivos de la cerda, influiría indirectamente en la prolongación del lapso ínter parto.

Investigadores como Tantasuparuk *et al.* (2000), determinaron que cerdas Yorkshire y Landrace sometidas a condiciones de clima tropical donde se describen 3 estaciones del año (cálida, lluviosa y fría), presentaban sus mayores LIP durante las pariciones ocurridas dentro de la temporada fría, por lo que sus

partos y montas previas se realizaban al final de la temporada cálida o durante la temporada lluviosa, observándose que las hembras afectadas por la alta temperatura y humedad (siendo el período destete-gestación temprana el de mayor sensibilidad), prolongaban sus respectivos LIP.

### 6.8 Descripción estadística de la Duración de la Lactancia (DL) y del Tamaño de la Camada al Destete (TCD)

El hecho de realizar sólo una descripción estadística para estas dos características, radica principalmente en la homogenización de las mismas a partir de las prácticas de manejo imperantes dentro de los criaderos que conforman la industria porcina nacional, no siendo el plantel seleccionado para el presente estudio una excepción en el control de las variables observadas.

Así se determinó una duración de la lactancia promedio de  $22,09 \pm 2,62$  ds, un coeficiente de variación de 11,86 y valores mínimos y máximos de 3 y 27 ds, respectivamente, para un total de 2.777 observaciones (Tabla 13).

**Tabla 13 . Descripción estadística para la duración de la lactancia y el Tamaño de la Camada al Destete**

<b>VARIABLES</b>	<b>n</b>	<b>Promedio Aritmético</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Coficiente Variación</b>	<b>Máximos Mínimos</b>
<b>DURACIÓN DE LA LACTANCIA</b>	2.777	22,1	2,6	11,9	3 - 27
<b>TAMAÑO CAMADA AL DESTETE</b>	2.575	10,2	1,3	12,7	4 – ...

Con respecto al tamaño de la camada al destete para un total de 2.575 observaciones se obtuvo un promedio de  $10,22 \pm 1,30$  lechones, un coeficiente de variación de 12,69% y valor mínimo de 4 lechones (Tabla 13).

El promedio observado en el plantel estudiado, es superior al promedio nacional descrito en el anuario de estadísticas agropecuarias (Chile, 2006b), informándose para la característica durante el año 2004, un total de 9,3 lechones destetados por camada.

El valor mínimo de 3 días encontrado dentro de la variable duración de lactancia, corresponde solo a dos hembras, de bajo tamaño de camada al nacimiento (6 lechones), por lo que es probable que dichas camadas hayan sido utilizadas para homogenizar otras y, en consecuencia, producir artificialmente el término anticipado de las lactancias. A pesar de esto, se tomó la decisión de incluirlas dentro de la descripción por no depurar indebidamente la información.

Con respecto al tamaño de camada al destete se observa un coeficiente de variación relativamente bajo, lo que confirma la homogenización de las camadas a partir de los protocolos de manejo establecidos en el plantel (homogenización de camadas dentro de los primeros días pos parto).

## 7. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede concluir que:

1. La edad al primer parto no fue un factor de variación en chanchillas, tanto para el TCNT<sub>1</sub> como para el TCNV<sub>1</sub> ( $p > 0,05$ ).
2. La variable año calendario no modificó significativamente los TCNT<sub>1</sub> y TCNV<sub>1</sub> en chanchillas ( $p > 0,05$ ), pero si resultó ser una fuente de variación significativa tanto para TCNT<sub>2</sub> ( $p \leq 0,05$ ) como para TCNV<sub>2</sub> ( $p \leq 0,05$ ) al incluir el total de hembras reproductoras.
3. La variable estación no influyó significativamente sobre el TCNT<sub>1</sub> y el TCNV<sub>1</sub> ( $p > 0,05$ ) tanto en primíparas, como al incluir dentro del modelo a las múltiparas ( $p > 0,05$ ). Sin embargo presentó efectos significativos sobre la característica LIP ( $p \leq 0,05$ ).

5. El NOP resultó ser una fuente de variación altamente significativa ( $p \leq 0,0001$ ) tanto para el TCNT<sub>2</sub> y TCNV<sub>2</sub>, sin embargo no afectó significativamente la duración de la gestación, como tampoco el LIP ( $p > 0,05$ ).
6. El LDM presentó un efecto significativo sobre las variables TCNT<sub>2</sub> y TCNV<sub>2</sub> ( $p \leq 0,05$ ).
7. La duración de la gestación, disminuyó significativamente ( $p \leq 0,05$ ) en la medida que los tamaños de camada se incrementaron, apoyando de esta manera los reportes bibliográficos que señalan la misma condición para otras especies.
8. Finalmente, la variable LIP disminuyó significativamente ( $p \leq 0,05$ ) con el correr de los años. De esta forma se estima una mayor eficiencia productiva alcanzada por el plantel estudiado, durante los 5 años que conforman el análisis.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- **Baldwin, D.M.; Stabenfeldt, G.H.** 1975. Endocrine changes in the pig during late pregnancy, parturition and lactation. *Biol. of Reprod.* 12: 508 – 515.
  
- **Bevier, G.W.; Backstrom, L.** 1980. Seasonal infertility pattern during 1978 in 22 swine herds in Iowa and Nebraska. *Proc. Internatl. Pig Vet. Soc.* 6: 321.
  
- **Brooks, P.H.; Cole, D.J.A.** 1973. Meat production from pigs which have farrowed .1. Reproductive performance and food conversion efficiency. *Anim. Prod.* 17: 305 - 315.

- **Brooks, P.H.; Cole, D.J.A.** 1972. Studies in sows reproduction. 1. The effect of nutrition between weaning and remating on the reproductive performance of primiparous sows. Anim. Prod. 15: 259 – 264.
- **Brooks, P.H.; Smith, D.A.** 1980. The effect of mating age on the reproductive performance, food utilization and liveweight change of the female pig. Livest. Prod. Sci. 7: 67 – 78.
- **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 Méd. Vet. Fac. Med. Vet. Stgo, Chile. U. de Chile. 74 p.
- **Cassady, J.P.; Young, L.D.; Leymaster, K.A.** 2002. Heterosis and recombination effects on pig reproductive traits. J. Anim. Sci. 80: 2303 – 2315.
- **Chile. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA).** 2006a. Ganado y Carnes. Situación actual y perspectivas para 2006 en la producción de carnes. <http://www.odepa.cl/> [Consulta: 10/08/2006].
- **Chile. Instituto Nacional de Estadísticas (INE).** 2006b. Anuario de estadísticas agropecuarias 2004 – 2005. 124 p.
- **Clark, L.; Leman, A.** 1986. Factors that influence litter size in pigs: Part 1. Pig News and Information 7: 303 – 310.
- **Clark, L.; Leman, A.** 1988. Factors influencing litter size in swine: Parity - one females. J. Am. Vet. Med. Assoc. 192 (2): 187 - 194.

- **Corral, J.** 1985. Efecto de algunos factores de variación sobre características reproductivas de la hembra porcina. I. Tamaño y peso de camada al nacimiento, lapso íter parto, largo de gestación y edad al primer parto. Memoria título Méd. Vet. Fac. Cs. Vet. y Pecuarias. Stgo, Chile. U. de Chile. 131 p.
  
- **Cox, D.F.** 1964a. Relation of litter size and other factors to the duration of gestation in the pig. J. Reprod. Fert. 7: 405 – 407.
  
- **Cox, D.F.** 1964b. Genetic variation in the gestation period of swine. J. Anim. Sci. 23: 746 – 751.
  
- **Cunningham, J.** 1994. Fisiología Veterinaria. Ed. Interamericana – Mc Graw Hill. Publ. México. 716 p.
  
- **Dewey, C.** 1994. The effects on litter size of previous lactation length and previous weaning to conception interval in Ontario swine. Preven. Vet. Med. 18: 213 – 223.
  
- **Díaz, I.; Skoknic, A.; Alvear, C.; Gecele, P.; Charlone, D.** 1981. Efecto de la duración del parto, longitud de la gestación y numero ordinal del parto sobre el peso del lechón vivo, tamaño de la camada al nacimiento y 7 días de edad en cerdos. En: VI Reunión Sociedad Chilena de Producción Animal. Santiago, Chile. p 62.
  
- **Díaz, I.** 2002. Análisis diagnóstico del sector porcino chileno como productor de alimento. Apunte Docente 009/2002. 3ª ed. Rev. Serie de Apuntes Docentes. FAVET – UCH. 73 p.
  
- **Díaz, I.** 2006. Situación nacional y mundial. Curso de Producción Porcina. FAVET, U. de Chile. Presentación Power Point. 97 diapositivas.

- **Echeñique, J.** 1964. Edad al primer parto y lapso interparto en hembras porcinas. Tesis Med. Vet. Fac. CC.PP y Med. Vet. Stgo, Chile. U. de Chile. 1964. 32 p.
- **Eliasson, L.** 1989. A study on puberty and oestrus in gilts. J. Vet. Med. A 36: 46 – 54.
- **Evans, A.C.; O' Doherty, J.V.** 2001. Endocrine changes and management factors affecting puberty in gilts. Livest. Prod. Sci. 68: 1 - 12.
- **Gómez, M.; Segura, J.; Rodríguez, J.** 1999. Efecto de año, bimestre y número de parto de la cerda en el tamaño y peso de la camada al nacer y al destete en una granja comercial. Rev. Biomed. 10: 23 – 28.
- **Hays, V.W.; Krug, J.L.; Cronwell, G.L.; Dutt, R.H.; Kratzer, D.D.** 1978. Effect of lactation length and dietary antibiotics on reproductive performance of sows. J. Anim. Sci. 46(4): 884 – 891.
- **Hennessy, D.P.; Williamson, P.E.** 1984. Stress and summer infertility in pigs. Aust. Vet. J. 61: 212 – 215.
- **Holder, R.; Bates, R.; Lamberson, W.** 1993. Efect of decreased age at puberty on lifetime productivity of sows. In: Proc. 4<sup>th</sup> Int. Conf. Pig. Reprod., Columbia, MO. P 86.
- **Hughes, P.; Cole, D.** 1975. Reproduction in the gilt. 1. the influence of age and weight at puberty and on the ovulation rate and embryo survival in the gilt . Anim. Prod. 21: 183 – 189.
- **Hughes, P.; Varley, M.** 1980. Reproduction in the Pig. Ed. Butterworth Co. Publ. UK. 241 p.

- **Hughes, P.** 1982. Control of pig reproduction . Ed. Butterworth Co. Publ. UK. pp 117 - 138.
- **Hurtgen, J.; Leman, A.** 1980. Seasonal influence on the fertility of sows and gilts. J. Am. Vet. Med. Assoc. 177(7): 631 – 635.
- **Johnson, R.K.; Omtvedt, I.T.; Walters, L.E.** 1978. Comparison of productivity and performance for two-breed and three-breed crosses in swine. J. Anim. Sci. 46: 69 – 82.
- **Kennedy, B.W.; Moxley, J.E.** 1978. Genetic and environmental factors influencing litter size, sex ratio and gestation length in the pig. Anim. Prod. 27: 35 – 42.
- **King, R.H.; Williams, I.H.; Barker, I.** 1982. Reproductive performance of first litter sows in a commercial intensive piggery. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod. 14: 557 – 560.
- **Knox, R.V; Rodríguez Zas, S.L.** 2001. Factors influencing estrus and ovulation in weaned sows as determined by transrectal ultrasound. J. Anim. Sci. 79: 2957 - 2963.
- **Koketsu, Y.; Dial, G.D.** 1997. Factors influencing the postweaning reproductive performance of sows on commercial farms. Theriogenology. 47: 1445 – 1461.
- **Kroes, Y.; Van Male, J.P.** 1979. Reproductive lifetime of sows in relation to economy of production. Livest. Prod. Sci. 6: 179 – 183.
- **Lamberson, W.R.; Johnson, R.K.; Zimmerman, D.R.; Long, T.E.** 1991. Direct responses to selection for increased litter size, decreased age at

puberty, or random selection following selection for ovulation rate in swine. J. Anim. Sci. 69: 3129 – 3143.

- **Latorre, G.** 1958. Análisis estadístico del periodo de gestación y del ciclo sexual de la cerda. Tesis Med. Vet. Fac. CC.PP y Med. Vet. Stgo, Chile. U. de Chile. 28 p.
- **Love, R.J.** 1979. Reproductive performance of first parity sows. Vet. Rec. 104: 238-240.
- **Love, R.J.** 1978. Definition of seasonal infertility problem in pigs. Vet. Rec. 103: 443 – 446.
- **Love, R.J.; Evans, G.; Klupiec, C.** 1993. Seasonal effects on fertility in gilts and sows. J. Reprod. Fert. (Suppl) 48: 191 – 206.
- **Mabry, J.W.; Cunningham, F.L.; Kraeling, R.R.; Rampacek, G.B.** 1982. The effect of artificially extended photoperiod during lactation on maternal performance of the sow. J. Anim. Sci. 54: 918 – 921.
- **Mac Pherson, R.M.; Hovell, F.D.; Jones, A.S.** 1977. Performances of sows mated at puberty or second or third oestrus and carcass assesment of oncebred gilts. Anim. Prod. 24: 333 – 342.
- **Marois, D.; Brisbane, J.R.; Laforest, J.-P.** 2000. Accounting for lactation length and weaning - to - conception interval in genetic evaluationsfor litter size in swine. J. Anim. Sci. 78: 1796 – 1810.
- **Martin, P.A.; Bevier,G.W.; Dziuk, P.J.**1977. The effect of number of corpora lutea on the length of gestation in pigs. Biol. Reprod.16: 633 – 637.

- **Martin, P.A.; Bevier, G.W.; Dziuk, P.J.** 1978. The effect of disconnecting the uterus and ovary on the length of gestation in the pig. *Biol. Reprod.* 18: 428 – 433.
- **Moody, N.W.; Speer, V.C.** 1971. Factors affecting sow farrowing interval. *J. Anim. Sci.* 32: 510 – 514.
- **Omtvedt, I.T.; Stanislaw, C.M.; Whatley Jr, J.A.** 1965. Relationship of gestation length, age and weight at breeding and gestation gain to sow productivity at farrowing. *J. Anim. Sci.* 24: 531 – 535.
- **Pantoja, P.** 1983. Análisis genético y fenotípico del tamaño de camada en cerdos. Memoria Méd. Vet. Fac. Cs. Agr. Vet. y Forest. Stgo, Chile. U. de Chile. 62 p.
- **Paterson, A.M.; Barker, I.; Lindsay, D.R.** 1978. Summer infertility in pigs: Its incidence and characteristics in an Australian commercial piggery. *Aust. J. Exper. Anim. Agric. Anim. Husb.* 18: 698 – 701.
- **Pay, M.G.; Davies, T.E.** 1973. Growth, food consumption and litter production of female pigs mated at puberty and at low body weights. *Anim. Prod.* 17: 85 – 91.
- **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: 47 – 61.
- **Penny, R.H.C.; Edwards, M.J.; Mulley, R.** 1971. The reproductive efficiency of pigs in Australia with particular reference to litter size. *Aust. Vet. J.* 47: 194 – 201.

- **Petry, D.; Johnson, R.** 2004. Responses to 19 generations of litter size selection in the Nebraska index line. I. Reproductive responses estimated in pure line and crossbred litters. *J. Anim. Sci.* 82: 1000 – 1006.
  
- **Ramírez, R.; Segura, J.** 1991. Factores que afectan el periodo de gestación e intervalo entre partos de una piara comercial al noreste de México. *Livest. Res. Rural Develop.* 3: 2.
  
- **Rasbeck, N.** 1969. A review of the causes of reproductive failure in swine. *Brit. Vet. J.* 125: 599 – 616.
  
- **Rekiel, A; Staniszewski, K; Wiecek, J.** 2000. Effect of reproductive maturity on the performance of primiparous sows. *Biuletyn Naukowy.* 7: 233-240. **In:** *Pig News Infor.* 2001 22: 30 - 31.
  
- **Rydhmer, L; Eliasson-Selling, L; Johansson, K; Stern, S; Andersson, K.** 1994. A genetic study of estrus symptoms at puberty and their relationship to growth and leanness in gilts. *J. Anim. Sci.* 72: 1964 – 1970.
  
- **SAS. Statistical Analysis System (SAS) Copyright.** 1996 by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. © Proprietary Software Release 6.12 TS020. Licensed to Universidad de Chile, Site 0039781028.
  
- **Schuckken, Y.H.; Buurman, J.; Huirne, R.B.; Willemse, A.H.; Vernooij, J.C.; van den Broek, J.; Verheijden, J.H.** 1994. Evaluation of optimal age at first conception in gilts from data collected in commercial swine herds. *J. Anim. Sci.* 72: 1387 – 1392.
  
- **Self, H.L.; Grumer, R.H.** 1958. The rate and economy of pig gains and the reproductive behavior in sows when litters are weaned at 10 days, 21 days, or 56 days of age. *J. Anim. Sci.* 17: 862 - 868.

- **Stalder, K.J.; Long, T.E.; Goodwing, R.N.; Wyatt R.L.; Halstead, J.H.** 2000. Effect of gilt development diet on the reproductive performance of primiparous sows. *J. Anim. Sci.* 78: 1125 -1131.
- **Sterning, M.; Ridhmer, L.; Eliasson, L.; Einarsson, S.; Anderson, K.** 1990. A study on primiparous sows of the ability to show standing oestrus and to ovulate after weaning. Influences of loss of body weight and backfat during lactation and of litter size, litter weight gain and season. *Acta Vet. Scand.* 31: 227 – 236.
- **Sterning, M.; Rydhmer, L.; Einarsson, S.; Andersson, K.** 1994. Oestrus symptoms in primiparous sows. 1. Duration and intensity of external oestrus symptoms. *Anim. Reprod. Sci.* 36: 305 – 314.
- **Sterning, M.; Rydhmer, L.; Lenna, E.** 1998. Relationships between age at puberty and interval from weaning to estrus signs at puberty and after the first weaning in pigs. *J. Anim. Sci.* 76: 353 – 359.
- **Stevenson, J.S.; Pollman, D.S.; Davis, D.L.; Murphy, J.P.** 1983 Influence of supplemental light on sow performance during and after lactation. *J. Anim. Sci.* 56: 1282 – 1286.
- **Strang, G.S.** 1970. Litter productivity in large white pigs . 1. The relative importance of some sources of variation. *Anim. Prod.* 12: 285 – 333.
- **Svajgr, A.J.; Hays, V.W.; Cromwel, G.L.; Dutt, R.H.** 1974. Effect of lactation duration on reproductive performance of sows. *J. Anim. Sci.* 38: 100-105.

- **Tantasuparuk, W.; Lundeheim, N.; Dalin, A.; 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: 481 – 496.
  
- **Tantasuparuk, W.; Techakumphu, M.; Dornin, S.** 2005. Relationship between ovulation rate and litter size in purebred Landrace and Yorkshire gilts. *Theriogenology* 63: 1142 – 1148.
  
- **Ten Napel, J.; De Vries, A.; Buiting, G.; Luiting, P.; Merks, J.; Brascamp, E.** 1995. Genetics of the interval from weaning to estrus in first – litter sows: Distribution of data, direct response of selection, and heritability. *J. Anim. Sci.* 73: 2193-2203.
  
- **Tokach, M.D.; Pettigrew, E.; Dial, G.D.; Wheaton, J.E.; Crooker, B.A.; Johnston, L.J.** 1992. Characterization of luteinizing hormone secretion in the primiparous, lactating sow : Relationship to blood metabolites and return to estrus interval. *J. Anim. Sci.* 70: 2195 – 2201.
  
- **Tompkins, E.C.; Heidenreich, C.J.; Stob, M.** 1967. Effect of post-breeding thermal stress on embryonic mortality in swine . *J. Anim. Sci.* 26: 377 –380.
  
- **Tumaruk, P.; Tantasuparuk, W.; Techakumphu, M.; Kunavongkrit, A.** 2004. Effect of season and outdoor climate on litter size at birth in purebred Landrace and Yorkshire sows in Thailand. *J. Vet. Med. Sci.* 66(5): 477 – 482.

- **Varley, M.A.; Cole, D.J.A.** 1978. Studies in sow reproduction. The effect of lactation length on pre-implantation losses. *Anim. Prod.* 27:209 – 214.
  
- **Vesseur, P.C.; Kemp, B.; Denhartog, L.A.** 1994. The effect of the weaning to estrus interval on litter size, live born piglets and farrowing rate in sows. *J. Anim. Physiology. Anim. Nutr.* 71: 30 – 38.
  
- **Xue, J; 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: 1486 - 1489.