



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

**CAMPUS PUEBLA**

## **POSTGRADO EN DESARROLLO Y GESTIÓN DE SISTEMAS GANADEROS**

**PRODUCCIÓN INTENSIVA DE LECHONES: ANÁLISIS HISTÓRICO DE UNA  
GRANJA EN ZACATEPEC, PUEBLA**

**ISMAEL QUINTERO HERNÁNDEZ**

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO TECNOLÓGO**

**Puebla, Puebla  
2010**



## COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

*CAMPUE-43-2-03 ANEXO*

### CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe **MVZ Ismael Quintero Hernández**, alumno de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta Institución, bajo la dirección del Profesor **Dr. Samuel Vargas López** por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis **“Producción intensiva de lechones: análisis histórico de una granja en Zacatepec, Puebla”** y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del Colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, el Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Puebla, Puebla, 23 de noviembre de 2010.

**MVZ Ismael Quintero Hernández**  
Firma

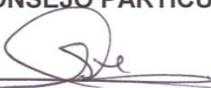
Vo. Bo. Profesor Consejero o Director de Tesis  
**Dr. Samuel Vargas López**

La presente tesis, intitulada: **Producción intensiva de lechones: análisis histórico de una granja en Zacatepec, Puebla**, realizada por el alumno **Ismael Quintero Hernández**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO TECNÓLOGO EN  
DESARROLLO Y GESTIÓN DE SISTEMAS GANADEROS**

**CONSEJO PARTICULAR**

CONSEJERO:



---

**DR. SAMUEL VARGAS LÓPEZ**

ASESOR:



---

**DR. JUAN DE DIOS GUERRERO RODRÍGUEZ**

ASESOR:



---

**DR. JOSÉ ISABEL OLVERA HERNÁNDEZ**

ASESOR:



---

**DR. FRANCISCO CALDERÓN SÁNCHEZ**

ASESOR:



---

**DR. ÁNGEL BUSTAMANTE GONZÁLEZ**

Puebla, Pue., 9 de diciembre de 2010

# PRODUCCIÓN INTENSIVA DE LECHONES: ANÁLISIS HISTÓRICO DE UNA GRANJA EN ZACATEPEC, PUEBLA

Ismael Quintero Hernández, MTDGSG  
Colegio de Postgraduados, 2010

## RESUMEN

Con el objetivo de realizar un análisis histórico del año 2002 al 2008 en el comportamiento productivo de la población de cerdas reproductoras y de las crías nacidas en una granja intensiva para producción de lechones, se trabajó con dos bases de datos, la primera contenía información anual de 789 cerdas de cría y la segunda, 9245 camadas de lechones nacidos, en los seis años de registro. En el análisis de la información se estimó la estadística descriptiva, varianza y correlación con el uso del paquete estadístico SAS. Las cerdas de cría fueron de las líneas Camborough22PP2 (56.65%), Terminal propia (22.25%), Camborough22PP1 (10.61%), L42 (7.29%), HYPOR (2.94%) y PIC337 (7.29%). La cerdas tuvieron una vida productiva promedio de 756.71 días y fue mayor en las líneas PIC337, Camborough22PP2, Terminal propia y L42, con 1241, 1154, 1147 y 1139 días, respectivamente. La producción mensual de lechones registrada fue de  $109 \pm 35.5$  camadas paridas,  $1010.5 \pm 331.1$  lechones nacidos vivos,  $105.6 \pm 33.6$  camadas destetadas y  $958.5 \pm 311.4$  lechones destetados. En promedio los lechones destetados por cerda fue de  $8.7 \pm 0.43$  y la mortalidad mensual del nacimiento al destete de  $49.07 \pm 31.88$  lechones (1.5%). La granja tuvo un promedio de  $1.08 \pm 0.08$  lechones muertos por camada. Las causas de muerte fueron por aplastamiento, diarreas, inanición y otras, con  $11 \pm 5.9$ ,  $6.3 \pm 8.4$ ,  $15.5 \pm 11.1$  y  $8.9 \pm 7.4$  lechones por mes, respectivamente. El desecho de cerdas jóvenes y la mortalidad de lechones son los factores asociados con la eficiencia productiva de la granja intensiva de producción de lechones Zacatepec, Puebla.

**Palabras clave:** Parámetros productivos de cerdos, líneas comerciales, longevidad cerdas, mortalidad lechones

# PIGLETS INTENSIVE PRODUCTION: A FARM HISTORIC ANALYSIS IN ZACATEPEC, PUEBLA

Ismael Quintero Hernández, MTDGSG  
Colegio de Postgraduados, 2010

## ABSTRACT

In order to analyze the productive performance of sows and piglets production a historical study was conducted from 2002 to 2008 on a farm intensive production of pigs. Two databases were worked, the first contain the monthly records of 789 sows, and the second had the information of 9245 litter of piglets born in the six years analyzed. Descriptive statistics, variance and correlation were estimated using the SAS statistical package. The line of the breeding sows were Camborough22PP2 (56.65%), own terminal line (22.25%), Camborough22PP1 (10.61%), L42 (7.29%), HYPOR (2.94%) and PIC337 (7.29%). The sow's stayability had an average of 756.71 days, being greater in the PIC337 lines, Camborough22PP2, own terminal line and L42, in 1241, 1154, 1147 and 1139 days, respectively. In the production of piglets were recorded monthly  $109 \pm 35.5$  born litters,  $1010.5 \pm 331.1$  piglets born alive,  $105.6 \pm 33.6$  weaned litters, and  $958.5 \pm 311.4$  weaned piglets. Weaned piglets per sow were  $8.7 \pm 0.43$  on average, and monthly mortality of piglets from birth to weaning of  $49.07 \pm 31.88$  (1.5%). An average mortality of  $1.08 \pm 0.08$  piglets per litter was registered in the farm. The causes of death piglets were crushing, diarrhea, starvation, and others, with  $11 \pm 5.9$ ,  $6.3 \pm 8.4$ ,  $15.5 \pm 11.1$  and  $8.9 \pm 7.4$  piglets per month, respectively. The sow's short stayability, and piglet's mortality are the factors associated with the production efficiency of Zacatepec intensive farm production of piglets

Key words: Piglets intensive production, sow productive parameters, sow's commercial line, piglet's mortality, sow's stayability

## **AGRADECIMIENTOS**

AL COLEGIO DE POSGRADUADOS CAMPUS PUEBLA: por sus instalaciones y recursos prestados para la realización de esta tesis y las facilidades brindadas para cumplir la preparación de este postgrado.

A los Drs. Samuel Vargas López, Ángel Bustamante González, Juan de Dios Guerrero Rodríguez, Francisco Calderón Sánchez y José Isabel Olvera Hernández, miembros de mi Consejo Particular, por la valiosa dirección de la presente tesis y sobre todo por sus excelentes enseñanzas.

A todos mis maestros, compañeros y amigos

Al Campus Puebla del Colegio de Postgraduados por el Financiamiento del Proyecto:  
“POA Individual-Producción y gestión sostenible de la Ganadería”

# DEDICATORIA

## A LA ENERGÍA CREADORA

DEDICADA A LO MÁS VALIOSO QUE TENGO EN ESTA VIDA:

A MIS ABUELOS:

Gabriel y Margarita, Ramón<sup>†</sup> y Luisa<sup>†</sup> por heredarme a mis padres.

A MIS PADRES:

Gabriel y Cecilia, por darme la vida y su valioso apoyo.

A MIS HERMANOS:

Verónica, Gabriel, Daniel, Alina, por su cariño y momentos maravillosos.

A MI ADORABLE ESPOSA:

Mary por todo su amor, comprensión y apoyo

Y A MIS QUERIDOS HIJOS:

Briseida y Bryan Ismael, por todo su cariño y momentos felices.

A MIS SUEGROS

José y Guillermina por todo su apoyo

A todos mis colegas, profesores, amigos y personas cercanas.

Gracias por su amistad y apoyo.

A MI MARAVILLOSA FAMILIA  
A QUIENES RESPETO Y ADORO.

## CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	3
2.1. Los sistemas de producción de cerdos.....	3
2.1.1. Sistema extensivo.....	3
2.1.2. Sistema semiextensivo.....	3
2.1.3. Sistema intensivo.....	4
2.2. Genética y producción de lechones.....	7
2.3. Parámetros productivos.....	7
2.3.1. Número de partos.....	8
2.3.2. Vida productiva (Longevidad).....	9
2.4. Fuente de alimentación y nutrición en sistema intensivo.....	9
2.4.1. Nutrición de cerdas y lechones.....	10
2.4.2. Consumo de agua.....	13
2.5. Sanidad.....	13
2.5.1. Bioseguridad en granjas porcinas.....	14
2.5.2. Uso de biológicos para preservar la salud en granjas de producción intensiva.....	14
2.6. Promedio de lechones nacidos.....	15
2.7. Mortalidad de lechones.....	16
2.7.1. Causas de mortalidad en lechones.....	18
2.7.1.1. El medio ambiente.....	20
2.7.1.2. Ubicación geográfica y tipo de clima para sistemas intensivos.....	20
2.7.1.3. Instalaciones.....	21
2.7.8. Edad al destete.....	23
III. MARCO DE REFERENCIA.....	24
3.1. Localización de la granja Zacatepec.....	27
3.2. Información general de la granja.....	27

3.3. Clima.....	28
3.4. Finalidad productiva.....	28
3.5. Infraestructura y equipo.....	28
3.5.1. Área de cubrición.....	28
3.5.2. Área de gestación.....	28
3.5.3. Área de maternidad.....	29
3.5.4. Área de transición.....	29
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	30
4.1. Objetivo.....	31
4.2. Hipótesis.....	32
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
5.1. Análisis de datos.....	35
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
6.1. Características de la población de cerdos en la granja.....	37
6.1.1. Estructura de la piara.....	37
6.1.2. Tipos genéticos de las cerdas de cría.....	40
6.1.3. Largo de vida productiva de las cerdas.....	41
6.1.4. Estructura de los tipos genéticos de las cerdas en producción..	43
6.1.5. Longevidad de la cerda de cría al desecho.....	44
6.2. Parámetros productivos.....	48
6.2.1. Camadas nacidas.....	48
6.2.2. Camadas destetadas.....	51
6.2.3. Número de lechones nacidos vivos.....	52
6.2.4. Número de lechones destetados.....	55
6.3. Mortalidad de lechones.....	58
6.3.1. Muerte por aplastamiento.....	64
6.3.2. Muerte por diarrea.....	64
6.3.3. Muerte por inanición.....	65
VII. CONCLUSIONES.....	67
VIII. LITERATURA CITADA.....	69

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Parámetros productivos en cerdos al aire libre y en confinamiento.....	4
Cuadro 2. Parámetros productivos de hembras reproductoras en sistema intensivo.....	5
Cuadro 3. Composición promedio de ingredientes utilizados en alimentación de cerdos.....	10
Cuadro 4. Requerimientos nutricionales en cerdos de diferentes etapas.....	11
Cuadro 5. Requerimiento nutricional para cerdas en diferentes etapas de producción.....	12
Cuadro 6. Consumo voluntario de agua en cerdos.....	13
Cuadro 7. Comparación entre mortalidad de lechones en dos sistemas de producción.....	17
Cuadro 8. Tendencia de la producción porcina que data del año 2000 al 2005 en México.....	26
Cuadro 9. Inventario general como base de producción de la granja Zacatepec, Puebla.....	38
Cuadro 10. Tipos genéticos de la piara en el periodo 2002-2008 de la granja Zacatepec, Puebla.....	39
Cuadro 11. Estructura de las cerdas de cría en producción en el 2008 en la granja Zacatepec, Puebla.....	44
Cuadro 12. Tipo genético y longevidad de cerdas de desecho en la granja Zacatepec, Puebla.....	44
Cuadro 13. Cuadrado medio del error (CME), valores de F para los efectos de año, mes y lechones por camada en la granja productora de lechones Zacatepec, Puebla.....	48
Cuadro 14. Matriz de correlación entre variables de los parámetros en la producción de lechones en la granja Zacatepec, Puebla.....	49
Cuadro 15. Medias mínimo cuadráticas para las camadas destetadas por mes en la granja Zacatepec, Puebla.....	51
Cuadro 16. Medias mínimo cuadráticas para el número de lechones nacidos vivos por mes en la granja Zacatepec, Puebla.....	53

Cuadro 17.	Medias mínimo cuadráticas para el número de lechones por camada en la granja Zacatepec, Puebla.....	54
Cuadro 18.	Medias mínimo cuadráticas para el número lechones destetados por mes en la granja Zacatepec, Puebla.....	55
Cuadro 19.	Medias mínimo cuadráticas para el número de lechones destetados por camada en la granja Zacatepec, Puebla.....	56
Cuadro 20.	Cuadrado medio del error (CME) de la mortalidad de lechones por mes y valores de F para los efectos año, mes y lechones por camada en la granja Zacatepec, Puebla.....	59
Cuadro 21.	Medias mínimo cuadráticas para el porcentaje de muerte en la granja Zacatepec, Puebla.....	60
Cuadro 22.	Medias mínimo cuadráticas para el total de muertes registradas por mes en la granja Zacatepec, Puebla.....	61
Cuadro 23.	Medias mínimo cuadráticas para el número de lechones muertos por camada en la granja Zacatepec, Puebla.....	62
Cuadro 24.	Medias mínimo cuadráticas para el número de lechones muertos por camada en la granja Zacatepec, Puebla.....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Producción de cerdo por entidad en México.....	25
Figura 2.	Ubicación geográfica de Zacatepec, Oriental Puebla.....	27
Figura 3.	Cerdas en producción por año en la granja Zacatepec, Puebla.....	38
Figura 4.	Sementales por año en la granja Zacatepec, Puebla.....	40
Figura 5.	Tipos genéticos de las cerdas en la granja Zacatepec, Puebla durante 2008.....	41
Figura 6.	Tipo genético y días de vida productiva de las cerdas en la granja Zacatepec, Puebla durante 2004-2007.....	42
Figura 7.	Cerdas de remplazo servidas por año en la granja Zacatepec, Puebla.....	43
Figura 8.	Permanencia de las cerdas por año de nacimiento en la granja porcina Zacatepec, Puebla.....	45
Figura 9.	Cerdas que cumplieron su vida reproductiva por tipo genético en la granja Zacatepec, Puebla.....	47
Figura 10.	Cerdas que cumplieron su vida productiva en la granja Zacatepec, Puebla.....	47
Figura 11.	Promedio mensual de camadas nacidas por año en la granja Zacatepec, Puebla.....	50
Figura 12.	Camadas destetadas por mes del 2002-2008 en la granja Zacatepec, Puebla.....	52
Figura 13.	Lechones nacidos vivos en la granja Zacatepec, Puebla.....	54
Figura 14.	Lechones destetados por año en la granja Zacatepec, Puebla.....	56
Figura 15.	Lechones destetados por cerda por año en la granja Zacatepec, Puebla.....	57
Figura 16.	Mortalidad de lechones promedio mensual en los diferentes años en la granja Zacatepec, Puebla.....	58
Figura 17.	Promedio de muerte de lechones por mes en el periodo 2002-2008 en la granja Zacatepec, Puebla.....	61
Figura 18.	Lechones muertos por camada en la granja Zacatepec, Puebla.....	63

Figura 19.	Mortalidad de lechones por aplastamiento en la granja Zacatepec, Puebla.....	64
Figura 20.	Promedio mensual de lechones muertos por diarrea por año en la granja Zacatepec, Puebla.....	65
Figura 21	Lechones muertos por inanición por año, en la granja Zacatepec, Puebla.....	66

## I. INTRODUCCIÓN

En México el consumo de cerdo es de 22 millones de cabezas anuales, de los cuales, ocho se adquieren en el extranjero, principalmente en el mercado Estadounidense (Corona, 2006). En la década de los ochenta el consumo por persona era de 22 kilos, años después esta cifra descendió a nueve kilogramos y actualmente se ha recuperado hasta llegar a 14 kilogramos. Sin embargo, el consumo de carne de pollo ocupa el primer lugar, seguido de la carne de res y en tercer puesto la carne de cerdo (Corona, 2006).

El sistema tecnificado es importante por incrementar paulatinamente su participación en el volumen total de la producción de carne de cerdo en el país, misma que a finales de los años noventa fue de 50%. El sistema semitecnificado ha decrecido por las presiones económicas y la falta de competitividad del sistema de traspatio, de ahí que sólo aportó alrededor de 20% de la producción nacional. El sistema de traspatio o producción familiar aporta el 30% de la producción nacional, este se ha mantenido debido a su orientación a los mercados locales y al abasto de carne de cerdo para la familia, los cuales no son cubiertos por alguno de los estratos anteriores. La industria de la carne de cerdo en granjas intensivas se caracteriza por su alto nivel de tecnología en el proceso de producción. Sin embargo, por ser un sistema intensivo, la demanda por incrementar la eficiencia productiva y económica sigue siendo una exigencia para este tipo de explotaciones, ante los altos costos de los insumos y de infraestructura. En los últimos años, la industria de cerdo se enfrenta a un consumidor más informado; que exige mayor calidad de productos, bienestar de los animales y el cuidado al medio ambiente.

De Jong *et al.* (1998), mencionan que uno de los componentes en la producción porcina intensiva lo constituye la base animal. En la actualidad, existen casi 100 líneas de cerdos reconocidas en todo el mundo y el doble de variedades no reconocidas como razas, que derivan de alguna otra raza salvaje. Las razas comerciales tienen una mezcla genética importante y se puede generalizar que derivan de una mezcla entre *Suis scrofa* y *Suis vitatus* en distintas proporciones (González y Cabrera, 1951). La eficiencia productiva de las distintas razas se debe más al vigor híbrido por usar la mezcla de dos o más razas, que a la mejora genética de una sola raza. Por lo que la elección de una u otra raza debe realizarse en función a los parámetros productivos de la línea de individuos que se quiere alcanzar en la explotación y no por la raza a la que pertenecen, al menos que existan aspectos legales que protejan y/o favorezcan la elección de una raza (Sacarello, 1999).

El sector de la producción porcina, en la mayoría de los países de América Latina, se ha enfrentado a constantes crisis económicas, lo que ha provocado desánimo de los productores, lo cual exige que sólo se dediquen a esta actividad aquellos productores que cuenten con capital, experiencia, tecnología y mercado. La producción porcina se enfrenta a un entorno que demanda alta competitividad y calidad del producto, que se han improvisado a partir del libre mercado. El nuevo escenario en el que se desarrolla esta actividad, hace que con el uso de la tecnología se pueda alcanzar una alta eficiencia productiva para mantener a las empresas en el mercado y responder a la demanda del consumidor. El análisis de los sistemas intensivos de producción de cerdos es la base para conocer el contexto donde se desarrollan, los niveles productivos y la eficiencia económica. Por lo anterior, el presente trabajo tuvo como propósito el análisis del proceso de producción de una granja productora de lechones para conocer la dinámica de la población de vientres, los parámetros reproductivos y los problemas sanitarios; lo que servirá como base para la gestión de la producción en términos del número de vientres, desecho de hembras, tamaño de camada y lechones destetados, así como la mortalidad en cerdas y sus crías durante seis años de registro (2002-2008).

## **II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

### **2.1. Los sistemas de producción de cerdos**

Buxade (1996) menciona que para la producción de cerdos existen tres sistemas de explotación, estos se diferencian claramente con base a su producción fin y manejo zootécnico;

#### **2.1.1. Sistema extensivo**

Honeyman (2005) identifica al sistema extensivo como el lugar en donde los cerdos están integrados de forma natural con el medio que lo rodea con una mínima exigencia técnica y de manejo, a diferencia del sistema intensivo. En España el ejemplo más clásico de producción extensiva es el cerdo ibérico, que se produce en el sistema extensivo y existen explotaciones que en muy poco han variado con respecto a la cría de cerdos que transcurría desde la época de la colonia. Estudios realizados mencionan que la productividad en estos criaderos no supera los 7.6 lechones destetados/cerda/año (Azzarini *et al.*, 1986).

#### **2.1.2. Sistema semiextensivo**

En este sistema los cerdos se integran parcialmente en el medio ambiente natural, existe un control del confinamiento, alimentación balanceada y registro. Los lechones están integrados a un medio artificial donde las condicionantes de tipo técnico y económico hacen que el objetivo primario de la gestión sea un producto de alta calidad y de exigencia en el mercado, con menor tiempo de producción para la obtención del producto final. Además, el sistema semiextensivo cuenta con instalaciones altamente

tecnificadas, utilizan inseminación artificial, programas de vacunación y desparasitación (Buxade, 1996).

En los sistemas semiextensivo de tipo familiar los lechones tienen mayor adaptabilidad y son más activos, resienten menos el destete y aprenden a ingerir más rápido los alimentos sólidos, que les ayuda a perfeccionar su aparato digestivo (Arey y Sancha, 1996).

### 2.1.3. Sistema intensivo

En el sistema intensivo el control estricto, se lleva un excelente control de manejo, se utiliza mejoramiento genético, alimentación balanceada e instalaciones específicas por cada etapa de producción. Los lechones alcanzan su máxima ganancia de peso en un menor tiempo y resulta en una mejor eficiencia alimenticia (Azzarini *et al.*, 1986).

Brown *et al.* (1996) encontraron en la comparación de parámetros productivos de cerdas para pie de cría en dos sistemas diferentes de producción en el Reino Unido, el sistema extensivo tuvo parámetros más bajos y los lechones tardan mayor tiempo para llegar al mercado, en tanto en el sistema intensivo la producción es más eficiente al utilizar menor tiempo productivo y mejorar la conversión alimenticia (Cuadro 1).

Cuadro 1. Parámetros productivos en cerdos al aire libre y en confinamiento

Indicadores	Extensivo	Confinado
Partos/cerda/año	2.21	2.25
Lechones nacidos/parto	11.6	11.8
Mortalidad de lechones	17.8	19.1
Lechones destetados/cerda/año	21.1	21.5
Toneladas de alimento/cerda/año	1.46	1.25

Fuente: Brown *et al.* (1996)

El sistema intensivo para producción de cerdos tiene componentes con gran ventaja, tales como el fin zootécnico, el manejo por etapa productiva, la gestión de la explotación y el considerar las necesidades del consumidor. En la producción intensiva

de cerdos se pueden desarrollar todas las etapas de producción en una sola área (ciclo completo), aunque existen otros sistemas donde se manejan distintas fases productivas tales como reproducción, lactancia, parideras, transición y finalización. La base fundamental para una granja productora de lechones en sistema intensivo es la estructura funcional con hembras reproductoras (pie de cría) para la producción de lechones hasta el destete (Buxade, 1996). Todas las explotaciones intensivas cuentan con alojamientos (naves) para evitar corrientes de aire. Además, cuentan con instalaciones específicas, adaptadas y acondicionadas. En la alimentación se cubren los requerimientos y necesidades nutritivas para cada etapa productiva; para cubrir estos requerimientos es importante la edad del lechón, la fase fisiológica de la cerda, el tipo de alimento y el fin zootécnico (Buxade, 1996). La producción porcina intensiva tiene desventaja en comparación con el sistema extensivo, en este último la tendencia es sustituir los altos costos que se invierten en instalaciones por parideras de campo con inferior valor que las maternidades en confinamiento usadas en sistemas semiextensivos (Berger, 1996) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Parámetros productivos de hembras reproductoras en sistema intensivo.

Parámetro	Etapas productivas	Edad (días)	Peso (kg)	%
Edad a la pubertad	-	160-220	-	-
Peso a la pubertad	-	-	75-85	-
Primer servicio	-	200-220	130	-
Fertilidad	Primeriza	-	-	80-90
Repetitividad (%)	Primeriza	-	-	20
Reemplazos anual (%)	-	-	-	30-35
Desechos anuales (%)	-	-	-	30-35
Abortos (%)	-	-	-	2
Partos (número)	-	-	-	85

Fuente: Berger (1996)

Caminotti y Brunori (1995) mencionan que el análisis de las técnicas de manejo utilizadas en el sistema intensivo comienza por la organización, manejo y buen control para una producción correcta y así obtener una cosecha alta de lechones nacidos vivos y una mayor rentabilidad de la explotación porcina.

Dentro de la investigación en la producción porcina, existen resultados donde se menciona que no hay diferencia significativa entre sistemas tecnificados y sistemas familiares (Dale *et al.*, 1996). Las hembras alojadas en sistemas intensivos presentan mayor agresividad (Arey y Sancha, 1996).

En Brasil se analizaron dos tipos de sistemas (extensivo y estabulado), en donde se concluye que por la tranquilidad y la productividad de cerdas y lechones el mejor sistema de producción es el extensivo, por disminuir la mortalidad, el stress y facilita un destete precoz; los cerdos están más contentos en un ambiente natural y estos resultados indican, que el confinamiento de los cerdos en los sistemas intensivos no ofrece los entornos físicos y sociales necesarios para el desarrollo de la explotación porcina, aun así, el sistema semintensivo puede traer mayor número de mortalidad (Hotzel *et al.*, 2004).

Weber *et al.* (2009) compararon la producción de lechones y el porcentaje de mortalidad en un sistema familiar, donde formó grupos de cuatro cerdas en jaulas con poca actividad, con camas de paja y pluma en las parideras, con fines de disminuir la mortalidad de lechones durante la etapa de lactancia.

La producción estabulada de cerdas reproductoras en la etapa de parto, limita en gran medida el comportamiento normal, por ejemplo el movimiento físico, el ambiente del nido y la humedad son algunos problemas de manejo, que provoca a un mayor mortalidad de lechones en comparación de cerdas en pastoreo (Weber, *et al.*, 2009). En Suiza las parideras fueron prohibidas en 1997 con un periodo de diez años de transición, desde entonces muchas granjas han implementado el sistema extensivo, donde las cerdas llegan a tener un mayor número de camadas.

Durante el periodo de postdestete, las recomendaciones son el de mantener la temperatura constante de 26-28°C. Para los lechones, cuando los animales se acostumbran a consumir perfectamente el alimento, el ambiente y la temperatura

puede reducirse de 2-3°C por semana, hasta que la temperatura se estabilice en los corrales (Weber *et al.*, 2009).

## **2.2. Genética y producción de lechones**

Stookey y Gonyou (1998) mencionan que el tipo genético del pie de cría son factores de gran importancia para la producción de lechones, en la actualidad existen razas y líneas genéticas que se utilizan en granjas porcinas. Este gran número de razas y líneas son seleccionadas para determinado fin zootécnico, como la producción de lechones, producción de carne o pie de cría. Las razas de mayor importancia son: Landrace, Yorkshire, Durock, Pietrain y Hampshire. La genética de cerdos que se realiza en el sistema intensivo tiene como propósito la mejora del rendimiento productivo, tasa de crecimiento, conversión alimenticia, eficiencia reproductiva, ganancia de peso y el aumento de la rentabilidad de la explotación (Hemsworth, 2003).

En las cerdas reproductoras es necesaria la selección genética para mejorar la vida productiva y la supervivencia de lechones, al relacionarse con aspectos fundamentales como son el tamaño de la camada, duración de la gestación, peso al nacimiento, consumo de alimento y la ganancia de peso (Knol *et al.*, 2002).

La selección genética en las cerdas se realiza a los 180 días después de la inseminación y debe ser del 95% de cubriciones a nivel de piara con buen estado y número de tetas, ya que al menos 12 tetas funcionales se necesitan para criar a igual número de lechones (Knol *et al.*, 2002).

## **2.3. Parámetros productivos**

En las empresas dedicadas a la producción porcina se manejan indicadores o parámetros de producción para posteriormente lograr medir y comparar el rendimiento y la eficiencia productiva, así como la falla de errores y problemas dentro de la granja. La evaluación de los parámetros productivos son necesarios en granjas tecnificadas o

intensivas, se utilizan para llevar un control dentro de la explotación, además nos permite manejar registros productivos, controlar enfermedades y hacer más eficiente la explotación por medio de una buena administración, en la actualidad existen varios parámetros que son aprobados según la etapa de producción de cerdos (Buxade, 1996).

Uno de los aspectos fundamentales en la producción porcina intensiva es la obtención de un mayor número de lechones destetados por cerda por año. El peso a la pubertad depende de varios factores tales como: genética del animal, alimentación, condición corporal, instalaciones y manejo. Similar a lo mencionado por Steiwbach (1978), que se refiere a que el comportamiento de una piara porcina depende de una compleja interacción entre los factores ambientales y condiciones internas.

El tiempo de la gestación, depende de la calidad de la vida productiva. Las hormonas juegan un papel muy importante en la fertilidad y la reproducción de hembras jóvenes, al ser la tasa ovulatoria irregular y su desarrollo corporal no es suficiente, pero cuando las hembras llegan a una edad de madurez sexual es el momento adecuado para la fecundación e iniciar el proceso de gestación, para posteriormente obtener la producción de lechones (Hemsworth, 2003).

### **2.3.1. Número de partos**

Hafes y Hafes (2000) definen el parto como el número de cerdas que llegan al final de la gestación, restando la repetitividad, los abortos y se considera aceptable que el 85% de las cerdas paren. Desde que las cerdas llegan al parto comienza la carrera entre el número de lechones nacidos, la sobrevivencia y la mortalidad de lechones hasta el destete; en esta etapa es donde se aprecia la rentabilidad de la producción porcina. Después del parto, la mayor ganancia o rentabilidad se manifiesta por el número de lechones nacidos vivos y la cantidad de lechones destetados (Hafes y Hafes, 2000).

### **2.3.2. Vida productiva (Longevidad)**

El tiempo de vida productiva de los cerdos y en especial de los vientres reproductores en las granjas porcinas con alta calidad genética, es una preocupación de los administradores, para mantener esta calidad de vida y prolongar los resultados rentables se debe tener en cuenta el proporcionar una buena alimentación balanceada, vitaminas y un manejo apropiado y así llegar hasta de 5 a 7 partos en la vida productiva para cada cerda (Tarrés *et al.*, 2006).

Las causas de desecho son la baja productividad, la cojera y la mortalidad, los factores que se incluyen como covariables cambiantes en el tiempo y cuya importancia relativa afecta la cría de lechones durante su vida productiva son; la calidad del manejo durante la lactancia, la ganancia de peso hasta el primer servicio y el espesor de grasa (López *et al.*, 2000).

Dial (1996), menciona que durante los últimos años, la tasa de desecho de las hembras reproductoras se acercan a un 50% y está asociada a la baja productividad, a la no concepción, a los partos distócicos; el bajo rendimiento, problemas físicos (cojera) y son las principales razones de este aumento de desecho para la corta vida productiva. López *et al.* (2000) mencionan que las pérdidas se deben a un 20% a la baja fertilidad, el 7% a cojeras y el 14 % a mortalidad.

### **2.4. Fuente de alimentación y nutrición en sistema intensivo**

Aarnink y Verstegen (2007), mencionan que en las granjas intensivas en la nutrición de cerdas y de lechones se utilizan granos molidos y concentrados. El porcentaje de proteína y energía es utilizado según la etapa de producción y el requerimiento nutricional de los animales (Shimada, 2003).

Una de las finalidades de la nutrición de los cerdos en desarrollo y producción es llevar una alimentación balanceada, con nutrientes de alta calidad de granos forrajeros y

concentrados (Cuadro 3). Los granos utilizados son; sorgo, maíz, cebada, avena, trigo y pasta de soya (Merck, 1993).

Cuadro 3. Composición promedio de ingredientes utilizados en alimentación de cerdos.

Ingrediente	MS	Mcal/kg		Proteína	Fibra	Calcio	Fósforo
	%	ED.	EM.	%	%	%	%
Sorgo	89	3.44	3.23	8.9	2.3	0.33	0.28
Maíz	89	3.53	3.33	8.8	2.2	0.02	0.28
Trigo	86	3.66	3.42	10.2	2.4	0.05	0.31
Cebada	89	3.09	2.87	11.6	5.1	0.05	0.36
Avena	89	2.87	2.67	11.4	10.8	0.06	0.27
Mazorca	85	3.09	2.5	7.8	10	0.04	0.21
Salvado	90	2.51	2.32	15.7	11	0.14	1.15
Arroz pulido	90	3.79	3	12.2	4.1	0.05	1.31
Gluten	91	3.23	3.07	41	4	0.23	0.55
Pasta de soya	90	3.48	2.99	42.6	6.2	0.27	0.61

ED: Energía digestible, EM: Energía metabolizable, MS: Materia seca, Mcal: megacalorías  
Fuente: Shimada (2003) y Merck (1993)

#### 2.4.1. Nutrición de cerdas y lechones

Meunier *et al.* (2001) mencionan que las cerdas para pie de cría y los lechones deben alimentarse de acuerdo a su estado fisiológico y condición corporal y deben consumir nutrientes muy diferentes. Los cerdos para cría, a partir de los 70 kg de peso vivo se alimentan con dietas de excelente calidad para lograr un buen desarrollo muscular y estructura ósea.

El peso adulto de las hembras de pie de cría es de 90-130 kg. Pero aproximadamente, a la edad de 8 a 10 meses el consumo es de 2 a 2.5 kg diarios de alimento por cerda, durante la etapa de gestación las hembras primerizas consumen 2.5 kg de alimento balanceado con 12% de proteína y 3.2 Mcal EM/kg/día. La cantidad de alimento consumido por hembras de más de dos partos es de 1.5 a 2 Kg/día. La diferencia en el consumo se tiene en las hembras jóvenes por requerir alimento para su crecimiento y desarrollo (Shimada, 2003).

La meta de un programa de alimentación durante la gestación es tener del 85 al 90% de hembras gestantes en condición normal o con una puntuación corporal de la tercera, cuarta o quinta semana de gestación; en un sistema de puntuación de condición corporal de 1 a 5 con 12 y 16 mm de grasa dorsal (Cuadro 4).

Cuadro 4. Requerimientos nutricionales en cerdos de diferentes etapas.

Nutriente	5-20 kg	21-75 kg	76-100 kg	100-180 kg	Reproductores 130-250 kg
Proteína cruda (%)	22-18	17-16	15	14	15-18
Energía digestible (Mcal)	3.5-3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
Calcio (%)	0.8	0.65	0.5	0.6	0.75
Fósforo (%)	0.6	0.5	0.4	0.4	0.5
Sodio (%)	0.6	0.1	0.5	0.4	0.5
Cloro (%)	0.6	0.13	0.25	0.25	0.25
Beta caroteno (mcg)	4.4	3.6	2.6	6.6	8.2
Vitamina A (UI)	2.2	1.75	1.3	3.3	4
Vitamina D (UI)	200	200	125	250	275
Tiamina (mg)	1.3	1.1	1.1	1.4	1.4
Riboflavina (mg)	3	3	2.2	3.1	4.1
Niacina (mg)	22	18	14	22	22
Acido pantoténico (mg)	13	11	11	14.2	16.5
Vitamina B6 (mg)	1.5	1.5	1.1	13.5	16.5
Colina (mg)	1.1	900	1.1	16.5	16.5
Vitamina B 12 (mg)	22	15	11	13	13.8

Fuente: Shimada (2003).

En general, la mayoría de los productores tienden a tener una alta proporción de cerdas obesas y tienen que reducir el consumo de alimento durante la gestación para no tener cerdas obesas al parto, si estas se cargan existe una mayor probabilidad de tener problemas. La meta para el uso anual de alimento para la gestación esta en el rango de 652,5 a 742.5kg/cerda dependiendo de la duración de la lactancia de la granja (Shimada, 2003). Se ha demostrado que al final del crecimiento (167 días promedio de edad) las cerdas jóvenes pesan 96.2 kg.

En promedio, durante el periodo de desarrollo hasta el primer parto, las cerdas jóvenes son alimentadas con una dieta restringida de concentrado (2 kg/día) que contiene el 16.65% de proteína cruda, 0.73% de lisina digestible y 2995 Kcal/kg de EM. En el apareamiento eficaz en primer lugar, las cerdas jóvenes pesan 133.8 kg y fue de 257 días de edad. El promedio de edad a primer parto es de 372 días (Tarrés *et al.*, 2006).

La alimentación de los lechones se basa en la calidad de los nutrientes de la dieta, en sus componentes de energía, fibra, humedad, proteína, minerales y vitaminas (Cuadro 5). Los nutrimentos de los alimentos necesarios son para el buen desarrollo, crecimiento y mantenimiento de las funciones metabólicas y fisiológicas de los lechones (Gu y Li, 2003).

Cuadro 5. Requerimiento nutricional para cerdas en diferentes etapas de producción.

Etapa productiva	Edad (meses)	kg	Proteína (%)	Energía requerida Mcal EM/Kg
Cerdas primerizas	8-10	2.5-3	17	3.2/día
Cerdas multíparas	10->	2.5	14-15	3.1
Sementales	10-20	2.6	15	3.1
Cerdas gestantes	9-10	60-79	18	3.2
Cerdas en lactación	24-48	3-4	18-24	3.2

Gu y Li (2003)

Los lechones recién nacidos deben tener un aporte de calostro para adquirir una inmunidad natural por medio de los anticuerpos que son absorbidos desde la primera semana de vida por los intestinos. La leche de la cerda no contiene hierro y menos en el sistema intensivo, por no tener acceso a tierra, se recomienda aplicar hierro a los lechones a las 72 horas del nacimiento y posteriormente repetirlo a los 15 días. Los cerditos deberán consumir un alimento balanceado preiniciador y destete, que tiene de 22 y 18% de proteína, para su desarrollo y crecimiento respectivamente (Cuadro 5). La buena nutrición de los lechones se relaciona con la conversión alimenticia, ganancia de peso, presentación corporal y buen estado de salud (Liu *et al.*, 2001).

### 2.4.2. Consumo de agua

La cantidad necesaria de agua para un cerdo varía según el régimen alimenticio que se le proporciona, la humedad y temperatura exterior, más o menos necesitaría tres kilogramos de agua por cada kilogramo de alimento seco y por cada 100 kilogramos de peso. El agua contenida en el cuerpo de un animal depende de la especie zootécnica, la edad, etc., la grasa sustituye en buena parte al agua en los diversos tejidos del cuerpo, por lo que un cerdo gordo puede contener el 38% y de un cerdo magro el 55% de agua (Escamilla, 1986).

En el Cuadro 6. Se representa el consumo de agua necesaria para las diferentes etapas de producción en cerdos y con base al peso corporal.

Cuadro 6. Consumo voluntario de agua en cerdos

Tipo de cerdo	Litros/día
Primerizas	5-6
Cerda preñada	5-8
Cerda lactando	15-30
Macho	5-8
Lechones hasta 10 kg.	1.2-1.5
Lechones de 10-25 kg.	2.25-2.50
Cerdos de 25-50 kg.	3-5
Cerdos de 50-100 kg.	6-8

Shimada (2003)

### 2.5. Sanidad

Danielsen *et al.* (2000) mencionan que en las empresas porcinas intensivas se manejan programas de sanidad y bioseguridad para prevenir enfermedades en los cerdos y disminuir la tasa de mortalidad. Por otra parte, se tiene la competencia con los sistemas de producción ecológica extensivos para producción de cerdos, en donde la calidad de la carne es una ventaja para estos sistemas comparados con los sistemas tecnificados (Hansen *et al.*, 2006). Se han realizado estudios en sistemas ecológicos

para la producción de carne porcina y de alta calidad, con excepción de una ganancia diaria de peso ligeramente inferior en cerdos alimentados con concentrado orgánicos, no se encontraron diferencias significativas en el rendimiento y características de calidad de carne en comparación con los resultados obtenidos en el sistema convencional (Hansen *et al.*, 2006). Los resultados demuestran que la producción ecológica es de alta calidad pero similar a la carne producida por cerdos alimentados no orgánicamente, sin embargo, la alimentación restringida de cereales orgánicos (70%), además de ensilaje el libitum dio lugar a más carne magra, con muy poca vitamina E y un menor contenido de grasa (Danielsen *et al.*, 2000).

### **2.5.1. Bioseguridad en granjas porcinas**

Actualmente en las granjas porcinas con sistema intensivo, uno de los objetivos para aumentar la productividad y el cuidado es no difundir el contagio de enfermedades que puedan traer como resultado grandes pérdidas económicas. Las prácticas de manejo implementadas se conocen como bioseguridad, que está enfocada principalmente a utilizar una barrera protectora entre el ambiente externo y el interno, para evitar el paso de vectores, microorganismos y agentes etiológicos que puedan causar epidemias desde las controlables hasta las de alto riesgo. Como medidas de prevención se obligan utilizar tapetes sanitarios, regaderas, el uso de desinfectantes de gran potencia en pisos e instalaciones, principalmente con la utilización de yodo, benzal, cloro, hidróxido de calcio y algunos otros para reducir el índice de mortalidad en las granjas intensivas (Pinto y Santiago, 2003).

### **2.5.2. Uso de biológicos para preservar la salud en granjas de producción intensiva**

Cuando las cerdas llegan al parto y nacen los lechones, estos consumen la primera leche que es producida en las primeras horas y que se le conoce como calostro, que no es más que un concentrado de inmunoglobulinas las cuales tienen la función de proteger a los animales jóvenes contra enfermedades contagiosas. Con la ingesta de

calostro el lechón adquiere un tipo de inmunidad natural pasiva de madre a hijo, pero en la actualidad existen vacunas que son fabricadas a través de virus vivos o atenuados, así como bacterinas, que han sido modificadas desde su material genético para la prevención de enfermedades y proporcionan un tipo de inmunidad artificial (Bouma *et al.*, 1999).

## **2.6. Promedio de lechones nacidos**

El manejo de las cerdas desde el parto es el paso más importante para alcanzar una producción aceptable de lechones. En la mayoría de las cerdas la cantidad de óvulos liberados por ciclo estral es de 20-27.7, este número tiende a ser más bajo (17-19 óvulos) en primerizas por ciclo estral. La tasa de ovulación puede incrementarse en cerdas primerizas en pubertad después de un periodo de restricción (flushing), pero esto es mucho menos efectivo en primerizas pos-pubertad, en donde la actividad ovárica puede ser mantenida con niveles normales de alimentación (Hafes y Hafes, 2000). Sin embargo, la alimentación a libre acceso en hembras de primer parto hasta que son inseminadas es la manera más accesible para maximizar la tasa de ovulación (Hafes y Hafes, 2000).

El tamaño de camada en el primer parto tiene una positiva correlación con la productividad de la hembra en los partos futuros (Arey y Sancha, 1996). Por otra parte, Hafes y Hafes (2000), mencionan que el promedio de lechones nacidos depende de la fertilidad de las cerdas durante la monta y la tasa de ovulación en cerdas es alta y no limita el tamaño de la camada. Weber *et al.* (2009), realizaron un estudio en el cual se obtuvo un promedio de 8.36 lechones nacidos por camada. El peso medio de lechones al nacimiento es de aproximadamente 1.4 kg.

Losinger *et al.* (1998) afirman que es de gran importancia lograr la sobrevivencia de cerdos en la etapa de lactancia, ya que es en este periodo en donde existe un mayor número de lechones muertos por camada. La sobrevivencia de lechones hasta el destete se incrementa con el aporte de alimentos sólidos antes del destete, alta calidad

de la leche, cantidad de leche, número de los pezones de la madre, temperamento tranquilo de la madre y estado fenotípico de la camada en general (Van Arendonk *et al.*, 1996). El mejor factor para la sobrevivencia de lechones es el peso al nacimiento, el manejo pre-destete y la relación con la estructura genética (Roehe, 1999; Buxade, 1996). Esto ha sido validado bajo condiciones diversas.

## **2.7. Mortalidad de lechones**

La mortalidad de lechones antes del destete suele ser uno de los índices que más preocupa a los productores porcinos Knol *et al.* (2002). Dijk *et al.* (2008) expresan que en la industria porcina intensiva, la mortalidad en lechones es una de las causas principales en las pérdidas económicas, son muy variables y la mortalidad más alta en las granjas se presenta del nacimiento al destete. Knol *et al.* (2002), citan que todos los lechones son completamente formados al final de la gestación y la sobrevivencia o disminución de la mortalidad depende de los cuidados en la etapa de lactancia, la mortalidad de lechones antes del destete suele ser uno de los índices que más preocupa a los productores porcinos.

Roe y Kalm (2000), señalan que el peso al nacimiento es el factor que afecta el índice de mortalidad en lechones. Para Haley *et al.* (1988), los lechones al nacer tienen que adaptarse a un medio diferente al materno compitiendo para obtener una buena nutrición que les permita sobrevivir. El peso promedio de lechones al nacimiento es de 1.4 kg y es el factor con mayor peso en el índice de mortalidad en lechones (Roe y Kalm, 2000). Knol *et al.* (2002) encontraron que una supervivencia promedio de 81% de lechones seleccionados para un crecimiento rápido.

La mortalidad predestete en la industria porcina en los Estados Unidos va del 7.5 al 15%, siendo más común un rango del 10 al 12.5% de mortalidad (Nagy y Bilkei, 2003). La mortalidad de lechones observada durante la lactancia en los sistemas de producción intensiva puede estar asociada a la falta de atención por el personal encargado (Berger *et al.*, 1997). Losinger *et al.* (1998), mencionan que la mortalidad de

lechones se presenta más si el destete se realiza a los 28 días. La tasa de mortalidad según la literatura es del 15-20%, lo que provoca pérdidas económicas muy drásticas para el productor (Roe y Kalm, 2000).

Basso *et al.* (1995), reportaron que con la mejora del manejo zootécnico se redujo la mortalidad de un 27.8% a 17.7%. El mayor porcentaje de mortalidad en lechones se da en los primeros tres o cuatro días de vida y los lechones nacen con menos de 1.5% de grasa corporal, la cual en su mayoría estructural no puede utilizarla como combustible y pierden energía aumentando el riesgo de mortalidad (Smith y Lean, 1985).

En el Cuadro 7 se presentan los resultados de la mortalidad a la lactancia de un destete de 22-27 días comparando en parideras de campo y en confinamiento total con jaulas.

Cuadro 7. Comparación entre mortalidad de lechones en dos sistemas de producción

País	Mortalidad de lechones (%)	
	extensivo	intensivo
Francia	16.8	12.2
Reino unido (EASICARE)	18.6	17.7
Reino unido	17.8	19.1

(Berger, 1996)

Para Arango *et al.* (2006) encontraron que en camadas con un número de 5 a 7 lechones existe menor incidencia de mortalidad, con respecto a las camadas de 8-12 lechones, y las camadas con 13 o más lechones se incrementa rápidamente la mortalidad hasta el 30%, pero la mortalidad aumenta aún más en camadas de 15-19 lechones.

Buxade (1996) y Clermont y Desilets (1982) consideran que el porcentaje de mortalidad de 2.5% es excelente, del 2.5 a 3.9% es satisfactorio, del 4 al 7.9% es medio y del 8% es inaceptable. En Estados Unidos la mortalidad de cerdos en etapa de finalización es del 2 al 4% (Losinger *et al.*, 1998).

### 2.7.1. Causas de mortalidad en lechones

La pérdida de lechones es debido a diferentes factores, entre los que se han señalado al tamaño de la piara, posibilidad del parto de la cerda, aplastamientos, neumonías por cambio de temperaturas y problemas de alojamiento. En lechones destetados criados en condiciones intensivas y un ambiente natural frío, la mortalidad se relaciona con la temperatura ambiente (entorno climático) (Weber *et al.*, 2009).

Weber *et al.* (2009) menciona que en las explotaciones porcinas pueden existir varias causas de mortalidad en los lechones, las cinco causas principales son: aplastamiento, enanismo, golpes, diarrea y otras. El porcentaje de mortalidad aceptable es de 2-4% y las causas de mortalidad son: gastroenteritis trasmisible, síndrome reproductivo y respiratorio del cerdo, salmonella, disentería porcina, *Escherichia coli*, virus de *pseudorrabia* y *haemophilus*. Por su parte, Nagy y Bilkei (2003), señalan que en granjas intensivas las pérdidas de lechones neonatales están asociadas con microorganismos bacterias como *Escherichia coli*, e Infección por *Clostridium difficile* en granjas al aire libre. La bacteria *Clostridium difficile* es una bacteria gram + con esporas variables y se encuentran en el medio ambiente y en el tracto intestinal de diversos mamíferos.

En los cerdos en donde la flora normal no se ha establecido o se ha interrumpido *Clostridium difficile* podrá establecerse y producir toxinas en el intestino grueso de los cerdos (Bilkei *et al.*, 1995). También puede haber cambios patológicos en el intestino de lechones normalmente a los siete días de edad y se debe a la falta de higiene, el estrés o al cambio en la dieta. Los signos clínicos que se presentan son diarrea, disnea, alta morbilidad y mortalidad, estos signos revelan también cambios inflamatorios intestinales, edema, hidrotórax, ascitis, focos diversos de tiña, supuración, la acumulación de neutrófilos y fibrina en la lámina propia del colon (Songer *et al.*, 2000).

En otros estudios se reportaron datos del 27% de mortalidad en el periodo predestete, en lechones que pueden ser divididos en: muerte fetal (17.6%) y después del nacimiento (11.8%), los cuales se perdieron durante los primeros 5 días de vida al nacer; los lechones tuvieron un peso de 1.4 kg. Los factores de manejo y sanitarias pueden afectar la mortalidad predestete y están fuertemente relacionados. Por otra parte, los lechones muy delgados tienden a disminuir su supervivencia, la genética y la heredabilidad es baja (0.04%). El número de lechones aplastados fue de 0.64 y 0.72 de mortalidad por otras causas, el tamaño de la piara, de camada, la acción de parto de la cerda y la presencia de barras protectoras para lechones (Weber *et al.*, 2009).

La mortalidad de lechones se presenta en el nacimiento y parece ser una experiencia traumática a la que muchos no sobreviven, los análisis estadísticos muestran resultados en donde un 8% de los lechones nacen muertos por mal desarrollo previo al parto, un 11-12% mueren en los primeros días después del parto y son causa de una elevada mortalidad (Buxade, 1996).

Los lechones de la raza Meishan se consideran que tienen una alta supervivencia, la cual es hereditaria y genética, pero es productora de altos niveles de grasa corporal y lo suficientemente grande como para permitir una selección económicamente viable. La supervivencia de lechones del 10% más alta, está asociada con las correlaciones genéticas con el tamaño de la camada (Haley *et al.*, 1998).

Uno de los principales factores que influyen en la mortalidad de los lechones son los ambientales y efectos de la madre biológica, sobre todo a nivel del útero a la hora del parto para la expulsión del producto, la otra causa de importancia es la infección y estrangulamiento del cordón umbilical en el lechón, el cual lo priva de oxígeno y le provoca asfixia (Johnson *et al.*, 1999). Por su parte Roe y Kalm (2000), señala que otro factor que influye en la mortalidad de lechones es el alto tamaño de camada, la edad de la hembra (demasiado joven o demasiado adulta), así como la duración del parto de 3-4 hrs, y las condiciones de manejo. El conocer la mayoría de los factores de riesgo en un sistema particular es útil para establecer las estrategias de intervención tan

diferenciadas como los protocolos de inducción del parto y la asignación de prioridades en las tareas diarias del personal.

Nagy y Bilkei (2003) mencionan que en las granjas porcinas intensivas, la muerte de lechones durante la lactancia está relacionada con el manejo de las camadas, el cual incrementa el número de lechones al destete. Los factores dentro del área de maternidad como; temperatura, tipo de camas en parideras e higiene, reducen la mortalidad de lechones. Arango *et al.* (2006), mencionan que desde el nacimiento de los lechones hasta el destete, estos sufren muchos cambios o variaciones que se desarrollan principalmente por varios factores.

#### **2.7.1.1. El medio ambiente**

Durante los periodos de destete entre, la primera y cuarta semana de edad, se presentan rápidos cambios en el medio ambiente. Pero el manejo de los lechones en relación con el cambio de alimentos, el metabolismo y la grasa corporal, así como el aislamiento alteran el desarrollo de los lechones, se menciona que durante las dos primeras semanas después del destete son de gran importancia el cuidado de estos. Para el éxito en la sobrevivencia y producción de los lechones, se recomienda manejar una buena temperatura, además los animales se pueden adaptar a climas óptimos, cambios metabólicos y fisiológicos, evidenciando una respuesta a la exposición de frío moderado (Nagy y Bilkei, 2003).

#### **2.7.1.2. Ubicación geográfica y tipo de clima para sistemas intensivos**

Existen diversos factores que influyen en la mortalidad durante la lactancia tales como, la condición corporal al nacimiento, el microclima, la habilidad materna y el manejo sanitario. Se menciona que los cambios climáticos pueden afectar negativamente la supervivencia de los lechones y estos cambios estacionales incrementan la mortalidad de 12.6% en primavera, 19.9% en el verano (Vieites *et al.*, 1994).

Los mecanismos de aclimatación en un ambiente frío se relacionan con el comportamiento fisiológico y metabólico de los lechones. Hay pruebas de que el aumento en la producción de calor durante la lactancia se relaciona con el aumento en el volumen de ácidos grasos libres y de glucosa, lo cual implica cambio en las hormonas y en la glándula tiroides y catecolaminas. En este estudio se confirma que en los sistemas intensivos la diarrea es el problema clínico y frecuente en las primeras semanas después del destete, y los datos sugieren un efecto muy complejo del nacimiento y el pos-destete, por lo tanto se debe tener cuidado en el manejo en los niveles de ingesta de alimentos, así como en el porcentaje de proteína, mejorar las condiciones climáticas desde el nacimiento y después del destete de los lechones (Shelton y Brumm, 1984).

Los lechones pueden ser criados en condiciones intensivas y darles un manejo a prueba de cambios de aclimatación, en un medio ambiente frío. El lugar de alojamiento y principalmente los cambios de temperatura son componentes predominantes del cambio climático como riesgo de mortalidad. Para los lechones que se crían desde el nacimiento hasta el destete y que están sometidos a cambios rápidos en la ingesta de alimentos se requiere una atención especial, ya que es en esta etapa de la lactancia el periodo más crítico. En este periodo los lechones tienen que estar acostumbrados lo más rápido posible a la ingesta y digestión de alimentos sólidos, la recomendación a seguir es mantener temperaturas constantes de 26°C (Dividich y Herpin, 1994).

Los cerdos muestran una marcada variación circadiana en su metabolismo y en la tasa metabólica del cuerpo, la cual es menor durante la noche que durante el día. Este cambio en la tasa metabólica se relaciona con los lechones en desarrollo y crecimiento, teniendo una variación de temperaturas críticas (Dividich y Herpin, 1994).

### **2.7.1.3. Instalaciones**

Actualmente, existen algunas formas de manejo para reducir las temperaturas por medio de instalaciones adecuadas, llamado microambiente, el cual cumple efectos de

otros componentes térmicos incluyendo también el movimiento de corrientes de aire, humedad relativa y el tipo de suelo (Shelton y Brumm, 1984).

Las instalaciones de partos en granjas intensivas para producción de lechones, se relacionan con la mortalidad del 2-4% (Weber *et al.*, 2009). Uno de los aspectos fundamentales a tener en cuenta en el manejo y en la administración de granjas intensiva es el diseño de las instalaciones para el área de servicio, recepción de hembras de reemplazo y sementales. Para el área de servicio se debe tener en cuenta la ubicación del lugar, que sean cerca de las áreas de empadre, por el estímulo que esto produce en las cerdas que están próximas a la etapa de estro (Caminotti y Brunori, 1995).

Las hembras pueden ser mantenidas individualmente o en pequeños grupos para parir, ya sea en condiciones del exterior con pequeñas casetas con función de parideras individuales en piso de tierra o con paja. Las parideras de las cerdas en la explotación intensiva están construidas principalmente de metal, deben tener un espacio de 3 m<sup>2</sup> para la adaptación tanto de la hembra como de los lechones, las jaulas deberán ir al centro de este espacio para cuidar e impedir el aplastamiento de los lechones. Las parideras deberán de contar siempre con una adecuada cama de parto, que están construidas principalmente de aserrín, viruta de pino, papel reciclable, paja de cebada, paja de trigo, paja de avena y en ocasiones de arena, para garantizar un medio ambiente apropiado y el bienestar de los lechones (Hemsworth, 2003).

Buxade (1996) menciona que el manejo de las hembras de primer parto es el primer paso para considerar una producción óptima de lechones, el tamaño de camada en las hembras de primer parto tiene una positiva correlación con la productividad de la hembra en los partos futuros y esto ha sido validado bajo condiciones diversas. Lo básico para el manejo de la cerda incluyen: tasa de crecimiento apropiado en la vida útil, exposición al macho para iniciar la actividad ovárica y el espacio (Hafes y Hafes, 2000). El espacio debe ser de al menos 1.2 m<sup>2</sup> por hembra de 90 kilos hasta la monta o inseminación artificial (Hafes y Hafes, 2000). Para lograr la producción de lechones

hasta el destete se deberá contar con instalaciones, medio ambiente agradable y cuidados sanitarios, según Buxade (1996). En Suiza durante 1997 los partos en jaula fueron prohibidos, desde entonces muchas granjas trabajan con explotaciones de sistemas semi-extensivos (Weber *et al.*, 2009).

Según Lewis *et al.* (2006), en la cría de lechones se ha empleado papel triturado como un aislante de calor dentro de las parideras con la finalidad de mantener un ambiente agradable para los lechones, estos se adaptan perfectamente y están en mejores condiciones para su desarrollo dentro de un sistema intensivo. Se ha comprobado que la producción de lechones en el sistema intensivo y durante la lactancia se presentan menos lesiones antes del destete. Con el uso del papel triturado no hubo mortalidad de lechones durante la lactancia y se concluyó que se puede ampliar su manejo conductual para mejorar el nivel de bienestar de lechones, además se demostró que los cerdos reducen su stress y se les proporciona un ambiente agradable.

## **2.8. Edad al destete**

Existen tres tipos de destete, el precoz, normal y tardío, son diferentes por los días de lactancia y a la capacidad de los lechones para adaptar su aparato digestivo a la ingesta de alimento sólido y la absorción de nutrientes independientes de la leche, para asimilar más rápido los nutrientes derivados de granos y concentrados.

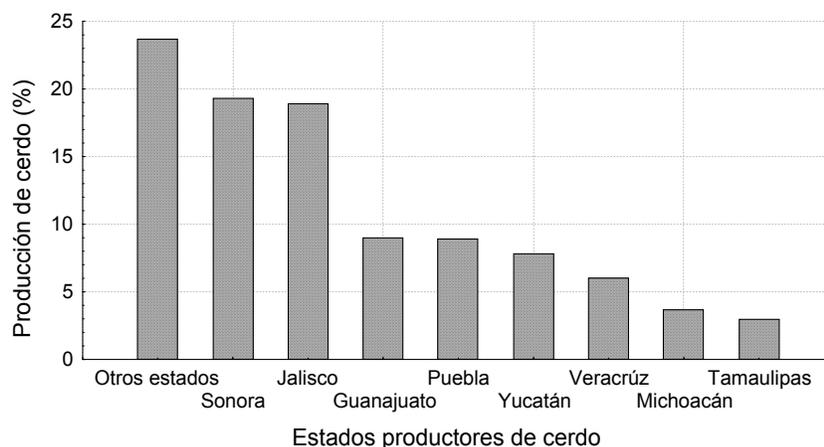
Losinger *et al.* (1998), menciona que la edad de los lechones destetados en un estudio se llevó a los 28 días. Weber *et al.* (2009) encontró un tamaño de camada al nacimiento de 11 lechones vivos y registro un tamaño de camada al destete de 9.7 lechones.

### III. MARCO DE REFERENCIA

Según la SAGARPA (2009), señala que en México durante el 2008 la producción de carne de cerdo fue de 1, 160,677 ton. La producción de carne de cerdo representó un 25.0%, la de bovino en 26.5%, la de pollo 43.5% y el 5.0% restante es aportado por la carne de ovino, caprino y guajolote. La fortaleza del mercado favoreció la tendencia a la alza de la producción de carne de cerdo, aunque el consumo se mantuvo sin cambios significativos.

Durante los últimos años en nuestro país la porcicultura ha tenido muchos cambios en el contexto económico, al igual que en la mayoría de las actividades ganaderas, enfocándose al aumento de la producción. El comportamiento del consumo de cerdo comenzó a repuntar en mayo de 2009, y a partir de este mes en adelante, los niveles de sacrificio en los 33 rastros tipo de inspección federal (TIF), especializados en cerdos alcanzaron el 80%, de seguir con esta tendencia destaca que habrá una recuperación y se alcanzarán los niveles de matanza del año anterior. Se espera que a finales de este año se supere la cifra de los 470 mil cerdos sacrificados (SAGARPA, 2009).

El consumo de carne de cerdo en México es de 14 kg por habitante al año, mientras que en países como España y Alemania esta arriba de los 60 kg. La industria de cerdo emplea a 350 mil personas en México y produce 1.5 millones toneladas de carne al año, valoradas en más de 30 millones de pesos (unos 2.255 millones de dólares). Además, exporta unas 67.800 toneladas de carne de cerdo, principalmente a Japón y Corea del sur, con un valor superior a los 320 millones de dólares (SAGARPA, 1999) (Figura 1).



Fuente: SAGARPA (1999).

Figura 1. Producción de cerdo por entidad en México.

Durante los últimos 4 años la economía mexicana mostró avances importantes, sin embargo, algunos sectores económicos se vieron afectados en su desempeño como resultado del encarecimiento de los granos, así como de las materias primas para la alimentación, lo que tuvo una fuerte repercusión en el mercado de los alimentos para consumo humano y sobre todo, en la ganadería que utilizan alimentos balanceados.

La crisis económica tuvo una presión en el comercio minorista, lo anterior, llevó a una fuerte presión del comercio para mantener precios competitivos de la carne de porcino, induciendo a la baja los precios a lo largo de la cadena económica y esto afectó la rentabilidad del sector productivo primario.

En los sistemas semi-tecnificados, se pudo hacer frente a los incrementos de precios, los que si bien generaban ingresos al productor, implicaron la descapitalización de estos. El sistema tecnificado no integrado, es el que resintió el mayor daño, en el cual los precios de mercado difícilmente le permitieron recuperar los costos de producción, generando descapitalización y un fuerte nivel de endeudamiento que los llevó al retiro de la actividad.

El resultado de esta situación en la producción de cerdos en México no muestra una tendencia específica en los últimos tres años, si bien tuvo un crecimiento de 3.9% en 2007, este fue el resultado de la despoblación de las granjas por falta de rentabilidad; desaparición que se evidenció en el 2008 con una estabilización de la producción de 1,160,677 toneladas. En materia de comercio exterior, se tuvo dos años con ligero crecimiento en los niveles de importación de productos porcícolas y en 2008 se tuvo un fuerte crecimiento del 13.4%, situando el componente externo del mercado mexicano en el 37.5%, con 649,100 toneladas (SAGARPA, 2009).

Las exportaciones de carne Mexicana de cerdo permanecieron con una importante tendencia a la alza, con el mercado que se atiende en Japón, Corea y EUA. Por lo tanto, las ventas Mexicanas de carne y productos porcinos en el 2008 fueron del orden de las 67 800 toneladas, y el consumo nacional aparente de carne y productos porcinos fue de 1,730,200 toneladas, manteniendo una participación del 25% dentro del consumo general de carne en el país. En el Cuadro 8 se presenta la tendencia del 2002-2008 a nivel nacional.

Cuadro 8. Tendencia de la producción porcina que data del año 2000 al 2005 en México.

Año	Composición en volumen (toneladas)			%		
	Producción (%)	Importaciones	Exportaciones	Consumo nacional aparente	Importaciones	Total
2000	73.3	363,376	31,710	1,361,620	26.7	100
2001	72.3	392,171	36,189	1,413,825	27.7	100
2002	71	427,228	23,869	1,473,605	29	100
2003	66.8	503,517	23,176	1,515,650	33.2	100
2004	62.8	612,547	28,331	1,648,598	37.2	100
2005	65.3	564,627	38,314	1,629,253	34.7	100

Fuente: SAGARPA (2009)

### 3.1. Localización de la granja Zacatepec

Las coordenadas geográficas son los paralelos 19° 04' 00" y 19° 15' 36" de latitud norte, y los meridianos 97° 32' 54" y 97° 42' 54" de oeste. Colinda al norte con los municipios de Oriental y Libres, al sur con el municipio Felipe Ángeles, al este con San Nicolás Buenos Aires, Aljojuca y San Juan Atenco, al oeste con San José Chiapa, Mazapiltepec de Juárez y Soltepec (Figura 2).



Figura 2. Ubicación geográfica de Zacatepec, Oriental, Puebla.

### 3.2. Información general de la granja

El trabajo se realizó en una granja de Zacatepec, municipio de Oriental Puebla, que colinda con los límites de Tlaxcala y Veracruz. En esta región se ubica la granja porcina

“Zacatepec”, que es considerada como tecnificada o intensiva, tiene 7 naves, con las recomendaciones técnicas, cuenta con servicio de luz eléctrica, agua potable y con 789 vientres, 9 sementales, un promedio de 955 lechones, 10,503 cerdos de engorda y un total promedio de 12,245 cerdos.

### **3.3. Clima**

El clima es templado subhúmedo (semiseco) con lluvias en verano y escasas en el resto del año.

### **3.4. Finalidad productiva**

El fin zootécnico se define como la función que ejerce el animal durante su vida productiva, para la obtención de un producto de origen animal y que será destinado al mercado. La granja tiene como finalidad la producción de lechones, los cuales tienen una demanda considerable, pero también se realiza la selección de vientres propios conservando sus características genéticas especializadas para la producción de lechones.

### **3.5. Infraestructura y equipo**

#### **3.5.1. Área de cubrición**

El área de cubrición está destinada para alojar a las cerdas en celo, a las cuales se efectúa la cubrición, ya sea por monta natural o inseminación artificial.

#### **3.5.2. Área de gestación**

Es el alojamiento destinado para las cerdas durante la fase de gestación, o preñez, tiene una duración de 114 días.

### **3.5.3. Área de maternidad**

En esta área las cerdas llegan al parto y es donde se registran varios parámetros productivos, tales como: número de lechones nacidos vivos, número de lechones nacidos muertos, total de lechones nacidos, número de lechones destetados. En esta área se cuida que los lechones consuman el calostro y la leche materna que es rica en proteína, vitaminas, minerales y energía. Aquí los lechones permanecen de 28-32 días, es el periodo que dura la lactancia, posteriormente se realiza el destete donde el lechón estará listo para la engorda o producción de carne.

### **3.5.4. Área de transición**

En esta área entran los lechones después del destete y se engordan para la producción de carne hasta los 75 kg y después pasarán a la última etapa que es de finalización y son comercializados.

#### **IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

Grandin (2000), menciona que la mayor parte de la carne de cerdo que se produce a nivel mundial se da principalmente en explotaciones intensivas o tecnificadas. Una de las ventajas de este sistema es la reducción del tiempo para la obtención del producto, la excelente conversión alimenticia, el manejo controlado de las etapas productivas y la producción del mayor volumen de carne magra. Con todas las limitantes y potencialidades que tiene la producción intensiva de lechones cada una de las granjas tiene su problemática muy particular. Pero su desventaja está en el manejo sobre la elevada producción de bióxido de carbono y contaminación por residuos orgánicos (estiércol) que contribuye al incremento de gases de efecto invernadero y contaminación en cuerpos de agua. Por otro lado, la producción extensiva es considerada más ecológica y de producción de carne orgánica, pero no es eficiente, y tarda más tiempo en obtener sus productos, aunque se puede obtener un valor agregado. En cualquiera de los dos sistemas de producción (intensivo y extensivo) se debe mantener un alto estándar de bienestar de los animales en el manejo, durante el transporte y la faena de los cerdos. El equipo apropiado y la supervisión de los empleados son los primeros pasos para mantener el bienestar de los lechones, así como la correcta operación y mantenimiento del equipo (Sansoucy, 1993).

En los últimos años, el bienestar animal es una de las medidas ambientales que ha sido considerada para brindar protección a los animales y a la población consumidora de los productos obtenidos. Para regular el bienestar animal a nivel internacional existen decretos que establecen las normas mínimas para la protección de cerdos de engorda y cría, a fin de evitar en la medida de lo posible el sufrimiento e incomodidades excesivas a estos animales en los sistemas modernos de explotación. Además, se busca un desarrollo equilibrado de la producción y propiciar el buen funcionamiento de

la organización común en el mercado de cerdo y productos derivados. La problemática de las granjas con sistemas intensivos es el mal manejo de los vientres reproductores y la alta mortalidad que se presenta en los lechones desde la hora del parto hasta el destete y después de este. Otro problema es el encarecimiento que existe actualmente de los granos y que afecta la rentabilidad de la granja. Otro factor importante del manejo es la gran contaminación de bióxido de carbono y de estiércol que contaminan el medio ambiente (aire y mantos acuíferos) provocando daños a la ecología y afectando la capa de ozono. Es de gran importancia concientizar a los productores que deben contar con plantas de tratamientos de aguas residuales y el composteo para el tratamiento del estiércol y posteriormente utilizarlos como agua para riego y fertilizante orgánico, respectivamente (Le denmat *et al.*, 1995). En la producción de cerdos en granjas intensivas la organización administrativa, técnica, y productiva incide en los beneficios como empresa, por lo anterior, la pregunta de investigación que orientó el presente trabajo fue:

¿Cuales son los parámetros productivos y los principales problemas en la producción intensiva de lechones en la granja Zacatepec, Puebla?

#### **4.1. Objetivo**

El objetivo del trabajo fue analizar los registros de una granja productora de lechones, para determinar los parámetros productivos y reproductivos del pie de cría y las características de la producción de lechones para conocer las tendencias en el tiempo y en los cambios del tamaño de la granja Zacatepec, Puebla.

Los objetivos específicos son:

- Determinar las características productivas y reproductivas del pie de cría en el periodo 2002-2008 de la granja Zacatepec, Puebla.
- Caracterizar la eficiencia productiva en la producción de lechones en la granja Zacatepec, Puebla.

#### **4.2. Hipótesis**

La hipótesis general del trabajo se planteó de la siguiente manera: “los parámetros productivos y reproductivos en las hembras de cría y la eficiencia en la producción de lechones está determinada por el número de cerdas en manejo, el número de parto de las cerdas, el origen de la cerda y el tamaño de camada”.

Las hipótesis específicas son:

- Los parámetros productivos y reproductivos del pie de cría se relaciona con el tipo genético, el número de cerdas en manejo, el número de partos y la procedencia.
- La productividad de lechones depende del tamaño de camada, la mortalidad y el número de cerdas en manejo.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

La base de datos se obtuvo de la granja porcina Zacatepec y contenía la información de seis años, de 2002-2008. La base estaba formada por hojas de registro que contenía el número de cerdas (no servidas, servidas y en producción), número de sementales, número de camadas nacidas, número de lechones destetados (parto-destete) y la vida productiva de los vientres reproductores.

El análisis de los datos se enfocó a conocer la población de vientres reproductoras, la producción de lechones, los cerdos por tipo genético y la vida productiva.

Las variables estimadas en la granja fueron las siguientes:

Longevidad de las cerdas de cría. Para determinar la longevidad (LV) para cada una de las cerdas se utilizó la siguiente fórmula:

$$LV = \frac{\text{Fecha de desecho} - \text{Fecha de nacimiento}}$$

Camadas nacidas. Se refiere número de camadas nacidas en la granja (NCP) por periodo de tiempo (mes, año).

$$NCP = \frac{\text{Fecha del último parto} - \text{Fecha del primer parto}}$$

Camadas destetadas. Para determinar las camadas destetadas (CD) para cada una de las cerdas se utilizó la siguiente fórmula.

$$CD = \frac{\text{Número de camadas nacidas} - \text{Número de camadas destetadas}}$$

Lechones nacidos vivos por cerda. Para determinar el número de lechones nacidos vivos (NLV) por cada una de las cerdas se utilizó la siguiente fórmula.

$$\text{NLV} = \frac{\text{Número de lechones nacidos}}{\text{Número de lechones que no llegan vivos al parto}}$$

Lechones destetados. Para determinar el número de lechones destetados (LD) por cada una de las cerdas se utilizó la siguiente fórmula.

$$\text{LD} = \frac{\text{Número de lechones vivos}}{\text{Número de lechones que llegan al destete}}$$

El número de lechones destetados por cerda (LDM) se determinó de la siguiente manera.

$$\text{LDM} = (\text{Lechones muertos} * 100) / \text{Lechones nacidos}$$

Muerte del nacimiento al destete. Para determinar la mortalidad de lechones del nacimiento hasta el destete (MND). Por cada una de las cerdas se utilizó la siguiente fórmula.

$$\text{MND} = \frac{\text{Número de lechones nacidos vivos}}{\text{Número de lechones muertos durante la lactancia}}$$

Para transformar a porcentaje de mortalidad de lechones al destete (LDM) se utilizó la siguiente fórmula.

$$\text{LDM} = (\text{Lechones muertos} * 100) / \text{Lechones nacidos}$$

Total de muertes registradas. Es la suma del total de muertes registradas (TMR), para cada una de las cerdas se utilizó la siguiente fórmula.

$$\text{TMR} = \frac{\text{Suma de muertes por diferente causas durante la lactancia}}{\text{Número de lechones nacidos}}$$

Lechones muertos por camada (LMC) se determinó de la siguiente manera.

$$\text{LMC} = \frac{\text{Lechones nacidos por camada}}{\text{Lechones muertos por camada}}$$

## 5.1. Análisis de datos

Los datos fueron codificados en hoja de cálculo Excel, de donde se exportaron para los análisis posteriores. Los análisis estadísticos de la información se realizaron con el programa Statistical Analysis Systems (SAS, 2003) en entorno Windows. Para las bases de datos de las cerdas y de los lechones se estimaron los estadísticos descriptivos. Para analizar la relación entre variables se realizaron los siguientes análisis:

Análisis de correlación. El análisis de correlación de Pearson y de Spearman se utilizó para determinar la relación existente entre las camadas nacidas, el número de lechones nacidos vivos, camadas destetadas, número de lechones destetados, muertes del nacimiento al destete, total de muertes registradas, lechones nacidos vivos por cerda, lechones destetados por cerda y lechones muertos por camada.

Análisis de varianza. El análisis de varianza se realizó con el procedimiento GLM (General Linear Model) del SAS. Para determinar el efecto del año y del tipo genético en la vida productiva de las cerdas activas y en las hembras que habían terminado su vida productiva. El modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + A_j + E_{ijk}$$

Donde:  $Y_{ijkl}$  es el largo de vida productiva, ( $\mu$ ) media general,  $R_i$  tipo genético,  $A_j$  año de nacimiento y  $E_{ijkl}$  error experimental.

Para la base de datos de los lechones se determinó el efecto del mes y año de nacimiento en las diferentes variables estudiadas y se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + M_i + A_j + \beta LPC_k + E_{ijkl}$$

Donde:  $Y_{ijkl}$  son las variables de respuesta en las que se incluyeron las camadas nacidas, el número de lechones nacidos vivos, camadas destetadas, número de lechones destetados, muertes del nacimiento al destete, total de muertes registradas, lechones destetados por cerda y lechones muertos por camada,  $(\mu)$  media general,  $M_i$  mes del año en que se registró el nacimiento,  $A_j$  año en que se registró el nacimiento,  $\beta LPC_k$  la covariable lechones nacidos vivos por cerda y  $E_{ijkl}$  error experimental.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Características de la población de cerdos en la granja

#### 6.1.1. Estructura de la piara

La granja porcina inició su operación en el 2002 con 358 vientres y mantuvo un máximo de 789 cerdas como pie de cría en un periodo de ocho años (2002-2009). A partir del año 2003, se alcanzó la capacidad real de la explotación que fue de 700 vientres (Figura 3), a excepción del primer año (2002), en donde el número de vientres fue el más bajo. En Europa, África del sur y los Estados Unidos de Norte América, existen granjas que tienen en producción hasta 10,000 cerdas (Thornton, 1990), las cuales son explotaciones más grandes si se comparan con la explotación estudiada. También existen granjas que tienen capacidad desde 120 hembras o más reproductoras, que son alojadas principalmente en confinamiento con sistemas todo adentro o todo afuera, así como el control del medio ambiente (Martínez *et al.*, 2006). Para el caso del estudio, el tamaño de la piara fue mayor a lo señalado por Martínez *et al.* (2006). El número de vientres es adecuado siempre que las granjas tengan las instalaciones necesarias y un manejo constante relacionado con la producción de lechón.

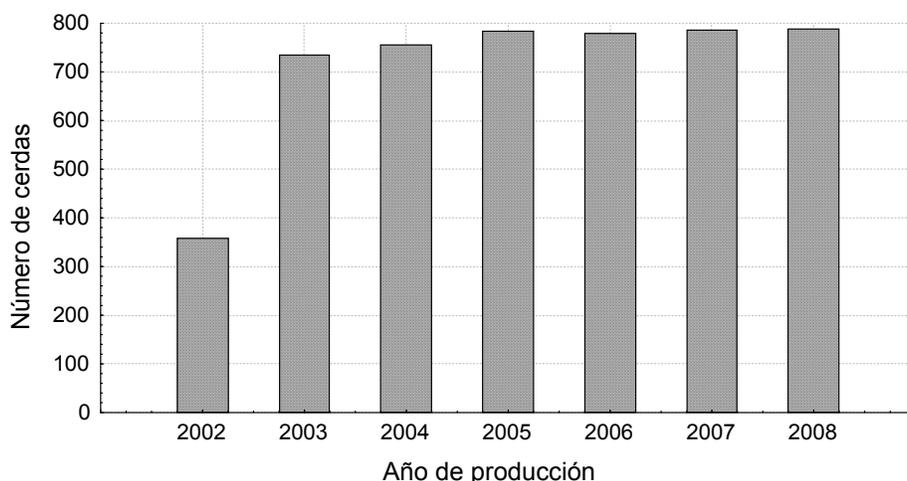


Figura 3. Cerdas en producción por año en la granja Zacatepec, Puebla

El Cuadro 9 muestra el inventario general de la población porcina de la granja Zacatepec y la variación en el número de animales en los seis años de análisis. Las cerdas primerizas no servidas tuvieron una mayor proporción del 2004 a 2006, en tanto que las servidas se mantuvieron constante durante los años de estudio. Las cerdas en producción a partir del 2003 fueron más de 500 y ocuparon la mayor proporción de la piara. Los sementales fueron un máximo de 15 animales y una tendencia a reducir su número con los años de estudio.

Cuadro 9. Inventario general como base de producción de la granja Zacatepec, Puebla.

Año	Primerizas no servidas	Primerizas servidas	Cerdas en producción	Sementales
2002	23	94	241	13
2003	78	117	540	15
2004	125	108	523	15
2005	126	148	510	15
2006	100	139	551	12
2007	83	116	588	9
2008	24	135	619	9

En el Cuadro 10, se presenta la población de cerdas que formaron la piara durante los años de estudio en la granja Zacatepec, donde el tipo genético estaba conformado por las líneas Camborough22PP2 (1922 cerdas), L42 (185 cerdas), CAMPIC (46 cerdas),

Terminal propia (29 cerdas), Camborough23PP2 (21 cerdas), Camborough22PP1 (18 cerdas), Camborough15PP2 (16 cerdas), HYPOR (10 cerdas), GENEPORK (9 cerdas), Y PIC337 (2 cerdas).

Cuadro 10. Tipos genéticos de la piara en el periodo 2002-2008 de la granja Zacatepec, Puebla.

Tipo de cerda	Número de cerdas	%
Camborough15PP2	16	0.71
Camborough22PP1	18	0.80
Camborough22PP2	1922	85.12
Camborough23PP2	21	0.93
CAMPIC	46	2.04
GENEPORK	9	0.40
HYPOR	10	0.44
L42	185	8.19
PIC337	2	0.09
Terminal propia	29	0.44

El número de sementales fue de 13 animales para 2002 y del 2003 al 2005, fue de 15 sementales, lo cual nos indica que al inicio de la explotación se utilizó monta natural y a partir del 2007 se utilizó inseminación artificial, observándose una reducción de los sementales en la explotación (Figura 4). El uso de la tecnología de inseminación artificial trae los siguientes beneficios a la explotación porcina: prevención de enfermedades, reducción y ahorro de gastos en comida de sementales, control reproductivo, manejo de la genética, aumento de la producción con mejor higiene y salud de los cerdos para el mercado (Spotter y Distl, 2006). Sin embargo, Ortega y Gómez (2006), mencionan que en cerdas expuestas a robots o estímulos auditivos y olfatorios no se encontró la misma respuesta al estar en la presencia del semental. Los esteroides liberados en la saliva cuando el verraco corteja a la cerda causan que ésta adopte posición inmóvil que permite que el macho la monte.

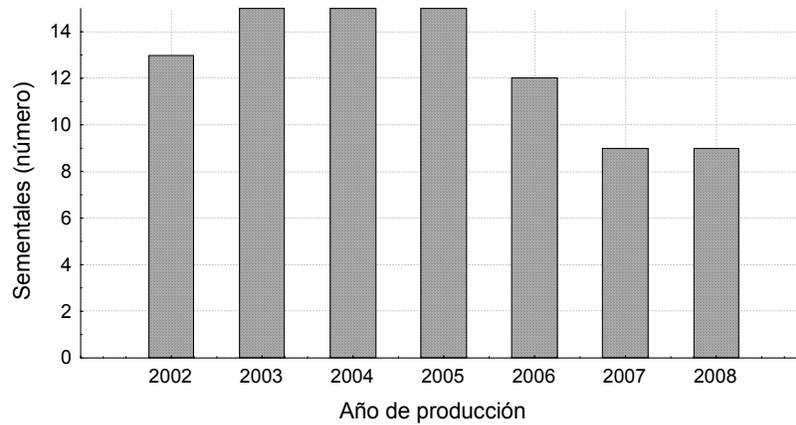
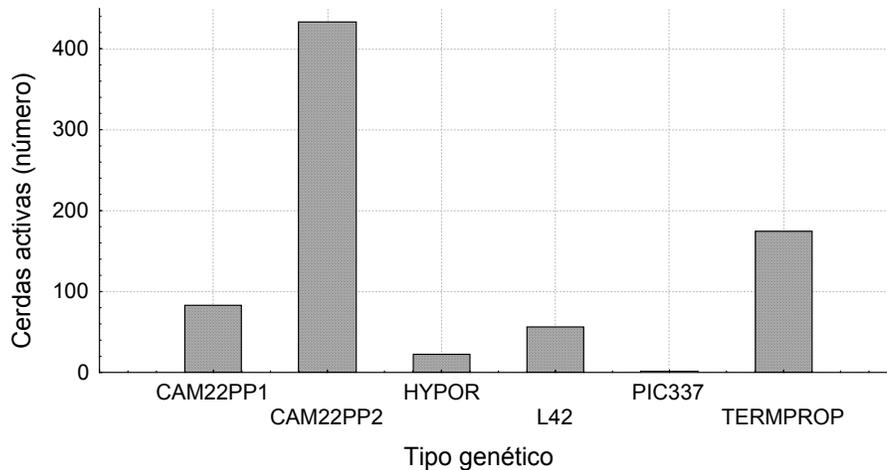


Figura 4. Sementales por año en la granja Zacatepec, Puebla.

### 6.1.2. Tipos genéticos de las cerdas de cría

Los tipos genéticos de las cerdas presentes en la explotación en el 2008, fueron las líneas Camborough22PP2 con una existencia de 443 cerdas (56.65%), una línea Terminal propia con 174 cerdas (22.25%), una línea Camborough22PP1 con 83 cerdas (10.61%), línea L42 con 57 cerdas (7.29%), línea comercial HYPOR con 23 cerdas (2.94%) y la línea PIC337 sólo con 2 cerdas (7.29%) (Figura 5). Notter (1999), menciona que es importante el mantenimiento de la diversidad genética en las poblaciones de animales domésticas, además de que la tasa de declinación en la diversidad genética depende de la uniformidad y objetivos de selección de las especies.



CAM22PP1=Camborough22PP1; CAM22PP2=Camborough22PP2; HYPOR=Línea comercial HYPOR; L42=Línea L42; PIC337=Línea PIC337; TERMPROP=Terminal propia.

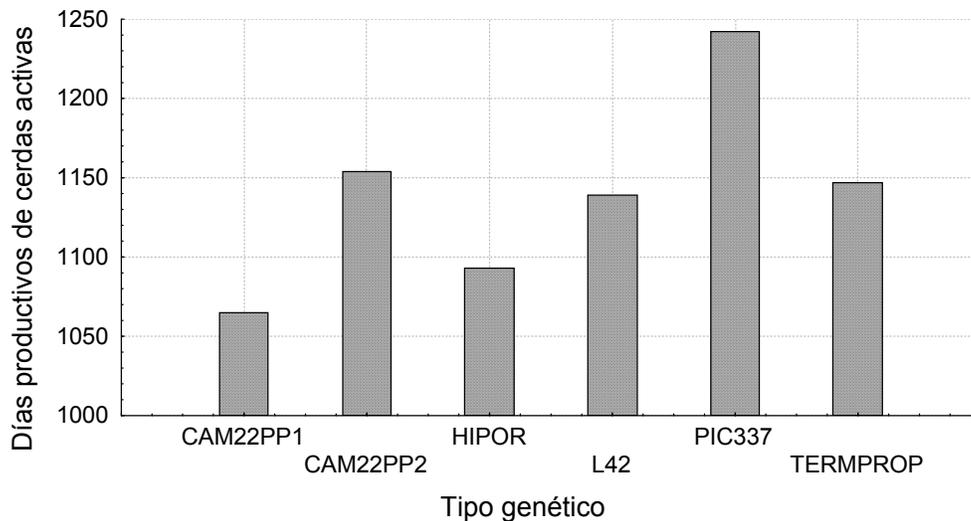
Figura 5. Tipos genéticos de las cerdas en la granja Zacatepec, Puebla durante 2008.

En las granjas porcinas comerciales las razas que más se utilizan son Landrace, York Shire y Durock. Aunque en la granja de estudio se utilizan líneas comerciales, todas las hembras son producto de cruzamientos entre razas como lo señala (Martínez *et al.*, 2006). Los cruzamientos entre razas nos dan líneas genéticas que mejoran el vigor híbrido, la grasa dorsal, la prolificidad, la sobrevivencia de lechones y la adaptación a posibles cambios en el manejo y en las condiciones del medio ambiente que se presentan (Martínez *et al.*, 2006). Por su lado, Tirados (2001), señala que un adecuado sistema de identificación individual y la posibilidad de realizar controles genealógicos, mediante marcadores, han contribuido a mejorar considerablemente la precisión de las estimaciones de los valores genéticos de los reproductores.

### 6.1.3. Largo de vida productiva de las cerdas

La vida productiva promedio de las cerdas fue de 756.71 días en el periodo 2004-2007, las líneas genéticas con mayor vida productiva correspondieron para PIC337 (1241 días), Camborough22PP2 (1154 días), Terminal propia (1147 días) y L42 con (1139 días) como se muestra en la (Figura 6). La vida productiva de las cerdas depende de

varios factores, uno de ellos es la tasa de mortalidad debido a los problemas reproductivos, el aporte nutricional, enfermedades y problemas físicos (Dial, 1996).



CAM22PP1=Camborough22pp1; CAM22PP2=Camborough22PP2; HYPOR=Línea comercial HYPOR; L42=Línea L42; PIC337=Línea PIC337; TERMPROP=Terminal propia.

Figura 6. Tipo genético y días de vida productiva de las cerdas en la granja Zacatepec, Puebla durante 2004-2007.

El comportamiento reproductivo de una piara porcina depende de una compleja interacción entre factores ambientales y condiciones internas. Las cerdas que nacen a inicios de temporadas frescas muestran el celo más temprano que las que nacen al principio de la época más cálida, hecho atribuible a la menor ingestión de alimentos inducidos por el calor, que en épocas frescas (25 ó menos grados) (Steiwbach, 1978).

La incorporación de hembras de reemplazo a la piara fue variable durante los años de evaluación de la explotación. En el 2002, se tuvo la menor cantidad de cerdas de reemplazo. Los años con mayor número de hembras de reemplazo servidas fue en 2005 (148 cerdas), 2006 (139 cerdas) y 2008 (135 cerdas); lo que indica que existió una tasa de reposición diferente por año y que posiblemente dependió de la tasa de desecho de las hembras después del primer parto (Figura 7).

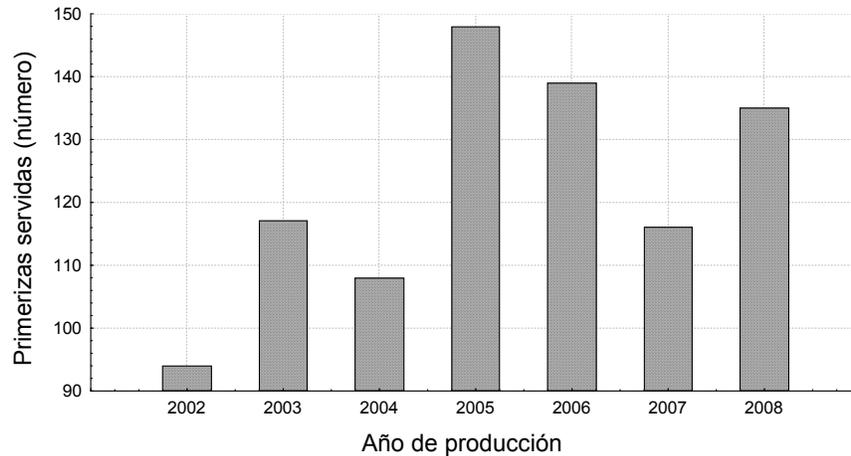


Figura 7. Cerdas de reemplazo servidas por año en la granja Zacatepec, Puebla.

#### 6.1.4. Estructura de los tipos genéticos de las cerdas en producción

La selección de un tipo de cerdas en la granja cambio la estructura de las líneas presentes en la explotación. La línea PIC337 (1241 días), tuvo el mayor número de días en producción y tuvo diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) con los demás tipos genéticos manejados en la explotación. La segunda en importancia correspondió a las líneas Camborough22PP2 (1153.9 días), Terminal propia (1146 días), HYPOR (1092.6 días), no existiendo diferencia significativa entre éstas. El tercer lugar en la explotación lo tuvieron las líneas HYPOR (1092.6 días) y L42 (1139.5 días), no se encontró diferencia significativa entre líneas. En el cuarto lugar, con el menor promedio en días productivos correspondió a la línea Camborough22PP1 (1065.4) (Cuadro 11). La vida productiva de las líneas genéticas son componentes importantes para la reducción de costos en la producción de carne de cerdo (Tess *et al.*, 1983).

Cuadro 11. Estructura de las cerdas de cría en producción en el 2008 en la granja Zacatepec, Puebla.

Tipo genético de cerda	No. de observaciones	%	Vida productiva±e.e.
Camborough22PP1	83	10.6	1065.4±15.3 <sup>d</sup>
Camborough22PP2	443	56.7	1153.9±9.2 <sup>b</sup>
HYPOR	23	2.94	1092.6±24.4 <sup>bc</sup>
L42	57	7.29	1139.5±16.4 <sup>c</sup>
PIC337	2	0.26	1240.9±76.3 <sup>a</sup>
Terminal propia	174	22.3	1146.7±11.6 <sup>bc</sup>

e.e. Error estándar

### 6.1.5. Longevidad de la cerda de cría al desecho

La estructura de las cerdas desechadas en la piara se presenta en el Cuadro 12. La mayor longevidad ( $p < 0.05$ ) en las hembras de desecho corresponde a los tipos genéticos Terminal propia (1174 días en producción), GENEPORK (1064.5 días de producción) y Camborough22PP2 (1049.7 días). La menor longevidad corresponde a los tipos genéticos HYPOR (714 días), CAMPIC (858.6 días) y PIC337 (870 días) dentro de la explotación.

Cuadro 12. Tipo genético y longevidad de cerdas de desecho en la granja Zacatepec, Puebla.

Tipo de cerda	No. de observaciones	%	Vida productiva Media ± e.e.
Camborough15PP2	16	0.71	1049.7±85.3 <sup>a</sup>
Camborough22PP1	18	0.80	912.0±83.1 <sup>a</sup>
Camborough22PP2	1922	85.12	899.9±9.6 <sup>b</sup>
Camborough23PP2	21	0.93	938.5±74.5 <sup>a</sup>
CAMPIC	46	2.04	858.6±50.6 <sup>b</sup>
GENEPORK	9	0.40	1064.5±113.0 <sup>a</sup>
HYPOR	10	0.44	714.4±107.1 <sup>b</sup>
L42	185	8.19	979.5±25.2 <sup>a</sup>
PIC337	2	0.09	870.0±237.0 <sup>b</sup>
Terminal propia	29	0.44	1174.0±64.4 <sup>a</sup>

e.e.= Error estándar

La permanencia de las cerdas en la granja por su año de nacimiento se presenta en la Figura 8, donde se observa que las cerdas duraron en producción al menos tres años, con un rango de 400 a 1000 días. Las cerdas nacidas en 2002 son las que registraron la mayor permanencia en la granja.

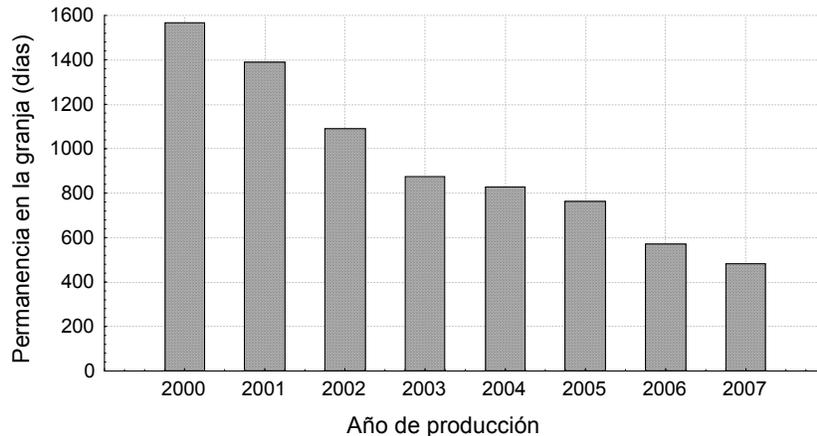


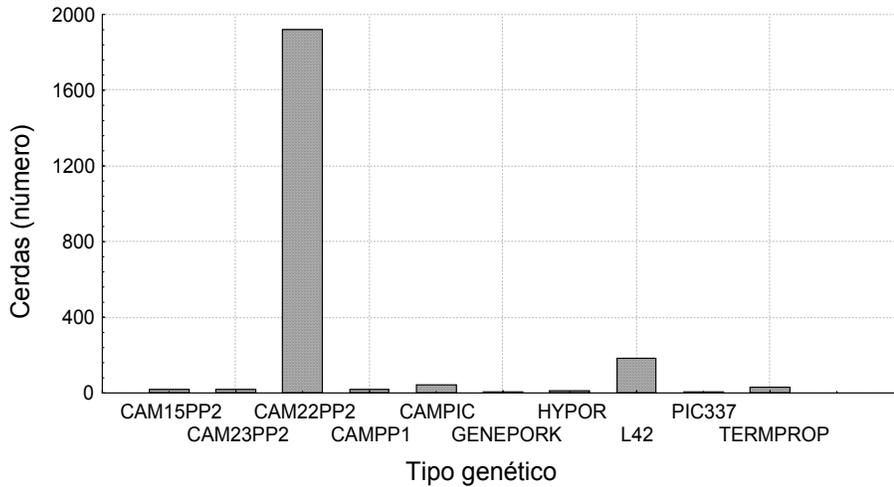
Figura 8. Permanencia de las cerdas por año de nacimiento en la granja porcina Zacatepec, Puebla.

En 2008, la población más alta fue para la línea Camborough22PP2 con 443 cerdas que representó el 56,65% y la población más baja fue para PIC337 con 2 cerdas que representó el 7.29%.

La relación que existe entre la productividad y la longevidad en cerdas depende de varios factores uno de los más importantes es la genética, que se manifiesta principalmente en la raza, pero también al cruzar dos razas diferentes se obtienen las líneas genéticas, la ventaja de esta última es que existe una selección de genes donde se adopta lo mejor de cada raza; de esta manera la línea tiene mayor conversión alimenticia, mayor crecimiento, mejor adaptación al clima, mayor producción de leche al parto, mejor rusticidad, mejor instinto materno y mejor índice de productividad (Martínez, 1998). Por otra parte, Martínez *et al.* (2006), menciona que debido a las exigencias del mercado mundial la porcicultura se ha visto obligada a mejorar los niveles de producción y una de las herramientas más útiles ha sido el mejoramiento genético, el cual se ha basado en la selección de líneas de animales mejorados.

En la granja de estudio, se considera que mientras una hembra este dando camadas de 10 lechones son aceptables en la granja y menor de 10 lechones se consideran como bajas (desechos). Esto quiere decir que, a mayor longevidad menor calidad de lechones, ya que la camada es pequeña en número de lechones y son de menor peso, por lo tanto se considera más aceptable camadas de 10-12 lechones con buen peso, fuertes y proporcionados (Knapp *et al.*, 1997). Por otra parte, Fuentes *et al.* (2006), menciona que la edad de la reproductora influye en el tamaño de la camada, la cantidad de cerditos nacidos aumenta entre el 1ro y 4to parto, pero desciende desde el 8vo, con aumento de las muertes, observando el descenso a partir de los 4,5 años. Segura *et al.* (2007), mencionan que el mayor riesgo de mortalidad en lechones se da en cerdas con más de cinco partos en comparación con aquellas de cuatro o menos partos, lo anterior, puede deberse a la reducción en la tonicidad de los músculos de las marranas.

Por el tipo genético, el mayor número de cerdas que han completado su productividad y permanencia en la granja en estudio (desecho), fueron de la línea Camborough22PP2 (1922 cerdas, 85.12%), seguido de la línea L42 (185 cerdas, 8.19%) y el promedio más bajo es para el tipo genético PIC337 (2 cerdas, 0.09 %) (Figura 9).



CAM22PP1= Camborough22PP1; CAM22PP2= Camborough22PP2; HYPOR=Línea comercial HYPOR; L42=Línea L42; PIC337=Línea PIC337; TERMPROP=Terminal propia.

Figura 9. Cerdas que cumplieron su vida reproductiva por tipo genético en la granja Zacatepec, Puebla

En el 2000 se desechó al 2.70% de cerdas aumentando hasta 2004 que alcanzó el 21.48% y para 2007 disminuyó con el 5.54% del total de la explotación (Figura 10).

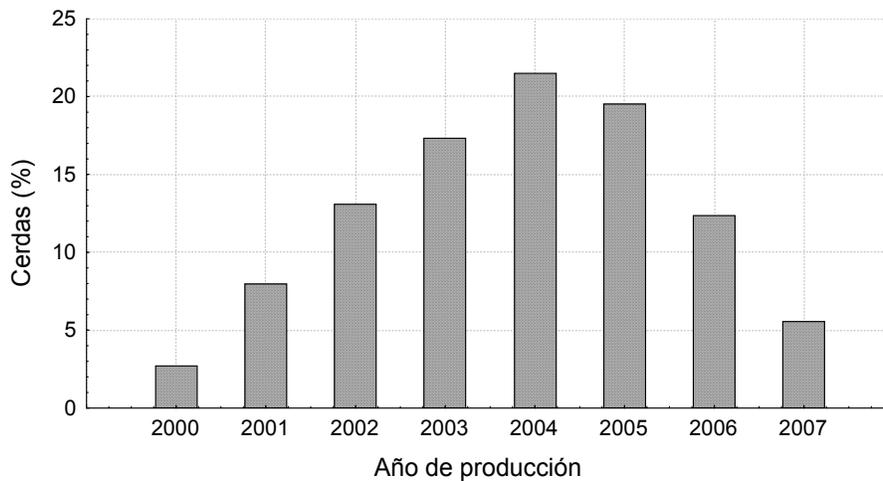


Figura 10. Cerdas que cumplieron su vida productiva en la granja Zacatepec, Puebla.

## 6.2. Parámetros productivos

### 6.2.1. Camadas nacidas

El número promedio de camadas nacidas por mes para los años de análisis en la granja porcina fue de  $109.74 \pm 35.5$ . Los factores que tuvieron efecto en el número de camadas paridas fueron el año y los lechones por camada como se presenta en el Cuadro 13. En el 2002, en el inicio de la explotación, se tuvo el menor promedio de camadas nacidas por mes (40.16 camadas) y el promedio más alto se tuvo en el año 2007 con (131 camadas).

Cuadro 13. Cuadrado medio del error (CME), valores de F para los efectos de año, mes y lechones por camada en la granja Zacatepec, Puebla.

Parámetro	Media±D.E.	Cuadrado medio del error (CME)	Valores de F			R <sup>2</sup>
			Año	Mes	Lechones por camada	
Número de camadas paridas por año	109.7±35.5	293.90	41.7***	0.89	1.98**	0.818
Número de lechones nacidos vivos	1010.54±331.14	25252.22	39.55***	0.90 <sup>n</sup>	6.23**	0.820
Camadas destetadas	105.55±33.57	283.16	37.09***	0.97 <sup>n</sup>	2.38**	0.803
Número de lechones destetados	958.50±311.44	23436.37	37.49***	0.90 <sup>n</sup>	6.77**	0.811
Mortalidad del nacimiento al destete	49.07±31.88	475.83	15.49***	1.01**	0.35 <sup>n</sup>	0.634
Total de muertes registradas	48±28.31	389.86	15.14***	1.01**	1.14**	0.620
Lechones destetados por cerda	8.70±0.43	0.05	11.43***	0.66 <sup>n</sup>	125.76***	0.765

ns=no significativa; \*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*>0.001; DE= desviación estándar

El año de producción tuvo una correlación significativa ( $p < 0.05$ ) con las camadas paridas ( $r = 0.69$ ), número de lechones nacidos vivos ( $r = 0.69$ ), camadas destetadas ( $r = 0.68$ ), número de lechones destetados ( $r = 0.68$ ) y el total de muertes registradas ( $r = 0.67$ ); lo que indica que con los años de operación de la empresa se incrementó la productividad del hato de cerdos y la mortalidad en las crías y cerdas adultas. Por otro lado, el año de producción tuvo una correlación negativa y significativa ( $p < 0.001$ ) con la variable de lechones destetados por camada ( $r = -0.19$ ) y el porcentaje de destete; este dato indica que es mucho más complejo manejar una explotación de cerdos conforme se tiene una mayor cantidad de cerdas de cría y con el mínimo uso de mano de obra (Cuadro 14).

Cuadro 14. Matriz de correlación entre variables de los parámetros en la producción de lechones en la granja Zacatepec, Puebla.

Variable	AÑO	MES	CP	NLNV	CDEST	NLD	MND	TMR	LPC	LDPC	LMPC	PDML	PDD
AÑO	1	0	0.69	0.70	0.69	0.64	0.68	0.68	0.22	-0.20	0.47	0.46	-0.51
MES		1	0.10	0.12	0.11	0.12	0.08	0.09	0.32	0.27	0.09	0.06	0.03
CP			1	0.99	0.99	0.99	0.62	0.64	0.29	0.19	0.20	0.17	-0.05
NLNV				1	0.99	0.99	0.63	0.65	0.36	0.23	0.21	0.18	-0.06
CDEST					1	0.99	0.62	0.64	0.30	0.21	0.20	0.18	-0.03
NLD						1	0.55	0.57	0.35	0.30	0.12	0.09	0.04
MND							1	0.92	0.26	-0.23	0.86	0.84	-0.59
TMR								1	0.22	-0.23	0.77	0.75	-0.56
LPC									1	0.70	0.17	0.08	-0.12
LDPC										1	-0.37	-0.43	0.63
LMPC											1	0.95	-0.68
PDML												1	-0.66
PDD													1

CP=Camadas paridas, NLNV=Número de lechones nacidos vivos, CDEST=Camadas destetadas, NLD=Número de lechones destetados, MND= Mortalidad del nacimiento al destete, TMR=Total de muertes registradas, LPC=Lechones por camada, LDPC=Lechones destetados por camada, LMPC=Lechones muertos por camada, PDML=Porcentaje de mortalidad de lechones, PDD=Porcentaje de destete.

En la Figura 11 se muestra la presencia de camadas nacidas promedio por mes en cada año de estudio. A partir del segundo año se tuvieron más de 100 camadas paridas por mes. Los datos anteriores son menores a los registrados por Segura *et al.* (2007), en una granja comercial ubicada al sur del estado de Yucatán, donde se tuvo

un total de 2561 camadas nacidas en un total de 22 meses de evaluación. La baja producción de lechones también depende de varios factores de las cerdas, aunque existen cerdas que suelen presentar estro dentro de los 10 días después del destete (Aumaitre *et al.*, 1976; Martinat- Botté *et al.*, 1984). Sin embargo, en un gran número de cerdas la aparición de celo es notablemente retrasado (Aumaitre *et al.*, 1976). Por otra parte, las cerdas también son sensibles a otros factores como al medio ambiente y a la deficiencia nutricional, por lo cual reducen el número de lechones nacidos por camada (Martinat-Botté *et al.*, 1984). Por otra parte, se menciona que la excesiva masa muscular durante la lactancia provoca que todas las cerdas permanezcan en anestro (Aherne y Kirwood, 1985; Yang *et al.*, 1988).

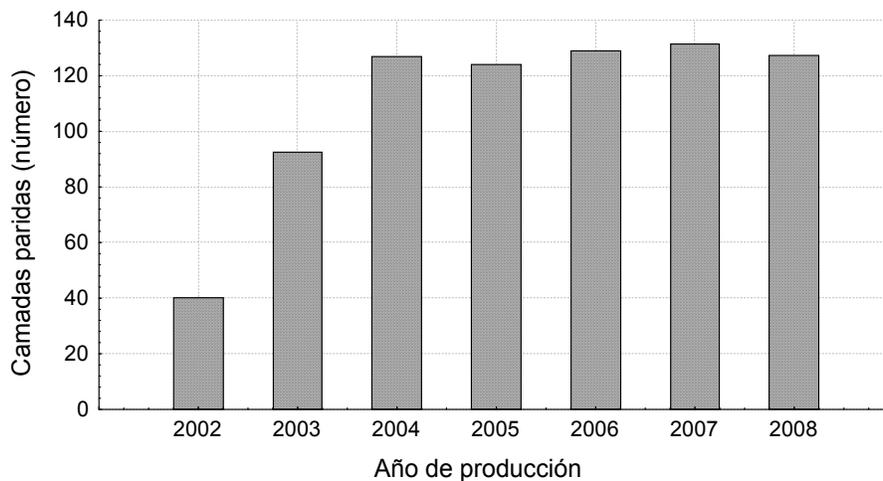


Figura 11. Promedio mensual de camadas nacidas por año en la granja Zacatepec, Puebla.

Por su parte Muirhead (2001) resalta que el tamaño de la camada en porcinos se relaciona con la ovulación al momento del celo, la raza, el nivel de energía en la ración y la tasa de fertilidad en la monta natural o inseminación artificial.

### 6.2.2. Camadas destetadas

El promedio mensual de camadas destetadas fue de  $105.55 \pm 33.57$  durante los años 2002-2008. El análisis de varianza encontró diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en la variable de camadas destetadas, donde el periodo de 2002 a 2003 tuvo menor número de camadas destetadas comparado con el periodo 2004 a 2008 (Cuadro 15).

Cuadro 15. Medias mínimo cuadráticas para las camadas destetadas por mes en la granja Zacatepec, Puebla.

Año	Promedio	Error estándar
2002	42.57 <sup>c</sup>	5.10
2003	89.84 <sup>b</sup>	4.95
2004	120.46 <sup>a</sup>	4.86
2005	116.90 <sup>a</sup>	5.14
2006	122.63 <sup>a</sup>	4.86
2007	127.16 <sup>a</sup>	4.87
2008	119.77 <sup>a</sup>	5.12

<sup>abc</sup> medias con diferente literal en la columna presentan diferencia estadística

Como se presentó en el Cuadro 14, las camadas destetadas tuvieron una correlación significativa ( $p < 0.05$ ) con la mortalidad del nacimiento al destete ( $r = 0.62$ ) y con el total de muertes registradas ( $r = 0.63$ ).

Los factores que afectan a las camadas destetadas se encontró al efecto año ( $p < 0.001$ ), la covariable lechones por camada ( $p < 0.01$ ) y para el efecto mes no hubo diferencia significativa (Cuadro 13). El menor promedio de camadas destetadas por mes fue de 40.16 para el 2002 y se aumentó en 2003 a 91.33 camadas destetadas y para 2008 se tuvo un promedio de 122 camadas destetadas por mes (Figura 12). El destete temprano en cerdos (30 días) es una práctica de manejo cada vez más común; sin embargo, puede relacionarse con problemas de conducta y bienestar (Rodarte *et al.*, 2005).

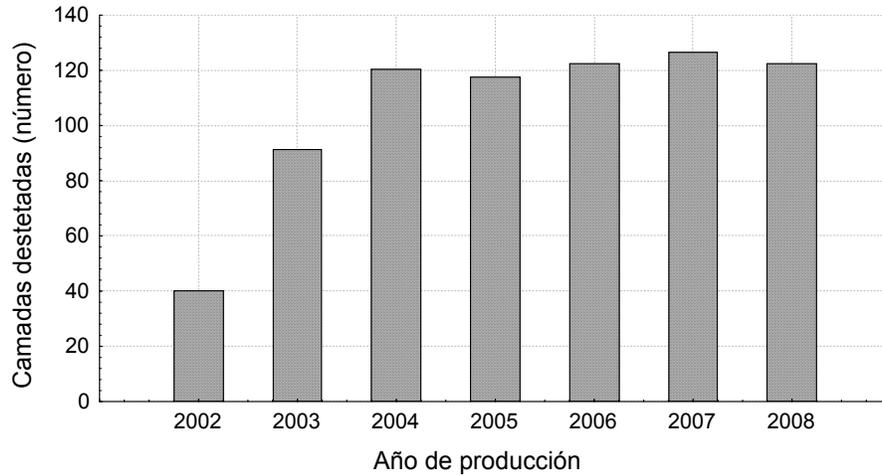


Figura. 12 Camadas destetadas por mes del 2002-2008 en la granja Zacatepec, Puebla.

El número de camadas destetadas depende también del comportamiento de los lechones antes del destete. Los lechones compiten de dos formas distintas durante el amamantamiento, la primera agresivamente por defender el pezón de cada uno y posteriormente, los más resistente, durante la lactancia (Fraser, 1990). Las camadas con más lechones vivos tienen menor peso promedio y es más variable y con menos lechones vivos, el porcentaje de supervivencia hasta el destete fue mayor en camadas de las cerdas jóvenes y de segundo parto (Barry *et al.*, 2002).

### 6.2.3. Número de lechones nacidos vivos

El número de lechones nacidos vivos en promedio por mes por año fue de  $1010.54 \pm 331.14$ . Para el efecto año, el análisis de varianza para los lechones nacidos vivos fue significativamente menor ( $p < 0.05$ ) en el 2002 y en el 2003. Para los años 2004 a 2008 no se encontró diferencia significativa en el número de lechones nacidos vivos por mes (Cuadro 16).

Cuadro 16. Medias mínimo cuadráticas para el número de lechones nacidos vivos por mes en la granja Zacatepec, Puebla.

Año	Promedio	Error estándar
2002	401.90 <sup>c</sup>	48.18
2003	841.77 <sup>b</sup>	46.78
2004	1165.83 <sup>a</sup>	45.91
2005	1118.66 <sup>a</sup>	48.57
2006	1183.83 <sup>a</sup>	45.88
2007	1205.66 <sup>a</sup>	45.97
2008	1160.54 <sup>a</sup>	48.33

<sup>abc</sup> medias con diferente literal en la columna presentan diferencia estadística

El número de lechones nacidos vivos tuvo una correlación significativa ( $p < 0.05$ ) con el número de lechones destetados ( $r = 0.99$ ), la mortalidad del nacimiento al destete ( $r = 0.62$ ) y el total de muertes registradas ( $r = 0.64$ ). Por otra parte, existió una correlación negativa no significativa ( $p > 0.05$ ) con el porcentaje de destetes ( $r = -0.06$ ) (Cuadro 14).

Los factores que se relacionaron con el número de lechones nacidos vivos fueron el efecto año ( $p < 0.001$ ), la covariable lechones por camada ( $p < 0.01$ ), y para el efecto mes no hubo significancia en el número de lechones nacidos vivos por mes como se presentó en el Cuadro 13.

El número de lechones nacidos en el 2002 fue de 365.17 por mes por año, para el 2003 fue de 864.67 y para los siguientes años no hubo diferencia en la productividad. Lo que indica que la menor producción de lechones fue en el periodo 2002-2003, el mejor promedio de lechones nacidos vivos por mes por año, se ubica en 1010.54 lechones. En el periodo 2003-2008, el número de lechones nacidos vivos no siguió la misma tendencia que el número de cerdas de cría en la explotación, lo que indica una menor tasa de fertilidad de las cerdas conforme aumenta el número de vientres en la explotación (Figura 13).

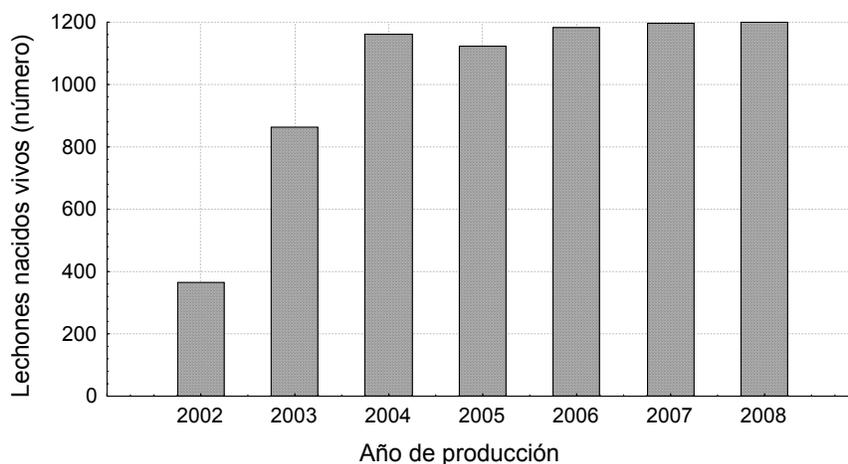


Figura 13. Lechones nacidos vivos en la granja Zacatepec, Puebla.

Dentro de el número de lechones destetados por camada, el análisis de varianza no encontró diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) en el número de lechones por camada dentro del periodo 2004 a 2006, así como para el año 2002 y 2007. Por parte, el número de lechones por camada fue mayor ( $p < 0.05$ ) en año 2002 (8.80) comparado con el año 2008 (8.18) (Cuadro 17).

Cuadro 17. Medias mínimo cuadráticas para el número de lechones por camada en la granja Zacatepec, Puebla.

Año	Promedio	Error estándar
2002	8.80 <sup>bc</sup>	0.07
2003	8.84 <sup>a</sup>	0.06
2004	8.85 <sup>ba</sup>	0.06
2005	8.83 <sup>ba</sup>	0.07
2006	8.81 <sup>ba</sup>	0.06
2007	8.63 <sup>bc</sup>	0.06
2008	8.18 <sup>c</sup>	0.07

<sup>abc</sup> medias con diferente literal en la columna presentan diferencia estadística

Los lechones por camada tuvieron una correlación significativa ( $p < 0.05$ ) con los lechones destetados por camada ( $r = 0.69$ ) (Cuadro 14). Por su parte, Mota *et al.* (2004), menciona que las cerdas York-Shire x Landrace de madre y Duroc x Pietrain de padre; en el segundo parto los lechones totales nacidos vivos fueron de  $8.1 \pm 0.66$ .

La raza con mayor fertilidad y productora de lechones es la raza Landrace, que tiene un mayor peso a los 154 días de edad y un mayor número de lechones al parto, le sigue la raza York Shire que tiene menor espesor de grasa dorsal a los 105 kg de peso y es más precoz. El incremento de vientres durante los años 2002-2008 se relacionó con el aumento en la producción de lechones en la granja. Para los productores de lechones el requisito claro es producir calidad de carne magra en el cerdo de engorda de manera que sea aceptable para el consumidor y esto justifique el uso de líneas comerciales de cerdos (Webb, 1998).

#### 6.2.4. Número de lechones destetados

El número promedio de lechones destetados por mes al año fue de  $958.50 \pm 311.44$  lechones. En el Cuadro 18, se presentan los resultados del análisis de varianza, donde el número de lechones destetados fue menor ( $p < 0.05$ ) en el periodo 2002 a 2003, mientras que el periodo 2004 a 2008, el número de lechones destetados fue mayor al periodo inicial, no mostrando diferencia significativa entre año en este último.

Cuadro 18. Medias mínimo cuadráticas de lechones destetados por mes en la granja Zacatepec, Puebla.

Año	Promedio	Error estándar
2002	388.16 <sup>c</sup>	46.41
2003	813.58 <sup>b</sup>	45.06
2004	1125.18 <sup>a</sup>	44.22
2005	1076.08 <sup>a</sup>	46.79
2006	1137.76 <sup>a</sup>	44.19
2007	1134.44 <sup>a</sup>	44.28
2008	1040.19 <sup>a</sup>	46.55

<sup>abc</sup> medias con diferente literal en la columna presentan diferencia estadística

Para el año 2002 se obtuvo un promedio de 352.25 lechones destetados por mes, que fue la cantidad más baja de la producción, el mayor promedio de lechones destetados correspondió al 2006, con 1135.83 lechones por mes y en el 2008 bajó a 1078.33 lechones por mes (Figura 14). El número de lechones destetados por cerda de cría, se

considera el rasgo económico más importante del rendimiento de la cerda (Haley *et al.*, 1988; Serenius *et al.*, 2003).

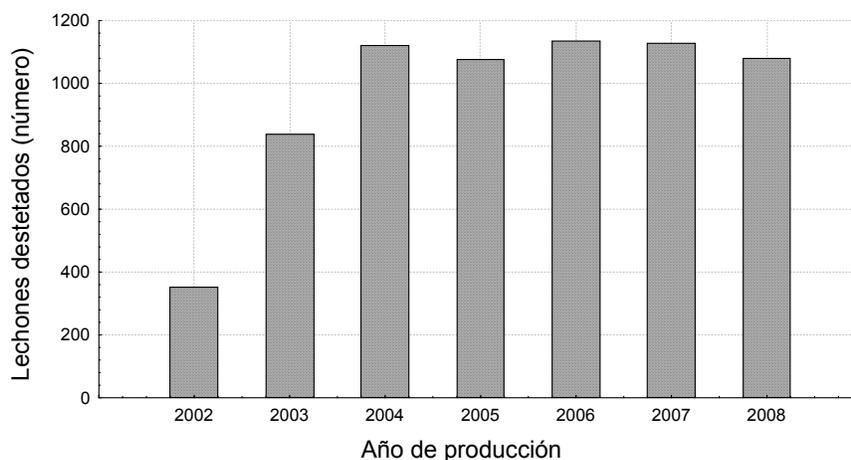


Figura 14. Lechones destetados por año en la granja Zacatepec, Puebla.

El promedio de lechones destetados por cerda en una camada fue de  $8.7 \pm 0.43$ . El análisis de varianza encontró diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en el promedio de lechones destetados por camada, donde en el año 2003, hubo 8.84 lechones destetados. En los años 2004, 2005 y 2006 no mostraron diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) en el promedio de lechones destetados. El año 2002 y 2007 no mostraron diferencias ( $p > 0.05$ ) en los lechones destetados. Finalmente, en el año 2008, tuvo menor promedio de lechones destetados ( $p < 0.05$ ) (Cuadro 19).

Cuadro 19. Medias mínimo cuadráticas de lechones destetados por camada en la granja Zacatepec, Puebla.

Año	Promedio	Error estándar
2002	8.80 <sup>bc</sup>	0.07
2003	8.84 <sup>a</sup>	0.06
2004	8.85 <sup>ba</sup>	0.06
2005	8.83 <sup>ba</sup>	0.07
2006	8.81 <sup>ba</sup>	0.06
2007	8.63 <sup>bc</sup>	0.06
2008	8.18 <sup>c</sup>	0.07

<sup>abc</sup> medias con diferente literal en la columna presentan diferencia estadística

El promedio de lechones destetados por cerda fue similar a lo reportado por Torres y Hurtado (2007), en un análisis de parámetros de desempeño zootécnico en la fase de cría en una granja porcícola comercial del Departamento del Meta, Villavicencio, Colombia, donde los lechones destetados por camada fue de  $8.80 \pm 1.30$ . En los lechones destetados por cerda los factores relacionados fueron el efecto año ( $p < 0.001$ ), la covariable lechones por camadas ( $p < 0.01$ ), y el efecto mes no tuvo diferencia significativo como se presentó en el Cuadro 13. A partir de 2003 se observa una tendencia a la baja en el promedio de lechones destetados por cerda, lo que se puede atribuir a la mayor cantidad de cerdas en la explotación y que puede estar relacionado con problemas en el manejo (Figura 15). Por otra parte, Torres y Hurtado (2007) mencionan que el total de lechones por camada está influenciado por la alta mortalidad por aplastamiento, baja viabilidad, deshidratación, inanición y la presencia de lechones natimortos.

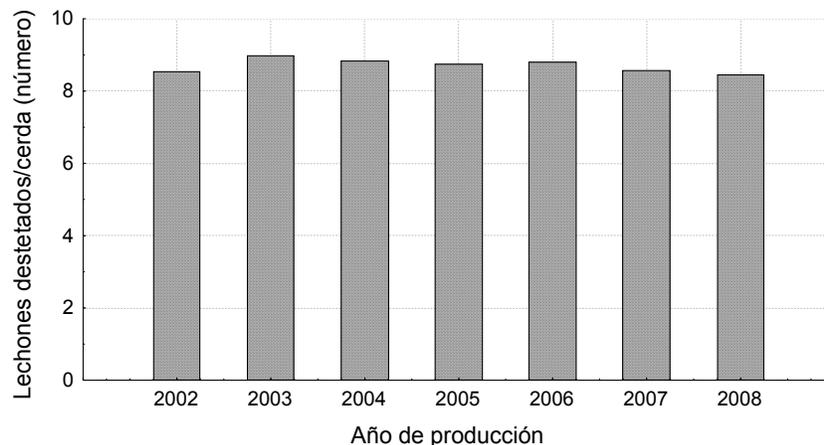


Figura 15. Lechones destetados por cerda por año en la granja Zacatepec, Puebla.

El número de lechones destetados tuvo una correlación significativa ( $p < 0.05$ ) con la mortalidad del nacimiento al destete ( $r = 0.55$ ) y con el total de muertes registradas ( $r = 0.57$ ) (Cuadro 14).

El acortamiento del periodo de lactancia tiene dos objetivos: el productivo, donde se obtendrá mayor cantidad de partos/hembra/año y otro sanitario, ya que se sabe que la

transmisión de enfermedades cerda-lechón es menor durante las tres primeras semanas de vida (Torres y Urtado, 2007).

### 6.3. Mortalidad de lechones

La mortalidad de lechones del nacimiento hasta el destete dentro de la explotación tuvo un promedio de  $49.07 \pm 31.88$  lechones/mes/año. La mortalidad de lechones en la granja Zacatepec por mes fue baja hasta el 2006 ( $<1.5\%$ ). Sin embargo, a partir del 2007 la mortalidad se incrementó ( $>1.5\%$ ) (Figura 16).

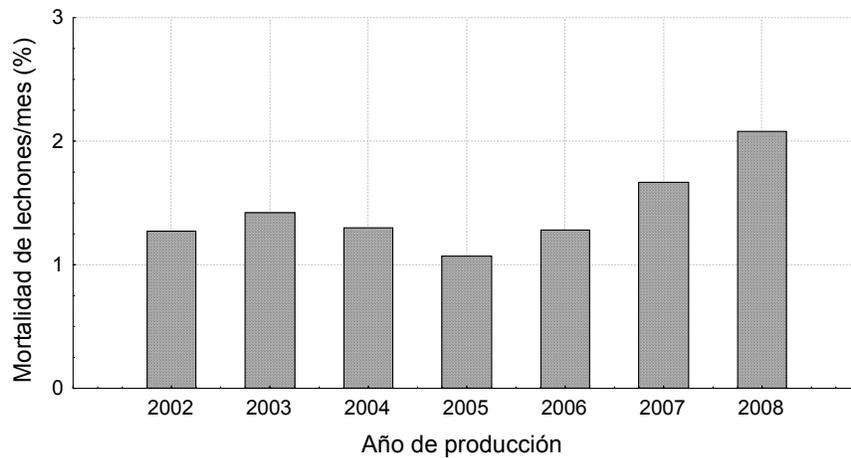


Figura 16. Mortalidad de lechones promedio mensual en los diferentes años en la granja Zacatepec, Puebla

Los factores relacionados con la mortalidad del nacimiento al destete fueron el efecto año ( $p < 0.001$ ), mes ( $p < 0.01$ ), la covariable lechones por camada no tuvo diferencia significativa por mes (Cuadro 20).

Cuadro 20. Cuadrado medio del error (CME) de la mortalidad de lechones por mes y valores de F para los efectos año, mes y lechones por camada en la granja Zacatepec, Puebla.

Variable	Media±D.E.	Cuadrado medio de error (CME)	Valores de F			R <sup>2</sup>
			Año	Mes	Lechones por camada	
Lechones aplastados	11.02±5.90	26.35	6.50**	0.68 <sup>n</sup>	0.00 <sup>n</sup>	0.442
Lechones muertos por diarreas	6.26±8.41	22.75	0.53 <sup>n</sup>	1.24**	0.01 <sup>n</sup>	0.212
Lechones hambrientos	15.51±11.12	85.22	6.93**	1.20**	0.53 <sup>n</sup>	0.468
Otras	8.89±7.39	37.52	7.42**	1.30**	0.83 <sup>n</sup>	0.48
Patas abiertas	3.40±3.28	1.22	0.95 <sup>n</sup>	0.86 <sup>n</sup>	0.11 <sup>n</sup>	0.192
Lechones sacrificados	17.64±16.16	150.46	8.97**	0.95 <sup>n</sup>	1.86**	0.493
Canibalismo	5.00	0.3	0.98 <sup>n</sup>	1.06**	1.07**	0.217
Golpeados	2.66±0.57	0.27	0.65 <sup>n</sup>	0.87 <sup>n</sup>	0.78 <sup>n</sup>	0.178
Meningitis	2.33±0.57	0.17	2.82**	1.03**	0.24 <sup>n</sup>	0.33
Neumonía	3.50±3.53	0.43	1.43**	1.00**	0.58 <sup>n</sup>	0.232
Traumatismo	6.00	0.43	1.05**	0.98 <sup>n</sup>	0.45 <sup>n</sup>	0.21
Epidermitis	2.00±1.41	0.11	1.72**	0.97 <sup>n</sup>	0.50 <sup>n</sup>	0.248
Herniado	1003.50±1416.33	48151.15	1.19**	1.02**	1.06**	0.224
Mortalidad de lechones (%)	1.45±0.45	0.12	9.20***	1.25**	4.28**	0.503
Destete (%)	4.55±0.03	0	10.97***	0.65 <sup>n</sup>	0.61 <sup>n</sup>	0.539
Lechones muertos por camada	1.08±0.08	0.02	12.55***	1.15**	1.17**	0.574

ns=no significativa; \*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*>0.001

Uno de los principales factores que afectan el tamaño de la camada en cerdos es la mortalidad prenatal (Spotter y Distl, 2006). Por su lado, Muirhead (2001), menciona que la mortalidad prenatal se asocia con las deficiencias nutricionales, espacio uterino limitado, bajo número de embriones, altas temperaturas ambientales y causas genéticas. El análisis de varianza encontró que el porcentaje de muertes fue mayor

( $p < 0.05$ ) en el año 2008. En los años 2002, 2003, 2004 y 2006, no se encontró diferencia significativa ( $p > 0.05$ ), pero si fue menor al registrado en el 2008. En el año 2005 se presentó el menor porcentaje ( $p < 0.05$ ) de lechones muertos (Cuadro 21).

Cuadro 21. Medias mínimo cuadráticas para el porcentaje de muerte en la granja Zacatepec, Puebla.

Año	Promedio	Error estándar
2002	1.27 <sup>bc</sup>	0.10
2003	1.42 <sup>bc</sup>	0.10
2004	1.30 <sup>bc</sup>	0.10
2005	1.07 <sup>c</sup>	0.11
2006	1.28 <sup>bc</sup>	0.10
2007	1.67 <sup>ba</sup>	0.10
2008	2.08 <sup>a</sup>	0.10

<sup>abc</sup> medias con diferente literal en la columna presentan diferencia estadística

El porcentaje de lechones muertos es inferior al 3% que se considera aceptable para una granja con excelente manejo y buena bioseguridad (Segura *et al.*, 2007), por lo que los resultados obtenidos en el estudio son buenos. La mortalidad que se tiene se relacionan con las deficiencias fisiológicas de los lechones que dificulta su adaptación al nuevo medio en las primeras 24-72 horas de vida (Pérez, 2010).

El total de muertes registradas tuvo una correlación significativa ( $p < 0.05$ ) con los lechones muertos por camada ( $r = 0.76$ ), con el porcentaje de mortalidad de lechones ( $r = 0.75$ ) y el promedio de lechones por camada ( $r = 0.25$ ). Sin embargo, hubo correlación negativa significativa ( $p < 0.05$ ) para los lechones destetados por camada ( $r = -0.23$ ) y el porcentaje de destete ( $r = -0.55$ ) (Cuadro 13).

El porcentaje de mortalidad de lechones fue de  $1.45 \pm 0.45$ . Los factores relacionados con porcentaje de mortalidad fueron para el efecto año, para el efecto mes y la covariable lechones muertos por camada de ( $p < 0.01$ ). Porcentaje de mortalidad por mes (Cuadro 20). El rango de muertes en los lechones fue menos de 20 (13%), de 21 a 40 (28%), 41-60 (17%), 61-80 (16%) y más de 80 lechones muertos (9%) (Figura 17).

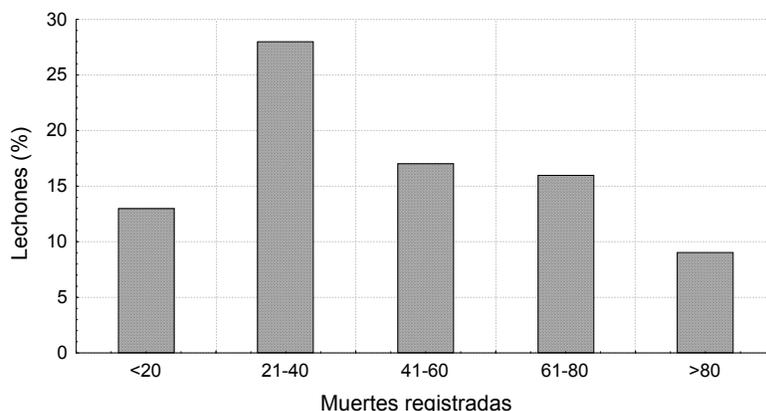


Figura 17. Promedio de muerte de lechones por mes en el periodo 2002-2008 en la granja Zacatepec, Puebla.

De acuerdo con el análisis de varianza, el año de producción 2008 tuvo el mayor promedio de muertes registradas por mes ( $p < 0.05$ ) (87.26), mientras que para el 2007, el registro de muertes fue 68.10 lechones. En los años 2006 y 2004 no se observa diferencia significativa ( $p > 0.05$ ), sin embargo, el promedio de muertes registradas es menor (0.05) al presentado en 2007 y 2008. El año 2003 y 2005, no presentan diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) comparados entre si, pero si son menores ( $p > 0.05$ ) comparadas con el 2006, 2007 y 2008. Finalmente, el año 2002, tuvo el menor ( $p < 0.05$ ) número de muertes registradas (Cuadro 22).

Cuadro 22. Medias mínimo cuadráticas para el total de muertes registradas por mes en la granja Zacatepec, Puebla.

Año	Promedio	Error estándar
2002	14.79 <sup>d</sup>	5.98
2003	38.21 <sup>dc</sup>	5.81
2004	46.76 <sup>bc</sup>	5.70
2005	34.32 <sup>dc</sup>	6.03
2006	43.73 <sup>bc</sup>	5.70
2007	68.10 <sup>ba</sup>	5.71
2008	87.26 <sup>a</sup>	6.00

<sup>abc</sup> medias con diferente literal en la columna presentan diferencia estadística

Una de las posibles causas del incremento de la mortalidad de lechones a partir del 2005, se debe a la sobrepoblación y mal manejo de cerdas. La mortalidad pre destete es una de las mayores preocupaciones en Estados Unidos de Norte América, no sólo porque limita la producción, sino que existen pérdidas de hasta 408 millones de dólares anuales y es un obstáculo para cualquier intento de mejorar la producción de lechones (Le Dividich *et al.*, 1996). El complejo fenómeno de la mortalidad de lechones se ha investigado, con el 30% de pérdidas atribuibles a un sólo factor y el 70% atribuido a múltiples factores. La principal causa de mortalidad de lechones es por aplastamientos (Marchant *et al.*, 2000).

En la explotación se tuvo un promedio de  $1.08 \pm 0.08$  lechones muertos por camada. En el Cuadro 23, se presenta el análisis de varianza, del promedio de lechones muertos por camada, ésta fue mayor ( $p < 0.05$ ) en el año 2008 (0.75) que el año 2007 (0.50). Por otra parte, en los años 2002, 2003, 2004 y 2006 no se observó diferencia significativa ( $p > 0.05$ ), pero si fueron menores a los años 2007 y 2008. Finalmente, en el año 2005, el número de muertes de lechones muertos por camada fue menor ( $p < 0.05$ ) que en los demás años de estudio.

Cuadro 23. Medias mínimo cuadráticas para el número de lechones muertos por camada en la granja Zacatepec, Puebla.

Año	Promedio	Error estándar
2002	0.35 <sup>cb</sup>	0.04
2003	0.40 <sup>cb</sup>	0.04
2004	0.36 <sup>cb</sup>	0.04
2005	0.27 <sup>c</sup>	0.04
2006	0.35 <sup>cb</sup>	0.04
2007	0.50 <sup>b</sup>	0.04
2008	0.75 <sup>a</sup>	0.04

<sup>abc</sup> medias con diferente literal en la columna presentan diferencia estadística

En el caso de la variable lechones muertos por camada los factores que se relacionaron fueron para el efecto año ( $p < 0.001$ ), el efecto mes ( $p < 0.01$ ) y la covariable lechones por camadas ( $p < 0.01$ ) (Cuadro 20). El análisis de varianza encontró diferencia

significativa en los lechones muertos por camada ( $p < 0.05$ ), donde en el año 2008 el número de lechones muertos fue de 0.75, mientras que para el 2007, el número de lechones muertos fue de (0.50). Los años 2002, 2003, 2004 y 2006, no se observó diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) por muerte de lechones, sin embargo, fue menor a la reportada en el 2008. Finalmente, el año 2005, el número de lechones muertos fue menor ( $p < 0.05$ ) (0.27%) (Cuadro 24).

Cuadro 24. Medias mínimo cuadráticas para el número de lechones muertos por camada en la granja Zacatepec, Puebla.

Año	Promedio	Error estándar
2002	0.35 <sup>cb</sup>	0.04
2003	0.40 <sup>cb</sup>	0.04
2004	0.36 <sup>cb</sup>	0.04
2005	0.27 <sup>c</sup>	0.04
2006	0.35 <sup>cb</sup>	0.04
2007	0.50 <sup>b</sup>	0.04
2008	0.75 <sup>a</sup>	0.04

<sup>abc</sup> medias con diferente literal en la columna presentan diferencia estadística

Los lechones muertos por camada tuvieron una correlación negativa significativa ( $p < 0.05$ ) con el porcentaje de destete ( $r = -0.68$ ) (Cuadro 14). Para el 2002, se tuvo una tasa de 0.37 lechones muertos y se mantuvo igual hasta 2004. En 2005, la mortalidad por camada disminuyó considerablemente (0.36-0.29 lechones muertos). Del 2006 (0.35 lechones) aumentó hasta 2008 (0.73 lechones muertos por camada) (Figura 18).

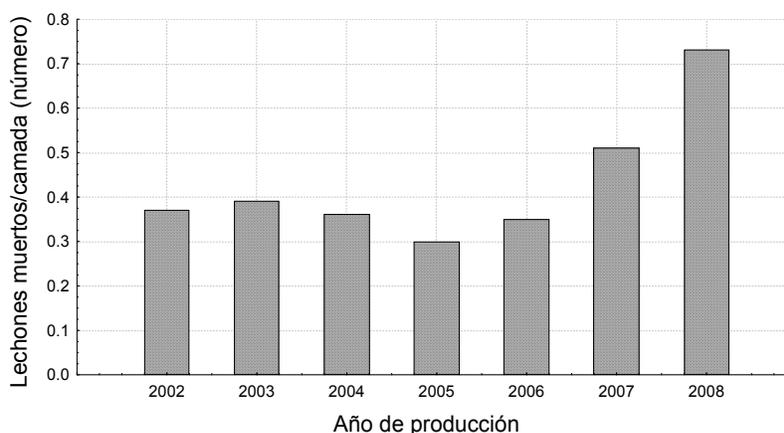


Figura 18. Lechones muertos por camada en la granja Zacatepec, Puebla.

### 6.3.1. Muerte por aplastamiento

La mayor mortalidad de lechones en la granja fue por aplastamientos. En el 2008 hubo 15.91 lechones muertos por año, y la menor mortalidad se dio en 2002 (3.75 lechones muertos por año) (Figura 19). Los factores relacionados con lechones aplastados fueron para el efecto año ( $p<0.01$ ), y para el efecto mes y la covariable lechones por camada, no tuvo efecto significativo (Cuadro 20). La mortalidad registrada se debe a la sobrepoblación de cerdos y un mal manejo zootécnico dentro de la explotación. Los datos anteriores coinciden con Torres y Urtado (2007), que indican que la mayor causa de mortalidad se da por aplastamiento en el 48% del total de lechones muertos antes del destete.

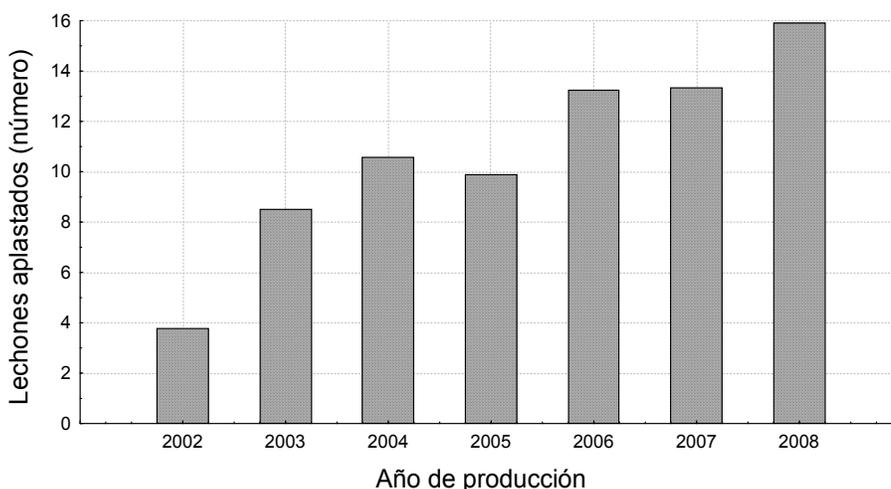


Figura 19. Mortalidad de lechones por aplastamiento en la granja Zacatepec, Puebla.

### 6.3.2. Muerte por diarrea

El número promedio de lechones muertos por diarrea por mes por año fue de  $6.26\pm 8.41$ , es la segunda causa de mortalidad en la granja Zacatepec, Puebla. En la variable lechones muertos por diarrea los factores relacionados fueron para el efecto año y mes ( $p<0.01$ ), y la covariable lechones por camada no tuvo diferencia significativa (Cuadro 20). En el año 2003 se tuvo la mayor mortalidad por mes por diarrea con 3 lechones (Figura 20). La mortalidad de lechones reportados por Torres y

Urtado (2007) fue del 0.6% del total de lechones muertos. Por otra parte, Pérez (2010), menciona que las diarreas constituyen un problema importante y casi inevitable en toda explotación; en donde los lechones son susceptibles del primero al cuarto día de vida, a las tres semanas y al momento del destete.

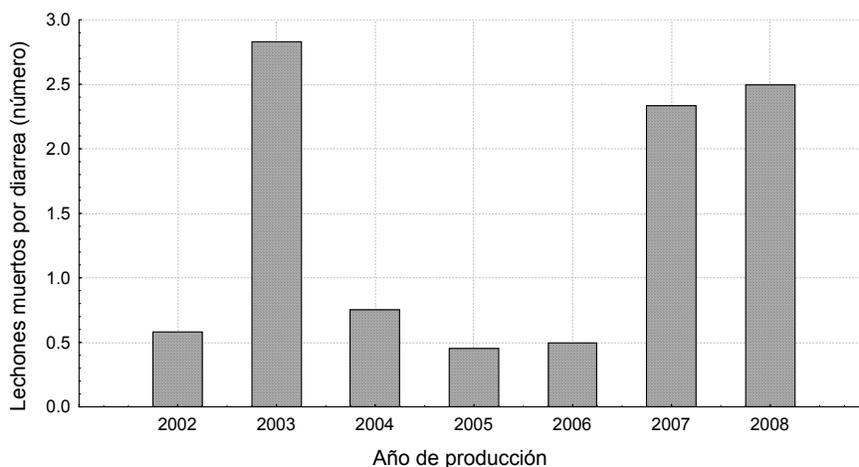


Figura 20. Promedio mensual de lechones muertos por diarrea por año en la granja Zacatepec, Puebla.

### 6.3.3. Muerte por inanición

La tercera causa de mortalidad de lechones fue por inanición durante la lactancia, donde la mayor cantidad de lechones muertos por hambre se presentó en el 2008 con un total de 26.5 lechones. En 2005 en el número de muertes fue menor (7.54) (Figura 21). Los factores que se relacionan con lechones muertos por inanición fueron para el efecto año y mes ( $p < 0.01$ ), y la covariable lechones por camada no tuvo diferencia significativa (Cuadro 20). Por otra parte, Torres y Urtado (2007) relacionan la mortalidad de los lechones con el peso al destete (3.5%), ya que al no poder competir por el pezón con los demás lechones de mayor peso, estos tienen una alimentación insuficiente y baja inmunidad por el escaso consumo de calostro.

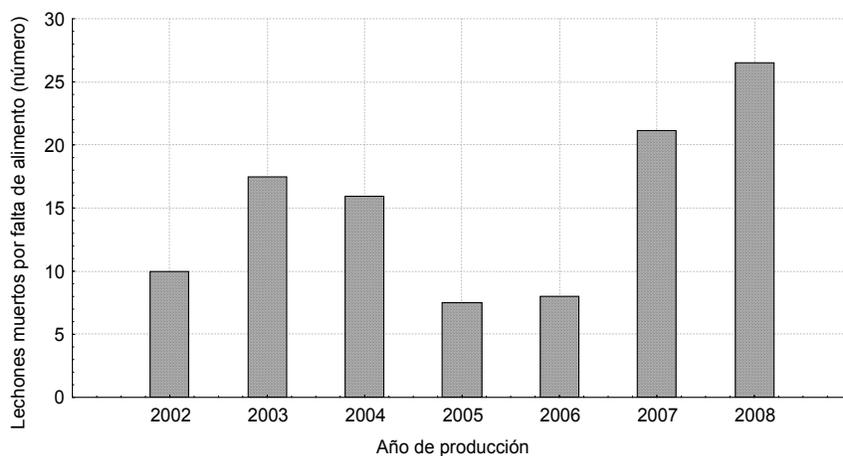


Figura 21. Lechones muertos por inanición por año, en la granja Zacatepec, Puebla.

La mortalidad de lechones por una diversidad de causas fue de  $8.97 \pm 7.39$ . Los factores que se relacionan fueron el efecto año ( $p < 0.001$ ) y mes y la covariable lechones muertos por camada no tuvo una diferencia significativa en el promedio de lechones muertos por otras causas (Cuadro 20).

Los lechones eliminados de las camadas tuvo un promedio de  $17.64 \pm 16.16$ . La relación de los factores para lechones sacrificados fueron el efecto año ( $p < 0.01$ ) y mes, la covariable lechones muertos por camada no tuvo una diferencia significativa (Cuadro 20).

El promedio mensual de lechones con problemas de neumonía fue de  $3.50 \pm 3.53$ . Los factores que se relacionan con neumonía fueron para el efecto año ( $p < 0.01$ ) y el efecto mes ( $p < 0.01$ ), la covariable lechones muertos por camada no tuvo significancia (Cuadro 20).

Los lechones promedio mensual muertos por traumatismo fue de 6. Los factores relacionados fueron el efecto año ( $p < 0.01$ ) y mes. Finalmente, el promedio de lechones herniados fue de  $1003 \pm 1416.33$ . La relación de los factores para la variable lechones herniados fueron el efecto año y mes (Cuadro 20).

## VII. CONCLUSIONES

Con el análisis de la información del trabajo se establecen las conclusiones enunciadas a continuación:

Con relación al primer objetivo específico que planteó “Determinar las características productivas y reproductivas del pie de cría en el periodo 2002-2008 de la granja Zacatepec, Puebla”, las conclusiones se enuncian en función a la siguiente hipótesis planteada: “Los parámetros productivos y reproductivos del pie de cría se relaciona con el tipo genético, el número de cerdas en manejo, el número de partos y la procedencia”.

En este sentido, los resultados permiten concluir que:

- Las líneas comerciales en la granja tienen diferente proporción y longevidad en los años de estudio, lo cual se relaciona con la preferencia por el tipo genético Camborough en las diferentes etapas del desarrollo de la granja y esto se relaciona con los niveles productivos y reproductivos registrados.
- El aumento del número de cerdas en la granja tuvo relación directa con el tamaño de la camada y la tasa de mortalidad de lechones, que son variables relacionadas con la eficiencia productiva y reproductiva.
- La granja ha desarrollado un línea propia, aunque esta tiene una larga vida productiva su proporción en la piara es muy baja, lo que indica la existencia de una alta proporción de cerdas de líneas comerciales de origen externo.

Con las conclusiones anteriores, la primera hipótesis no se rechaza, al ser los factores genéticos, el tamaño de la piara, el número de partos y el origen del material genético lo que está determinando la eficiencia productiva y reproductiva de la granja.

Para el segundo objetivo específico “Caracterizar la eficiencia productiva en la producción de lechones en la granja Zacatepec, Puebla”. La hipótesis planteada fue “La productividad de lechones depende del tamaño de camada, la mortalidad y el número de cerdas en manejo”, las conclusiones establecidas son:

- El número de camadas paridas en el sistema intensivo son afectadas principalmente por el año de producción y mes del año, lo que indica un efecto del manejo general de la granja y del ambiente.
- El número de lechones nacidos vivos está relacionado con el año de producción y el número de lechones por camada, donde, a mayor número de lechones por camada se tiene una mayor mortalidad.

La hipótesis planteada no se rechaza, la eficiencia en la producción de lechones, está directamente relacionada con las camadas paridas, el tamaño de camada, el manejo general de la granja y el tamaño de la piara.

## VIII. LITERATURA CITADA

- Aarnink, A.J.A., Verstegen, M.W.A. 2007. Nutrition, key factor to reduce environmental load from pig production. *Livestock Science*; 109: 194-203.
- Aherne, F.X., Kirwood, R.N. 1985. Nutrition and sow prolificacy. *Journal Reproduction Fertility*; 33: 169-183.
- Arango, J., Misztal, I., Tsuruta, S., Culbertson, M., Holl J.W., Herring, W. 2006. Genetic study of individual preweaning mortality and birth weight in large white piglets suin threshold-linear models. *Livestock Science*, 101: 208-218.
- Arey, S.D., Sancha, S.E. 1996. Behavior and productivity of sows and piglets in a family system and in farrowing crates. *Applied Animal Behavior Science*, 50: 135-145.
- Aumaitre, A.J., Legaul, C., Dagorn, J. Le Denman, M. 1976. Influence of farm management an breed type on sow conception-weaning interval and productivity in France. *Livestock Production Science.*, 3: 75-83.
- Azzarini, A., Goyetche, L., Ruiz, M.I., Mello, N. 1986. Producción y comercialización porcina en Uruguay. IPRU. Montevideo, Uruguay.
- Barry, N. M., Dewey, C. E., de Grau A. F. 2002. Neonatal- piglet weight variation and its relation to pre-weaning mortality and weight gain on commercial farms. *Preventive Veterinary Medicine*, 56: 119-127.
- Basso, C.P., Vieites, C.M., Dupont, J. 1995. Transformation of an extensive traditional pig farm in Argentina into a pastoral system of intensive breeding. *Pig News and Information*, 16:127 129.
- Berger, F. 1996. Historique, developpement e resultats techniques de l elevage destruiés plein air en France. En: 1 Simposio sobre sistemas suinos criados ao ar livre siscal. Concordia. Brasil. 1-13.

- Berger, F., Dagorn, J., Le Denmant, M., Quillien, J.P., Vaudelet, J.C. Signoret, J.P. 1997. Perinatal losses in outdoor pig breeding. A survey of factors influencing piglet mortality. *Annales de Zootechnie*, 46:321-329.
- Bilkei, G., Biro, O., Bolesker, A., Clavadescher, E., Orban P., Waller C. 1995. Practique related management strategies, on post-weaning *Escherichia E. coli* problems in the intensive pig production. Proceedings of the 8th Simposium of International Society for Animal Hygiene Hung Veterinary Journal; 10: 776-777.
- Bouma, A., Smit A.J., Kluijver E.P., Terpstra C., Moormann R.J.M. 1999. Efficacy and stability of subunit vaccine based on glycoprotein E2 of classical swine fever virus. *Veterinary Microbiology*, 66: 101-114.
- Brown, J. M. E., Edwards, S. A., Smith, W. J., Thompson, E., Duncan, J. 1996. Welfare and production implications of teeth clipping and iron injection of piglets in outdoor systems in Scotland. *Preventive Veterinary Medicine*, 27: 95-105.
- Buxade, C.C. 1996. *Porcicultura intensiva y extensiva*. Mundi prensa. 6. 382 p.
- Caminotti, S.S., Brunori, N.J. 1995. Producción intensiva de porcinos sobre pastura. H.I. n° 288. *Meprocer*, 21:2.
- Clermont, R., Désilets, A. 1982. Espects épizootiologiques des affections respiratoires porcines qui sévirent au Québec de septembre 1980 á fevrier 1981. *Can. Veterinary Journal*, 23:179-182.
- Corona, I. J. 2006. "El Estado del Arte y la Ciencia en Producción de Cerdos en el Mundo", Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Conferencia, enero 25.
- Dale, S. A., Sancha, E. S. 1996. Behaviour and productivity of sows and piglets in a family system and in farrowing crates. *Applied Animal Behaviour Science*, 50: 135-145.
- Danielsen, V., Hansen, L.L., Moller, F., Bejrholm, C., Nielsen, S. 2000. Production results and sensory meat quality of pigs fed different amouns of concentrate and Clover grass silaje. In Hermansen, J.E. Lund, V., Thuen, E. (Eds.), *Ecological Animals Husbandry in the Nordic Coutries*. Proceeding from NJF-seminar no. 303 (pp79-86), Horsens, Denmark. 16-17 Semtember 1999.

- De Jong, I.C., Ekkeel, E.D., Van de Burwal, J.A., Lambbijn, E., Korte, S.M. Ruis, M.A.W., Koolhaas, J.M., Blokhuis, H.J. 1998. Effects of straw bedding on physiological responses to stressors and behavior in growing pigs. *Physiol. Behav*, 64:303-310.
- Dial, G. Y. 1996. Reproductive Failure. Understanding the reason that sows are culled for infertility. *Int. Pigletter* (J. Deen Ed), 16: 15-16.
- Dijk, A.J. van; Loon, J.P.A.M. van; Taverne, M.A.M.; Jonker, F.H. 2008. Umbilical cord clamping in term piglets: A useful model to study perinatal asphyxia?. *Theriogenology*, 70: 662-674.
- Dividich, J.L., Herpin, P. 1994. Effects of climatic conditions on the performance, metabolism and health status of weaned piglets: a review. *J. Livestock Production Science*, 38:79-90.
- Escamilla, A.L. 1986. El cerdo su cría y explotación. 1ª. Edición. CECOSA. México.
- Fraser, D. 1990. Behavioural perspectives on piglet survival. *J. Reprod. Fert.*, 40 (Suppl.): 355-370.
- Fuentes, C. M., Pérez, G. L., Suárez, H. Y., Soca, P. M. 2006. Características reproductivas de la cerda. Influencia de algunos factores ambientales y nutricionales. *Revedet, Revista electrónica de Veterinaria*, 1: 1-36.
- González, CH. A., Cabrera, J.I. 1951. Los cruzamientos en la crianza de cerdos en Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico, Estación Experimental Agrícola.
- Grandin, T. 2000. Effect of animal welfare audits of slaughter plants by a major fast food company on cattle handling and stunning practices. *Journal of American Veterinary Association*, 216:848-851.
- Gu, X., Li D. 2003. Fat nutrition and metabolism in piglets: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 109: 151-170.
- Hafes, E.S.E., Hafes, B. 2000. Reproducción e inseminación artificial en animales. Mc Graw Hill, interamericana editores, 7ª edición, 1-519.
- Haley, C.S., Avalos, E., Smith, C. 1988. Selection for litter size in the pig. *Animal Breeding Abstracts*, 56:317-332.

- Hansen, L.L., Magnussen, C.C., Jensen, S.K., Andersen, H.J. 2006. Effect of organic pig production systems on performance and meat quality. *Meat Science*, 74:605-615.
- Hemsworth, P.H. 2003. Human-animal interactions in livestock production. *Applied Animal Behavior Science*, 81: 185-198.
- Honeyman, M.S. 2005. Extensive bedded indoor and outdoor pig production systems in USA: current trends and effects on animal care and product quality. *Livestock Production Science*, 94:15-24.
- Hotzel, M.J., Phinheiro, M.L.C., Machado, W.F., Dalla, C.O.A. 2004. Behaviour of sows and piglets reared in intensive outdoor indoor systems. *Applied Animal Behavior Science*, 86:27-39.
- Johnson, R.K., Nielsen, M.K., Casey, D.S. 1999. Responses in ovulation rate, embrional survival, and litter traits to 14 generations of selection to increase litter size. *Journal Animal Science*, 77:541-557.
- Knapp, P., Willam, A., Solkner, J. 1997. Genetic parameters for lean meat content and meat quality traits in different pig breeds. *Livestock Production Science*, 52: 69-73.
- Knol, E.F., Leenhouders, J.I., Lender, T. V. 2002. Genetic aspects of piglet survival. *Livestock Production Science*, 78:47-55.
- Le Demmat, M., Dagorn, J., Aumaitre, A., Vaudelet J.C. 1995. Outdoor pig breeding in France. *Pig New and Information*, 16:13-16.
- Le Devidich, J., Herping, P., Rousseau, P. 1996. How extreme environmental temperatures and nutrition affect the survival and the growth rate of piglets. In: *Teagasc Pig Conf.* pp.1-12.
- Lewis, E., Boyle, L.A., Doherty, J.V., Lynch, P.B., Brophy, P. 2006. The effect of providing shredded paper or ropes to piglets in farrowing crates on their behavior and health of their dams. *J. Applied Animal Behaviour Science*; 96:1-17.
- Liu, F., Jiang, Y., Shen T. 2001. Development of lipase in nursing piglets. *Proc. Natl.sci. coun. Roc*, 25:12-16.

- Lopez, S.M., Reinsch, N., Looft H., Kalm, E. 2000. Genetic correlations of growth, back fat thickness and exterior with stayability in large white and landrace sows. *Livestock Production Science*, 64:121-131.
- Losinger, C.W., Bush, J.E., Smith, A.M., Corso, A.B. 1998. An analysis of mortality in the grower / finisher phase of swine production in the United States. *Preventive Veterinary Medicine*, 33:121-145
- Mahan, D.C. 1991. Efficacy of initial postweaning diet and supplemental coconut oil or soybean oil for weanling swine. *Journal of Animal Science*, 1397-1402.
- Marchant, J.N., Rudd, A.R., Mendl, M.T., Broom, D.M., Meredith, M.J., Corning, S., Simmins, P.H. 2000. Timing and causes of piglet mortality in alternative and conventional farrowing systems. *Veterinary Record*. 147, 209-214.
- Martinat-Botté, F., Badouard, B., Dagorn, J. 1984. Intervalle tarissement-1er oestrus: Bilan 1975-1982. Influence de quelques paramètres J. Rech.Porc. Fr., 16:153-160.
- Martínez, G. R. G. 1998. Principales factores que afectan la producción en el cerdo. *Ciencia Veterinaria*; 8: 191-217.
- Martínez, G., Salmerón, S. R., López, A. F., Manuel. 2006. Heredabilidad estimada y comparación de genotipos puros en porcinos de las razas Duroc, Landrace y yorkshire y en cruces recíprocos de las razas Landrace y yorkshire, para grasa dorsal y peso a 154 días. *Revista Científica*, 142-148.
- Merck. 1993. *El Manual de Merck de Veterinaria 4ta Edición en Español*. España. Ed. Océano/Centrum.
- Meunier S. M.C., Edwards S.A., Robert S. 2001. Effect of dietary fibre on the behavior and health of the restricted fed sow. *Animal Feed Science and Technology*, 90:53-69.
- Mota, D., Alonso, S. M. L., Ramírez, N. R., Cisneros, P. M. A., Albores, T. V., Trujillo, O. M. E. 2004. Efecto de la pérdida de la grasa dorsal y peso corporal sobre el rendimiento reproductivo de cerdas primíparas lactantes alimentadas con tres diferentes tipos de dietas. *Revista Científica*; 1.
- Muirhead, M. 2001. *Manejo sanitario y tratamiento de las enfermedades del cerdo*. Inter-medica. Argentina. 165 p.

- Nagy, J., Bilkei, G. 2003. Neonatal piglet losses associated with *Escherichia coli* and *Clostridium difficile* infection in a Slovakian outdoor production unit. *The Veterinary Journal*, 166:98-100.
- Notter, D.R. 1999. The importance of genetic diversity in livestock populations of future. *Journal Animal Science*, 77:61-69.
- Ortega, C. M. E., Gómez, D. A. A. 2006. Aplicación del conocimiento de la conducta animal en la producción. *Interciencia*, 012: 844-848.
- Pérez, F. A. 2010. Prácticas de manejo del lechón en maternidad: estrategias para mejorar su sobrevivencia y aumentar la productividad. *REDVET, Revista electrónica de Veterinaria*, 1: 1-21.
- Pinto. C. J., Santiago, U. V. 2003. Biosecurity practices on intensive pig productions systems in Chile. *Preventive Veterinary Medicine*, 59: 139-145
- Rodarte, C. L. F., Trujillo, O. M. E., Doperto, D. J. M., Galindo, M. F. A. 2005. Efecto de la manipulación ambiental sobre el comportamiento social, reactividad al humano y producción de lechones destetados a los 14 días de edad. *Veterinaria México*, 004: 375-380.
- Roehe, R. 1999. Genetic determination of individual birth weight and its association with sow productivity traits using bayesian analyses. *Journal Animal Science*, 77: 330-343.
- Roehe, R., Kalm, E. 2000. Estimation of genetic and environmental risk factors associated with pre-weaning mortality in piglets using generalized linear mixed models. *Animal Science*, 70:227-240.
- Sacarello, M. 1999. Comparación de las razas Yorckshire, Landrace, Duroc, y los cruces entre ellas para características de crecimiento y composición de la canal. Tesis M.S. Universidad de Puerto Rico. Recinto Universitario de Mayagüez.
- SAGARPA. 2009. Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación. Coordinación General de Ganadería, <http://www.sagarpa.gob.mx/ganadería>. Consultado octubre 2009.
- Sansoucy, R. 1993. The FAO programme for better utilization of local feed resources developing countries. In: *Proceedings VII World Conference on Animal*

- Production. Vol 1. The World Association for Animal Production. Edmonton, Canada. 77
- SAS Institute Inc. 2003. The Analyst Application. Second Edition. SAS Institute Inc. North Carolina, USA. 496 p.
- Segura, C. J.C., Alzina, L. A., Solorio, R. J. L. 2007. Evaluación de tres modelos y factores de riesgo asociados a la mortalidad de lechones al nacimiento en el trópico de México. *Técnica Pecuaria en México*, 002: 227-236.
- Serenius, T., Sevon-Aimonen, M. L., Kause, A., Mantysaari, E.A., Maki-Tanila, A. 2003. Selection potential of different prolificacy traits in the Finnish Landrace and Large White populations. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A*. 54: 36-43.
- Shelton, D.P., Brumm, M.C. 1984. Response of nursery pigs to reduced nocturnal temperatures. *Asae paper n° 84-4021*. Asae St-Joseph, MI.
- Shimada, M.A. 2003. *Nutrición animal*. Trillas. Primera edición, 1-388. México, D.F.
- Smith, E., Lean, M. 1985. *La cerda*. Ed. Manual moderno. España.
- Songer, J. G., Post, K. W., Larson, D. J., Jost, B. H., Glock, R. D. 2000. Infection of neonatal, swine with *Clostridium difficile*. *Swin Health Production*, 8: 185-189.
- Spotter, A., Distl, O. 2006. Genetic approaches to the improvement of fertility traits in the pig. *The Veterinary Journal*, 172: 234-247.
- Steiwbach J. 1978. Comportamiento reproductivo de las cerdas de gran rendimiento en las condiciones tropicales. *Rev. Mundial de Zootecnia*, 19: 43-47.
- Stookey, J.M., Gonyou, H.W. 1998. Recognition in swine: recognition though familiarity or genetic relatedness? *Applied Animal Science*, 55:291-305.
- Tarrés, J., Tibau, J., Piedrafita, J., Fábrega, E., Reixach, J. 2006. Factors affecting longevity in maternal Duroc swine lines. *Livestock Science*, 100:121-131.
- Tess, M.W., Bennett, G.L., Dickerson, G.E. 1983. Simulation of genetic changes in life cycle efficiency of pork production I.A. bioeconomic model. *Journal of Animal Science*; 56: 336-353.
- Thornton, K. 1990. *Outdoor pig production*. Farming Press, Ipswich, United Kindom.
- Tirados, F. S.P. 2001. La mejora genética animal en la segunda mitad del siglo XX. *Archivos de Zootecnia*, 192: 517-546.

- Torres, N. D.M., Hurtado, N. V.L. 2007. Análisis de parámetros de desempeño zootécnico en la fase de cría en una granja porcícola comercial del Departamento del Meta. Orinoquia, 002:59-65.
- Van Arendonk J.A.M., Van Rosmeulen C., Janss L.L.G., Knol E.F. 1996. Estimation of direct and maternal genetic (co-)variances for survival within litter of piglets. Livestock Production Science, 46:163-171.
- Vieitis, C.M., Dupont, J., Basso, L.R., Basso, C.P. 1994. The pastoral system of intensive breeding in Argentina. Pig News and Information. 15: 95-97.
- Webb, A.J. 1998. Objectives and strategies in pig improvement: An applied perspective. Journal of Dairy Science, 81, 36-46.
- Weber R., Keil M.N., Fehr M., Horat R. 2009. Factors affecting piglet mortality in loose farrowing systems on commercial farms. Livestock Science, 124:216-222.
- Yang, H., Eastham, P.R. Philips, P. Whitmore, C.T. 1988. Reproductive performance, body condition of breeding sows with differing body fatness at parturition, differing nutrition during lactation, and differing litter size. Animal Production, 48: 181-201.