

MANUAL DE PORCICULTURA



21478

UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
DE MEDELLÍN
FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS
DE PRODUCCIÓN ANIMAL

LUZ STELLA BELTRÁN SALAZAR
Profesora Asociada Departamento de Producción Animal

LUZ STELLA BELTRÁN SALAZAR

MANUAL DE PORCICULTURA

21478

44667

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

20 FEB. 2006

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN**

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Manual de Porcicultura

LUZ ESTELLA BELTRÁN SALAZAR

Profesora Asociada Departamento de Producción Animal

Febrero de 2005

636.4

B35

Beltrán Salazar, Luz Estella

Manual de Porcicultura / Luz Estella Salazar

Beltrán. -- Medellín : Universidad Nacional de Colombia, 2002

164 p. :iL.

1. Porcicultura. 2. Construcciones porcinas.
3. Explotaciones porcícolas. 4. Nutrición animal.
5. Reproducción de cerdos. I. Universidad Nacional de Colombia (Medellín). Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Producción Animal.

I. C. A. - BAC	
No. Acceso	
Compra	<input checked="" type="checkbox"/>
Conje	<input type="checkbox"/>
Donación	<input type="checkbox"/>
Procedencia	UNIBIBLOS
Fecha.	20 FEB. 2006
Costo	16000

© Beltrán Salazar Luz Estella

© Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín

Diagramación: María Piedad León C.

Diseño Carátula: María Piedad León C.

Impresión y Encuadernación: Centro de Publicaciones Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín

Primera edición: 400 ejemplares. Abril de 2002

Reimpresión: 100 ejemplares. Febrero de 2005

Tabla de Contenido

Aspectos generales de la Porcicultura a nivel mundial	11
---	----

CAPÍTULO 1

Factores que influyen en el ambiente térmico en cerdos	13
Zona de neutralidad termica	13
Respuestas termorreguladoras	14
Producción de calor	15
Pérdida de calor	16
Tamaño del cerdo	16
Tamaño del grupo	16
Tipo de piso	17
Velocidad del aire	17
Efecto radiante	18
Temperatura crítica superior	18
Efectos de temperaturas altas y bajas sobre parámetros productivos	20

CAPÍTULO 2

Construcciones	25
Ubicación	25
Orientación de las instalaciones	26
Comportamiento social de los animales	26
Areas de servicio común	27
Canales de desagüe	27
Andenes y pasillos	28
Columnas	28
Techos	28
Paredes y divisiones	29
Bodegas para alimento	29
Tanques de almacenamiento de agua de bebida	30
Almacenamiento de aguas residuales	30
Cerdas gestantes	31

Cerdas de servicio	32
Verracos	32
Lechones de postdestete o de precebo	32
Levante y ceba	33
Cerdas lactantes	33
Construcciones y equipos para las diferentes etapas	33
Casillas individuales de gestación	33
Diseño del piso para la nave de gestación en casillas	36
Nave de partos	37
Instalaciones para posdestete o precebo	41
Puertas y ventanas	42
Comederos	45
Pisos	50
Bebederos	51
Sombríos para sistemas al aire libre	53
Filtro de arena para agua de bebida	55
Separador de sólidos para efluentes	57
Separación de sólidos con base en la gravedad	57
Separadores de criba inclinada estacionaria	59
Producción de cerdos al aire libre	59

CAPÍTULO 3

Programación de grupos en la explotación porcícola	63
Programación de la explotación de cría	63
Elementos necesarios para la programación	64
Ciclo reproductivo	64
Ritmo de producción	65
Número de grupos de cerdas	66
Número de cerdas por grupo	66
Cálculo de espacios y de módulos	66
Número de módulos	67
Número de espacios por módulo	67
Total de espacios requeridos	67
Cálculo del número de parideras	67
Cálculo de espacios para cerdas de servicio	68
Cálculo de espacios para gestación	68
Cálculo de espacios para verracos	69
Cálculo de espacios para cerdas de reemplazo	69
Cálculo de espacios para lechones de precebo	69
Cálculo de espacios para ceba	70
Programación de explotaciones de ceba	70
Proyección de la programación	71

Control periódico de la programación	72
Cómo iniciar el sistema de manejo por grupos	73

CAPÍTULO 4

Reproducción	75
Aspectos implicados en el número de lechones destetados por cerda por año	76
Número de partos por cerda por año	76
Intervalo destete servicio efectivo	76
Número de lechones destetados por camada	76
La raza	77
El número y la oportunidad del servicio	77
Efecto del verraco sobre tamaño de camada al nacimiento	78
Edad de la cerda al primer servicio	79
Alimentación	79
Atención al parto	80
Mortalidad predestete	81
La fecundación	81
La gestación	82
El parto	83
La cerda de reemplazo	86
El estro y su detección	88
Momento del apareamiento	88
Factores que afectan la duración del período de servicio	90
El verraco	91
Características del eyaculado	92
Factores que afectan la producción espermática	92
Anormalidades del verraco	93
Composición de la piara	94
Metas para los parámetros reproductivos	95
Enfermedades que afectan la reproducción	95
Infecciones del grupo I	96
Infecciones del grupo II	97
Crecimiento y lactancia	99
Crecimiento embrionario	99

CAPÍTULO 5

Causas de mortalidad en cigotos y embriones	100
El lechón al nacimiento	101
El calostro	103
La lactancia	103

La alimentación de los lechones	105
El destete	107
Síndrome de diarrea postdestete	108
El cerdo desde el destete hasta el inicio de la ceba	110
La ceba	113
El sacrificio	114

CAPÍTULO 6

Tipo y conformación del cerdo	115
Para sacrificio	115
El cerdo tipo magro	115
Aumento de peso o crecimiento	117
Cambios de conformación o desarrollo	120
Factores que afectan el crecimiento del tejido magro	121

CAPÍTULO 7

Nutrición	125
Necesidades energéticas para mantenimiento	125
Necesidades de mantenimiento dentro de las condiciones de termoneutralidad	125
Necesidades energéticas para producción	127
Crecimiento	127
Ingestión voluntaria	128
Función del consumo de energía	129
Influencia de la concentración energética de la dieta	130
Alimentación nitrogenada	131
Requerimientos de proteína en relación al sexo y al genotipo	133
Alimentación de la cerda reproductora	135
Cerdas de reemplazo	135
Necesidades energéticas de la cerda gestante	136
Necesidades energéticas para la cerda lactante	138
Cálculo de las necesidades energéticas de la cerda lactante	139
Aportes proteicos durante la lactancia	140
La condición corporal de la cerda de cría	141
Alimentación de la cerda con base en la calificación de la condición corporal	143
Alimentación del verraco	144

CAPÍTULO 8

Mejoramiento genético del cerdo	145
Margen bruto de la ceba	147
Características del cerdo	148
Selección por prolificidad	149
Las líneas hiperprolíficas	150
Efecto de las translocaciones recíprocas sobre la reproducción	151
Sistemas de cruzamientos	151
Correlaciones entre variables	152
Principales genes que afectan la calidad de la carne de cerdo	154
Problemas relacionados con cerdos muy magros	156
Eestructura poblacional para la mejora genética	157

BIBLIOGRAFIA Y LECTURAS RECOMENDADAS

161

Lista de Tablas

Tabla 1.	Influencia del nivel de alimentación sobre las temperaturas críticas	15
Tabla 2.	Influencia del tamaño del grupo sobre la temperatura crítica inferior.	16
Tabla 3.	Influencia del tipo de piso sobre la TCI en cerdos de diferentes edades.	17
Tabla 4.	Posibles rangos de temperatura crítica inferior para grupos de cerdos de 50 kg de peso.	19
Tabla 5.	Influencia del tipo de piso sobre la TCS en cerdos de diferentes pesos.	19
Tabla 6.	Variaciones en la zona termoneutral en cerdos de 5 a 30 kg de peso, en grupos de 10, con piso en malla metálica y con ración de mantenimiento.	21
Tabla 7.	Efecto de la temperatura ambiente sobre parámetros productivos en cerdos de 30 a 95 kg de peso.	22
Tabla 8.	Cantidades de agua de bebida por día según la edad	30
Tabla 9.	Duración del ciclo reproductivo según diferentes duraciones de lactancias.	65
Tabla 10.	Número de grupos según el ritmo de producción	66
Tabla 11.	Proyección de una explotación de 28 cerdas con ritmo de producción de 21 días.	72
Tabla 12.	Control de la programación y evaluación reproductiva periódica de una explotación de 28 cerdas con ritmo de producción de 21 días.	73
Tabla 13.	Formación de grupos a partir de la fecha de servicio de las cerdas presentes en la granja.	74
Tabla 14.	Porcentaje de cerdas en celo que muestran la reacción de inmovilización como respuesta a diversos estímulos del verraco.	89
Tabla 15.	Efecto del número de parto de la cerda sobre la duración del período de servicio.	90
Tabla 16.	Efecto de la duración de la lactancia sobre la duración del período de servicio.	91
Tabla 17.	Composición de la pira de reproducción.	95

Tabla 18.	Metas propuestas para algunos parámetros reproductivos sistemas de producción intensivos.	96
Tabla 19.	Efecto de un brote de parvovirus sobre los días no productivos en una explotación de cría.	98
Tabla 20.	Efecto del peso al nacimiento sobre el desarrollo corporal	103
Tabla 21.	Concentración de inmunoglobulinas en calostro y leche de cerda	103
Tabla 22.	Composición de la leche de cerda.	104
Tabla 23.	Evolución de la mucosa intestinal en el lechón.	106
Tabla 24.	Capacidad tampón de algunas materias primas utilizadas en concentrados.	109
Tabla 25.	Relación entre peso corporal , proteína y grasa corporal en cerdos de distintas edades	119
Tabla 26.	Necesidades energéticas de mantenimiento para cerdos de diferentes edades.	126
Tabla 27.	Contenido Energético de la ganancia de peso para cerdos en crecimiento y en ceba.	127
Tabla 28.	Costo energético comparado de la formación de músculo y de depósitos de grasa en el cerdo en crecimiento.	128
Tabla 29.	Efecto de la deposición de músculo y de la deposición de grasa sobre la ganancia de peso en el cerdo magro de crecimiento rápido.	128
Tabla 30.	Efecto del consumo diario de energía digestible en machos enteros de 20 a 45 kg de peso.	129
Tabla 31.	Efecto de la concentración de ED en la dieta sobre el consumo voluntario de alimento y el rendimiento de machos enteros en crecimiento entre los 22 y 50 kg de peso.	131
Tabla 32.	Ejemplo de cálculo de necesidades de energía y de lisina para cerdos en crecimiento según el potencial de depósito de tejidos magros.	134
Tabla 33.	Aportes recomendados de lisina en relación a la energía.	135
Tabla 34.	Influencia de los aportes de energía sobre el crecimiento de la camada, la producción de leche y el balance energético de la cerda lactante	138
Tabla 35.	Influencia del peso vivo sobre el nivel de producción lechera y sobre las necesidades energéticas de la cerda lactante.	140
Tabla 36.	Guía para los incrementos o disminución en la cantidad diaria ofrecida a las cerdas gestantes dependiendo de su calificación individual en condición corporal.	143
Tabla 37.	Valores medios para la heredabilidad de las principales	148
Tabla 38.	Estrategias de selección aplicables a características productivas y reproductivas.	149

Tabla 39.	Diferentes tipos de cruzamientos utilizados en cerdos y sus principales características.	152
Tabla 40.	Fracción de la heterosis individual y de la heterosis maternal explotada dentro de algunos planes de cruzamientos.	153
Tabla 41.	Correlaciones fenotípicas (encima de la diagonal) y genéticas (debajo) entre características productivas del cerdo.	154
Tabla 42.	Incidencia de reactores positivos a la anestesia por gas halotano en diferentes líneas porcinas.	156

Lista de Gráficas

Gráfica 1.	Ejemplo de una zona de neutralidad térmica.	13
Gráfica 2.	Complejo frío - inanición - aplastamiento en lechones sometidos a temperaturas por debajo de la TCI.	21
Gráfica 3.	Mortalidad ovular y embrionaria.	84
Gráfica 4.	Mortalidad fetal	84
Gráfica 5.	Tiempo óptimo de cubrición y etapas del estro	89
Gráfica 6.	Desarrollo de las enzimas digestivas en el lechón.	105
Gráfica 7.	Velocidad de crecimiento postdestete de cerdos destetados a las tres semanas de edad con tres tipos de dietas.	112
Gráfica 8.	Diferentes tipos de cerdo para sacrificio.	116
Gráfica 9.	Curvas de crecimiento	117
Gráfica 10.	Tendencia en el depósito diario de carne magra desde el nacimiento hasta la madurez.	121
Gráfica 11.	Guía para la calificación de la condición corporal de la cerda.	142
Gráfica 12.	Cambio de peso vivo en la cerda según el número de parto.	142
Gráfica 13.	Cruzamientos y heterosis en los diferentes niveles de un sistema piramidal.	158

Lista de Figuras

Figura 1.	Vista general de una casilla individual de gestación para cerdas.	34
Figura 2.	Vista superior y vista lateral de una casilla individual de gestación	34
Figura 3.	Vista frontal y vista posterior de una casilla individual de gestación	35
Figura 4.	Corte transversal del piso para naves con casillas individuales de gestación, con cañuela externa.	36
Figura 5.	Corte transversal del piso para naves con casillas individuales de gestación, con área sucia enrejillada.	36
Figura 6.	Vista panorámica de una jaula paridera	37
Figura 7.	Vista superior de la jaula paridera	38
Figura 7a.	Vista lateral de la jaula paridera	38
Figura 8.	Vista frontal y vista posterior de una jaula paridera	39
Figura 9.	Corte transversal del piso de la nave de parideras con piso en cemento continuo.	39
Figura 10.	Corte transversal del piso de la nave de parideras con el área sucia enrejillada.	40
Figura 11.	Corte transversal del piso de la nave de parideras con piso completamente enrejillado.	40
Figura 12.	Vista panorámica de la jaula de precebo metálica para 12 lechones.	41
Figura 13.	Corte transversal del piso de naves de precebo cuando se utilizan corrales con área sucia enrejillada.	42
Figura 14.	Corte transversal del piso para naves de precebo donde se utilizan jaulas metálicas con piso enrejillado.	42
Figura 15.	Detalle de bisagras para puertas, con anclaje al muro o al piso.	43
Figura 16.	Diseño de puerta en forma de guillotina para corrales, con armazón en hierro, forrada en madera y rieles sobre los cuales se desliza	44
Figura 17.	Modelo de ventana para naves de parideras, con abertura hacia abajo y graduables.	44
Figura 18.	Corte transversal de un comedero de canoa para ceba o para reproductores	46
Figura 19.	Vista general de un comedero doble para lechones lactantes con servicio para dos parideras contiguas.	47
Figura 20.	Corte transversal de comedero de canoa con tolva, guía metálica y separador para la canoa.	48
Figura 21.	Comedero tubular español para cerdos de levante y ceba.	48
Figura 22.	Comedero de tolva para cerda lactante.	49
Figura 23.	Dispensador de forrajes y de heno para cerdas gestantes.	49

Figura 24.	Diferentes tipos de piso enrejillado y en listones de concreto.	52
Figura 25.	Sistema de instalación de bebedero de chupón sujeto a un poste móvil con abasto de manguera, para sistemas al aire libre.	53
Figura 26.	Diseño de sombrío móvil para explotaciones de cerdos al aire libre.	54
Figura 27.	Diseño de paridera o sombrío para la cerda lactante y su camada en sistemas al aire libre.	54
Figura 28.	Detalles y especificaciones del corte longitudinal de un filtro de arena por gravedad.	56
Figura 29.	Diseño de la planta y el corte longitudinal de un tanque separador de sólidos por gravedad.	58
Figura 30.	Vista general de un separador de criba inclinada estacionaria.	59

ASPECTOS GENERALES DE LA PORCICULTURA A NIVEL MUNDIAL

Cada año se come más cerdo que ninguna otra carne del mundo. La población del mundo está creciendo, e igual ocurre con la industria porcina. La industria porcina está cambiando rápidamente. Las nuevas tecnologías, las cambiantes políticas gubernamentales, y los innovadores sistemas de producción, son las tres principales fuerzas determinantes.

Plain, R.L. (1998) identifica +10 tendencias a largo plazo que están modelando la industria porcina a nivel mundial:

- 1. Incremento de la producción porcina.** La población del mundo está creciendo, lo cual conduce en forma natural a una mayor demanda de la carne de cerdo. En la última década el consumo promedio mundial aumentó medio kilo.
- 2. Producción magra.** Los cerdos son mucho más magros que antes. El descenso en la demanda de grasa y la creciente demanda de carne magra han conducido a un gran cambio en la genética porcina. Los cerdos también son de mayor tamaño.
- 3. Tendencias estacionales.** La variación estacional en el desempeño reproductivo y en las tasas de ganancia continúa a pesar de la tendencia a manejar ambientes controlados. En zonas templadas el mayor número de partos se presenta en mayo y el pico de venta de cerdo para sacrificio se presenta en noviembre.

4. **Mejor desempeño reproductivo.** El número de lechones por camada, las camadas por hembra y por año y el sacrificio anual por hembra está mejorando en forma sostenida.
5. **Menos granjas porcinas, pero de mayor tamaño.** En todo el mundo, la producción porcina está pasando a convertirse en un pequeño número de compañías que mercadean miles de cerdos cada año.
6. **Modelos de producción.** La calidad de las instalaciones para gestación y parto han contribuido a tener una mayor tasa de concepción y menores pérdidas por muerte. El destete a una edad más temprana ha reducido el intervalo entre partos, lo mismo que las pérdidas de lechones por aplastamiento.

Una mejor genética en combinación con programas de cruce terminal ha producido cerdas con mejores rasgos maternos que en el pasado y simultáneamente se mejora la calidad de la canal en cerdos sacrificados.

El cambio de un sitio único de flujo continuo, a la producción en tres sitios y la práctica de todo dentro todo fuera, ha mejorado los niveles de salud y ha reducido las pérdidas por muerte.

7. **Especialización.** Ha habido un cambio de las granjas diversificadas a las especializadas, buscando mayor eficiencia. La especialización simplifica las operaciones y permite a los propietarios de las granjas utilizar los empleados en forma más efectiva.
8. **Incremento del comercio del cerdo.** El comercio mundial del cerdo está aumentando a razón de un 5% anual, y ha sido favorecido por los acuerdos comerciales entre países.
9. **Biotecnología.** Es la ciencia que tiene mayor influencia en la forma como se crían los cerdos en el futuro. Los cambios genéticos constituyen la posibilidad de que los cerdos sean más resistentes a las enfermedades, más magros, más eficientes desde el punto de vista alimentario y más prolíficos.
10. **Despacho de alimento para cerdos.** El reciente crecimiento de la producción porcina con déficit de granos (el Este de los Estados Unidos, Japón, Taiwan, Corea del Sur), indica que la proximidad a los cultivos de grano ha dejado de ser una necesidad.



CAPÍTULO **1**
**FACTORES QUE INFLUYEN EN EL
AMBIENTE TERMICO EN CERDOS**

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL AMBIENTE TERMICO EN CERDOS

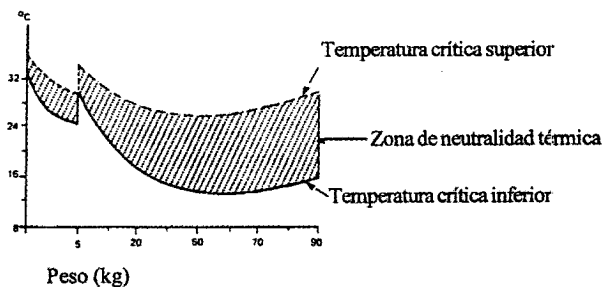
La energía consumida por el cerdo en el alimento está determinada por el apetito. Esta energía puede ser usada para mantenimiento de su estado fisiológico y para crecimiento. Más cantidad de energía puede ser utilizada para mantener la temperatura normal del cuerpo y menos para crecimiento. Si el total de energía consumida es excedida por los requerimientos para mantenimiento, el animal puede declinar en condición corporal para llenar los requerimientos de mantenimiento. Si este proceso es continuo el animal puede morir.

El proceso de alimentar para un máximo de producción puede ser más eficiente cuando la producción de calor metabólico sea mínimo (English, P. Fowler, S. y otros 1989).

ZONA DE NEUTRALIDAD TERMICA

La zona de neutralidad térmica es el rango de la temperatura del aire en el cual la producción de calor es independiente de la temperatura del aire. Los límites superior e inferior de esta zona son denominadas, temperatura crítica superior y temperatura crítica inferior. En términos prácticos los cerdos que se mantienen por debajo de su temperatura crítica inferior usan parte de su alimento para mantener su calor corporal y los cerdos expuestos a temperaturas por encima del nivel crítico superior son severamente incomodados. En la gráfica 1 se presenta un modelo de zona de neutralidad térmica para edades desde el nacimiento hasta 90 kilos de peso.

Gráfica 1. Ejemplo de una zona de neutralidad térmica.



Los cerdos son animales homeotermos. Deben mantener su temperatura corporal profunda constante o variando en un rango muy estrecho, independiente de los cambios en el ambiente térmico que los rodea. Como la temperatura del cerdo (cerca de 39°C) es mayor que la temperatura del aire, siempre habrá una pérdida de calor; un flujo de calor desde el cerdo hacia el ambiente. La regulación de la temperatura interna de los animales homeotermos responde a un principio muy sencillo: La temperatura corporal se mantendrá constante si la producción de calor es igual a la pérdida de calor, y entonces tenemos la siguiente ecuación:

$$H_{tot} = H_c + H_r + H_e + H_a$$

H_{tot} = Producción de calor metabólico

H_c = Intercambio de calor por convección

H_r = Intercambio de calor por radiación

H_e = Intercambio de calor por evaporación

H_a = Almacenamiento de calor en el cuerpo

En términos prácticos la cantidad de energía del alimento ingerido gobierna la tasa de producción calórica, y el tamaño del cerdo y la naturaleza de su entorno determinan la tasa de pérdida calórica. Entonces el nivel de alimentación, el tamaño del cerdo, el tamaño del grupo, el tipo de piso y la temperatura del aire, todos afectan la tasa de intercambio calórico (Giraldo, S 1992).

En el ejemplo que se muestra en la gráfica 1, se asume una escala de alimentación específica, 3 semanas de destete, un tamaño de grupo de 10 animales, suelos de material perforado, una construcción aislada y baja velocidad del aire. El incremento brusco de la temperatura crítica inferior mostrado al destete se basa en una caída drástica en la ingestión de energía.

RESPUESTAS TERMORREGULADORAS

Ante los cambios de temperatura ambiental, el animal cuenta con sus respuestas termorreguladoras que han sido clasificadas en dos tipos: comportamentales y fisiológicas. Ante el frío el animal utiliza primero sus respuestas comportamentales, al variar la intensidad de juntarse con sus compañeros varía la superficie corporal expuesta al aire; al alterar su postura corporal, varía la superficie corporal en contacto con el piso.

Frente al calor el animal evita el contacto con sus compañeros e intenta revolcarse en agua, estiércol u orina para provocar el enfriamiento evaporativo.

Las respuestas fisiológicas al frío incluyen la vasoconstricción que reduce el flujo sanguíneo a la periferia, reduciendo la conductividad térmica de la piel. Mediante la respuesta hormonal incrementa la producción calórica al incrementar la tasa metabólica, y la respuesta nerviosa inicia la acción de tiritar que genera calor. La respuestas fisiológicas al calor incluyen la vasodilatación periférica, una respuesta hormonal para disminuir la tasa metabólica y la respuesta nerviosa que desencadena el jadeo. El confinamiento reduce drásticamente las posibilidades comportamentales de los cerdos (Giraldo, S. 1992).

PRODUCCIÓN DE CALOR

El nivel de producción de calor es un factor importante en la determinación de las temperaturas críticas. La temperatura del aire, el tamaño del cuerpo, el aislamiento corporal, afectan la rata de producción de calor, pero el nivel de alimentación es de la mayor importancia práctica. A cualquier peso vivo mientras mayor sea el nivel de alimentación , mayor será la producción de calor y menor la temperatura crítica inferior. El efecto del nivel de alimentación sobre las temperaturas críticas se presenta en la tabla 1. Las implicaciones prácticas del efecto del nivel de alimentación son que cuando la ingestión de alimento se restringe los requerimientos de la temperatura del aire se incrementan y por lo tanto:

Tabla 1. Influencia del nivel de alimentación sobre las temperaturas críticas

Peso del cerdo kg	Nivel de Alimentación	Alimento por día, kg	TCI ° C	TCS ° C
5*	Bajo	0.13	30	34
	Alto	0.8**	25	32
80*	Bajo	2.3	15	29
	Alto	3.2	11	26
140***	Bajo	1.8	22	32
	Bajo	6.0	8	25

* Grupos de 10 cerdos

** Leche de cerda

*** Cerdas alojadas individualmente

Fuente: English , P., Fowler, S. y otros (1989)

- Los lechones usualmente tienen una temperatura crítica inferior mucho mayor después del destete, mientras que la ingestión de alimento es baja.
- Los cerdos en ceba en un nivel de alimentación restringido tienen una temperatura crítica inferior mayor que los que son alimentados a voluntad.
- La temperatura crítica inferior de las cerdas es mucho mayor durante la gestación que durante la lactancia.
- Los cerdos de ceba y los de reproducción, en niveles altos de alimentación, tienen una temperatura crítica superior relativamente baja.

PÉRDIDA DE CALOR

El calor corporal se pierde hacia los alrededores por medio de conducción, convección, evaporación y radiación. La tasa de pérdida calórica está influenciada por el nivel de producción de calor, el área superficial de los cerdos expuesta a la transferencia de calor, el aislamiento corporal y por las condiciones conductoras de calor de los alrededores del cerdo. De este modo la tasa de pérdida calórica está afectada por el tamaño de cerdo, el tamaño del grupo, el tipo de piso, la velocidad del aire y por el efecto radiante (English, P., Fowler, S y otros 1989).

Tamaño del cerdo

Los cerdos grandes pierden proporcionalmente menos calor que los cerdos pequeños debido a su más baja relación de área superficial a peso vivo.

Tamaño del grupo

En comparación con los cerdos individuales, los grupos que reposan juntos tienen proporcionalmente menos área de superficie de piel expuesta. Esto significa que los grupos pierden calor menos rápidamente, por lo tanto tienen una temperatura crítica inferior más baja. Algunos efectos del tamaño del grupo sobre la temperatura crítica inferior se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Influencia del tamaño del grupo sobre la temperatura crítica inferior.

Peso del cerdo kg	Nivel de alimentación	Tamaño del grupo	TCI °C
20	Alto	5	17
20	Alto	20	15
140	Bajo	1	20
140	Bajo	5	16

Fuente: English, P, Fowler, S. y otros (1989).

Las principales implicaciones prácticas de esto es que las cerdas alojadas individualmente tienen una temperatura crítica inferior mayor que los grupos con áreas de reposo comunes. Así mismo los animales enfermos que se aíslan en hospitales y tienen bajos consumos de alimento, tienen temperaturas críticas inferiores incrementadas por lo menos en 4° C.

Tipo de piso

La rata a la cual los cerdos pierden calor hacia el piso depende de la resistencia térmica del piso y del área de contacto corporal. Los animales modifican su postura para influenciar su rata de pérdida calórica. A mayor pérdida de calor a través del piso, mayor temperatura del aire requerida para minimizar la pérdida calórica hacia la atmósfera. En la tabla 3 puede observarse que al adicionar paja seca al piso de lechones de 20 Kg de peso, la temperatura crítica inferior se redujo 5° C, también puede observarse que el tipo de piso tiene una influencia importante sobre los requerimientos de temperatura del aire y que el efecto varía con la fase de producción.

Tabla 3. Influencia del tipo de piso sobre la TCI en cerdos de diferentes edades.

Peso del cerdo kg	Nivel de alimentación	Tipo de piso		
		Paja seca °C	Concreto aislado °C	Metal perforado °C
5	Bajo	27	28	29
20	Alto	15	16	20
60	Alto	9	11	16
140	Bajo	18	20	22

* Hembras alojadas individualmente

Fuente: English, P., Fowler, S y otros (1989).

Velocidad del aire

La velocidad del aire tiene un efecto refrescante sobre el cerdo dado que la temperatura del aire está por debajo de la temperatura de la superficie de la piel. La máxima respuesta ocurrirá cuando la temperatura del aire sea baja y la piel esté húmeda. Si la velocidad del aire se incrementa desde 0.15 m/seg. (condiciones de aire tranquilo) hasta 1.05 m/seg., (condiciones de corriente) la temperatura crítica inferior se incrementará de manera casi lineal

El efecto enfriador de la velocidad del aire puede ser utilizada para ayudar a la pérdida calórica cuando no es posible evitar las altas temperaturas.

Efecto radiante

Los efectos del intercambio calórico de radiación son de interés práctico en dos tipos de circunstancias:

Cuando se utilizan fuentes de calor artificial.

Cuando las construcciones son pobremente aisladas.

Los calentadores normalmente utilizados en los refugios y en las instalaciones de precebo, producen una alta proporción de su producción de calor en forma de calor radiante, haciendo que la temperatura ambiental efectiva sea superior a la temperatura del aire. La medición de la temperatura del aire no será indicativa del verdadero calor del ambiente. El comportamiento del cerdo será finalmente la mejor guía para el nivel de calor requerido.

El hacinamiento excesivo indica frío y un grupo que reposa bien disperso sugiere un exceso de calor.

Cuando los cerdos están alojados en instalaciones pobremente aisladas, la temperatura superficial de las paredes estará enormemente influenciada por las condiciones climáticas externas. Si las superficies internas de la estructura están substancialmente por encima o por debajo de la temperatura del aire, la pérdida calórica por radiación del cerdo estará influenciada. En aquellas circunstancias la temperatura ambiental efectiva puede estar varios grados por encima o por debajo de la temperatura media del aire.

El compromiso de tan diferentes factores, significa que la TCI para todas las clases de cerdos, excepto los muy jóvenes, pueden variar en un rango muy amplio. Un ejemplo de como todos estos factores pueden combinarse para influenciar la temperatura crítica inferior de los cerdos de 50 kg de peso se da en la tabla 4.

TEMPERATURA CRÍTICA SUPERIOR

Esta es la temperatura por encima de la cual los cerdos son incapaces de disipar calor lo suficientemente rápido para evitar el incremento de la temperatura corporal puesto que el problema es deshacerse del calor. La alimentación abundante, las camas calientes, los grandes tamaños de grupo y las bajas velocidades del aire, tienen todos el efecto de reducir la temperatura crítica superior. La influencia del nivel de alimentación y del tipo de piso sobre la temperatura crítica superior se presenta en la tabla 5.

Con aumentos de la temperatura ambiental, la diferencia entre la temperatura interior del cuerpo y la exterior disminuye y también la producción de calor sensible. El calor perdido por conducción, convección y radiación también disminuye.

Tabla 4. Posibles rangos de temperatura crítica inferior para grupos de cerdos de 50 kg de peso.

Nivel de alimentación kg/día	Tipo de piso	Velocidad del aire m/seg.	Efecto radiante del frío*	TCI °C
1.40	Listón concreto	0.45	Alto	22
	Listón concreto	0.45	Bajo	20
	Listón concreto	0.15	Alto	19
	Listón concreto	0.15	Bajo	17
2.08	Listón concreto	0.45	Bajo	15
	Listón concreto	0.15	Alto	13
	Paja seca	0.45	Bajo	11
	Paja seca	0.15	Alto	8

* Efecto radiante del frío que se presenta cuando la temperatura de las paredes internas está por debajo de la temperatura del aire.

Fuente English, P., Fowler, S. y otros (1989).

Tabla 5. Influencia del tipo de piso sobre la TCS en cerdos de diferentes pesos.

Peso del cerdo, kg	Nivel de alimentación	Temperatura crítica superior Tipo de piso	
		Paja seca, °C	Metal perforado, °C
20	Alto	25	28
	Bajo	33	34
80	Alto	23	27
	Bajo	31	33
180*	Alto	23	26
	Bajo	32	33

* Hembras alojadas individualmente.

Fuente: English, P., Fowler, S. y otros (1989).

El cerdo sufre vasodilatación hasta reducir la resistencia del cuerpo a la corriente exterior de calor. Tendrá que disminuir una gran proporción de su calor por exudación o jadeo y ninguno de los dos mecanismos se dan bien en el cerdo. Tendrá entonces que asumir diversas formas de comportamiento para termorregularse en climas cálidos: se echa en áreas de sombra, se echan separados unos de otros, moja su cuerpo en agua, orina o excremento y por último reduce el consumo de alimento en orden a ahorrar energía adicional.

Raras veces sin embargo, las condiciones climáticas naturales parejas son requeridas por el cerdo durante todo el tiempo de producción y algunas formas de abrigo pueden ser utilizadas: aislamientos, ventilación, calefacción o enfriamiento. Las altas velocidades de aire, el uso de regaderas, el humedecimiento de la piel de los cerdos y la reducción de la densidad de la población ayudan a incrementar la pérdida calórica.

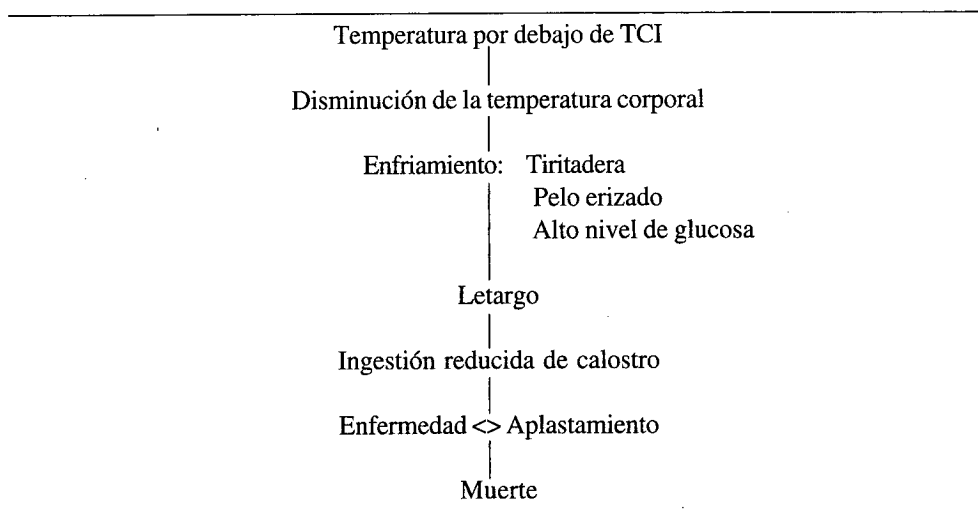
EFFECTOS DE TEMPERATURAS ALTAS Y BAJAS SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS

El lechón. En el lechón se da el período más crítico de la vida del cerdo especialmente al nacimiento. En el vientre de la cerda se da una temperatura de 39°C y al nacer recibe una temperatura ambiente inferior. El mecanismo termorregulador está poco desarrollado y esta situación se agrava por la evaporación de líquidos fetales, poco pelo, escasa capa de grasa y escasa grasa parda, los cuales lo hacen más susceptible al enfriamiento.

El descenso más brusco de temperatura se produce en los primeros 20 minutos. Si el lechón nace entre 15.6 y 21°C la temperatura corporal desciende 1.7°C recuperándose la temperatura que tenía al nacer a las 48 horas. A temperaturas ambiente de 4°C la temperatura corporal baja 4°C y se demora 10 días para recuperarse. Se requiere entonces de calor adicional en las parideras para mantener al lechón dentro de su zona de neutralidad térmica y evitar el complejo frío - inanición - aplastamiento: Como puede observarse en la gráfica 2, una vez que el lechón es sometido a temperaturas por debajo de la TCI disminuye su temperatura corporal y empieza a movilizar reservas energéticas que deben usarse para el crecimiento, busca el calor de su madre, pierde habilidad para competir por el pezón, sobreviene el aletargamiento y finalmente muere al no lograr restablecer su temperatura corporal.

En cerdos muy jóvenes temperaturas por debajo de la TCI incrementan los descartes y la mortalidad. En cerdos mayores se reducen las ganancias diarias de peso y se incrementa el consumo de alimento para compensar las bajas temperaturas. Las variaciones en la zona termoneutral de cerdos jóvenes pueden observarse en la tabla 6.

Gráfica 2. Complejo frío - inanición - aplastamiento en lechones sometidos a temperaturas por debajo de la TCI.



Lo anterior implica que pueden perderse 30 kg de ganancia de peso cada día en una unidad de finalización de 500 cerdos que opera 5°C por debajo de la TCI. En la tabla 7 pueden observarse los efectos sobre parámetros productivos en cerdos sometidos a diferentes temperaturas.

Tabla 6. Variaciones en la zona termoneutral en cerdos de 5 a 30 kg de peso, en grupos de 10, con piso en malla metálica y con ración de mantenimiento.

Peso ,kg	TCI	TCS
5	29.6	36.1
7	28.9	35.8
10	28.0	35.6
15	27.0	35.2
20	26.2	35.0
25	25.6	34.8
30	25.0	34.6

Fuente: Giraldo, S. (1992).

Tabla 7. Efecto de la temperatura ambiente sobre parámetros productivos en cerdos de 30 a 95 kg de peso.

Parámetros	Temperatura ambiente °C		
	28	20	12
Igual nivel alimenticio 2172 gr/día			
Ganancia diaria de peso, gr	863	792	683
Conversión	2.53	2.76	3.19
Para igual ganancia diaria de peso 775 gr/día			
Consumo diario	2.23	2.35	2.68
Conversión	2.88	3.03	3.46

Fuente: Le Dividich (1985) citado por Henry, Y. (1990).

En animales de reproducción, las temperaturas elevadas pueden afectar, la libido, la supervivencia embrionaria, la habilidad materna cuando se afecta el apetito de la cerda lactante. Los machos también han disminuido su fertilidad bajo condiciones de calor, por encima de 30°C. En este caso el efecto se presenta de 15 a 20 días después de la exposición y luego dura de 3 a 4 semanas.

Otros factores que inciden directamente sobre las condiciones medioambientales de los cerdos son:

La humedad relativa : el cerdo es tolerante a un amplio rango de humedades siempre que la temperatura esté dentro de un rango normal. En conjunto con muy altas temperaturas del aire la alta humedad tiende a restringir el enfriamiento por evaporación y deprime el apetito. A bajas temperaturas del aire la alta humedad incrementa la pérdida calórica debido a que las gotas de agua depositadas en la piel requieren calor para evaporarse. La humedad muy baja tiende a secar la piel y el tracto respiratorio, así como incrementar la polvosidad de la atmósfera. La humedad relativa en el rango de 60 a 90% es generalmente aceptable.

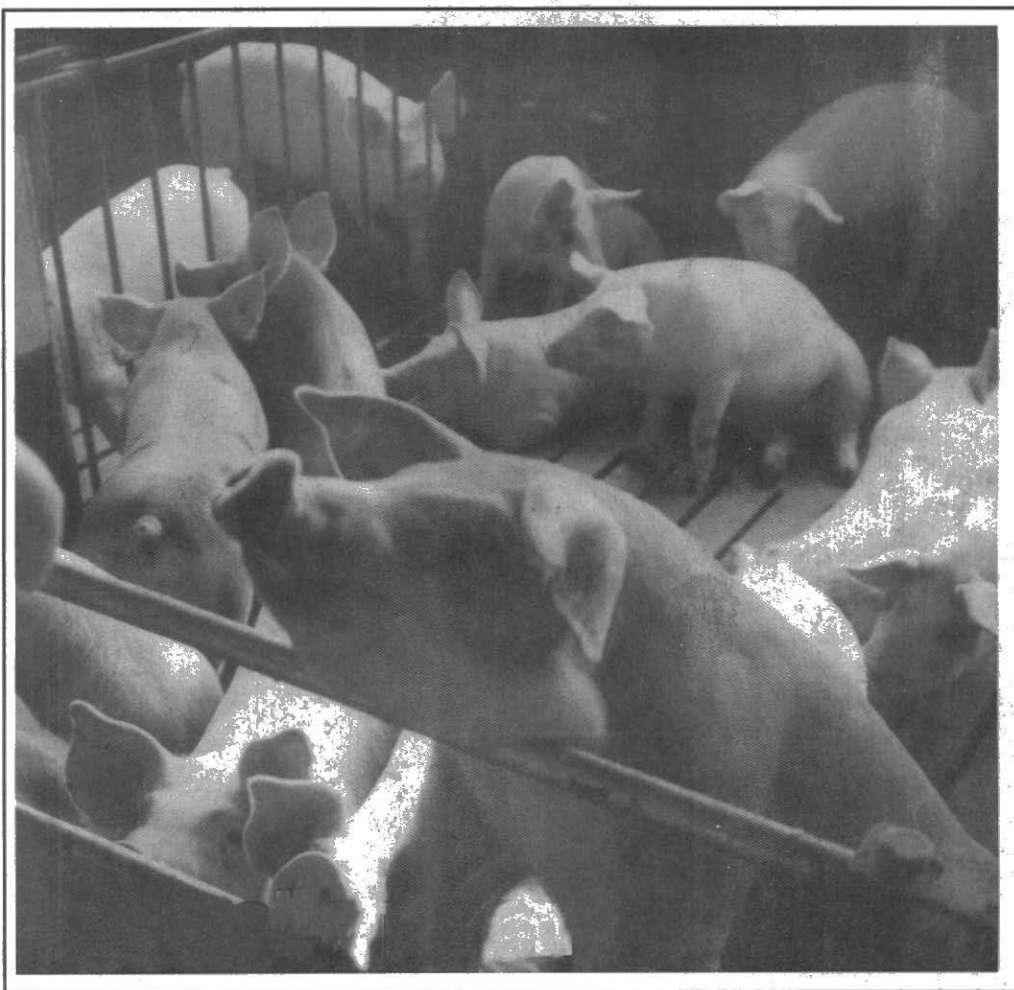
Composición del aire. Gases nocivos: Los gases contaminantes que más probablemente se encuentran en las construcciones porcícolas son el amonio (NH₃) , el dióxido de carbono (CO₂), el sulfuro de hidrógeno (H₂S) y ocasionalmente el monóxido de carbono (CO) . Bajo condiciones normales de buen manejo estos gases no se presentan en una concentración suficiente para perjudicar el desempeño del cerdo. El límite umbral establecido para estos gases es el siguiente:

	Límite umbral
Amonio	50- 70 ppm
Dióxido de carbono	5000 ppm
Sulfuro de hidrógeno	20 ppm
Monóxido de carbono	150- 200 ppm

Microorganismos del aire, polvo y olor. Se ha demostrado que hay una estrecha correlación entre la concentración de polvo y el nivel de microorganismos del aire. El polvo es una potencial amenaza para la salud de dos maneras diferentes:

- Como irritante del tracto respiratorio lo cual disminuye la resistencia a enfermedades respiratorias.
- Las partículas de polvo garantizan la protección y por lo tanto ayudan a la supervivencia de microorganismos lo cual los capacita para ser depositados en la parte apropiada del tracto respiratorio.

A pesar de la ausencia de relaciones claras entre el nivel de polvo y el desempeño del cerdo hay buenas razones para minimizar las concentraciones de polvo en las instalaciones porcícolas evitando sistemas de alimentación que involucren derramamiento de comida en el piso.



CAPÍTULO **2**
CONSTRUCCIONES

CONSTRUCCIONES

El objetivo principal de las construcciones es proporcionar comodidad ambiental al cerdo. Deben estar de acuerdo con las condiciones bioclimáticas, sistemas de producción, sistemas de manejo y comportamiento del cerdo.

En climas templados y cálidos se pueden diseñar construcciones menos costosas que en climas fríos donde se requieren instalaciones más cerradas para proporcionar mayor control ambiental.

Se debe procurar la utilización de materiales locales y de bajo costo pero que sean de larga duración y resistencia especialmente en los sitios de contacto con los cerdos.

Las instalaciones para cría son más costosas que las de ceba ya que en las fases de lactancia y de posdestete deben ser del tipo modular para aplicar el sistema todo dentro todo fuera primera norma de bioseguridad en porcicultura.

Cuando se combina confinamiento con explotación al aire libre o pastoreo también hay reducción de costos en instalaciones especialmente en las etapas de gestación y lactancia.

Ubicación

Cuando se puede elegir el sitio en el cual se va a producir deben buscarse de preferencia zonas que correspondan con el rango de temperaturas de mayor adaptación del cerdo. La ubicación también puede definirse en función de la facilidad de consecución de materias primas baratas.

Una vez seleccionada la finca se selecciona el sitio de ubicación dentro de ella. De preferencia escoger partes altas con vías de acceso fácil teniendo en cuenta que se va a trabajar con cargas voluminosas, pesadas y delicadas. Tener en cuenta además:

- Disponer de una fuente de agua abundante y de buena calidad porque se requiere no solo para bebida sino para aseo y manejo del estiércol. Requiere además buena presión para la utilización de bebederos de chupón para lo cual puede requerirse de tanques elevados o de motobombas.
- La energía eléctrica es otro requisito importante pues se requiere accionar equipos, iluminación, calefacción, cercas eléctricas, etc.
- Contar con licencia de construcción de la oficina de Planeación Municipal y encajar dentro del Plan de usos del suelo del municipio.
- Estar lejos de núcleos urbanos.
- Contar con merced de aguas y con permiso de vertimientos tramitados ante las autoridades respectivas.
- Es necesario tener en cuenta posibles ampliaciones.

Orientación de las instalaciones

La orientación con respecto al sol depende de la temperatura: en climas cálidos debe ser de oriente a occidente, y en clima frío de norte a sur de tal manera que en la mañana el sol penetre por el oriente y en la tarde por el occidente.

Los vientos también determinan la orientación o ubicación de las construcciones y puede ser necesaria la utilización de barreras naturales o de cortinas. La ventilación adecuada es necesaria tanto en clima cálido como frío porque es necesaria para remover el vapor de agua, la humedad ambiental, los gases y el calor generado por los animales, pero siempre deben evitarse las corrientes de aire a nivel de los animales.

COMPORTAMIENTO SOCIAL DE LOS ANIMALES

Las instalaciones no adecuadas al comportamiento de los animales pueden ocasionar verdaderos trastornos: efecto sobre parámetros productivos, lesiones y hasta patologías.

El cerdo moderno es un animal sometido a grandes exigencias productivas y a mucho estrés por lo tanto las instalaciones deben responder a sus requerimientos en cuanto a comportamiento, fisiología, sexo, y nivel de producción.

En su comportamiento todos los cerdos obedecen a las mismas reglas: buscan para acostarse el área limpia, caracterizada por ser un lugar seco, caliente, más oscuro, a lo largo de una pared y al abrigo de corrientes de aire.

Para hacer sus deyecciones busca el sitio más ventilado, fresco, húmedo y que esté en el límite con otros corrales, esto constituye el área sucia del corral. Es preciso que haya marcadas diferencias entre las áreas limpia y sucia en cuanto a tipo de piso, ventilación, iluminación y humedad.

El comedero debe estar ubicado en el área limpia en un extremo contrario a la ubicación del bebedero. Los cerdos tienen tendencia a orinar a la vez que beben, para que esto suceda el bebedero debe estar situado a la altura del lomo del cerdo de lo contrario primero beberá agua y después en otro sitio orinará posiblemente en el área limpia.

Cualquier error en el diseño de la construcción distorsiona la definición de las áreas. Algunas prácticas de manejo contribuyen a su definición pero no reemplazan errores en el diseño de la construcción:

Antes de entrar el grupo de animales al corral colocar material de cama o regar alimento seco en el área limpia, tener húmeda el área sucia.

Una vez realizada la anterior práctica entrar los animales cargados y descargarlos sobre el área sucia. El cerdo tiende a defecar y orinar para demarcar su territorio y lo hará en la zona sucia.

El área sucia en piso enrejillado ayuda al cerdo en la identificación de esta zona.

ÁREAS DE SERVICIO COMÚN

CANALES DE DESAGÜE

Independientemente de que el tipo de piso sea en cemento continuo o ranurados, los desperdicios, residuos o estiércol que se extraen de los corrales deben conducirse por medio de canales fuera del área construida. En ningún caso se recomienda el uso de tuberías cubiertas dentro de la porcícola debido a las frecuentes obstrucciones causadas por el uso de camas y a la dificultad para su funcionamiento cuando por alguna circunstancia hay carencia de agua.

La pendiente de los canales debe ser del 4 - 5% , profundidad mínima de 0.40 metros y ancho mínimo de 0.40 metros para facilitar la operación con ayuda de palas o escobas.

Su localización siempre debe ser exterior a los corrales.

ANDENES Y PASILLOS

Se utilizan para la circulación de personas , animales y equipos. Deben tener muros laterales, y ser cubiertos con techo para facilitar las labores cuando haya intenso sol o lluvia. De preferencia deben ser de localización central.

Los andenes deben tener algún tipo de drenaje que permita el fácil secado en caso de que se laven o mojen.

COLUMNAS

Siempre debe evitarse que queden en el interior de los corrales o dificulten el paso en los andenes. Generalmente deben coincidir con los muros de los corrales. En caso de que alguna de sus partes quede en contacto con los animales, ésta debe ser recubierta con cemento hasta una altura de 1.10 metros, en forma redondeada y sin ángulos para evitar lesiones en los cerdos.

TECHOS

No se tienen muchas alternativas en cuanto a los materiales para techo. Es necesario tener en cuenta la capacidad aislante de ellos tanto si el clima es frío como si es caliente. En general no es suficiente con la teja sola y se requiere de un cielorraso económico como esterilla de guadua o de caña brava para ayudar a aislar techos de teja metálica de asbesto-cemento o de barro cocido .

Techos de teja metálica , de asbesto-cemento o de cartón requieren de muy buena sujeción contra los vientos. Techos de teja de barro y de palma requieren de muy buena estructura, mucha mano de obra y mantenimiento costoso.

Los techos en teja de cartón y en palma ofrecen peligro de incendio.

La altura de los techos depende del clima: en climas cálidos deben ser más altos sobre todo si se utilizan tejas de asbesto-cemento o metálicas. La altura mínima debe ser de 2 metros y la máxima de 4.

También es importante el diseño del techo de acuerdo con las condiciones climáticas para proteger los cerdos del sol y de la lluvia. El diseño que mejor cubrimiento tiene es a cuatro aguas y el peor es a una sola agua.

PAREDES Y DIVISIONES

Pueden ser construidas en diversos materiales como concreto, ladrillo, bloques, placas prefabricadas, madera, mallas metálicas, varillas de hierro, etc.

La madera, mallas metálicas y guadua son de corta duración y presentan facilidad para transmitir enfermedades. Deben contar por lo menos con una hilera de bloque o concreto al contacto con el piso ya que esta parte recibirá mucha humedad. No debe haber ángulos en las uniones entre las divisiones y el piso para evitar acumulaciones de materia orgánica.

Cuando se utiliza ladrillo de barro cocido debe recubrirse o revocarse con una buena mezcla. Si se utiliza bloque de cemento debe esmaltarse con cemento puro.

La altura de las divisiones depende de la temperatura ambiental pero para animales de ceba se recomienda mínimo de un metro y para animales de reproducción mínimo 1.10 metros.

BODEGAS PARA ALIMENTO

Deben proporcionar seguridad y correcta preservación de los alimentos allí almacenados. Su ubicación debe ser central o estratégica con relación a todas las naves. Para evitar la presencia de roedores deben cubrirse las ventanas y partes descubiertas con mallas metálicas para no eliminar la aireación natural.

Es indispensable la utilización de estibas de madera para aislar el alimento del piso. El concentrado no debe ir contra paredes que puedan humedecerlo. Las pilas de concentrado no pueden superar la altura del operario para evitar accidentes.

Area de bodega: Para cerdas de cría: 0.3 - 0.6 m² por cerda por 6 meses de almacenamiento. Para cerdos de ceba: 0.1 - 0.2 m² por 100 kg de cerdo por 6 meses de almacenamiento.

El tiempo de almacenamiento o la periodicidad de las compras dependen de las condiciones medioambientales y de la calidad de almacenamiento disponible. Condiciones de alta humedad y de alta temperatura requieren de períodos muy cortos de almacenamiento del concentrado.

Es conveniente almacenar el concentrado separado de cualquier tipo de agroquímicos y aún de la droga veterinaria de la granja.

TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA DE BEBIDA

La pira debe contar con una cantidad de agua almacenada equivalente al consumo de tres días, de tal manera que haya tiempo suficiente para subsanar cualquier falla sin que se suspenda el suministro de agua. Las necesidades de agua de bebida se presentan en la tabla 8.

ALMACENAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

La cantidad de agua utilizada en el lavado es muy variable y según El Convenio de concertación para una producción más limpia (1997), está afectada por los siguientes factores:

- Cantidad de cerdos
- Tamaño y etapa fisiológica
- Temperatura ambiental
- Estado y mantenimiento del sistema de tuberías, canillas, mangueras, presencia y estado de válvulas al final de mangueras
- Estado y mantenimiento de los bebederos.
- Actitud del personal encargado de las labores de aseo
- Sistema de manejo de excretas.

Tabla 8. Cantidades de agua de bebida por día según la edad

Edad del cerdo en días	Peso del cuerpo	Cantidad de agua en litros
Lechones hasta 55 días	5-30	2.8
55-95	30-50	8
96-156	50-85	12
157-330	85-110	20
Hembras preñadas	180	22
Hembras lactantes	180	27
Verraco	180	20

Fuente: Miller, E.(1991).

En términos generales se requiere un máximo de 30 litros por cerdo y por día para labores de aseo, en una explotación de cría y ceba..

Por cada 100 kilogramos de cerdo se requieren 0.2-0.25 m³ para almacenar aguas residuales más sólidos y 0.10-0.15 m³ para almacenar aguas residuales únicamente (Fichas técnicas sobre explotaciones ganaderas, 1976).

CERDAS GESTANTES

Esta es una etapa que puede realizarse en pastoreo, confinadas en corrales colectivos o en casillas individuales.

Cuando puede utilizarse el pastoreo o la producción al aire libre se le da prioridad a cerdas gestantes y a cerdas lactantes. Para el pastoreo se requiere de una cerca eléctrica y de buena sombra. En algunas ocasiones se requiere construir sombríos, en tales casos se requiere un espacio de 1.5-2.0 m² por cerda.

Para cerdas gestantes en confinamiento se pueden alojar lotes de 6-8 cerdas de edades y pesos similares. Se requieren mínimo 2.5 m² por animal. Si se usan comederos lineales tener entre 45-50 cm por cerda.

Las casillas de gestación son espacios donde solo puede alojarse una cerda, la cual puede estar de pie o acostada pero no puede caminar ni darse la vuelta. Al frente de la casilla se ubican el comedero y el bebedero y en la parte posterior la puerta.

Las divisiones de las casillas pueden ser metálicas o de madera. El período de ocupación de la casilla depende del sistema de producción, la cerda la ocupa una vez es servida por el verraco o desde el momento en que es destetada hasta 5-8 días antes de parir.

Algunas ventajas del alojamiento en casillas son:

- Se suprimen las luchas y los accidentes
- Se puede racionar la comida a cada cerda, eliminándose la competencia por el alimento.
- Se supervisan fácilmente las cerdas
- Se facilita la limpieza

Con la ayuda de verraco se detectan fácilmente las cerdas repetidoras

Algunas desventajas son:

- Pueden incrementarse los costos
- Se aumenta la incidencia de problemas de aplomos y de úlceras.

CERDAS DE SERVICIO

Normalmente el grupo de cerdas se desteta y pasa a un corral colectivo, situación esta que propicia la rápida aparición del calor. En este corral se requiere un mínimo de 2.5 m² por cerda y un tamaño de grupo reducido, 6-8 cerdas. En este mismo tipo de corral también se alojan las hembras de reemplazo.

El corral de hembras de servicio puede tener o no comedero ya que su alimentación es restringida. En caso de que tengan comedero se requieren 0.40 m lineales por cerda.

VERRACOS

Requieren alojamiento individual en corrales con un área mínima de 8 m², y un ancho mínimo de 2.5 m., ubicados en la nave de reproducción. No es necesario el comedero. El piso puede ser en arena o facilitar la utilización de camas

LECHONES DE POSTDESTETE O DE PRECEBO

Después de que los lechones terminan su lactancia en las parideras o corrales de lactancia pasan a corrales o jaulas de precebo, ubicadas en naves construidas bajo el sistema modular.

Las jaulas de precebo generalmente son metálicas con piso enrejillado y permiten manejar altas densidades de lechones entre 5 y 25 kg. de peso. En zonas templadas o frías requieren calor adicional y recubrir la zona limpia: piso, techo y paredes laterales con madera para conservar el calor.

Los corrales para precebo requieren como mínimo la zona sucia en piso enrejillado. Se requiere un área de 0,3-0.5 m² por animal dependiendo si el piso es enrejillado (0.3 m²) o en cemento continuo (0.5 m²).

LEVANTE Y CEBA

Estas etapas pueden realizarse en el mismo corral necesitándose 1.0 m² por cerdo. Cuando la etapa de levante se hace en corral aparte el área por cerdo se reduce a 0.60 m².

El tamaño del grupo puede ser muy variable pero un promedio adecuado sería 20. El número de comederos varía desde unos 4 para alimentación a voluntad hasta uno por cada animal presente cuando la alimentación es restringida. Cada comedero puede ser de 0.40 m de ancho.

Por cada 20 cerdos se requiere un bebedero de chupón.

CERDAS LACTANTES

Es la etapa que exige condiciones adecuadas tanto a la cerda como a los lechones. En climas fríos y templados se requieren jaulas parideras para evitar el aplastamiento y refugios para proporcionar temperaturas altas a los lechones.

El refugio requiere de un área aproximada de un metro cuadrado por camada. En climas cálidos puede ser suficiente viruta y unas fuentes de calor en un rincón de la paridera .

CONSTRUCCIONES Y EQUIPOS PARA LAS DIFERENTES ETAPAS

Casillas individuales de gestación

Las casillas individuales de gestación pueden diseñarse de 2.50 m de largo por 0.55 a 0.60 m de ancho por 1.15 de alto. Pueden construirse en hierro, tubo o madera. Este diseño se presenta en las figuras 1,2 y 3.

Figura 1. Vista general de una casilla individual de gestación para cerdas.

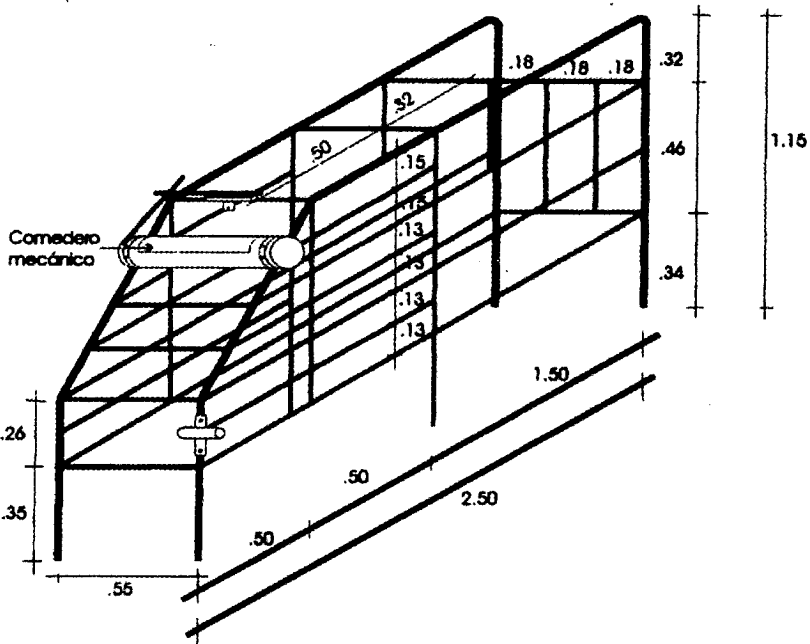
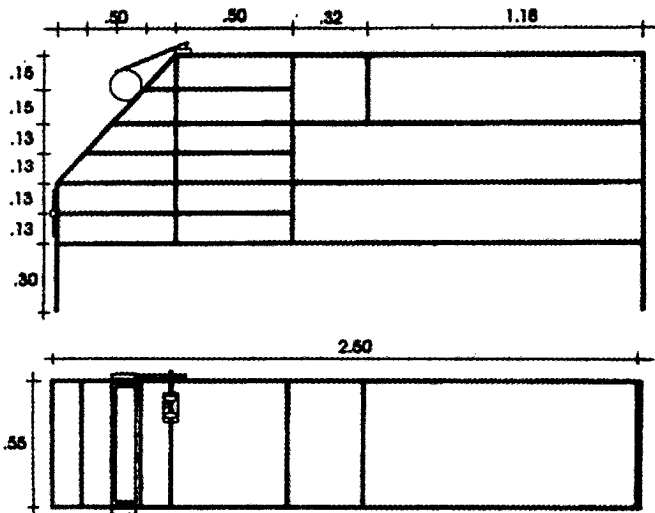


Figura 2. Vista superior y vista lateral de una casilla individual de gestación



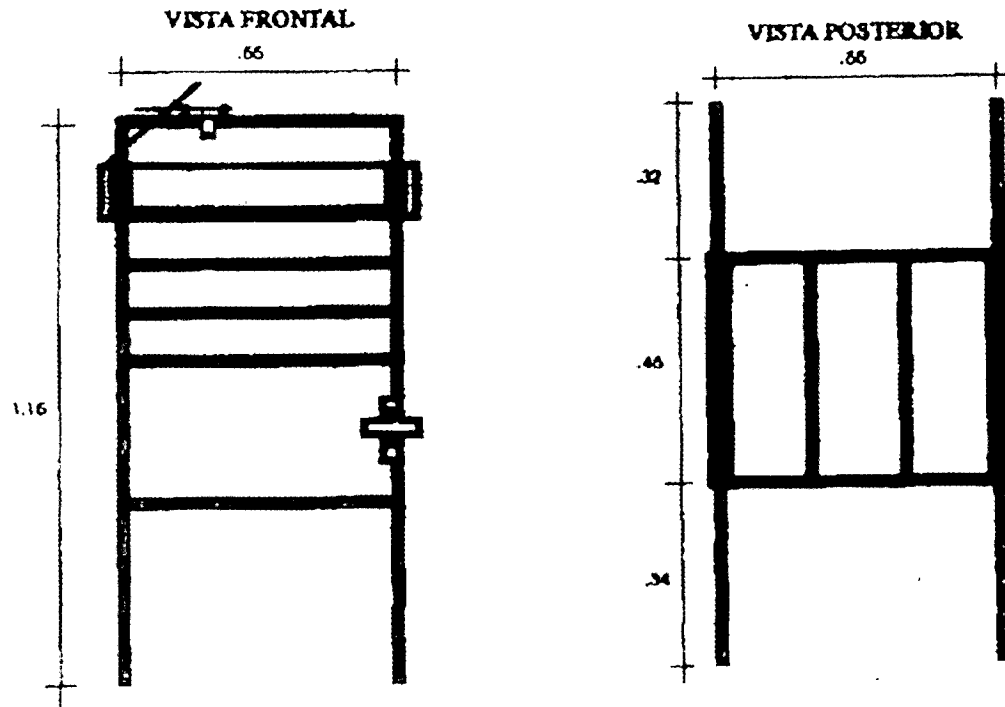


Figura 3. Vista frontal y vista posterior de una casilla individual de gestación

Diseño del piso para la nave de gestación en casillas

Este sistema puede diseñarse para colocar las cerdas cabeza con cabeza y cola con cola, separadas por andenes de 0.60 - 1.0 m. de ancho si se trata de construcciones con cañuela externa y andenes de 1.0 m. si el área sucia de la casilla es enrejillada de tal manera que se facilite el ingreso de las cerdas a las casillas por la puerta posterior y el verraco haga el recorrido para detectar calores.

Las casillas tienen 2.50 m. de largo, incluyendo el espacio para el comedero de aproximadamente 0.30 m. En climas cálidos o cuando el agua del bebedero no tiene buena presión se puede utilizar bebedero de canoa con el nivel de agua regulado a través de un flotador colocado en un tanque externo a la nave pero comunicado con el bebedero. En la gráfica 1 se presenta el corte transversal del piso en cemento continuo con cañuela externa y en la gráfica 2 se puede observar el mismo corte para piso con área sucia enrejillada.

Figura 4. Corte transversal del piso para naves con casillas individuales de gestación, con cañuela externa.

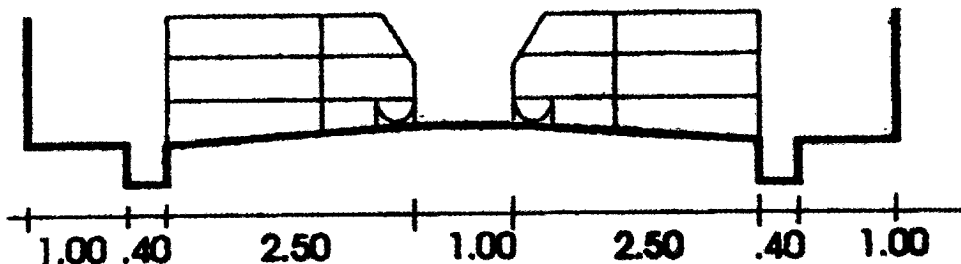
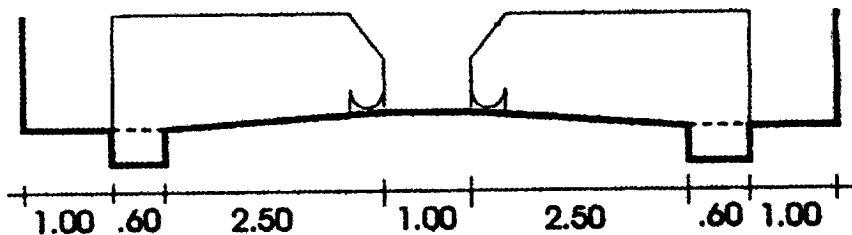


Figura 5. Corte transversal del piso para naves con casillas individuales de gestación, con área sucia enrejillada.



NAVE DE PARTOS

La jaula paridera puede tener las siguientes dimensiones: 2.5 m de largo, 0.60 m de ancho y 1.15 de alto como lo indican las figuras 6, 7 y 8. A los dos lados dos espacios para los lechones de 0.45 m de ancho. En total el ancho de la paridera es de 1.50 m. La altura del muro divisorio entre dos parideras consecutivas puede ser de 0.60 m. Esta división puede ser en madera ladrillo o bloque. En algunas explotaciones el refugio con la fuente de calor es compartida por dos parideras por lo tanto es lateral a las jaulas parideras. La ubicación del refugio para los lechones al frente de la paridera permite una mejor supervisión desde el andén central

Figura 6. Vista panorámica de una jaula paridera

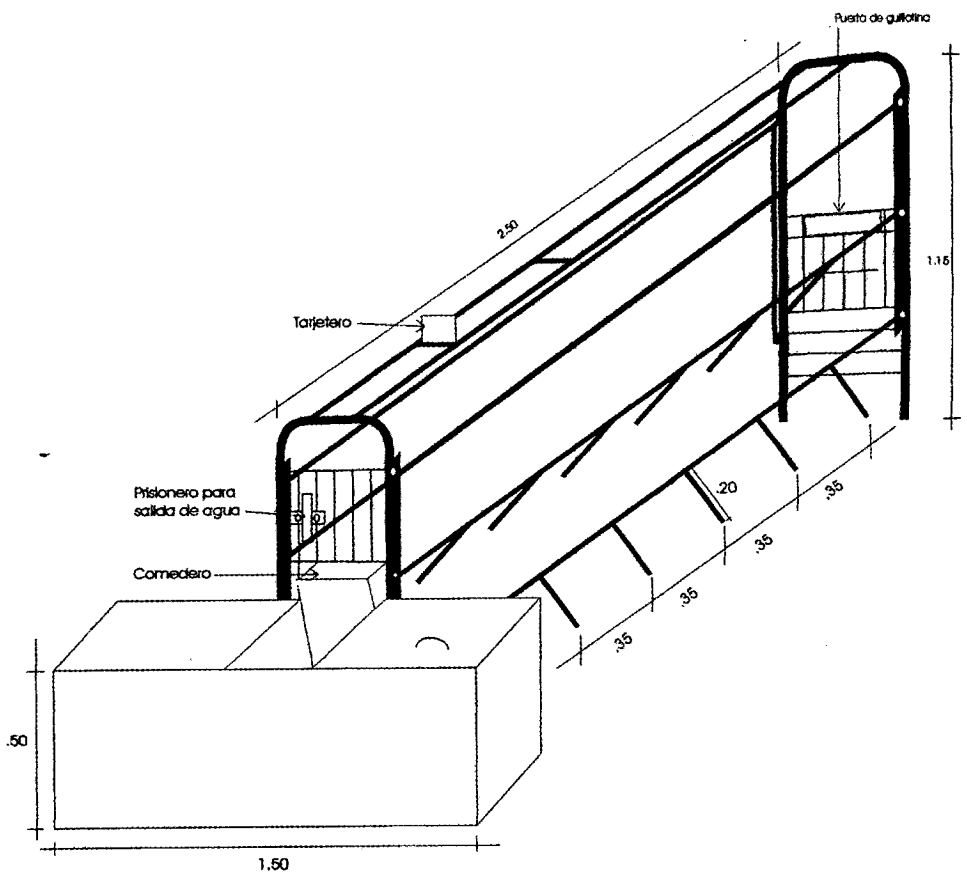


Figura 7. Vista superior de la jaula paridera

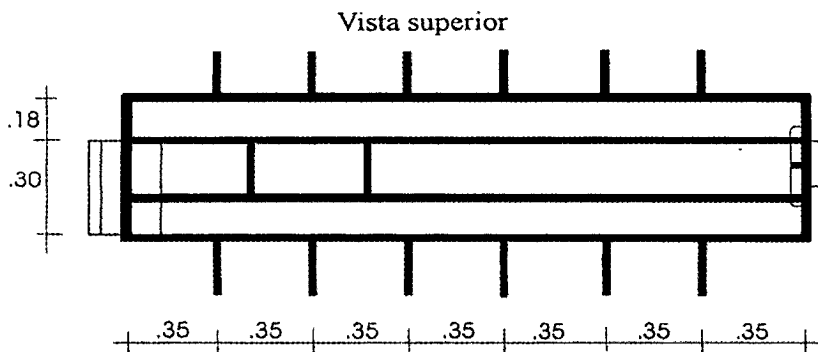
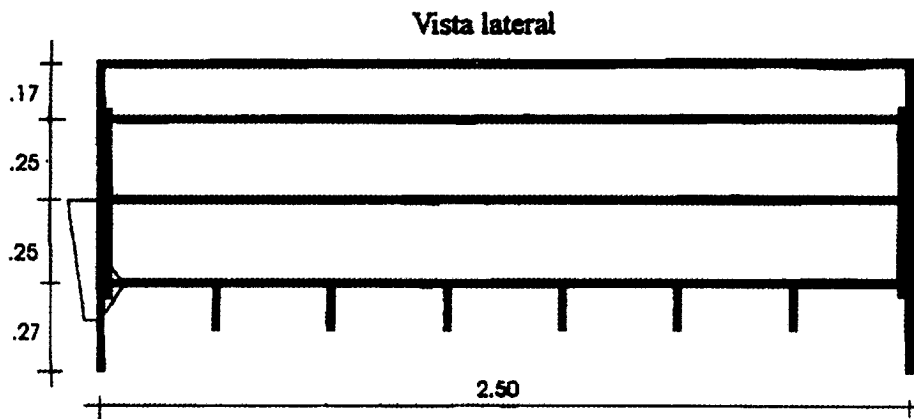


Figura 7a. Vista lateral de la jaula paridera



Indudablemente las mejores condiciones medioambientales son proporcionadas cuando todo el piso de la paridera o por lo menos el área sucia está en piso enrejillado. Las Figuras 10 y 11 presentan estas alternativas.

Cuando el piso de la paridera es completamente enrejillado, la fosa debe ir en canales separados por tabiques de concreto los cuales servirán de soporte al piso y además aumentan la velocidad del agua de lavado facilitando el barrido de las excretas.

Figura 10. Corte transversal del piso de la nave de parideras con el área sucia enrejillada.

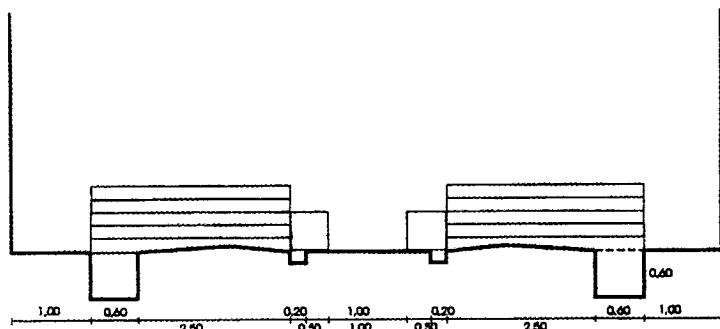
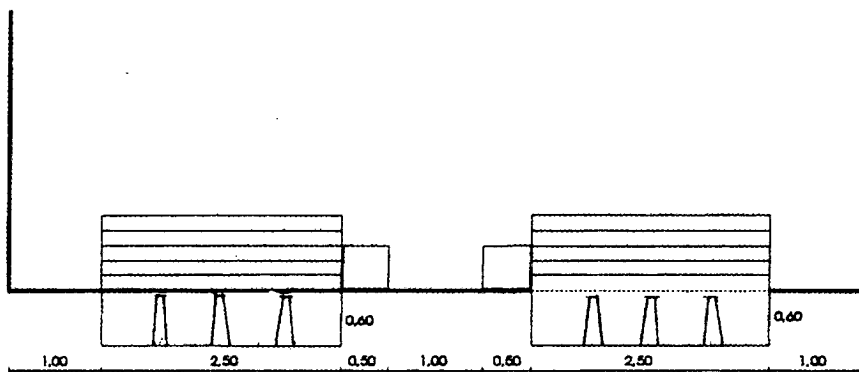


Figura 11. Corte transversal del piso de la nave de parideras con piso completamente enrejillado.



Instalaciones para posdestete o precebo

En esta etapa deben proveerse excelentes condiciones medioambientales: temperaturas promedio de 26° C y debe evitarse la humedad en el piso, para lo cual es ideal que se desarrolle en jaulas o corrales con piso completamente enrejillado. Una alternativa un poco más económica es diseñar la mitad del corral correspondiente al área sucia en piso enrejillado, y el área limpia en cemento continuo. En las figuras 12 y 13 se pueden observar los diseños de pisos con área sucia enrejillada y para jaula respectivamente.

En las anteriores condiciones se pueden trabajar corrales o jaulas de 2.20 m de largo por 1.20 m de ancho, para 12 lechones. El diseño de estas jaulas se presenta en la figura 12.

Las jaulas pueden ser de varilla combinada con tubo y el piso en rejilla plástica con soporte de ángulo de media pulgada.

El piso ideal para el enrejillado es el plástico por su duración y porque son más confortables para las pezuñas pero los metálicos son también aceptables especialmente si son en hierro trenzado. Deben evitarse las rejillas que vienen soldadas porque ocasionan lesiones en las pezuñas.

Figura 12. Vista panorámica de la jaula de precebo metálica para 12 lechones.

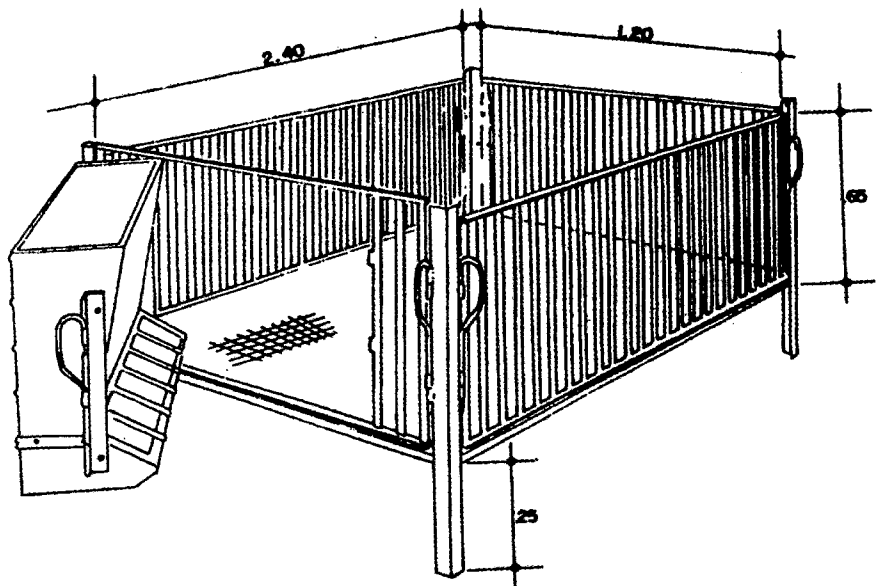


Figura 13. Corte transversal del piso de naves de precebo cuando se utilizan corrales con área sucia enrejillada.

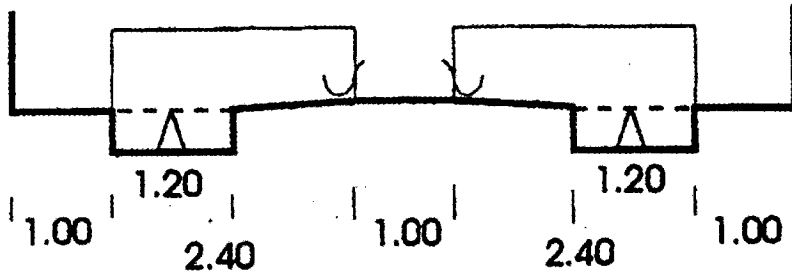
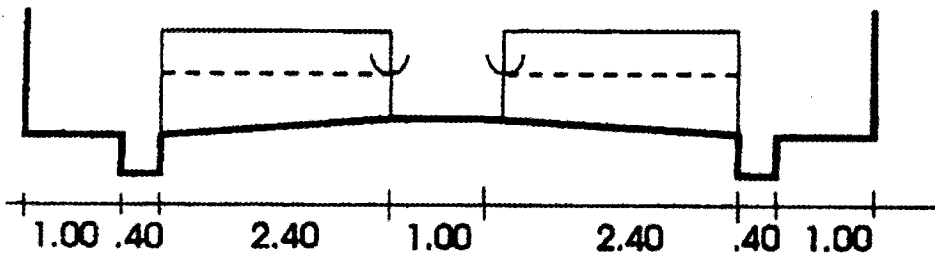


Figura 14. Corte transversal del piso para naves de precebo donde se utilizan jaulas metálicas con piso enrejillado.



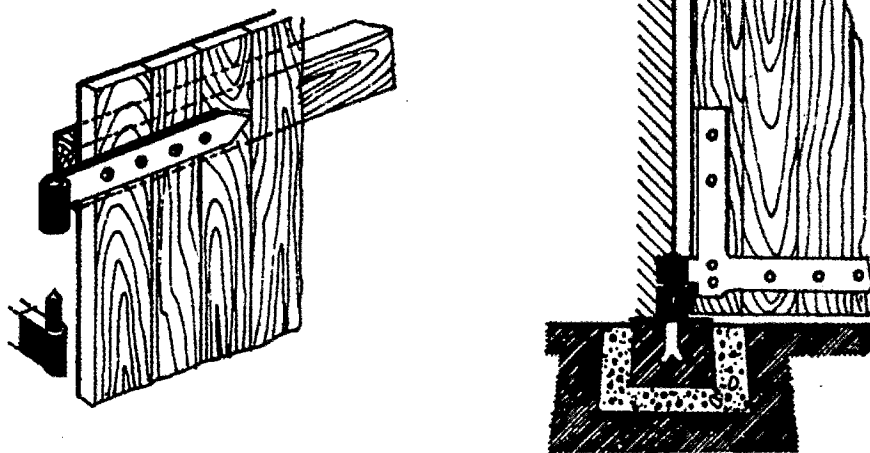
Puertas y ventanas

Las puertas de los corrales deben ser construidas con materiales resistentes debido a la capacidad roedora de los cerdos y a la fuerte palanca que ejercen con el hocico. La altura de las puertas debe ser la misma de los muros y el ancho aproximadamente de 0.58 a 0.70 m. Las puertas en barrotes de hierro son muy adecuadas pero debe evitarse que queden una enfrente de otra para impedir que los cerdos se miren, lo cual produce distorsiones en la delimitación de áreas sucias por efecto de corrientes de aire o por

la tendencia a definir territorios con el estiércol cuando pueden observar al frente otros animales. Para evitar estos problemas puede combinarse armazón de hierro recubierta con madera, teniendo presente que la parte que quede en contacto con los cerdos sea lisa.

Para evitar las bisagras, la puerta puede ser en guillotina, con un cerrojo en la parte superior que no pueda ser accionado por los cerdos. La figura 15 presenta este tipo de diseño. Si la puerta es batiente debe tener un sistema de bisagras muy resistente, anclada al piso o al muro como se muestra en la figura 16.

Figura 15. Detalle de bisagras para puertas, con anclaje al muro o al piso.



Las ventanas de las naves de parideras deben procurar aireación de la nave evitando que corrientes de aire frío lleguen directamente a los lechones. Para el efecto es recomendable una ventana abatible hacia abajo que permita graduar la abertura, y dirija el aire hacia arriba, como se muestra en la figura 17. Estas ventanas pueden ser totalmente en madera o en marco de madera combinada con vidrio.

Figura 16. Diseño de puerta en forma de guillotina para corrales, con armazón en hierro, forrada en madera y rieles sobre los cuales se desliza

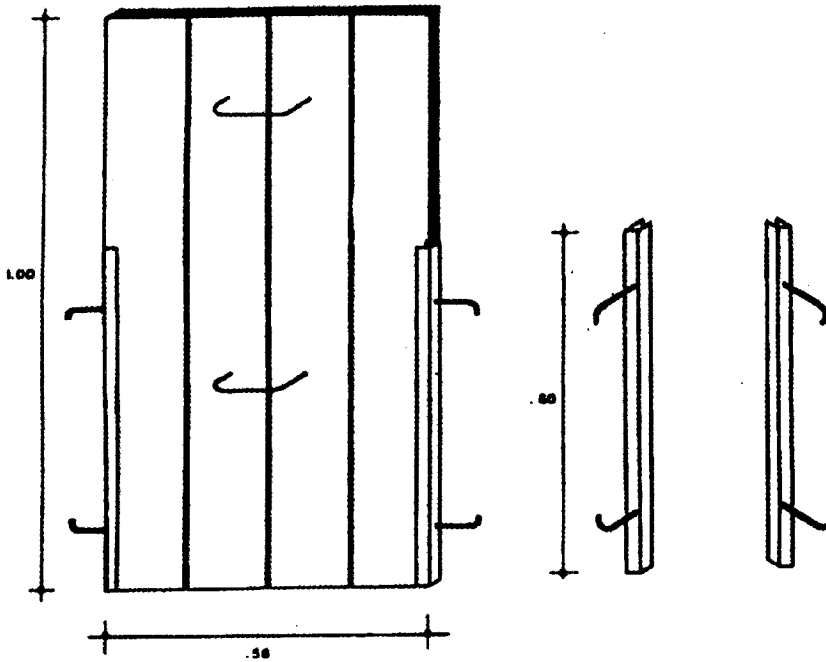
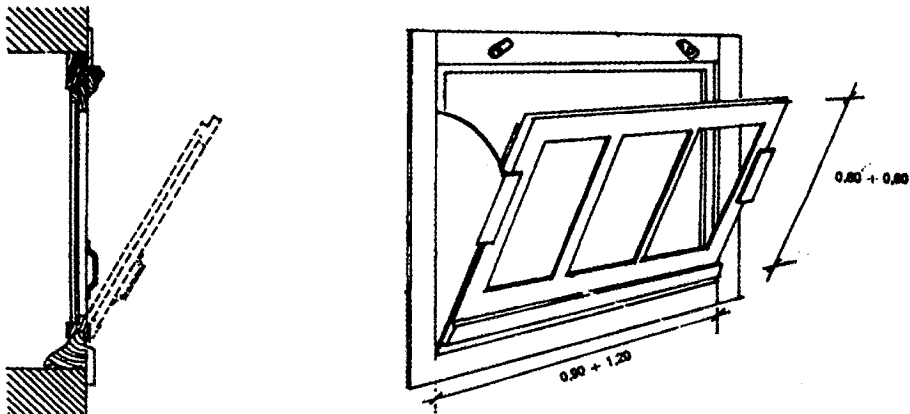


Figura 17. Modelo de ventana para naves de parideras, con abertura hacia abajo y graduables.



Comederos

En los corrales los comederos y bebederos deben estar alejados lo más posible el uno del otro. El comedero debe estar en la zona limpia, contra el muro lateral para observar fácilmente el contenido y flujo del concentrado desde el pasillo central. El bebedero se coloca en el extremo opuesto cerca al canal de desagüe y en la zona sucia que sea observable desde el pasillo exterior ya que diariamente hay que chequear su adecuado funcionamiento y flujo de agua.

Los comederos pueden ser fijos o móviles. Debe tenerse cuidado en su diseño y construcción para evitar desperdicio. Deben ser de fácil acceso para todos los animales según edad, higiénicos, fácilmente lavables, que puedan contener alimentos de reacción ácida y que propicien el mínimo desperdicio posible. El tubo de PVC de 12 pulgadas partido en dos canoas es excelente para adecuarse como comedero lineal y cumplir los anteriores requisitos.

Cuando se utilizan alimentos voluminosos diferentes al concentrado, alimentos líquidos o concentrados restringidos debe haber un espacio de comedero por cada animal presente en el corral. En el caso de utilizar alimentación a voluntad puede ser suficiente con 4 espacios por 20 animales.

En explotaciones con hembras al aire libre no es necesario utilizar comederos, solo que deben suministrarse varias raciones al día.

Tamaño de comedero recomendado por Concellón (1974), según etapa y estado fisiológico:

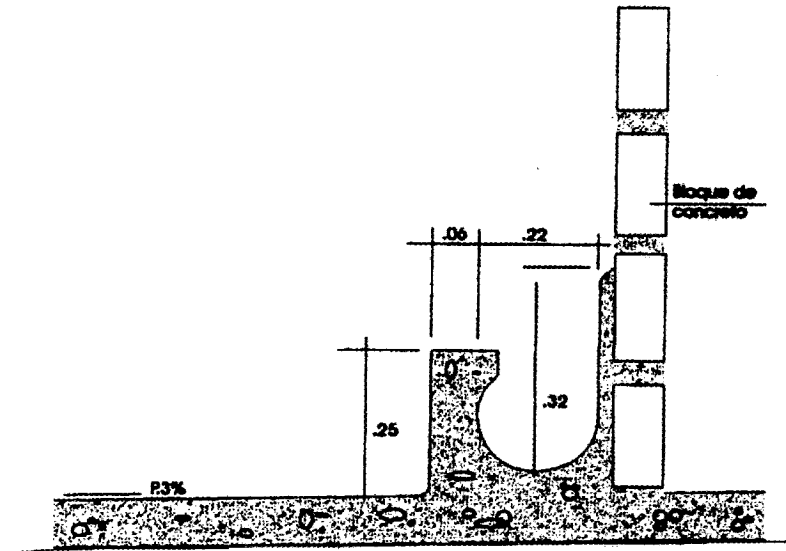
Lechones destetados :	15 centímetros
Cerdos levante :	25 cm
Cerdos engorde :	30 cm
Reproductores :	35 cm

Se cuenta con gran variedad de diseños de comederos según la edad y condición fisiológica del animal. Es importante tanto el diseño como el tipo de materiales utilizados, lo importante es que proporcionen comodidad al animal y que disminuyan al mínimo el desperdicio, teniendo en cuenta los altos costos que este representa, así sea mínimo. Un desperdicio de solo el 1% en 1000 cerdos representa una pérdida de tonelada y media de alimento concentrado.

En el caso de explotaciones al aire libre es preferible que sean móviles para evitar el exceso de pisoteo en un solo sitio.

Para el suministro de alimentación restringida puede ser suficiente una canoa de pvc o de degres empotrada en concreto o una canoa de concreto recubierta con una cerámica o material resistente a la acción de los ácidos. En la figura 18 se presenta un modelo de comedero en canoa para engorde y para reproductores.

Figura 18. Corte transversal de un comedero de canoa para ceba o para reproductores

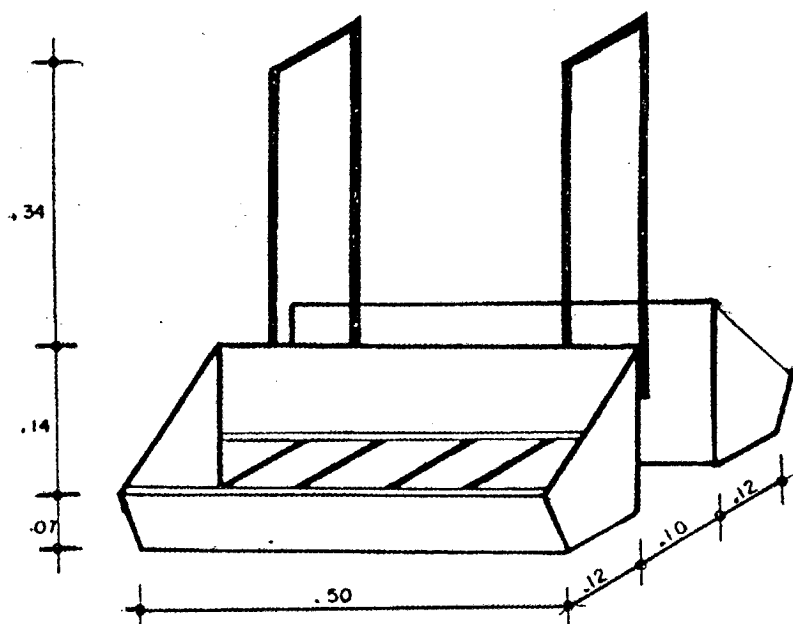


Los lechones lactantes empiezan a recibir pequeñas cantidades alimento a partir de la segunda semana de vida, por lo cual puede ser suficiente una canoa con separadores como se muestra en la figura 19 el cual puede utilizarse para dos parideras contiguas.

El comedero para alimentación a voluntad de animales de levante y ceba debe estar provisto de tolvas con capacidad mínima para un bulto de concentrado. En la figura 20 se puede apreciar un modelo con tolva para suministro manual del concentrado, con separadores metálicos para impedir que los cerdos se echen sobre él. La tolva puede ser metálica o de madera. Una guía metálica incrustada en los muros laterales del comedero permite el desplazamiento de la lámina de la tolva y graduar la ranura para regular la salida de concentrado.

Cuando se suministra comida en harina, este se compacta dentro de la tolva y no fluye por lo cual debe fijarse a la pared un gancho móvil que salga hasta el comedero, el cual al ser accionado por el cerdo, descompacta el concentrado y permita que haya flujo hacia la canoa.

Figura 19. Vista general de un comedero doble para lechones lactantes con servicio para dos parideras contiguas.



Para levante y ceba también puede utilizarse el comedero tubular vertical de 10 pulgadas de diámetro, el cual sólo suministra alimento cuando es accionado por el cerdo, dosificando la oferta de alimento. Este sistema controla el desperdicio y ofrece un alimento más higiénico. En la figura 21 se presenta el diseño del comedero tubular español, este comedero debe ir anclado al piso a través de un gancho metálico o a un muro por medio de una platina que rodea el comedero. Este comedero puede utilizarse para cerdos al aire libre, anclándolo al piso con ganchos de hierro y colocándolo bajo techo.

Cuando el levante y la ceba se realizan en pastoreo o al aire libre pueden utilizarse comederos de tolva portátiles construidos en madera y forrados externamente con lámina. Este comedero debe estar protegido del agua.

Los comederos para cerdas lactantes deben tener un diseño especial, que permita que la cerda inmovilizada en la paridera, se alimente cómodamente, sin desperdicio y sin causarle heridas en la cara con bordes o salientes metálicos. Este comedero puede tener tolva o no. En caso de no tenerla deben suministrarse por lo menos 4 raciones al día para garantizar alimento fresco y no propiciar el desperdicio llenándolo demasiado. La figura 22 presenta el diseño de comedero con tolva para cerda lactante.

Figura 20. Corte transversal de comedero de canoa con tolva, guía metálica y separador para la canoa.

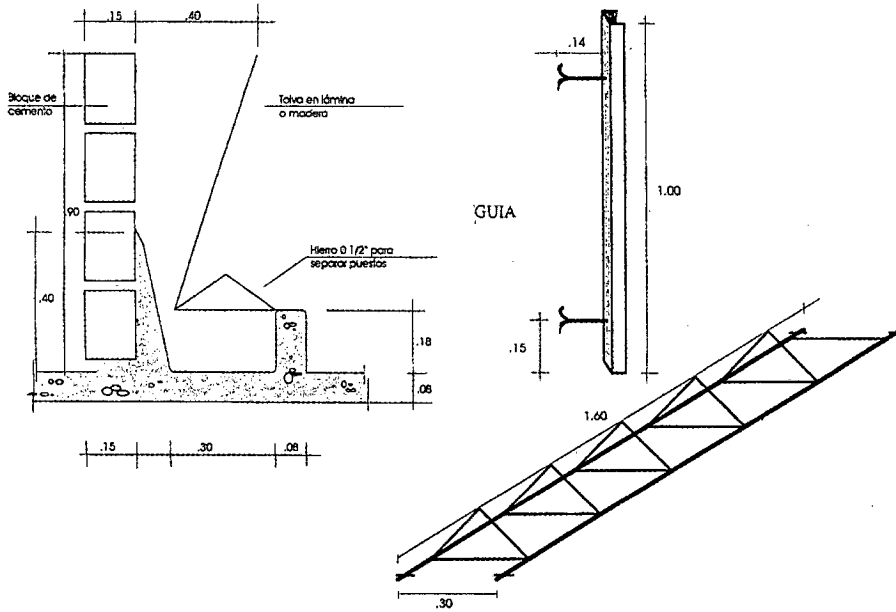


Figura 21. Comedero tubular español para cerdos de levante y ceba.

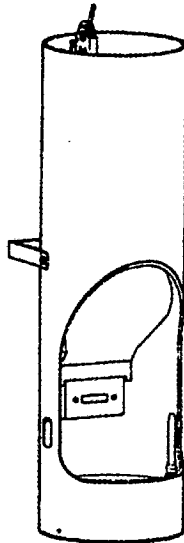
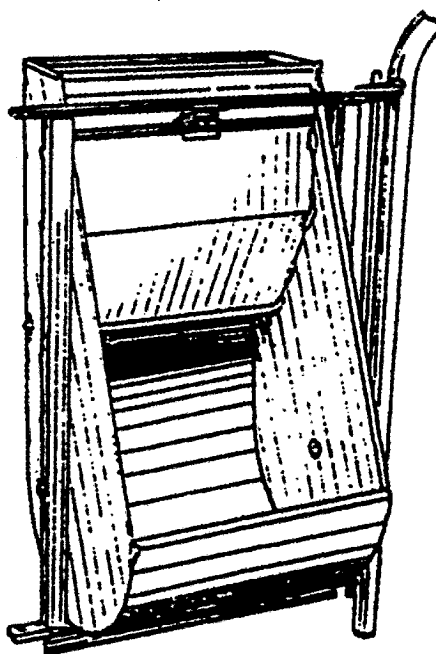
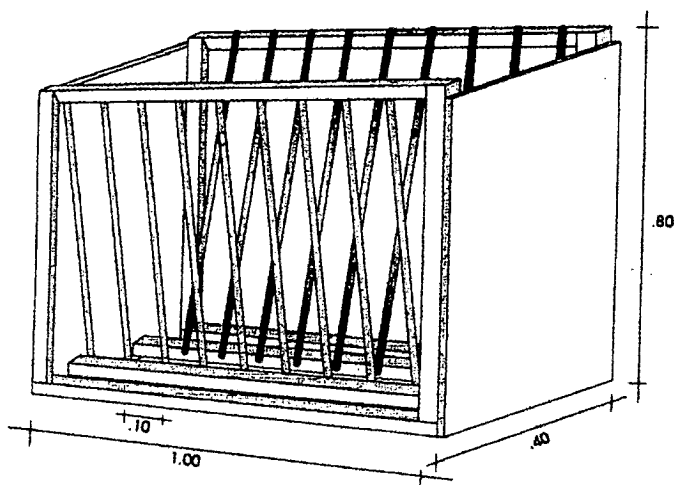


Figura 22. Comedero de tolva para cerda lactante.



Para el suministro de forrajes y de heno a cerdas gestantes puede utilizarse una tolva de madera como el que se presenta en la figura 23.

Figura 23. Dispensador de forrajes y de heno para cerdas gestantes.



PISOS

Los pisos deben reunir varios requisitos para proporcionar adecuada comodidad a los animales.

- Bien aislados o sea libres de la humedad del subsuelo para disminuir la pérdida calórica de los animales a través de él. La capa de concreto debe ser mínimo de 10 centímetros. El entresuelo debe tener una capa de 15 centímetros de piedra gruesa y gravilla.
- Impermeables.
- Inclinación de 2 al 3%. Desniveles mayores pueden producir resbalamiento y menores producen encharcamiento.
- No resbaladizo para evitar accidentes. El concreto rústico debe llevar una mezcla de arena, cemento y piedra pequeña.

La definición del área sucia en todas las etapas y estados fisiológicos del cerdo se facilita cuando se tiene piso enrejillado, además de que se facilita la limpieza. Existen diversas modalidades de rejilla pero la más común, durable y fácil de remover para lavar es la plástica. La rejilla facilita la evacuación de la orina y de los excrementos que por acción de las pezuñas caen a la fosa.

La fosa puede construirse para vaciado diario lo cual se hace a través de una corriente fuerte de agua que proviene de un extremo de las instalaciones, donde se colocan tanques cilíndricos con vaciado automático. En este caso el piso de la fosa debe tener un desnivel del 3 al 4%. También se construyen fosas para vaciados menos frecuentes. Para el cálculo de la fosa tener en cuenta que el cerdo evacua un litro de deyecciones por cada 10 kilogramos de peso, (Concellón, 1974), esto fuera del agua de lavado.

Muchos tipos de suelos y materiales se han ido desarrollando para reducir las labores y mejorar el manejo del estiércol en condiciones de confinamiento, pero muchas veces se ha tenido poco interés en lo que concierne al confort del cerdo y los consecuentes efectos sobre las patas.

Las lesiones de patas y pezuñas son asociadas con debilidades en los cerdos (Penny y otros, 1963; Smith & Robertson, 1971, citados por Kornegay, E.T. y Lindemann, M.D. 1984) y han sido agravadas por el alojamiento. Sin embargo la causa y prevención de estas lesiones no han sido completamente comprendidas. La nutrición, genética, tipo de pisos, sanidad y el nivel de enfermedad han sido sugeridos como factores causantes. La desigual talla de la pezuña es un factor implicado en el desarrollo y distribución de las lesiones de las patas. La desigualdad de la talla de la pezuña es mayor para la pezuña posterior comparada con las pezuñas anteriores, siendo la más afectada la pezuña posterior lateral. La desigual talla de pezuña resulta en una desigual

distribución del peso y esto puede ser un factor en el desarrollo y distribución de las lesiones. Las pezuñas laterales pueden tener más lesiones debido a su localización un poco más que por su talla. El mayor grado de lesiones en la periferia de las pezuñas posteriores puede ser causado por los movimientos del cerdo al hincarse, asociados al levantarse de una posición incómoda.

La pezuña es un excelente indicador de la calidad del piso. Las investigaciones sobre propiedades mecánicas de los pisos, tales como la textura de las superficies (abrasivas o lisas) resistencia térmica y durabilidad se relacionan con las lesiones y desempeño de las pezuñas.

El piso en cemento continuo ha sido el más ampliamente utilizado por los porcicultores, sin embargo tienden a ser húmedos y sucios y si poseen cama esta también es húmeda, requiriendo bastante mano de obra para su manejo y permanente mantenimiento.

Los pisos enrejillados plásticos logran proteger patas y pezuñas y evitan la formación accidental de heridas y tienen una larga vida útil. En la actualidad se consiguen en módulos cuadrados de 0.60 centímetros de lado como lo muestra la figura 24.

Los pisos enrejillados metálicos pueden ser trenzados o soldados los cuales se pueden observar en la figura 24. Los trenzados son de larga vida útil pero en la zona sucia tienden a corroerse dejando puntas levantadas que causan bastantes lesiones en los animales. Los pisos metálicos soldados tienen menos vida útil y las aristas que deja la soldadura causan lesiones en patas y pezuñas y en los pezones de las cerdas. Para parideras con piso completamente enrejillado lo más recomendable es la rejilla plástica.

Otro piso utilizado en porcicultura es en listones en concreto separados 2.5 cm. para animales adultos y 0.8 para lechones, como puede observarse en la figura 24. Estos listones deben ir fijos en los extremos para evitar que se separen y causen lesiones. En general los listones en concreto tienden a desbordarse y a ser abrasivos para las pezuñas.

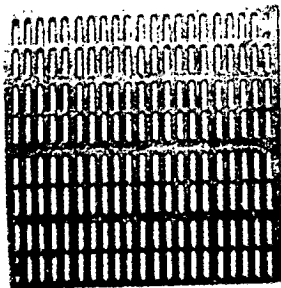
BEBEDEROS

En general el bebedero más utilizado en confinamiento es el de chupón porque permite que el animal consuma agua más limpia. Es importante tener en cuenta la presión necesaria para que el aforo sea de 2 litros de agua por minuto. La altura también es importante, el animal no debe hacer mucho esfuerzo para alcanzar el bebedero, debe estar colocado a la altura del lomo por lo cual en corrales donde se realiza el levante y la ceba deben colocarse dos bebederos uno a 20 centímetros de altura y otro a 40 centímetros.

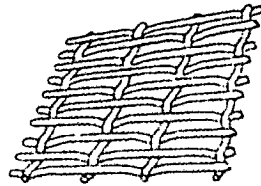
En explotaciones grandes donde se utilizan casillas de gestación es conveniente utilizar bebederos de canoa que garanticen un mayor consumo de agua. El nivel del agua de bebida es dado por un flotador colocado en un pequeño tanque externo al bebedero pero comunicado con él. En el momento de suministrar el concentrado se evacua el bebedero.

En explotaciones al aire libre, con temperaturas altas es preferible el bebedero de tanque con flotador.

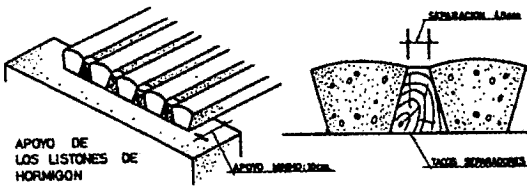
Figura 24. Diferentes tipos de piso enrejillado y en listones de concreto.



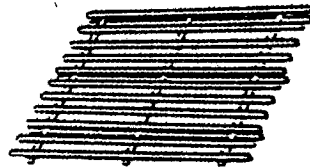
Rejilla plástica modular



Rejilla metálica trenzada



Listones de concreto



Rejilla soldada

Para cerdas gestantes alojadas en casillas funciona mejor el bebedero en canoa de PVC, al cual se le controla el nivel por el sistema de vasos comunicantes por medio de un tanque con válvula de flotador colocado en un extremo del bebedero, fuera del alcance de las cerdas, para evitar que lo destruyan. Cuando se va a suministrar el alimento, se evacua el bebedero y se vuelve a llenar una vez las cerdas consuman el alimento.

En sistemas al aire libre se deben utilizar bebederos móviles para evitar la formación de fosas muy profundas. En el caso de utilizar bebederos de chupón estos deben ser anclados al suelo sobre postes móviles pero firmes y el abastecimiento de agua por medio de mangueras flexibles que permitan el cambio de lugar del bebedero. Este diseño puede observarse en la figura 25.

SOMBRIOS PARA SISTEMAS AL AIRE LIBRE

En sistemas al aire libre, tanto en climas cálidos como fríos el cerdo debe contar con algún tipo de instalaciones que lo protejan de temperaturas extremas. En clima cálido los árboles juegan un papel muy importante y estos deben tener los troncos protegidos con alambre de púas o con cercas para evitar que los cerdos destruyan las cortezas lo cual puede causar la muerte del árbol.

Cuando se dispone de poca sombra puede utilizarse un sombrío móvil de madera con techo de zinc al cual se le coloca paja o heno por encima para disminuir la temperatura interna. Este diseño se presenta en la figura 26. Para la cerda parida y sus lechones se presenta el diseño de la figura 27 el cual puede llevar techo de paja en zonas cálidas y lámina de zinc para zonas frías.

Figura 25. Sistema de instalación de bebedero de chupón sujeto a un poste móvil con abasto de manguera, para sistemas al aire libre.

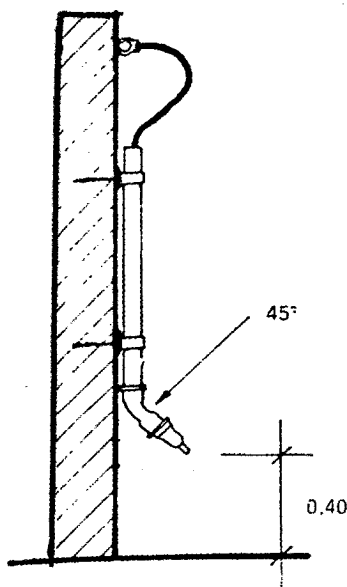


Figura 26. Diseño de sombrío móvil para explotaciones de cerdos al aire libre.

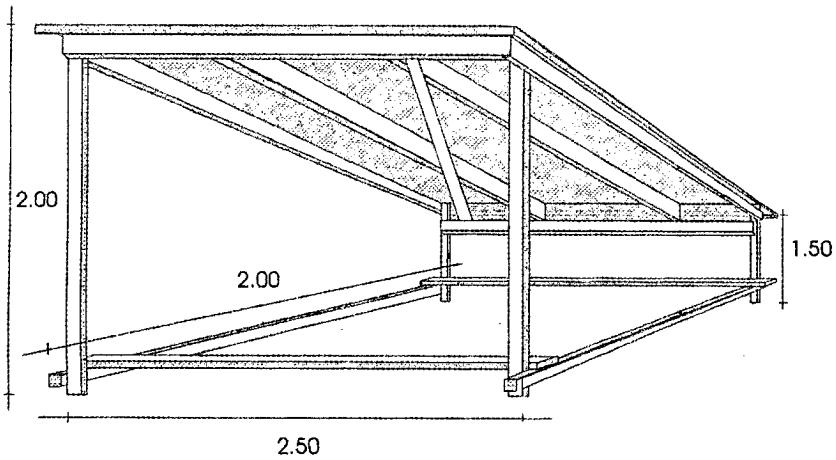
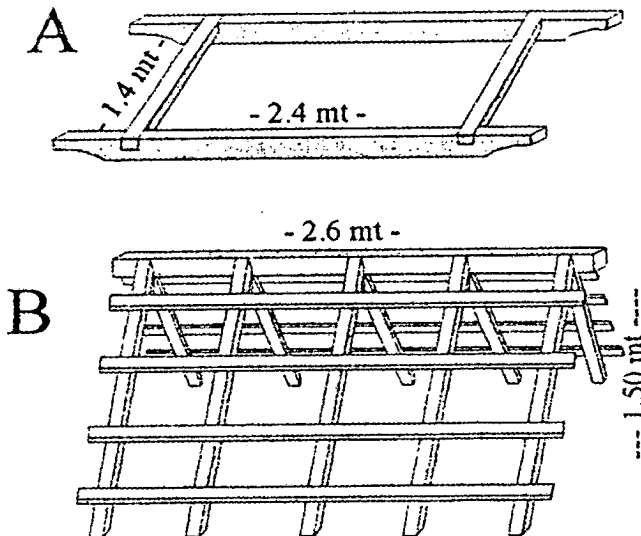
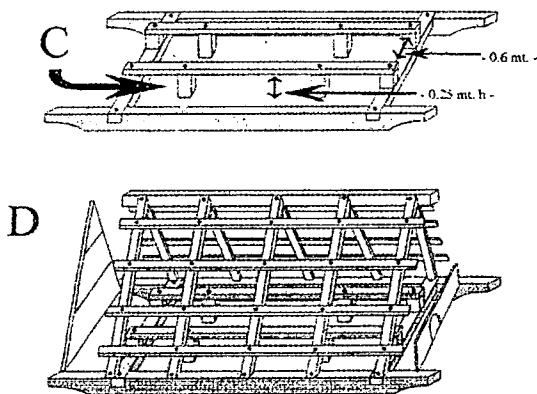


Figura 27. Diseño de paridera o sombrío para la cerda lactante y su camada en sistemas al aire libre.





- A. Base de paridera.
- B. Soporte del techo.
- C. Refugio para lechones.
- D. Vista paridera
(Faltando cubrimiento con paja).

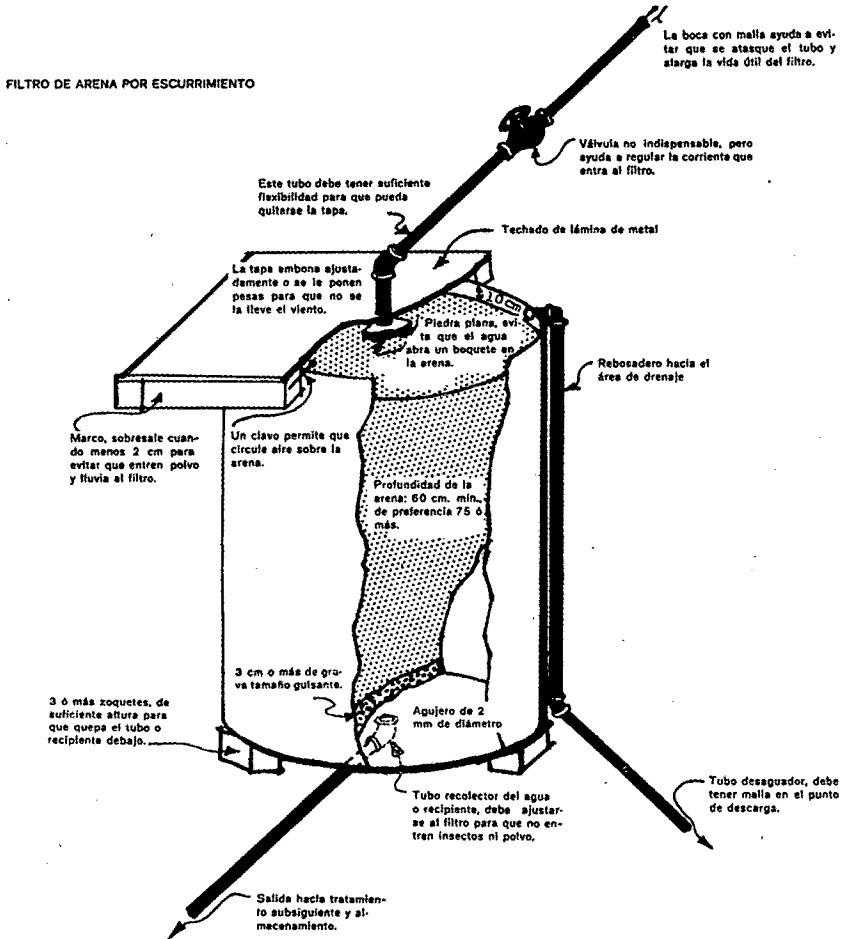
FILTRO DE ARENA PARA AGUA DE BEBIDA

El cerdo especialmente en las etapas de predestete, precebo, levante y ceba exige agua de bebida de excelente calidad bacteriana. Esta calidad difícilmente es obtenida si previa a la cloración, el agua no ha sido filtrada y está libre de materia orgánica.

El agua superficial proveniente de arroyos, estanques, pozos abiertos, normalmente se encuentra contaminada con hojas y otras materias. Un filtro de arena por gravedad elimina la mayor parte de estas materias orgánicas en suspensión pero permite el paso de virus y ciertas bacterias. En muchos casos puede requerirse clorar el agua después de haberse filtrado. Un filtro de arena bien atendido mejora mucho la calidad bacteriológica del agua. Los filtros de arena requieren un limpiado periódico y más frecuente en período de invierno.

El filtro de arena propuesto por Voluntarios para la Asistencia Técnica Internacional (1972) que se describe en la figura 28 tiene un rendimiento normal de un litro por minuto de agua cristalina, lista para clorarse.

Figura 28. Detalles y especificaciones del corte longitudinal de un filtro de arena por gravedad.



SEPARADOR DE SÓLIDOS PARA EFLUENTES

Es necesario tener en cuenta que los efluentes de las explotaciones agropecuarias tienen características muy diferentes a las aguas residuales domésticas y a las de la industria manufacturera. Por ello los sistemas desarrollados para estas aguas residuales no siempre son adecuados para las explotaciones agropecuarias además de que pueden ser muy costosos (Manejo de elementos de la producción porcina que pueden causar efectos ambientales, 1997).

La separación de sólidos puede hacerse mediante procesos biológicos, químicos o mecánicos.

En efluentes pecuarios generalmente se utilizan procesos mecánicos tales como: tanques de sedimentación, separadores de malla inclinada estática, mallas vibradoras, separadores con base en fuerza centrífuga.

A diferencia de los tanques de sedimentación, en general, los separadores mecánicos son exigentes en el nivel de la mano de obra necesaria para su mantenimiento y operación. Como la falta de homogeneidad en la presentación de la porquinaza puede afectar la eficiencia de remoción en los sistemas mecánicos, generalmente se debe contar con un tanque de recepción antes del separador, en el cual debe haber un mecanismo de agitación. Antes de iniciar el proceso de separación, el líquido debe ser agitado el tiempo necesario para garantizar su presentación homogénea.

SEPARACION DE SÓLIDOS CON BASE EN LA GRAVEDAD

Dentro de este sistema se pueden mencionar las instalaciones diseñadas con el mismo principio de los lavaderos de café (caños largos y estrechos). Estos constan de una secuencia de tanques comúnmente unidos por tubos en U invertida para eliminar el paso de material flotante de un tanque al siguiente. Mientras más tiempo permanezca la excreta en el separador, y menor sea la velocidad al pasar por él, mayor será la remoción de sólidos.

La capacidad del tanque sedimentador debe calcularse teniendo en cuenta el tiempo de retención (mínimo una hora) y los caudales que se den durante el día.

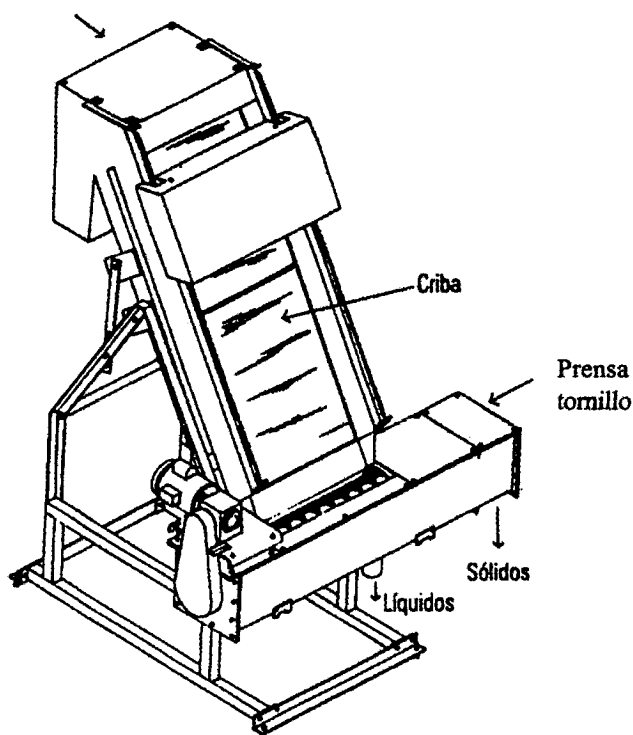
Tiempos de retención demasiado largos (superiores a 5 días) pueden generar problemas de olores por fermentaciones anaeróbicas

Con excepción de las lagunas o represas en tierra que se dejan por períodos largos, los demás exigen contar permanentemente con mano de obra para remover el material separado. Generalmente es un material con un contenido de humedad superior al

SEPARADORES DE CRIBA INCLINADA ESTACIONARIA

En estos separadores, la malla o criba está formada por varillas trefiladas de borde redondeado, colocadas horizontalmente. La porquinaza cae en la parte superior de la malla y la fracción líquida pasa a través de la malla debido a su momento de flujo y a la tensión superficial, mientras que los sólidos ruedan por la superficie de la malla hasta el final de esta. En la figura 30 se puede observar este tipo de separador, en el cual la capacidad de remover sólidos oscila entre el 15 y el 30% con una capacidad de un minuto por cada 10 animales día.

Figura 30. Vista general de un separador de criba inclinada estacionaria.



PRODUCCIÓN DE CERDOS AL AIRE LIBRE

Desde principios de los años 80 la producción de cerdos al aire libre en Europa ha venido experimentando un renacimiento indiscutible especialmente en Inglaterra. En 1989 entre el 12 y el 15% de las cerdas tuvo sus pariciones a campo abierto. Este sistema de producción también es adecuado para los productores de climas cálidos.

El renacimiento de la cría al aire libre es el resultado de varios factores bien definidos que incluyen el aspecto económico, el bienestar de los animales y la aplicación de nuevas tecnologías (Thornton, K. 1990).

Factores económicos : La gran inversión de capital necesaria para hacer nuevas construcciones ha alentado como alternativa el uso de sistemas de producción al aire libre. La productividad de una pira al aire libre es ligeramente más baja que la de las piras en confinamiento y probablemente la cerda consume un poco más de alimento. Sin embargo hay menos gasto en construcciones, energía, agua de lavado, desinfectantes, drogas, reparaciones, etc.

En cuanto a mano de obra si bien tiene que ser capacitada se reduce la intensidad de su uso ya que no hay que retirar estiércol, lavar, desinfectar o flamear instalaciones, ni tampoco manejar cortinas.

Los problemas sanitarios se disminuyen porque sin construcciones no hay acumulación de gases y el cerdo siempre respira aire puro disminuyéndose la presentación de enfermedades respiratorias y gastrointestinales. Al eliminarse prácticamente el estrés producido por el confinamiento se permite una mayor respuesta inmunitaria del animal ante cualquier enfermedad, disminuyendo los tratamientos y utilización de medicamentos.

Nuevas tecnologías : Las nuevas tecnologías de las granjas en confinamiento han sido aplicadas con éxito en las granjas al aire libre, es el caso del destete a las 3 o 4 semanas de edad que se aplica muy bien en estas explotaciones. La mayoría de los porcicultores no suministran concentrado de preiniciación ya que los lechones tienen acceso al concentrado de la madre hasta que son destetados. Esto reduce la demanda de trabajo diario.

Se ha introducido el sistema de manejo por grupos, igual que en confinamiento y se ha adoptado un programa de servicios y partos semanales durante todo el año. También permite la introducción de hembras de reemplazo en una forma planeada, en el momento apropiado y durante todo el año.

Bienestar de los animales : El bienestar de las cerdas que se crían al aire libre es percibido por la gente como más aceptable que el de aquellas criadas en sistemas de confinamiento de manera que la presión de la gente por el bienestar animal ha contribuido también al renacimiento de este sistema de cría.

Características del sitio para la cría al aire libre : En general todos los climas pueden ser aptos para la cría al aire libre, sin embargo es importante que las precipitaciones no sean muy altas y que los suelos sean bien drenados. Terrenos

arenosos y ligeros son los mejores. Los terrenos arcillosos y pesados se vuelven barrocos con las lluvias dificultando el tráfico de animales y de personas. Las características y conformación de la superficie también son muy importantes. Los lugares planos o con ligeros declives son los mejores, deben evitarse las laderas escarpadas para cerdas lactantes.

Por lo general es fácil encontrar terrenos disponibles con buen clima pero con el suelo inapropiado. Este problema puede corregirse con técnicas que eviten la erosión excesiva del suelo y promuevan el crecimiento del pasto particularmente en los potreros para partos. Estas técnicas incluyen : aumentar el tamaño de los potreros, anillar las narices de las cerdas para evitar el hozado excesivo del suelo y alternar el uso de los potreros con adecuados períodos de descanso.

En términos prácticos la combinación de la temperatura, la precipitación, las condiciones del suelo y la densidad poblacional definirán que áreas pueden sostener un sistema al aire libre todo el año. Se requieren entre 500 y 600 m² por animal. El agua juega un papel importante ya que se requiere para bebida y para mantener frescos los animales Si no se dispone de buen sombrero natural deben construirse . En general sólo se requiere de parideras rústicas y de cercas eléctricas.



CAPÍTULO **3**

**PROGRAMACIÓN DE GRUPOS
EN LA EXPLOTACIÓN PORCÍCOLA**

PROGRAMACIÓN DE GRUPOS EN LA EXPLOTACIÓN PORCÍCOLA

La programación de grupos es la principal herramienta para que el porcicultor y el técnico administren la explotación y controlen la producción periódica y los insumos requeridos y por lo tanto puedan predecir los ingresos económicos y la cuantía de los recursos necesarios para asegurar su funcionamiento.

Las instalaciones porcícolas deben estar acordes con la programación de espacios para cada etapa productiva, además esta programación debe ser revisada y ajustada periódicamente o cada que se presenten variaciones en la población de cerdos para evitar pérdidas económicas por exceso de animales en un momento dado o en el caso contrario tener subutilización de espacios y de equipos cuando la población disminuya.

Cualquier explotación porcícola aún la más pequeña debe tener una programación adecuada de espacios bien sea que se trate de una explotación de cría o de ceba. Este último caso reviste especial importancia porque requiere del suministro de lechones y debe definirse la cantidad y tiempo en que deben adquirirse.

La programación de la granja debe ser flexible y permitir adecuaciones y ajustes futuros. El mejoramiento o deterioro de los parámetros productivos y reproductivos induce variaciones en la programación aplicada, por esta razón deben determinarse los mecanismos para hacer un control permanente de ella, asegurar su cumplimiento y detectar las fallas que se presenten.

PROGRAMACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN DE CRÍA

Se basa en la conformación de grupos de cerdas para obtener producción y reproducción en períodos predeterminados. Las cerdas de cada grupo estarán en igual estado fisiológico.

Entre las ventajas de la programación por grupos se pueden tener :

- Se obtiene un número uniforme de partos por período con fecha única de destete para cada grupo, con lo cual se logra que la mayor parte de las prácticas de manejo tanto de las cerdas como de los lechones se puedan unificar y poder así planificar mejor la utilización de la mano de obra y optimizar este recurso.
- Se favorece el manejo de las camadas al obtenerse partos con pocos días de diferencia, lo cual permite la realización de atetes para igualar camadas bien por el número o por el peso de los lechones.
- Se puede hacer un estricto control reproductivo de cada grupo en el momento del destete, al terminar un ciclo reproductivo, con lo cual se detectarán fácilmente las cerdas improductivas y se decidirá su permanencia o no en la granja de manera más oportuna.
- La programación por grupos permite utilizar el sistema modular 'todo dentro todo fuera' de manera que en cada local permanezcan animales de la misma edad, primera norma de bioseguridad de la granja.
- Al concluir la ocupación de cada módulo o local pueden programarse períodos definidos de aseo y desinfección, durante los cuales podrán realizarse labores de mantenimiento a equipos y locales expuestos a gran deterioro.
- Al manejarse grupos homogéneos en cada estado fisiológico, serán muy similares las necesidades de insumos y de cada tipo de alimento para cada período, facilitándose la administración de la explotación.

ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA PROGRAMACIÓN

CICLO REPRODUCTIVO

Está compuesto por tres variables :

Duración de la gestación, la duración de la gestación puede considerarse fija, se toma un promedio de 114 o 115 días.

Duración de la lactancia, es este el período más variable dentro de los que conforman el ciclo reproductivo y es por lo tanto el que define su duración y el que podrá ajustarse para darle al ciclo reproductivo un valor que sea múltiplo del ritmo de producción que se elija. En la en la tabla 9 se indica la conformación de cuatro posibles ciclos reproductivos.

Tabla 9. Duración del ciclo reproductivo según diferentes duraciones de lactancias.

Períodos considerados	Duración de cuatro ciclos diferentes, días			
Gestación	114	114	114	114
Lactancias promedias	21	28	35	42
Intervalo destete servicio	5	5	5	5
Total ciclo reproductivo	140	147	154	161

El día uno del ciclo reproductivo para cada grupo será el día del servicio.

Intervalo destete servicio. Se toma la duración promedio del intervalo destete servicio para la mayoría de las cerdas, sin tener en cuenta repeticiones o intervalos muy prolongados. Esta cifra es diferente al intervalo destete servicio efectivo el cual suele ser superior.

Para este caso interesa solo el intervalo destete servicio promedio ya que las cerdas que repiten pasan de un grupo de cerdas a otro sin afectar la duración del ciclo reproductivo teórico.

RITMO DE PRODUCCIÓN

Es la periodicidad con la cual se suceden cada uno de los eventos propios de la explotación : servicios, partos, destetes, ventas, etc. Se determina teniendo en cuenta aspectos como :

- Tamaño de la explotación, para explotaciones grandes es más práctico utilizar ritmos de producción más cortos, por ejemplo de 7 días. Para explotaciones medianas y pequeñas pueden utilizarse ritmos de 14 o de 21 días.
- Periodicidad de las ventas o de las compras de lechón en el caso de explotaciones de ceba.
- Si se pretende definir actividades de acuerdo al día de la semana es muy útil el ritmo de producción de 7 días. Por ejemplo la realización de destetes los jueves disminuye la presentación de calores los días sábados y domingos cuando hay menos disponibilidad de mano de obra, y da la pauta para a realización de las demás actividades en el resto de la semana.

Aunque el ritmo de producción de 7 días se acomoda muy bien al ciclo estral de la cerda, lo mismo que el de 21 días, se puede determinar cualquier cifra como ritmo de producción.

NÚMERO DE GRUPOS DE CERDAS

El número de grupos de cerdas se obtiene de la relación entre la duración del ciclo reproductivo y el ritmo de producción. Debe ser un número entero, por lo tanto el ciclo reproductivo debe ser múltiplo del ritmo de producción. En la tabla 10 se indica el número de grupos para diferentes ciclos reproductivos y para diferentes ritmos de producción, lo mismo que el número de ciclos por año para las cerdas que cumplen rigurosamente con el ciclo reproductivo teórico.

NÚMERO DE CERDAS POR GRUPO

El número de cerdas por grupo puede variar desde 1 hasta 20. Para tamaños de grupo superiores se recomienda trabajar por sitios o por piaras.

Es ideal que los grupos sean homogéneos para evitar la subutilización o sobreutilización de espacios.

Tabla 10. Número de grupos según el ritmo de producción

Características consideradas	Ciclos reproductivos, días					
	140	147	147	154	154	161
Ritmo de producción, días	7	7	21	7	14	7
Número de grupos	20	21	7	22	11	23
Ciclos reproductivos por año	2.6	2.48	2.48	2.37	2.37	2.26

CÁLCULO DE ESPACIOS Y DE MÓDULOS

Por considerarlo más sencillo y práctico se detallará el sistema de cálculo de espacios con base en módulos con el siguiente procedimiento :

Ciclo de llenado

Son los días que permanecerán disponible las instalaciones por cada grupo de animales que pase por ellas, está compuesto por :

- Días de ocupación por animal.
- Días de aseo y desinfección, en este lapso de tiempo se realizarán las labores de lavada, desinfección, encalada, flameada, reparaciones, pintura, etc.

Número de módulos

La suma de los días de ocupación y de los días de aseo y desinfección constituyen el ciclo de llenado y esta cifra dividida por el ritmo de producción da como resultado el número de módulos. Los días de ocupación deben ser múltiplos del ritmo de producción para que los módulos den una cifra entera.

Número de espacios por módulo

El número de espacios por módulo depende del número de cerdas del grupo o del número de lechones producidos por cada grupo de cerdas.

Total de espacios requeridos

Es igual al número de módulos multiplicado por el número de espacios por módulo. Ejemplo : Calcular los espacios requeridos para una explotación integral de 105 cerdas de cría , con una lactancia promedio de 28 días y con ritmo de producción de 7 días (semanal).

Días de gestación	114		
Días de lactancia	28		
Días de intervalo destete servicio	5		
Días del ciclo reproductivo	147		
Número de grupos :	147	=	21 grupos
Ritmo de producción	7		
Número de cerdas por grupo :	105	=	5 cerdas por grupo
	21		

Cálculo del número de parideras

Ciclo de llenado de parideras

Días antes del parto	5		
Días de lactancia	28		
Días de aseo y desinfección	2		
Total ciclo de llenado	35 días		
Número de módulos :	Ciclo de llenado 35	=	5 módulos
	Ritmo de producción 7		

Parideras por módulo : 5 (igual al número de cerdas/grupo)

Se requieren 5 módulos de parideras con 5 parideras cada módulo para un total de 25 parideras.

Los módulos funcionan así : La primera semana entra el grupo 1 de cerdas, la segunda semana entra el grupo 2 y así sucesivamente hasta que entre el grupo 5. Para que entre el grupo 6 debe haber salido previamente el grupo 1 cuyo módulo habrá completado 35 días de ocupación.

Cuando el tamaño del grupo es muy pequeño es posible que no se justifique construir módulos, en tal caso todas las parideras estarán en la misma nave y el sistema será de flujo continuo.

Cálculo de espacios para cerdas de servicio

Ciclo de llenado	_____
Días de intervalo destete servicio	5
Días de aseo y desinfección	2
Total ciclo de llenado	7

Número de módulos : $\frac{\text{Ciclo de llenado } 7}{\text{Ritmo de producción } 7} = 1 \text{ módulo}$

Permanentemente habrá un grupo de 5 cerdas en servicio
Número de espacios requeridos : 8 , asumiendo que algunas cerdas repiten o tardan en acalorarse. Pueden tenerse 2 corrales de 10 m² cada uno , asignando un espacio de 2.5 m² por cerda.

Cálculo de espacios para gestación

Ciclo de llenado	_____
Días de gestación	114
Días en parideras	5 (Se descuentan)
Días de aseo y desinfección	3
Total ciclo de llenado	112

Número de módulos : $\frac{\text{Ciclo de llenado } 112}{\text{Ritmo de producción } 7} = 16 \text{ módulos}$

Son 16 módulos de 5 espacios cada uno.

Para el caso de casillas de gestación se requieren un total de 80 casillas.

En el caso de alojarlas en corrales podrían requerirse 16 corrales de 12.5 m² cada uno con capacidad para 5 cerdas.

Cálculo de espacios para verracos

El sistema de manejo de cerdas por grupos ofrece facilidades para la utilización de inseminación artificial y por el contrario exige buena proporción de machos al concentrarse en pocos días los servicios de cada grupo de cerdas.

Para definir el número de verracos requeridos debe tenerse en cuenta :

- El número de servicios por cerda
- El número de cerdas por grupo
- El ritmo de producción.

Cuando el ritmo de producción es semanal el número de verracos requeridos es igual al número de cerdas por grupo.

Con ritmos de producción más altos los reproductores tendrán utilización muy dispareja ya que tendrán que atender alto número de servicios en pocos días y luego tendrán períodos de descanso muy largos, afectándose por lo tanto los parámetros reproductivos de la granja. En estos casos se recomienda manejar una relación de 1 : 20 , un verraco por cada 20 cerdas

En el ejemplo que veníamos desarrollando se requieren 5 verracos y el número de espacios necesarios es de 5 corrales de 8 m² cada uno. Puede adicionarse un corral para un macho de reemplazo.

Cálculo de espacios para cerdas de reemplazo

El número de hembras de reemplazo que se deben mantener en la granja es alrededor del 10% de las hembras totales ; para el caso que nos ocupa deben tenerse :

Hembras totales $105 \times 0.10 = 10$ cerdas de reemplazo

Número de espacios : pueden considerarse 2 corrales de 12.5 m² cada uno para alojar 5 cerdas en cada uno.

Cálculo de espacios para lechones de precebo

Para estimar los días de ocupación se tiene en cuenta las exigencias de peso a nivel de mercado, en caso de que se tengan para la venta, y las condiciones medioambientales de la etapa siguiente en caso de que continúen en la granja. Por lo tanto se dan períodos de ocupación de 28 a 56 días.

Ciclo de llenado para corrales de precebo

Días de ocupación	35
Días de aseo y desinfección	<u>7</u>
Total ciclo de llenado	42

Número de módulos : $\frac{\text{Ciclo de llenado } 42 \text{ días}}{\text{Ritmo de producción } 7 \text{ días}} = 6 \text{ módulos}$

Numero de lechones por corral : 12

Número de corrales por módulo : $\frac{50 \text{ lechones semanales}}{12 \text{ lechones por corral}} = 4 \text{ corrales}$

Número de corrales totales : 6 módulos x 4 corrales = 24 corrales

Cálculo de espacios para ceba

Ciclo de llenado corrales de ceba

Días de ocupación	81
Días de aseo y desinfección	<u>3</u>
Días totales	84

Número de módulos : $\frac{\text{Ciclo de llenado } 84 \text{ días}}{\text{Ritmo de producción } 7 \text{ días}} = 12 \text{ módulos}$

Número de cerdos por corral : 16

Número de corrales por módulo : $\frac{50 \text{ cerdos semanales}}{16 \text{ cerdos por corral}} = 3 \text{ corrales}$

Total corrales de ceba : 12 módulos x 3 corrales = 36 corrales

PROGRAMACIÓN DE EXPLOTACIONES DE CEBAS

Ejemplo : Programar la utilización de 24 corrales de ceba con capacidad para 15 cerdos cada uno.

Se asume que se va a iniciar la ceba con lechones de 20 kg de peso y el ritmo de producción será de 7 días.

Ciclo de llenado

Días de ocupación	81
Días de aseo y desinfección	<u>3</u>
Ciclo total	84

Número de módulos : $\frac{\text{Ciclo de llenado 84 días}}{\text{Ritmo de producción 7 días}} = 12 \text{ módulos}$

Corrales por módulo : $\frac{24 \text{ corrales}}{12 \text{ módulos}} = 2 \text{ corrales por módulo}$

Se ocuparán 2 corrales cada 7 días y por lo tanto se requieren 30 lechones. Cada día saldrán 30 cerdos gordos.

PROYECCIÓN DE LA PROGRAMACIÓN

La proyección de la programación permite visualizar el inventario de animales etapa por etapa y en cada período, lo cual facilita hacer los estimativos de compras de alimentos y de otros insumos, así como estimar las ventas de animales.

En la tabla 11 se presenta el movimiento de animales de una explotación de cría que se inicia a partir de cero, con un ritmo de producción de 21 días. Se parte con la compra de 4 cerdas en el primer período, 4 en el segundo para completar 8, 4 en el

BIBLIOTECA NACIONAL DE COLOMBIA

tercero para completar 12 y así se continúan comprando 4 cerdas cada 21 días hasta completar 28 en el séptimo período. Se servirán 4 cerdas cada 21 días y se obtendrán partos a partir del sexto período.

Debe tenerse en cuenta que el rango de edades contemplado en la primera columna debe coincidir con los períodos o ritmo de producción utilizados.

Tabla 11. Proyección de una explotación de 28 cerdas con ritmo de producción de 21 días.

Grupos	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4
Períodos	21	42	63	84	105	126	147	168	189	210	231
Tipos de animales											
Cerdas totales	4	8	12	16	20	24	28	28	28	28	28
Cerdas servidas		4	8	16	18	18	18	18	18	18	18
Verracos	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Cerdas que paren						4	4	4	4	4	4
Lechones 0-21 d.						40	40	40	40	40	40
Lechones 21-42 d.							38	38	38	38	38
Lechones 42-63 d.								37	37	37	37
Cerdos 63-84 d.									37	37	37
Cerdos 84- 105 d										37	37
Cerdos 105- 126 d											37
Cerdos 126- 147 d											
Consumo concentrado											
Gestación	252	588	924	1428	1680	924	924	924	924	924	924
Lactancia						546	546	546	546	546	546
Preiniciador						20	335	335	335	335	335
Iniciador							380	380	380	380	380
Levante									1554	1554	1554
Ceba										1942	1942

CONTROL PERIÓDICO DE LA PROGRAMACIÓN

En la tabla 12 se indica un tipo de registro para el control de la programación y contiene información sobre el tamaño del grupo y su resultado productivo en cada período, lo cual permite tomar decisiones sobre los ajustes a los grupos y descarte de cerdas una vez efectuado el destete. Para complementar la información de la primera columna debe cumplirse todo el ciclo reproductivo, o sea desde que el grupo de cerdas es servido hasta que se desteta.

Tabla 12. Control de la programación y evaluación reproductiva periódica de una explotación de 28 cerdas con ritmo de producción de 21 días.

Parámetros	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Promedio
Cerdas servidas	4	3	5	4	4	5	3	4
Cerdas preñadas	3	3	4	4	3	5	3	3.57
% de preñez	75	100	80	100	75	100	100	90
% Abortos	0	0	0	0	0	20	0	3.5
Cerdas que paren	3	3	4	4	3	4	3	3.4
% de pariciones	75	100	80	100	75	80	100	5.71
Lech nacidos totales	26	30	41	35	28	38	31	229
Lech nacidos vivos	24	27	38	32	27	36	28	212
Lech nacidos muertos	2	3	3	3	1	2	3	17
Lech vivos por camada	8	9	9.5	8	9	9	9.3	8.82
Lech vivos por cerda	6	9	7.6	8	6.75	7.2	9.3	7.69
Lech destetados	23	25	34	31	25	33	26	197
Lech destetados /camada	7.6	8.33	8.5	7.75	8.33	8.25	8.66	8.2
Lech destetados /cerda	5.75	8.33	6.8	7.75	6.25	6.6	8.66	7.16
% mortalidad predestete	4.1	7.4	10.5	3.1	7.4	8.3	7.1	6.84

COMO INICIAR EL SISTEMA DE MANEJO POR GRUPOS

Los grupos de cerdas pueden conformarse en cualquier momento independientemente de la forma como se esté manejando la explotación.

En la tabla 13 se muestra un modelo de registro que permite iniciar el manejo por grupos. Se parte de la fecha de servicio de todas las cerdas. A partir de esta fecha se calcula la fecha probable de parto y en la columna siguiente se trata de unificar la fecha de destete para varias cerdas que constituirían cada grupo, con un tamaño cercano al deseado. En el primer ciclo las edades de lactancia serán muy disparejas, por lo tanto se requerirá de varios ciclos para establecer el nuevo manejo por grupos.

Inicialmente habrá grupos de tamaño mayor o menor que el que se busca e incluso habrá grupos sin cerdas, pero en los siguientes ciclos se intentará homogenizar los grupos con cerdas de reemplazo, descartes y nuevamente alargando o acortando duraciones de lactancia.

Tabla 13. Formación de grupos a partir de la fecha de servicio de las cerdas presentes en la granja.

Identificación de la cerda	Fecha de servicio	Fecha probable de parto	Fecha de destete	Duración lactancia	Grupo #
01	Ene 12	May 7	Jun 15	39	1
02	Ene 18	May 13	Jun 15	33	1
03	Ene 19	May 14	Jun 15	32	1
04	Ene 25	May 20	Jun 15	26	1
05	Feb 3	May 29	Jul 6	38	2
06	Feb 4	May 30	Jul 6	37	2
07	Feb 15	Jun 8	Jul 6	28	2
08	Feb 23	Jun 16	Jul 6	20	2
09	Feb 27	Jun 20	Jul 27	37	3
10	Mar 5	Jun 26	Jul 27	31	3
11	Mar 7	Jun 28	Jul 27	29	3
12	Mar 12	Jul 3	Jul 27	24	3
13	Mar 14	Jul 5	Ago 17	42	4
14	Mar 22	Jul 13	Ago 17	37	4
15	Mar 25	Jul 16	Ago 17	34	4
16	Mar 26	Jul 17	Ago 17	33	4
17	Abr 1	Jul 23	Sep 7	46	5
18	Abr 3	Jul 25	Sep 7	44	5
19	Abr 15	Ago 6	Sep 7	32	5
20	Abr 26	Ago 17	Sep 7	21	5



.....
CAPÍTULO **4**
REPRODUCCIÓN

REPRODUCCIÓN

La eficiencia de la explotación de cría está determinada por el número de lechones destetados por cerda presente por año. Este parámetro reproductivo se constituye en la medida técnica y económica de este tipo de explotaciones, y todas las acciones del técnico deben estar encaminadas a mejorar esta parámetro.

Cada fracción adicional de lechón destetado por cerda tiene un efecto proporcional grande sobre el margen de utilidad ya que la mayor parte de los costos de producción de lechones destetados son fijos independientemente del número de destetados.

Si bien existe la necesidad de mantener los costos al mínimo compatibles con un rendimiento adecuado, aumentar el número de destetados sanos por cerda por año es el objetivo más valioso de la explotación porcina.

En granjas ya existentes es posible el incremento en la producción total y en el margen de utilidad sin aumentar las instalaciones y la inversión de capital. En granjas nuevas la única manera posible de cubrir costos financieros, amortizar préstamos y obtener un posible margen de utilidad en un período económico difícil es con la alta eficiencia en el uso de alimentos y en todos los demás gastos implicados en la producción de lechones.

El número de lechones destetados por cerda por año es un parámetro denominado también productividad numérica (Pn) por Legault et al (1989), y depende del número de lechones nacidos por parto o prolificidad (Tp), de la tasa de mortalidad de los lechones desde el nacimiento hasta el destete (Tm) y del intervalo entre partos (I) de la duración de la gestación (G) y de la duración de la lactancia. Características todas de baja heredabilidad.

$$Pn = \frac{Tp (1-Tm)}{G+L+I} \cdot 365$$

Como puede observarse el denominador esta constituido por los componentes el ciclo reproductivo o intervalo entre partos promedio de la explotación . Ejemplo: para una explotación con un tamaño de camada al nacimiento de 11.1 lechones, una mortalidad predestete del 6 % y un intervalo entre partos de 156 días, la productividad numérica es de 24.41 lechones.

ASPECTOS IMPLICADOS EN EL NÚMERO DE LECHONES DESTETADOS POR CERDA POR AÑO

Se tratará de exponer algunos de los factores genéticos y medioambientales que afectan el número de lechones destetados por cerda por año así:

1. Número de partos por cerda por año

Es un parámetro reproductivo relacionado directamente con la duración de los períodos productivos: gestación y lactancia y con la duración de los períodos improductivos: selección a primera concepción ,intervalo destete servicio efectivo e intervalo destete final venta. Involucra todas las cerdas presentes en la explotación.

De los anteriores períodos el más manipulable es la duración de la lactancia y el más afectado por efectos medioambientales es el intervalo destete servicio efectivo.

2. Intervalo destete servicio efectivo

Inciden sobre la duración de este parámetro múltiples factores entre los que se cuentan:

- Nivel de alimentación, tanto durante la gestación, como durante la lactancia y durante el mismo intervalo destete servicio.
- Todo tipo de enfermedades reproductivas o no, que produzcan abortos, reabsorciones embrionarias o repeticiones del servicio.
- El número de parto de la cerda ya que los primeros intervalos son más largos y a partir del cuarto tienden a ser más cortos.

3. Número de lechones destetados por camada

Ligada íntimamente con el número de lechones nacidos por camada. El tamaño de la camada al nacimiento es de baja heredabilidad y presenta excelente respuesta a la heterosis. Camadas provenientes de cerdas cruzadas pueden tener un tamaño superior en un 6-12%.

Por el contrario la consanguinidad causa una disminución en el tamaño de la camada al nacimiento, a los 21 y a los 56 días. El vigor de los lechones es afectado por la consanguinidad y las pérdidas por muerte antes y después del nacimiento aumentan a medida que aquella aumenta (Lasley, 1961).

4. La raza

La raza es de gran incidencia en el tamaño de la camada al nacimiento. De la gran variedad de razas explotadas en el mundo, solo algunas como la Landrace y la Large White se constituyen en las prolíficas por excelencia, complementadas con muy buena habilidad materna. Dentro de estas razas se avanza en la formación de líneas hiperprolíficas en Inglaterra y en Francia, lográndose mejoras de 1.2 a 2 lechones por camada.

Como razas hiperprolíficas también se cuenta con las chinas domesticadas desde hace 7.000 años y entre las cuales se cuenta con las razas Meishan y Jiaxing caracterizadas por su precocidad sexual, habilidad materna, rusticidad y prolificidad excepcional (15-18 lechones por camada). Estas razas se están utilizando en cruces con razas europeas con el fin de estimar en que medida y de que forma las aptitudes complementarias de estos animales pueden valorizarse en el marco de la producción occidental (Legault et al 1989).

5. El número y la oportunidad del servicio

La fertilización tiene lugar en la unión del útero y la trompa de Falopio. El objetivo es disponer el apareamiento de manera que los espermatozoides y los óvulos lleguen al mismo tiempo a este sitio, asegurando óptima fertilización y desarrollo subsiguiente del embrión. Los óvulos después de desprenderse del ovario conservan su vitalidad por un período muy breve (8-12 horas) y si la cubrición es demasiado tardía, pueden producirse anomalías en la fertilización lo mismo que embriones anormales.

Los espermatozoides permanecen viables durante 30-40 horas pero requieren alrededor de 6 horas de permanencia en el tracto genital de la hembra para adquirir la capacitación y poder fecundante.

El momento de la cubrición óptimo dará como resultado el máximo en el tamaño de la camada y la tasa de concepción. En virtud de que la duración del período de celo con inmovilización y el tiempo de la ovulación varían, no es posible predecir cuando sería este punto óptimo. Para superar este problema se recurre a duplicar o triplicar la cubrición durante este período de manera que aumenten las posibilidades de que una de estas cubriciones tenga lugar en el momento óptimo.

Cabe resaltar la importancia de la capacitación y meticulosidad del operario en la detección de calores para mantener un buen tamaño de camada y buena tasa de concepción.

6. Efecto del verraco sobre tamaño de camada al nacimiento

A la hora de evaluar el tamaño de la camada al nacimiento aparece la cerda como la primera responsable de los errores o aciertos y generalmente tiende a olvidarse el reproductor.

Entre las especies domésticas el cerdo es el mayor productor de espermatozoides. La cantidad de espermatozoides eyaculados diariamente oscila entre $10-20 \times 10^9$ a la 9, siendo proporcional al peso de los testículos y reservas espermáticas. En el momento de elegir un reproductor joven debe tenerse en cuenta el desarrollo de su aparato genital.

Los factores de variación de la producción espermática son entre otros: edad, raza, ritmo de recogida, factores ambientales, alimentación, estado sanitario, etc.

La producción espermática comienza a los 3-4 meses y alcanza niveles normales a los 7-8 meses aumentando hasta la edad de 4 años aproximadamente.

La raza influye en el tamaño de los genitales y por lo tanto en la producción espermática. En general las razas Large White, Landrace y Duroc tienen mayor producción que la Pietrain y la Hampshire. Hay otros factores genéticos de carácter individual que también influyen en la producción espermática, por ejemplo genes recesivos que determinan anomalías espermáticas llegando a producir esterilidad total, (Buxadé, 1984);

Las células espermáticas producidas en los testículos se encuentran repartidas entre la cabeza, cuerpo y cola del epidídimo. La maduración empieza en la cabeza, continúa en el cuerpo, tardando en llegar de la cabeza a la cola 7-8 días. Incrementando el número de servicios no conseguimos en general variar el proceso, puesto que si se acelera vendrá en detrimento de la cantidad de espermatozoides eyaculados. Por otro lado si la cola está repleta de células el tránsito se hace más lento, produciéndose además el envejecimiento de los espermatozoides que permanecen allí mucho tiempo. Las recogidas deben ajustarse a intervalos entre 3-7 días.

Temperaturas elevadas producen una disminución en la producción y en la calidad del esperma. En condiciones extremas se ha observado que el efecto negativo de las temperaturas elevadas se agrava cuando va asociada a períodos largos de luz, llevando a una destrucción selectiva de células germinales y alterando a la vez la maduración espermática en el epidídimo.

La duración óptima de la luz es de 10 a 16 horas. Días mas largos producen disminución en el poder fecundante. El mantenimiento de un verraco en completa oscuridad conlleva a una disminución del volumen del eyaculado, del número de espermatozoides producidos y del porcentaje de espermatozoides vivos, umentándose además la cantidad de formas espermáticas anormales.

La subalimentación altera la pubertad retrasándola, disminuye la libido, baja la calidad del semen y altera su estructura apareciendo gran cantidad de espermatozoides con cabeza suelta, también perjudica las glándulas endocrinas de tal forma que dichos daños no pueden remediarse posteriormente con una alimentación abundante.

La sobrealimentación adelanta la pubertad, pero de manera continuada produce un acortamiento de la vida sexual del verraco, engrasamiento del aparato genital y entorpecimiento anormal de la espermatogénesis.

7. Edad de la cerda al primer servicio

En las explotaciones porcinas se desea utilizar lo antes posible a las cerdas jóvenes como reproductoras, con la finalidad de disminuir los períodos improductivos. La primera cubrición debe hacerse cuando la cerda haya alcanzado un desarrollo anatómico suficiente para poder llevar a término la gestación.

Si se cubre la cerda antes de la nubilidad es fácil que aparezcan abortos, camadas pequeñas y desiguales y se ve disminuido e incluso detenido el crecimiento de la cerda. No es conveniente cubrirlas en el primer celo e incluso ni en el segundo. Como norma se aconseja no cubrir a las cerdas antes de los 8 meses de edad ni con menos de 110-120 kilos de peso (Buxadé, 1984).

Las camadas pequeñas de las primerizas pueden llegar a tener un efecto importante de depresión en el rendimiento de la piara en cuanto al número de lechones destetados por cerda, de aquí la importancia de tener una tasa de reemplazos baja cercana al 30%.

En un trabajo realizado por Céspedes y Ramírez (1990) se reporta un efecto estadísticamente significativo de la edad al primer servicio sobre el tamaño de la camada en el primero y segundo parto. Así mismo se evidenció que el peso al primer servicio influyó de manera estadísticamente significativa sobre el tamaño de la camada al primer parto pero no fue así para el tamaño de la camada al segundo parto.

8. Alimentación

La ingestión de alimento durante la gestación puede variar ampliamente (de 1.6 - 3.2 kg por día) sin que se afecte el número de lechones nacidos por camada. Las cerdas tendrían que ser sometidas a niveles energéticos y proteicos mucho más bajos de los que se dan en la práctica antes de que disminuya el número de lechones nacidos por camada.

Un aspecto importante de la nutrición en relación al número de lechones nacidos es la alimentación abundante o más específicamente el incremento en la ingestión de energía en el tiempo del apareamiento o antes del mismo. En el caso de cerdas jóvenes que

han estado sujetas a alimentación restringida, el incrementar el nivel de alimento en 50-100% mas o menos 10 días antes de la cubrición , se ha demostrado que aumenta en 2 el número de óvulos desprendidos, dando por resultado el nacimiento de un lechón adicional. Es necesario volver a la restricción después del apareamiento (English, 1981).

9. Atención al parto

La incidencia de natimortos reportados en diferentes unidades porcinas varía de 3 - 8%. La gran mayoría de los natimortos (cerca del 90%) son del tipo intraparto, esto es estaban vivos al comenzar el parto y murieron durante el proceso del parto debido a los procesos que ocurren normalmente al parto.

Debemos reconocer que el parto es un proceso ineficiente y es particularmente duro para los últimos lechones nacidos. Estos últimos lechones tienen que procurar sobrevivir este proceso por más tiempo que sus compañeros de camada que nacen antes y muchos fallan, por lo que la incidencia de natimortos intraparto está concentrada en la segunda mitad de la camada y particularmente entre los tres últimos lechones nacidos. Esta alta incidencia de natimortos en la última parte del parto está causada por factores tales como ruptura del cordón o desprendimiento de la placenta o en algunos casos por el efecto acumulativo de todas las contracciones uterinas desde el comienzo del proceso del parto. Estas mismas influencias también tienden a disminuir la viabilidad de los últimos lechones que nacen. Estas influencias del parto son particularmente evidentes en cerdas viejas que tardan más tiempo para parir debido en gran medida a un pobre tono muscular uterino.

Hay dos buenas razones para querer reducir la incidencia de natimortos: En primer lugar ellos constituyen una seria pérdida económica y en segundo lugar, por la reducción en los efectos de los factores que causan natimortos intraparto, podemos esperar se incremente la viabilidad de los lechones nacidos vivos y en particular la de aquellos nacidos al final.

Entre los factores que pueden estar asociados con la incidencia de natimortos están:

- Destete temprano
- Bajos niveles de fibra en dietas de hembras especialmente al final de la gestación.
- Baja oportunidad para hacer ejercicio debido a sistemas confinados durante la gestación.
- Una estructura de alto número de partos.
- Altas temperaturas en salas de partos.

Las siguientes medidas son dignas de considerar en todas las explotaciones porcinas:

- Descarte oportuno de cerdas viejas. Una regla popular útil para usar como base para una política general de descartes es sacar las cerdas viejas en el parto en el cual el número promedio de lechones nacidos vivos cae por debajo de los nacidos vivos en las primerizas de la granja.
- Mejoramiento de la supervisión al parto. El proceso del parto debe ser supervisado por el personal entrenado para ayudar a las cerdas que tengan dificultades. Se deben observar los intervalos a que están naciendo los lechones. Si van más de 30 minutos, especialmente en las cerdas viejas y hay signos de que la cerda tiene mas lechones, es aconsejable hacer un examen al canal de nacimiento, haciéndolo con el debido cuidado y máxima higiene. Los lechones en el canal son retirados manualmente. Después del examen manual es deseable aplicar a la cerda oxitocina y un antibiótico de amplio espectro

10. Mortalidad predestete

La supervivencia del lechón durante la lactancia depende de múltiples factores tales como:

- Adecuado ambiente y aislamiento térmico al nacer.
- Buen peso al nacimiento, los lechones pequeños y débiles al nacer son los que corren mayor riesgo de morir por el complejo frío - aplastamiento - inanición, además de la dificultad para competir con el resto de la camada para alcanzar la ubre, para lograr sostener un pezón y para lograr una succión razonable. Para mejorar el peso al nacimiento y el vigor de los lechones se debe aumentar la heterosis y mejorar el nivel alimenticio en el último tercio de la gestación.
- Adecuada nutrición de la cerda y buena comportamiento al amamantar, precaución de la cerda al cambiar de posición, buena disposición de pezones y buen número de pezones funcionales.
- Consumo de calostro en adecuada cantidad y calidad, lo cual garantiza adecuada protección inmunitaria. Lo anterior unido a una excelente desinfección de instalaciones y equipos garantiza un bajo nivel de enfermedad.

LA FECUNDACIÓN

En la cerda la inseminación es uterina. La cópula dura de 5 a 10 minutos y el verraco eyacula 50- 500 cc de semen. La cópula desencadena en la cerda diversos reflejos: los músculos que rodean la vagina se contraen, en el cuello y en el útero aparecen una serie de contracciones y se producen secreciones en el útero que se vierten en la vagina. Las contracciones favorecen el ascenso de los espermatozoides hacia el oviducto.

En el coito se debe dar:

- Que los espermatozoides transiten adecuadamente por el tracto reproductivo.
- Que los óvulos desciendan correctamente por el tracto genital.
- Que los gametos hembras y machos coincidan para que haya fecundación.

A nivel del orificio tubárico los espermatozoides sufren una selección ya que necesitan mucha vitalidad para atravesarlo. Este sitio actúa como zona de seguridad donde los espermatozoides permanecen fértiles hasta la ovulación.

El número de espermatozoides permanece constante en esta zona entre 6 y 24 horas del servicio y disminuyen hasta desaparecer en las 36-68 horas siguientes. El porcentaje de fertilidad se aumenta cuando el servicio se realiza cerca al momento de la ovulación.

LA GESTACIÓN

Durante el período de gestación se produce en la cerda un estado fisiológico denominado anabolismo gravídico con un poder de asimilación de los alimentos muy superior al de la cerda vacía. En la gestación se identifican dos fases:

- Fase de anabolismo lipídico los 60-70 primeros días de gestación.
- Fase de anabolismo proteico a partir de los 70-80 días y es la etapa de mayor crecimiento ponderal de la camada.

Parece ser que la tasa de ovulación no es el factor limitante del éxito cuantitativo de la gestación; así una superovulación no se corresponderá, en general, con un incremento del número de lechones al nacimiento. Habitualmente a una superovulación la acompaña una supermortalidad embrionaria. Igual ocurre cuando el flushing se realiza al inicio de la gestación, ya que como lo anotan Jodan y Swanson (1979) Symond y Prime (1988), citados por Einarsson, S. y Rojkittikhun, T. (1993), altos niveles de alimentación al inicio de la gestación afectan el nivel de progesterona en el plasma, lo cual incrementa la mortalidad embrionaria .

Parece ser que el verdadero factor limitante es la capacidad uterina, que actuará cuando los embriones inicien su desarrollo en los cuernos. Es posible que entre los embriones se establezca una dura competencia para la utilización de algunas sustancias bioquímicas, producidas en cantidades limitadas por el útero. Esta teoría podría

justificar la alta tasa de mortalidad embrionaria y fetal que se registra en el ganado porcino (Buxadé , 1984). Según este autor los cambios entre óvulos producidos y lechones nacidos son:

Ovocitos maduros	25-30
Ovulos fecundados	17-22
Embriones implantados	12-16
Fetos en curso	11-13
Fetos al parto	10-12
Lechones nacidos vivos	10-11

La gestación consta de una fase ovular entre el día 0 - 9 y es un período de posibles reabsorciones.

Fase embrionaria del día 10-30, en este período se puede dar la muerte y reabsorción de embriones como lo muestra la gráfica 3. Se considera que la fase de posible reabsorción total del embrión muerto tiene lugar hasta el final del primer mes de gestación. Este proceso puede afectar del 20 al 25% de los óvulos fecundados que han iniciado su desarrollo. Parece ser que las reabsorciones embrionarias no suceden en todas las partes del útero por igual; hay ciertas zonas llamadas preferenciales que soportan mejor el desarrollo embrionario y en las cuales es difícil que se produzcan reabsorciones.

Por su parte la mortalidad fetal suele presentarse desde el día 30-35 hasta el último mes de gestación (día 80-85), como lo muestra la gráfica 4. El problema se presenta cuando hay mortalidad de todos los fetos. En este caso la cerda los puede expulsar al exterior, aunque con alguna frecuencia, entra en una fase de esterilidad que hace necesaria su eliminación de la explotación.

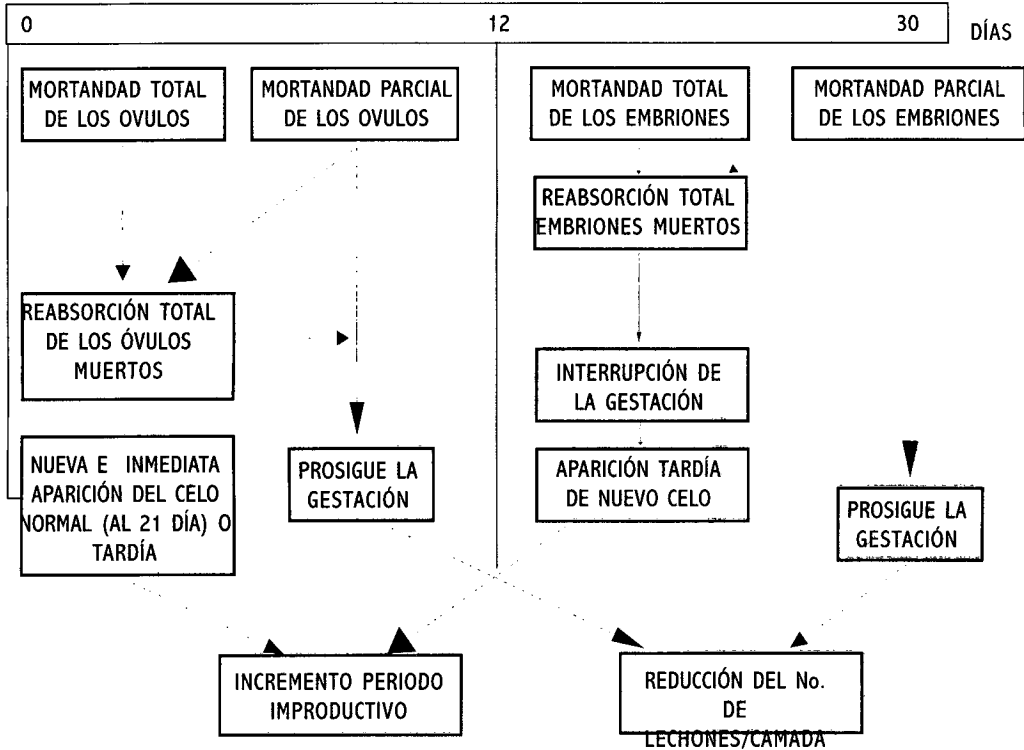
En la última semana de gestación es conveniente ir reduciendo paulatinamente la ración hasta el día del parto así como suministrar una ración alta en fibra o laxante para evitar los problemas distócicos así como la aparición del síndrome mastitis-metritis-agalactia.

EL PARTO

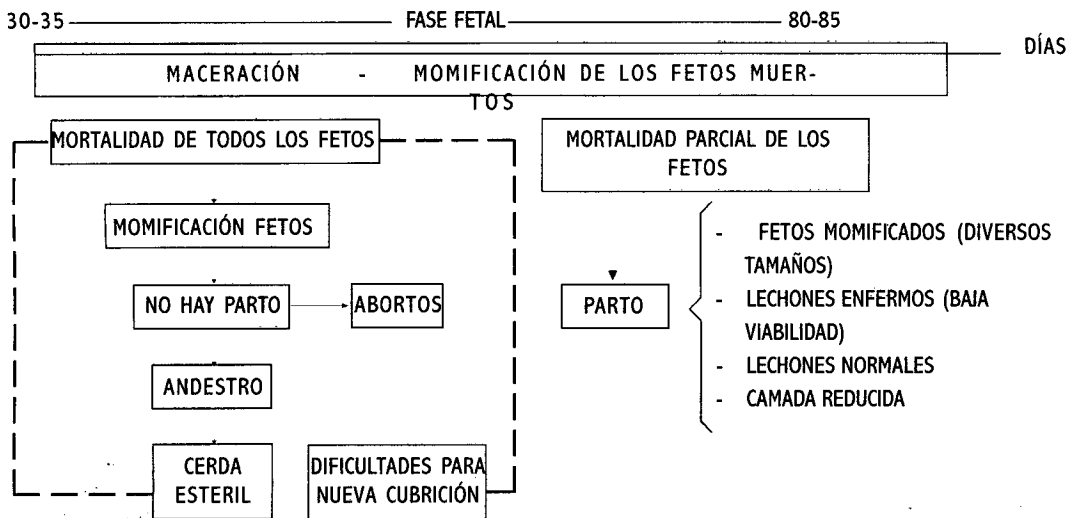
El parto se puede dividir en tres fases:

- **Fase de preparación** , el tracto genital está muy congestionado. A la vez el tejido conjuntivo de los genitales externos y de la ubre está impregnado por un líquido seroso abundante como consecuencia de la gran cantidad de estrógenos segregados. Externamente aparece una gran tumefacción vulvar y una relaja

Grafica 3. Mortalidad ovular y embrionaria.



Gráfica 4 . Mortalidad fetal



ción de los ligamentos sacroisquiáticos lo cual trae como consecuencia hundimiento de la grupa, caída del vientre e ijares hundidos. En esta fase la cerda orina y defeca con cierta frecuencia pero en poca cantidad, se muestra agitada, inquieta, muerde los barrotes de la paridera y emite sonidos característicos. Si el animal está libre, busca la soledad, cambia con frecuencia de lugar y hace nido si dispone de paja.

- **Fase de dilatación**, se caracteriza por las contracciones cada vez más frecuentes de la musculatura uterina. Estas contracciones provocan la dilatación del cuello uterino primero y de las restantes vías genitales después. En la cerda es frecuente que las contracciones se produzcan de forma alternativa en cada uno de los cuernos. En la cerda las envolturas fetales suelen romperse en el interior de las vías genitales. La rotura de la bolsa de aguas marca el final de la segunda fase.
- **Fase de expulsión**, es propiamente el parto. Esta fase se caracteriza por la decidida acción de las contracciones uterinas. En el período de expulsión la cerda, suele echarse sobre un costado y se ve sometida a una secuencia de 20-25 fuertes contracciones por hora cada una de las cuales puede durar de 1-5 minutos. En esta fase tiene lugar la salida de los lechones al exterior. Cuando un lechón asoma en el cuerpo de la matriz por contracción de un cuerno uterino, el otro permanece cerrado, de esta forma se eliminan los problemas que originaría la salida simultánea de dos fetos procedentes de ambos cuernos.

La duración del parto es variable. Esta variación es función de la edad de la cerda, raza, número de parto y tamaño de la camada y oscila de 1-7 horas (incluso puede haber partos que no registren anormalidad y duren 24 horas). Normalmente el mayor intervalo de nacimientos se registra entre el primero y el segundo lechón, 60-90 minutos, los demás intervalos suelen durar entre 5-15 minutos.

Concluida la fase de expulsión se inicia la de secundinación. En esta fase es cuando se produce la liberación al exterior de las envolturas fetales. La secundinación requiere de un tiempo que normalmente oscila entre 1-5 horas. El peso total de las placentas es del orden del 20% del peso total de los lechones (Buxadé, 1984).

La cerda normalmente pare en las horas de la noche o de la madrugada lo cual hace difícil o costosa su atención ya que ocasiona el pago de horas extras. En muchas explotaciones se ha recurrido a la inducción de parto con la aplicación de prostaglandinas y en explotaciones grandes se utilizan para la sincronización de partos en horas laborables. Cualquier acción que tienda a optimizar el parto se justifica en razón de que es la culminación de grandes esfuerzos técnicos y económicos realizados durante el servicio y durante la gestación para obtener una camada numerosa, pareja y bien pesada.

LA CERDA DE REEMPLAZO

English, P.(1981), anota que entre los factores que influyen en la edad a la pubertad son: genotipo, nutrición durante la crianza, estrés producido por el traslado y mezcla con cerdas extrañas, y el contacto con el verraco.

- **Genotipo.** Se sabe que existen deferencias de raza respecto a la edad en la que aparece la pubertad, pero desde el punto de vista práctico lo más notorio es que la consanguinidad tiende a retardar la aparición de la pubertad , en tanto que los cruzamientos se asocian a pubertades más tempranas. Parece probable que bajo las mismas condiciones y manejo, la primeriza obtenida por medio de un cruzamiento llega a la pubertad unos 20 días antes que el promedio de los animales de raza pura que la originaron.
- **Nutrición durante la crianza .** La restricción de alimento desde 55-90 kg de peso vivo que se aplica a los cerdos destinados a producir canales magras pueden retardar la pubertad durante más de una semana, comparando con la alimentación a voluntad durante ese período. Si las primerizas se están criando con una dieta bien equilibrada y un régimen alimenticio adecuado para sus compañeros destinados al sacrificio, es poco factible que tal dieta pueda ser mejorada considerablemente para que induzca una pubertad mas temprana.
- **Estrés producido por el traslado y mezcla con cerdas extrañas.** De 4-7 días después del traslado y reagrupamiento de cerdas en un alojamiento extraño, en una fecha cercana a la pubertad, una proporción elevada de las cerdas entran en celo. Se piensa que el mecanismo que interviene como consecuencia del movimiento y mezcla de cerdas es el estrés que afecta la secreción de las glándulas suprarrenales e hipófisis y de aquellas hormonas que estimulan el desarrollo del sistema reproductor, lo cual culmina en ovulación y estado de celo.
- **Contacto con el verraco .** Se ha comprobado que la introducción oportuna de un verraco a un grupo de primerizas también es eficaz para acelerar la aparición de la pubertad. La influencia que el verraco ejerce en la aceleración de la pubertad se produce a través de sustancias químicas o feromonas producidas en la glándula submaxilar o la prepuccial. La feromona que más probablemente ejerce esta influencia es el androstenol que se encuentra concentrada en la glándula submaxilar. Es probable que el verraco al chasquear sus mandíbulas en presencia de la cerda libere esta feromona. Por lo tanto la principal influencia sobre la cerda es la del olor si bien el sonido emitido por el verraco parece ser importante. También el contacto directo entre el verraco y las cerdas es esencial para un estímulo máximo pues el olfateo, y el intento de cubrición por parte del verraco parecen esenciales para la estimulación completa.

Si se exponen las cerdas de forma prematura al verraco puede ocurrir acondicionamiento, es decir, las cerdas se acostumbran a la presencia del verraco y como resultado este ejerce una menor influencia en la estimulación de la actividad reproductora.

Las prácticas de estimulación con verraco tienen excelente resultado cuando se cuenta con verracos vasectomizados, los cuales se deben introducir diariamente a cada corral de hembras de reemplazo por un período de 6-8 horas. El objetivo es que todas las cerdas sean servidas por el verraco vasectomizado en el primero y segundo celos antes de su primer servicio con verraco fértil.

La primera concepción de la hembra, esto es el primer servicio con verraco fértil debe ocurrir después de 240 días de edad por encima de 120 kg de peso y al tercer celo observado en la granja.

Entre 5-10 días después de la estimulación es casi seguro que la mayor parte de las cerdas tengan su primer celo con reacción de inmovilización. Es factible sincronizar este reflejo en cuanto que la mayoría de cerdas del grupo entran en celo una después de la otra aproximadamente dentro de los 7 días siguientes.

El que las cerdas puedan ser estimuladas de manera previsible proporciona el control que se requiere sobre su actividad reproductora para facilitar un sistema eficiente para el desecho de cerdas defectuosas y la programación de cerdas de reposición dentro de la piara reproductora. Esto facilita la aplicación del flushing unos 10 días antes del celo en el cual van a ser apareadas. Se ha demostrado que esta práctica aumenta la tasa de ovulación y el número de lechones nacidos en algunas piaras particularmente en aquellas en las que las cerdas tienen camadas poco numerosas.

La alta proporción de cerdas nuevas en una granja conlleva al deterioro de los parámetros reproductivos debido a la dificultad para que la cerda conciba después del destete de la primera camada.

La principal causa es la pérdida excesiva de peso durante la primera lactancia por causa de su poco apetito y los altos requerimientos para mantener esa lactancia y para continuar su crecimiento. Es necesario suministrar el alimento por lo menos 6 veces al día para que logre el consumo requerido. Otra táctica puede ser disminuir la duración de la lactancia hasta un punto que no comprometa la supervivencia de los lechones. Cuando se tienen camadas muy grandes el atete de los lechones por encima de 9 disminuye los requerimientos nutricionales de la primeriza.

Adicionalmente a las primerizas que terminan su primera lactancia con una condición corporal deficiente es preciso dejarle pasar el primer calor postdestete para darle tiempo a una mayor recuperación.

EL ESTRO Y SU DETECCIÓN

El estro es el período durante el cual la cerda permite la cubrición y puede durar desde uno hasta tres días. A medida que se aproxima el estro, la vulva se hincha y se enrojece, signos que son muy notorios en las cerdas jóvenes. Otros signos de celo son la monta a otras cerdas o permitir ser montadas, erguimiento de las orejas en cerdas Large White. Las cerdas en período de celo también son más inquietas y pueden ser las únicas cerdas que se encuentren de pie cuando las demás están dormidas y a menudo emiten sonidos característicos asociados al celo. También muestran la reacción de inmovilización o reflejo de lordosis, es decir se quedan muy quietas cuando se les aplica presión sobre el lomo. Al principio y hacia el final del estro la cerda muestra el reflejo de inmovilización sólo en presencia del verraco como lo muestra la gráfica 5. Sin embargo en el punto más intenso del estro muchas cerdas se quedarán inmóviles cuando se les aplique presión sobre el lomo aunque no esté el verraco (English, P. 1981).

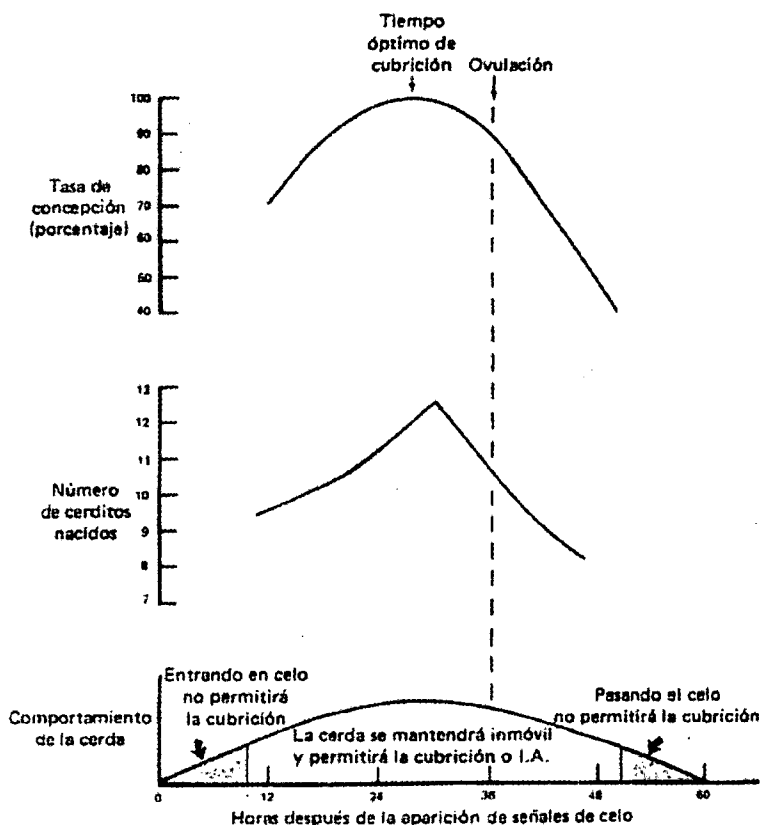
En la tabla 14 se presenta el estudio adelantado por Signoret, J. reportado por English, P. (1991), en el cual se muestra el porcentaje de cerdas en celo que responden a cada uno de los estímulos del verraco.

MOMENTO DEL APAREAMIENTO

La fertilización tiene lugar en la unión del útero y la trompa de Falopio. El objetivo es disponer el apareamiento de manera que los espermatozoides y los óvulos lleguen al mismo tiempo a este sitio. Esto asegura espermatozoides y óvulos viables para la fecundación, ayudando a una tasa óptima de fertilización y desarrollo subsiguientes.

Los espermatozoides permanecen viables durante un período más prolongado que el óvulo, pero la cubrición no debe tener lugar demasiado tiempo antes de que los óvulos sean expulsados. La importancia del tiempo adecuado del servicio dentro del período del celo se muestra en la gráfica 5, en dicha figura se indican las diferentes etapas del estro y se puede observar que la ovulación ocurre hacia el final del celo. La cerda puede ser servida en cualquier momento de un período prolongado, pero hay un momento óptimo para el servicio en el cual se elevan al máximo la tasa de concepción y el tamaño de la camada. Este tiempo asegura que los espermatozoides y los óvulos lleguen viables y al mismo tiempo al sitio de fertilización. Si el servicio ocurre demasiado pronto durante el período de celo, los espermatozoides pueden ser muy viejos para que den resultados óptimos hacia el momento en que los óvulos se desprendan. Por otra parte si el servicio tiene lugar en forma demasiado tardía, entonces los óvulos habrán sido afectados de manera adversa, envejeciendo antes de ser fecundados.

Gráfica 5. Tiempo óptimo de cubrición y etapas del estro



BIBLIOTECA DE COLOMBIA

Tabla 14. Porcentaje de cerdas en celo que muestran la reacción de inmovilización, como respuesta a diversos estímulos del verraco.

Estímulos del verraco	Porcentaje de hembras que muestran reacción de inmovilización
Ninguno	48
Olfato y sonido	90
Olfato, sonido y vista	97
Olfato, sonido, vista y contacto	100

Fuente: Signoret J. Du Mesnil Du Buisson F. (1961) citado por English P.(1981).

En virtud de que la duración del período de celo con inmovilización y el tiempo de la ovulación varían, no es posible predecir cuando será el punto óptimo de servicio por lo tanto es necesario duplicar o triplicar el servicio para que se aumenten las posibilidades de que por lo menos uno de ellos sea en el momento óptimo (English, P. 1981).

FACTORES QUE AFECTAN LA DURACIÓN DEL PERÍODO DE SERVICIO

El período de servicio como período improductivo de la cerda requiere ser analizado ya que se espera que su duración esté dentro de lo normal 4-6 días. Duraciones mas largas incrementan el costo de producción del lechón .El período de servicio está afectado por el número del parto, a más partos menor duración del período de servicio y más homogéneos los períodos, de allí la importancia de que la piara esté conformada en su mayor parte por cerdas con buen número de partos. Este efecto fue analizado por Céspedes, C. y Ramírez, O. (1990) en la tabla 15, en el cual se encontró para el primer período de servicio una duración de 13.82 días muy superior al promedio de los demás períodos.

Tabla 15. Efecto del número de parto de la cerda sobre la duración del período de servicio.

Variación del número de partos	Duración del período de servicio	Número de datos
1	13.82	199
2	9.19	147
3-6	7.46	176
>7	5.99	74

Fuente: Céspedes, C. y Ramírez, O. (1990).

La duración de la lactancia también afecta la duración del período de servicio. Céspedes, C. y Ramírez, O. (1990) reportan que para lactancias menores de 30 días el 40% de los períodos de servicio tuvieron duraciones mayores de 6 días, en tanto que para lactancias de 30-46 días sólo el 10% de los períodos fueron largos, como lo muestra la tabla 16.

Tabla 16. Efecto de la duración de la lactancia sobre la duración del período de servicio.

Duración de la lactancia	Duración del período de servicio	Número de datos
15-19	8.8	75
20-24	9.85	87
25-29	10.16	182
30-34	6.21	28
35-46	6.73	11

Fuente: Céspedes, C. y Ramírez, O. (1990)

En este mismo trabajo no se encontró efecto del tamaño de la camada sobre la duración del período de servicio ni al contrario.

EL VERRACO

El número de reproductores de una granja es inferior al número de hembras pero no por esto son menos importantes ya que sobre ellos recaen importantes responsabilidades como el promedio de lechones nacidos por camada y la mejora genética de la piara sobre todo si se tiene como objetivo la producción de hembras como autoreemplazos.

El reproductor debe ser manejado con extremo cuidado y cariño evitando la violencia y cualquier tipo de estrés que genere comportamientos agresivos en el animal.

La falta de contacto social en los machos causa una seria depresión de su deseo sexual, depresión que puede llegar a ser permanente. Los machos jóvenes requieren mucho contacto físico con otros machos y hembras para que desarrollen un alto nivel de comportamiento sexual.

Durante toda su vida los machos siempre deben permanecer en corrales contiguos a los de las hembras, con separaciones en reja compuestas por barras verticales que permitan un contacto táctil, visual y olfatorio entre ellos. Una carencia de las instalaciones en este aspecto generalmente conduce a problemas irreversibles en los machos jóvenes (Tecniagro S.A.)

manejo

El verraco tiene los testículos más grandes por unidad de peso corporal de todos los animales domésticos. Los testículos se desarrollan con rapidez entre el cuarto y séptimo mes, cambio que refleja una secreción de andrógenos incrementada. Los procesos de formación de espermatozoides pueden repetirse indefinidamente pero con intensidades diferentes según la precocidad de su utilización. Si los acoplamientos son muy frecuentes la cantidad y calidad de los espermatozoides disminuye, por esto es necesario proporcionar adecuado descanso a los reproductores.

CARACTERÍSTICAS DEL EYACULADO

En el eyaculado del verraco se pueden distinguir claramente tres fracciones:

- **Presecreción o fracción pre-espermática**, está constituida por las secreciones de la próstata, vesículas seminales y unos grumos de textura gelatinosa procedentes de las glándulas de Cowper, y que reciben el nombre de tapioca. Esta fracción tiene un volumen aproximado de 10 cc y se caracteriza por carecer prácticamente de espermatozoides y por ser transparente.
- **Fracción espermática** . Es la mas interesante y está constituida por espermatozoides y por secreciones de las vesículas seminales y próstata. Constituye un volumen de aproximadamente 70 cc., es de color blanquecino y lechoso y contiene aproximadamente entre 500.000 y 1.000.000 de espermatozoides por mm³.
- **Fracción post-espermática** Está constituida por secreciones de las glándulas de Cowper y por secreciones de la próstata , es de color blanquecino, transparente, con grumos gelatinosos y puede tener un volumen aproximado de 150 ml., y su concentración espermática es muy baja. (Buxadé, C. 1984).

Factores que afectan la producción espermática

La cantidad de espermatozoides eyaculados diariamente oscila entre 10-20 x 10 a la 9, siendo proporcional al peso de los testículos y a las reservas espermáticas; la diferencia del desarrollo testicular observado entre los verracos debe estar bajo control genético y en el momento de elegir reproductores jóvenes debe tenerse en cuenta el desarrollo de su aparato genital.

Los factores más importantes que tienen que ver con la producción espermática son :

Edad de los verracos .La producción de los verracos comienza a los 3-4 meses, alcanza niveles normales a los 7-8, aumentando hasta la edad aproximada de 4 años.

Raza . Incide sobre el tamaño de los genitales por lo cual incide directamente sobre la producción espermática. En general las razas Large White, Landrace y Duroc tienen mayor producción que la Blanco Belga, Pietrain y Hampshire.

Hay otros factores genéticos de carácter individual que también inciden en la producción espermática, por ejemplo genes recesivos que determinan anomalías espermáticas llegando a producir esterilidad total.

Ritmo de servicios. Varios saltos seguidos producirán agotamiento de la reserva espermática de la cola del epidídimo, disminución del número de espermatozoides por eyaculado y eyaculación de espermatozoides con gota citoplasmática proximal.

Distanciando los servicios más de una semana se obtendrían menor número de espermatozoides por eyaculado, ya que al estar repleta la cola del epidídimo disminuye el tránsito de espermatozoides no aprovechándose totalmente la capacidad de producción. Aumentaría el número de espermatozoides envejecidos y con menor poder fecundante. En el caso de utilizarlo para inseminación artificial disminuiría el período de conservación del semen.

Factores ambientales. Los animales mantenidos en ambientes desfavorables no darán nunca un máximo rendimiento espermático. Los factores ambientales que condicionan más directamente la producción del verraco son, las temperaturas elevadas y la luz.

Alimentación, Entre los diferentes factores nutricionales que afectan la producción espermática pueden citarse: La subalimentación, retrasa la pubertad, disminuye el libido y el vigor sexual, baja la calidad del semen y altera su estructura apareciendo gran cantidad de espermatozoides con cabeza suelta; también perjudica las glándulas endocrinas produciendo daños irreversibles.

La sobrealimentación, adelanta la pubertad, pero continuada produce un acortamiento de la vida sexual del animal, engrasamiento exagerado del hígado y aparato genital masculino, con degeneración de tejidos y entorpecimiento anormal de la espermatogénesis.

Las dietas hipoprotéicas afectan los tejidos gonadales disminuyendo la producción espermática y alterando la calidad del semen. Las dietas hiperprotéicas tienen un efecto positivo cuando el verraco se encuentra desnutrido o mal alimentado (Rillo, M., 1982).

Anormalidades del verraco

English, P. (1981) anota una serie de anomalías del verraco que pueden afectar la reproducción entre las que están:

Esterilidad primaria. Algunos reproductores pueden no producir semen o producirlo defectuoso en algún grado. Muestran interés en las cerdas en celo pero no las fecundan. Solo son detectables a partir de un análisis de registros y deben descartarse.

Esterilidad secundaria. Puede ocurrir esterilidad temporal o permanente después de que un verraco contrae una enfermedad febril que afecte el cuerpo en general o después de una infección testicular. Los trastornos febriles dan lugar a esterilidad temporal. Se produce semen de calidad deficiente durante un período de dos a tres semanas después de la infección. Las temperaturas ambientales elevadas repentinas pueden causar un efecto similar siendo afectados solamente los espermatozoides que se están desarrollando. Puesto que los espermatozoides tardan alrededor de cuatro semanas para desarrollarse y madurar, habrá un intervalo de cuatro semanas entre la temperatura elevada o enfermedad desencadenante y la esterilidad del verraco. Se hace necesario examinar el semen al cabo de un mes.

Falta de libido. Este trastorno a menudo es temporal y en verracos jóvenes puede ser debido a experiencias molestas como peleas con otro verraco. Debe ayudárseles facilitándoles un servicio en el que se use una cerda pequeña que se encuentre en celo completo y muy quieta.

La falta de libido también ha sido atribuida a causas genéticas y estos machos son un estorbo en las granjas. La exposición repentina al calor o estados febriles también pueden afectar la libido, en estas condiciones puede ser suficiente que el macho descanse dos o tres semanas.

Los verracos criados al aire libre presentan pubertad más temprana y normalmente presentan mayor ardor sexual.

Trastornos locomotores. La incapacidad para el apareamiento puede deberse a algún trastorno que afecta los pies, piernas o el lomo del verraco y en ocasiones los pisos son tan resbaladizos que el cerdo pierde la confianza y no monta. Es conveniente que el reproductor tenga acceso a pastoreo y que periódicamente se le aplique endurecedor de pezuñas.

COMPOSICIÓN DE LA PIARA

La composición de la piara de reproducción esta relacionada directamente con la proporción de descarte de hembras. A mayor tasa de descarte mayor proporción de cerdas primerizas dentro de la piara. La proporción de descartes de cerdas reproductoras puede ser muy variable entre 30-60%. Las causas de descartes son muy diversas y comprende muertes, descartes obligados y no obligados. La alta tasa de reemplazos aumenta los costos del lechón desteto y disminuye el margen bruto

por cerda y en general no se mejora la eficiencia reproductiva ya que la mayoría de los problemas no se resuelven descartando hembras, hay que tratar de solucionar el problema de raíz. El 50-60% de las cerdas deben corresponder al grupo de máxima producción como puede observarse en la tabla 17.

Tabla 17. Composición de la piara de reproducción.

Número del partos por cerda	Porcentaje de cerdas en la piara
1	20
2	16
3	15
4	14
5	13
6	10
7	8
8	2
9	1
10 ó más	1

Fuente: Vargas, J.(1990).

METAS PARA LOS PARÁMETROS REPRODUCTIVOS

De acuerdo con el sistema de producción que se trabaje se deben definir metas a alcanzar para cada uno de los parámetros reproductivos. Como una guía se presenta la tabla 18.

ENFERMEADES QUE AFECTAN LA REPRODUCCIÓN

English, P. (1981), clasifica las muertes prenatales en dos amplias categorías:

Las producidas por insuficiencias de la madre, incapacidad que ocasiona aborto o absorción completa, si se presenta en las primeras etapas. En este caso la mayoría de las cerdas vuelven a entrar en celo, pero algunas que han estado previamente enfermas o en condición física deficiente presentan anestro. Los fetos abortados por insuficiencia materna por lo general tienen un aspecto fresco,

no muestran variación extraordinaria en el tamaño corporal ni tampoco signos de enfermedad. Las causas mas comunes de insuficiencia materna son infecciones que conducen a septicemia, bacteremia, toxemia y fiebre. Estas dan lugar a la cesación del control hormonal de la gestación.

Tabla 18. Metas propuestas para algunos parámetros reproductivos en sistemas de producción intensivos.

Característica	Meta	Nivel de interferencia
Edad al primer servicio, días	240	280
Intervalo destete servicio, días	7	13
Repeticiones %	6	12
Abortos %	1	2.5
Rata de partos %	89	85
Nacidos vivos 1° parto	10	8.5
Nacidos vivos	11.8	10
Nacidos muertos %	5	8
Momias %	1.5	2
Destetos por camada	10.8	9

Las causadas por enfermedad del feto, insuficiencia fetal que conduce a reabsorción, momificación o aborto.

Los trastornos infecciosos de la reproducción han sido clasificados en tres grupos:

Infecciones del grupo I

Son aquellas causadas por microorganismos, comúnmente encontrados dentro y fuera de los cerdos como comensales, pueden ser bacterias, virus, micoplasmas y hongos. Estos microorganismos solo se vuelven activos y producen enfermedad cuando se ha reducido la resistencia de la madre. Las infecciones del grupo I que entran al útero pueden producir la muerte de algunos o de todos los fetos. En etapa temprana de la gestación esto conduce a reabsorción completa pero en una etapa más tardía ocasiona abortos o el nacimiento de fetos momificados, junto con lechones enfermos y con lechones sanos.

El control de tales infecciones no es fácil, sin embargo puede lograrse algún control mediante reducción de la agresión infecciosa, promover la resistencia de animales susceptibles y eliminación de factores predisponentes. Es necesario aislar el microorganismo en cultivo puro.

Algunos ejemplos de microorganismos de este tipo son:

- ♦ *Aspergillus fumigatus*: produce muerte pre y perinatal y abortos.
- ♦ *Corynebacterium pyogenes*: produce metritis, baja concepción, muerte prenatal y abortos.
- ♦ *E. coli*: produce abortos y mortinatos.
- ♦ *Pasterella multocida*: produce abortos.
- ♦ *Salmonella cholera suis*: produce abortos.
- ♦ *Staphylococos aureus*: produce endometritis, baja concepción, aborto y muerte prenatal.

Infecciones del grupo II

Estas son ocasionadas por ciertos microorganismos contagiosos generalmente virus que son comunes en la mayoría de las pjaras, contra los cuales generalmente los animales desarrollan una intensa inmunidad poco después del destete. Los agentes comunes de este grupo son enterovirus y parvovirus porcinos, también referidos como virus del síndrome SMEDI (stillbirth, mummification, embryonic death e infertility). Cuando la exposición a la enfermedad se retarda hasta la pubertad o más tarde las consecuencias pueden ser graves.

La infección de los embriones durante la primeras 4 o 5 semanas de gestación por lo general da lugar a la muerte de la camada seguida por reabsorción completa y la reaparición demorada del celo o en ocasiones anestro. Este estado de anestro puede permanecer durante todo el período de la gestación dando lugar a situaciones de falsa preñez.

Cuando ocurre la infección en una etapa más avanzada de gestación, los fetos pueden morir y nacen momificados, los fetos que continúan vivos dan origen a lechones débiles.

En nuestro medio la enfermedad de este tipo mas frecuente es la parvovirosis , para prevenirla se recomienda vacunar las hembras de reemplazo antes del primer servicio y continuar vacunando cada año , 10 días después de parto.

En una porcícola de propiedad de la Universidad Nacional de Colombia

se presentó un brote de parvovirus que duró aproximadamente un año el cual generó además de un recargo del 42% en los costos de producción de un lechón desteto, un exceso de días improductivos y reducción en el tamaño de la camada tal como se presenta en la tabla 19.

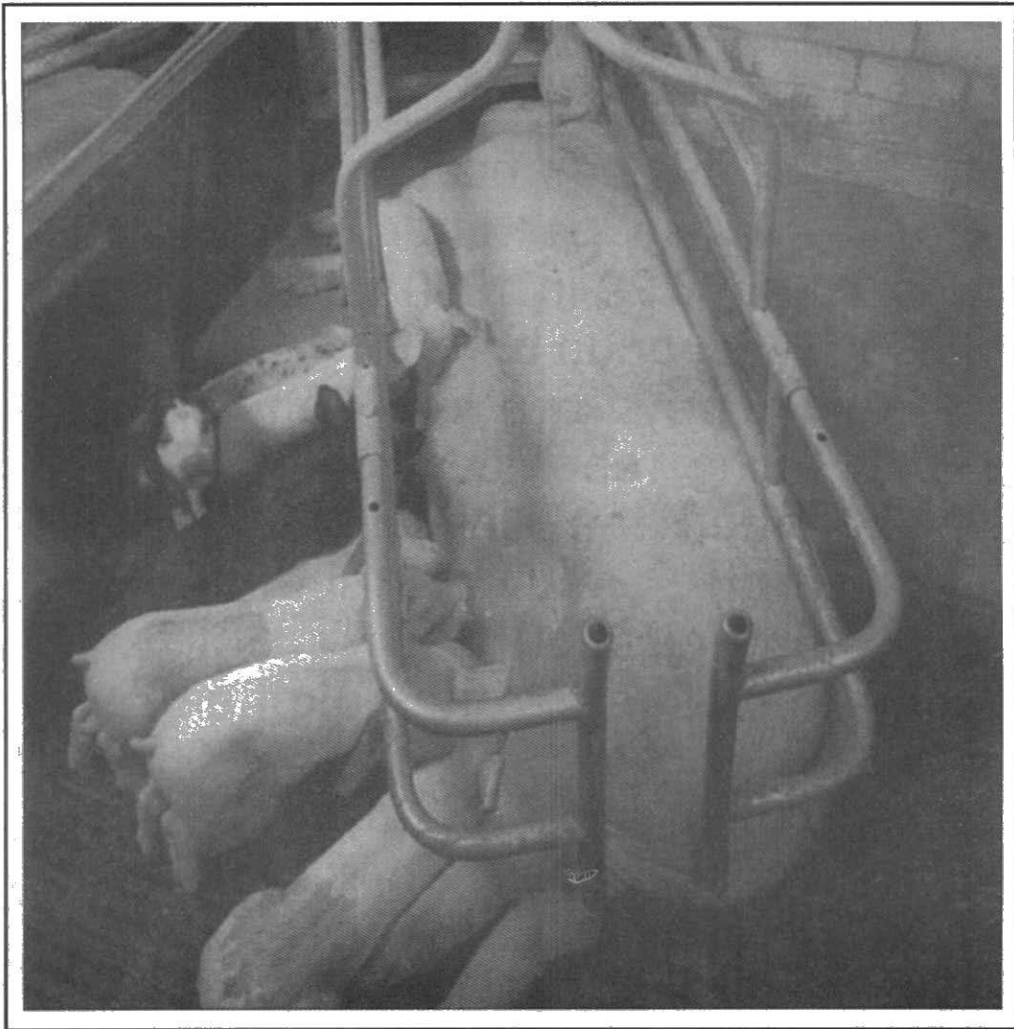
Tabla 19. Efecto de un brote de parvovirus sobre los días no productivos en una explotación de cría.

Parámetros	Con parvovirus	Sin parvovirus
Intervalos entre partos analizados	62	64
Intervalo entre partos teórico	151	151
Sumatoria intervalos teóricos	9362	9664
Promedio intervalos reales	180.4	158.26
Sumatoria intervalos reales	11.184	10.128
Días no productivos	1.823	465
Tamaño de la camada al destete	7.4	9.4

Fuente Beltrán, S.(1995).

Enfermedades del tipo III

Son enfermedades infecciosas, específicas de la reproducción, por ejemplo infecciones por *Brucella suis*, leptospirosis, toxoplasmosis, cólera porcino y enfermedad de Aujeszky.



.....
CAPÍTULO **5**
CRECIMIENTO Y LACTANCIA

CRECIMIENTO Y LACTANCIA

Además de su gran capacidad de transformación de alimentos, el cerdo posee también extraordinarias facultades para un crecimiento rápido y desarrollo precoz de donde deriva su ciclo económico corto.

En el crecimiento de los cerdos se pueden considerar tres períodos distintos:

- ♦ Crecimiento embrionario.
- ♦ Aumento de peso o crecimiento propiamente dicho.
- ♦ Cambios de conformación y estructura conocidos con el nombre de período de desarrollo.

Crecimiento embrionario

Se inicia con la fecundación del óvulo. La fecundación se efectúa por fusión de los núcleos de un espermatozoide y de un óvulo y por la formación de una célula con procesos formativos y de desarrollo muy intensos.

Los cigotos se transforman rápidamente y pasan por una serie de estados que exigen condiciones favorables y cuya ausencia puede provocar su muerte sobre todo en los primeros días.

El segundo día se inicia la división celular, todo el desarrollo del nuevo ser se va a verificar gracias a un proceso regular y metódico de división de gran complejidad y exactitud. Cuando en el proceso de división se han alcanzado las 16 células, la masa celular no especializada recibe el nombre de mórula y en este momento se presenta una gran mortalidad que puede ser hasta del 31.5%.

Durante los primeros días los embriones se desplazan hasta llegar al útero. En el ganado porcino el momento de la nidación se sitúa entre los días 10 y 15 a partir del inicio de la gestación. El momento de la nidación no es fácil de precisar en esta

especie porque la placenta es difusa y a principio muy frágil. Aproximadamente un 55% de los huevos proceden del ovario izquierdo. La distribución se hace por igual en los dos cuernos uterinos.

A los 15-16 días de gestación los embriones están totalmente fijados en las paredes uterinas, pudiendo iniciarse la confección de estructuras que van a permitir a la madre alimentar directamente a los nuevos seres. Este es un período de gran susceptibilidad a deformaciones teratogénicas. Durante los 20 -30 primeros días es cuando se necesitan las condiciones más favorables para que la cerda continúe la gestación. En este período el crecimiento es relativamente lento. El peso del útero más los embriones es de 4-5 kg y contienen 95% de agua. A continuación se indica el aumento de peso de los fetos porcinos .

A los 21 días.....50 gramos
A los 50 días.....400 gramos
A los 77 días.....5.500 gramos
A los 101 días..11.000 gramos
A los 116 días..13.200 gramos

Las necesidades de la cerda en este período son 30 veces menos que las necesidades durante la lactancia luego es poco probable que la insuficiencia alimenticia en términos normales sea causa de mortalidad.

Durante la segunda mitad y en el último tercio de la gestación el crecimiento de los fetos es mucho más rápido tanto en tamaño como en peso. La influencia de la alimentación de la cerda en este período es muy importante para la obtención de camadas vigorosas.

El crecimiento fetal se inicia hacia el día 70 de gestación. El tamaño individual de cada feto está influenciado por el área de membranas placentarias unidas a él. A mayor vascularización mayor flujo de nutrientes al feto. Se presenta competencia entre los fetos por nutrientes.

Causas de mortalidad en cigotos y embriones

1. Valor biológico incompleto de las células sexuales que aparece cuando se afectan las funciones generadoras normales de ovarios y de los testículos por condiciones de alimentación y de manejo.
2. Extensión del período de ovulación cuando los óvulos son fecundados en momentos diferentes y cuando otros cigotos están ya en estado avanzado de desarrollo. Las ontogénesis estadiarias actuarían en un momento dado por bloqueo de la síntesis de su proteína específica. Una ontogenia más avanzada bloqueará embriones más jóvenes y menos desarrollados que no lo han alcanzado. Las

BIBLIOTECA ACROPECUARIA
DE COLOMBIA

materias que segregan las ontogenias tienen una acción perjudicial sobre el desarrollo de los más jóvenes.

3. Servicio precoz o tardío en las cerdas.
4. Trastornos en la regulación neurohormonal producen perturbaciones en las funciones motoras y secretoras de las trompas y de los cuernos del útero, del proceso de división y de la migración e implante.
5. Estado fisiológico y condiciones ambientales. Hay mayor efecto en estados de desarrollo más precoces.
6. Durante los 20-30 primeros días deben darse condiciones óptimas en alimentación y alojamiento a la cerda porque en esta edad es la sucesión más rápida y brusca de los estados de desarrollo de los embriones.

El crecimiento embrionario se manifiesta tanto en un aumento de tamaño y peso de los embriones o fetos, como en una consecuente mayor deposición de nutrientes. Más de las dos terceras partes de crecimiento fetal se lleva a cabo durante las últimas 4-6 semanas de gestación. Paralelamente hay un aumento progresivo en la velocidad de deposición de los nutrientes particularmente el calcio. Al final de la semana 16 los nutrientes son depositados a una velocidad mayor. La cantidad de hierro encontrada en el hígado es mayor que el contenido en todo el resto del cuerpo.

El vertiginoso aumento de la velocidad de crecimiento fetal implica un desarrollo notable en la capacidad uterina de la cerda, también implica que la cerda deba ser sobrealimentada durante las últimas 4-6 semanas de gestación para cubrir las necesidades. Sin embargo aunque los niveles alimenticios sean restringidos, las camadas no son muy afectadas en número y en peso. La sobrealimentación ejercerá una acción favorable sobre el comportamiento de la cerda durante la lactancia y sobre el crecimiento de los lechones, pero la necesidad de sobrealimentación dependerá de la condición corporal de la cerda.

EL LECHÓN AL NACIMIENTO

No es posible independizar totalmente el desarrollo pre y postnatal porque el ambiente fetal influye sobre las características y el desarrollo posteriores al nacimiento.

Mersman (1974) citado por Pond, W y Houpt, K. Han resumido los defectos metabólicos que pueden presentarse en el cerdito recién nacido así:

- ♦ Bajo nivel de fosforilasa que podría reducir la producción de glucosa.
- ♦ Capacidad gluconeogénica defectuosa, determinando un aporte defectuoso de glucosa durante el estrés provocado por hambre o frío.

- ♦ Descenso del número de mitocondrias hepáticas, limitando así la utilización de carbohidratos y de ácidos grasos para obtener energía.
- ♦ Cantidad insuficiente de grasa corporal que dificulta el termoaislamiento y determina unas reservas energéticas limitadas.

El número promedio de lechones al nacimiento es de 10-12 pudiendo variar de 1-20. El peso al nacimiento puede oscilar entre 0.5-2 kg para un promedio de 1.4. Existe una variación de 100-200 gramos dependiendo más que todo de la alimentación de la cerda durante la gestación, del número de parto de la cerda, siendo mejores los pesos de lechones nacidos entre el 2-5 parto. La heredabilidad del peso al nacimiento es muy baja : 0.06 - 0.17, por lo tanto es el cruzamiento una herramienta importante para mejorarlo.

El peso al nacimiento presenta efectos importantes sobre el comportamiento posterior del cerdo. Canchala, D. (1997), reporta un efecto altamente significativo del peso al nacimiento sobre el peso a los 64 días de edad, presentándose una correlación de 0.23 ($p < 0.01$) y un coeficiente de regresión de 0.77 ± 0.14 . En la tabla 20 se presenta el efecto del peso al nacimiento sobre la conversión, la grasa dorsal y el porcentaje de músculo.

Tabla 20. Efecto del peso al nacimiento sobre el desarrollo corporal.

Tipo de cerdo	Pesado	Ligero	Cola
Peso al nacimiento	1.500-1.600	900-1.000	790
Conversión 27-97Kg	2.96	3.04	3.61
Espesor grasa dorsal cm.	2.39	2.49	3.02
Porcentaje de músculo	58.2	57.2	53

Fuente: Powell (1978) citado por Aumaitre, A (1987).

Los lechones más pesados al nacimiento tienen mayores reservas de energía y pierden menos calor corporal en relación a sus pesos vivos, pero el mayor matador de lechones no es el peso vivo en si, sino el bajo peso al nacimiento en relación al resto de animales de la camada. La situación competitiva dentro de la camada para alcanzar la ubre, para lograr sostener un pezón y para lograr una succión razonable y regular es tan fuerte que los lechones más pequeños están en severa desventaja física con respecto a sus compañeros más grandes. Por lo tanto para lograr uniformidad en cuanto a pesos al nacimiento es necesario recurrir a atetes cruzados tan rápido como sea posible.

En general los atetes son una respuesta a problemas tales como:

- Competencia dentro de camadas numerosas.
- Competencia dentro de camadas disparejas.

- Número de pezones insuficientes.
- Muerte de la madre.
- Agalactia o hipogalactia de la madre.
- Pérdida de condición de algunos lechones dentro de la camada.
- Pérdida de la condición corporal de la cerda especialmente primerizas.

EL CALOSTRO

La primera leche o calostro tiene un contenido muy elevado de sólidos siendo particularmente elevada la fracción proteica. La fracción globulina de la proteína protege al lechón contra las infecciones prevalecientes en la piara. El calostro es rico en inmunoglobulinas G, M, A, E e inhibidores de tripsina y vitamina A. La mayor absorción de Ig se da en las primeras 24 horas, luego disminuye. En la tabla 21 se presentan niveles de inmunoglobulinas en calostro y leche de cerda, puede observarse que los niveles de Ig bajan rápidamente igual que la composición de la leche, por lo tanto es importante que cada lechón consuma una dosis adecuada lo más rápido posible después del parto.

Tabla 21. Concentración de inmunoglobulinas en calostro y leche de cerda

Inmunoglobulinas	Calostro	Leche
IgG	3.000-7.000	100-300
IgA	950-1.050	300-700
IgM	250-320	30-90

Fuente: Tizard, I (1984), citado por Pérez, G (1992).

Debe contarse con una estrategia que permita garantizar que todos y cada uno de los lechones ingieran cantidad suficiente de calostro. Inmediatamente después del nacimiento, cada lechón puede ser llevado al refugio para que se caliente, termine de secarse y se familiarice con él. Después de 20 minutos puede sacarse un pequeño grupo de lechones a mamar, repitiendo este procedimiento hasta que termine el parto asegurando que todos los lechones hayan mamado.

LA LACTANCIA

El lechón recién nacido mama cada 60 minutos o sea 20-22 veces por día. La frecuencia de las mamadas disminuye a medida que aumenta la capacidad del estómago. La cantidad de leche ingerida por cada lechón depende de:

- Vigor de los lechones, los más vigorosos consumen más leche.
- Número de lechones.
- Pezón elegido, los lechones más vigorosos eligen los anteriores y los más débiles los posteriores.

Los pezones anteriores tienen las siguientes ventajas:

- Más seguros
- Más distancia entre pezones excepto entre penúltimo y último
- Pezones más largos y delgados
- Más accesibles y descubiertos
- Pezones más altos del piso (con la cerda acostada).

Durante la lactancia el lechón obtiene la mayor parte de los nutrientes que necesita para su crecimiento a partir de la leche materna. La composición de la leche de cerda y su digestibilidad se presentan en las tablas 22 en la cual se puede observar que la leche de cerda tiene un elevado valor biológico para el lechón lactante, además de que cada nutriente tiene digestibilidad alta.

La leche posee también factores no nutritivos como anticuerpos, células inmunitarias y enzimas.

Que la digestibilidad de la leche sea máxima y que otras fuentes de proteínas sean difícilmente digeridas por el lechón joven, se debe a la limitada madurez fisiológica de este animal, que impone restricciones sobre el tipo de ingredientes a suministrar a

Tabla 22. Composición de la leche de cerda.

Componentes	Porcentaje	Aminoácidos	gr/100gr de proteína
Proteína	5.96	Lisina	7.4
Lactosa	4.73	Metionina	1.4
Grasa	8.50	Cistina	1.4
Agua	79.80	Histidina	2.3
Calcio	0.21	Fenilalanina	3.6
Fósforo	0.15	Tirosina	4.5
Potasio	0.10	Treonina	3.6
Sodio	0.032	Leucina	8.0
Magnesio	0.02	Isoleucina	4.3
Hierro	0.133	Valina	5.1
Zinc	0.494	Arginina	5.8
Azufre	0.08	Triptófano	1.2

Fuente: Javierre, J. (1992).

- Número de pezones insuficientes.
- Muerte de la madre.
- Agalactia o hipogalactia de la madre.
- Pérdida de condición de algunos lechones dentro de la camada.
- Pérdida de la condición corporal de la cerda especialmente primerizas.

EL CALOSTRO

La primera leche o calostro tiene un contenido muy elevado de sólidos siendo particularmente elevada la fracción proteica. La fracción globulina de la proteína protege al lechón contra las infecciones prevaletes en la pira. El calostro es rico en inmunoglobulinas G, M, A, E e inhibidores de tripsina y vitamina A. La mayor absorción de Ig se da en las primeras 24 horas, luego disminuye. En la tabla 21 se presentan niveles de inmunoglobulinas en calostro y leche de cerda, puede observarse que los niveles de Ig bajan rápidamente igual que la composición de la leche, por lo tanto es importante que cada lechón consuma una dosis adecuada lo más rápido posible después del parto.

Tabla 21. Concentración de inmunoglobulinas en calostro y leche de cerda

Inmunoglobulinas	Calostro	Leche
IgG	3.000-7.000	100-300
IgA	950-1.050	300-700
IgM	250-320	30-90

Fuente: Tizard, I (1984), citado por Pérez, G (1992).

Debe contarse con una estrategia que permita garantizar que todos y cada uno de los lechones ingieran cantidad suficiente de calostro. Inmediatamente después del nacimiento, cada lechón puede ser llevado al refugio para que se caliente, termine de secarse y se familiarice con él. Después de 20 minutos puede sacarse un pequeño grupo de lechones a mamar, repitiendo este procedimiento hasta que termine el parto asegurando que todos los lechones hayan mamado.

LA LACTANCIA

El lechón recién nacido mama cada 60 minutos o sea 20-22 veces por día. La frecuencia de las mamadas disminuye a medida que aumenta la capacidad del estómago. La cantidad de leche ingerida por cada lechón depende de:

- Vigor de los lechones, los más vigorosos consumen más leche.
- Número de lechones.
- Pezón elegido, los lechones más vigorosos eligen los anteriores y los más débiles los posteriores.

Los pezones anteriores tienen las siguientes ventajas:

- Más seguros
- Más distancia entre pezones excepto entre penúltimo y último
- Pezones más largos y delgados
- Más accesibles y descubiertos
- Pezones más altos del piso (con la cerda acostada).

Durante la lactancia el lechón obtiene la mayor parte de los nutrientes que necesita para su crecimiento a partir de la leche materna. La composición de la leche de cerda y su digestibilidad se presentan en las tablas 22 en la cual se puede observar que la leche de cerda tiene un elevado valor biológico para el lechón lactante, además de que cada nutriente tiene digestibilidad alta.

La leche posee también factores no nutritivos como anticuerpos, células inmunitarias y enzimas.

Que la digestibilidad de la leche sea máxima y que otras fuentes de proteínas sean difícilmente digeridas por el lechón joven, se debe a la limitada madurez fisiológica de este animal, que impone restricciones sobre el tipo de ingredientes a suministrar a

Tabla 22. Composición de la leche de cerda.

Componentes	Porcentaje	Aminoácidos	gr/100gr de proteína
Proteína	5.96	Lisina	7.4
Lactosa	4.73	Metionina	1.4
Grasa	8.50	Cistina	1.4
Agua	79.80	Histidina	2.3
Calcio	0.21	Fenilalanina	3.6
Fósforo	0.15	Tirosina	4.5
Potasio	0.10	Treonina	3.6
Sodio	0.032	Leucina	8.0
Magnesio	0.02	Isoleucina	4.3
Hierro	0.133	Valina	5.1
Zinc	0.494	Arginina	5.8
Azufre	0.08	Triptófano	1.2

Fuente: Javierre, J. (1992).

Través del concentrado y que está en contradicción con el potencial de crecimiento de las razas modernas, seleccionadas para alcanzar pesos elevados al destete. Las limitaciones comienzan por el sistema enzimático del lechón lactante.

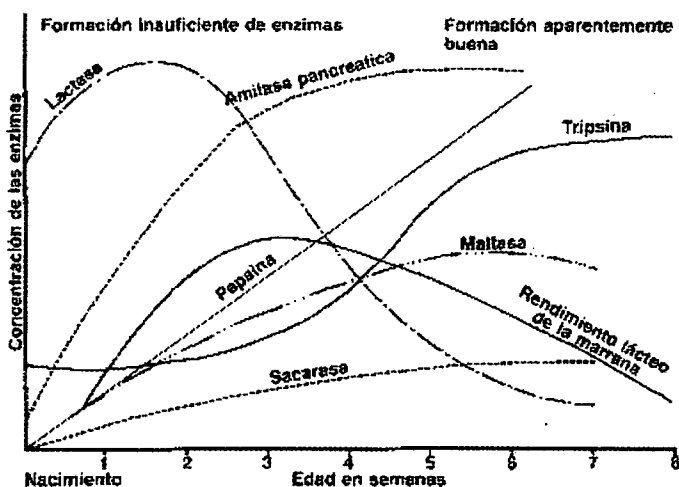
La actividad de la pepsina y de la tripsina es muy baja hasta los 21-28 días de edad. La actividad de la amilasa es casi nula antes del destete. A partir de este momento es cuando el almidón de la dieta desencadena una estimulación enzima sustrato aumentando la cantidad de enzima producida. La actividad de la lipasa es normal puesto que la leche de cerda es rica en grasa.. Los niveles de estas enzimas se presentan en la gráfica 6.

Las necesidades del lechón para un crecimiento potencial óptimo, del orden de 250 gramos por día son superiores a la capacidad lechera de la cerda. Si el tamaño de camada aumenta se produce un aumento compensatorio de la producción láctea pero la leche disponible por animal disminuye. Entre los factores que afectan la producción de leche se tienen: número de parto, consumo de concentrado durante la gestación y la lactancia y la concentración de nutrientes del concentrado (Javierre, J. 1992).

LA ALIMENTACIÓN DE LOS LECHONES

El consumo precoz de concentrado preiniciador es indispensable para alcanzar pesos elevados al destete. Si las condiciones de manejo son favorables y la gustosidad del preiniciador es buena se estimulará el consumo. El lechón lactante posee una reducida capacidad digestiva como se puede observar en la tabla 23.

Gráfica 6. Desarrollo de las enzimas digestivas en el lechón.



La mayoría de los investigadores coinciden en que el suministro de alimento sólido antes del destete se comporta como un acelerador de la madurez fisiológica del lechón. Como respuesta a estímulos locales o sistémicos (histamina, histalog, pentagastrina o concentrado) se aumentan las secreciones de ácido clorhídrico y de las enzimas proteolíticas, por lo que la eficiencia de la digestión gástrica es superior en lechones que han recibido otros alimentos. Los lechones que reciben el preiniciador desde los 14 días de edad presentan una capacidad secretora a las 3 y 6 semanas de edad de 32 y el 49% respectivamente por encima de la alcanzada por los lechones amamantados exclusivamente (Ramírez, G. 1995).

Alrededor de las dos primeras semanas de edad el lechón puede digerir adecuadamente sólo proteínas de la leche (caseína), azúcar de la leche (lactosa), glucosa y grasa. Las enzimas necesarias para digerir almidón, azúcar (sacarosa) y proteínas no lácteas aparecen sólo cerca a las tres semanas de edad.

En los lechones que han consumido preiniciador se da un mayor desarrollo de la zona fúndica del estómago, donde se acumulan la mayor parte de las células glandulares responsables de las secreciones gástricas, este hecho se traduce en un incremento de las secreciones de ácido gástrico y de enzimas proteolíticas, por lo que se aumenta la eficiencia de la digestión gástrica.

Tabla 23. Evolución de la mucosa intestinal en el lechón.

Edad en días	No. Por cm ²	Vellosidades	
		Diámetro	Superficie absorbente M ²
0	900	85	0.1
12	1.200	200	0.16
60	1.300	250	3
120	1.400	300	7

A la hora de formular el concentrado preiniciador es más importante ajustarse a las limitaciones relativas a la introducción o exclusión de determinadas materias primas, que a respetar estrictamente las normas energéticas. Es aconsejable por ejemplo incluir un 10% de leche en polvo e inútil añadir más del 5% de grasa, por otro lado, es importante conseguir un nivel mínimo de fibra bruta del 3 al 4.5%, (INRA, 1985). También es importante considerar un tratamiento para las materias primas fuentes de carbohidratos y de proteínas como la extrusión por su efecto favorable sobre la palatabilidad y digestibilidad.

EL DESTETE

La edad óptima para el destete es aquella en la que el lechón está fisiológicamente preparado para la separación de su madre. Para determinar la edad al destete se requiere:

- Que el lechón haya alcanzado un desarrollo ponderal suficiente.
- Que su sistema digestivo esté correctamente adaptado al nuevo régimen alimenticio.
- Que haya adquirido cierta resistencia frente a los factores del medio.
- Que el destete no coincida con otras perturbaciones como castraciones, vacunaciones, cambios de corral.

Buxadé, C. 1984 , clasifica los destetes en diferentes tipos según la edad así:

- Destete tradicional a los 63 días
- Destete funcional a los 42 días
- Destete precoz a los 21 días
- Destete ultraprecoz a los 7-10 días

El destete precoz permite obtener un mayor número de lechones por cerda por año. Este modelo de destete exige una serie de condiciones en el alimento en las instalaciones y en la mano de obra que muy pocas granjas pueden satisfacer.

Cada explotación debe decidir la edad óptima al destete que le permita obtener los máximos rendimientos.

Por el estrés múltiple que se ocasiona al lechón con el destete se han investigado todo tipo de variables que puedan dar luces para optimizar los resultados en la etapa subsiguiente considerada la más crítica en la explotación de cría.

Aquí es importante considerar: temperatura y condiciones ambientales, adecuada desinfección y protección inmunitaria (sistemas todo dentro todo fuera, producción en sitios diferentes a las demás etapas), calidad del agua, calidad del alimento, forma de suministro del alimento, diseño de instalaciones, hora de realización del destete, destetes parciales, destetes sin cambio de sitio, etc.

Obtener el mejor peso al destete a una edad dada es importante dada las altas correlaciones que se presentan entre esta característica y el comportamiento del animal en etapas posteriores y hasta el sacrificio. Canchala, D.C.(1997), reporta una correlación de 0,57 ($p < 0.01$) entre el peso individual al destete y el peso al final del precebo a los 64 días de edad.

La baja capacidad digestiva del lechón se agrava con el destete y la capacidad secretoria no se restablece hasta la cuarta semana postdestete. La deficiencia en ácido clorhídrico se traduce en un pH gástrico elevado especialmente en los lechones que lactan durante largo tiempo, lo cual altera la flora microbial, la flora normal desaparece y es reemplazada por enterobacterias del tipo E. coli y como consecuencia vienen las diarreas. El consumo de un buen concentrado estimula la secreción ácida y hay que recordar que el pH es el factor determinante en la precipitación proteica.

La deficiencia de ácido clorhídrico en el lechón se agrava debido a la capacidad que tienen los concentrados de oponerse al cambio de pH cuando se les añade ácido lo cual se conoce como capacidad tampón o buffer y tiene una importancia extraordinaria en el funcionamiento digestivo de los lechones, y consecuentemente en su rendimiento (Javierre, J.1992) . La tabla 24 muestra la capacidad tampón de una serie de materias primas.

SINDROME DE DIARREA POSTDESTETE

La diarrea postdestete se presenta por diferentes causas, se mencionan efectos de la edad al destete , raza, temperatura ambiental, cambios en la patogenicidad de las bacterias, etc.

La inmadurez fisiológica del lechón tiene como consecuencia que a pesar de necesitar una ingestión de concentrado elevada para satisfacer sus requerimientos de crecimiento, la digestibilidad de los nutrientes es reducida hasta que el animal tiene 60 días de edad. La digestibilidad proteica óptima está limitada a un volumen de ingesta definido que depende de la edad del lechón. Si se sobrecarga el estómago aquella descende de forma cuadrática y se permite el paso de proteína no digerida al intestino donde sufrirá fermentaciones anormales que causan diarreas y retrasos en el crecimiento (Javierre, J. 1992).

Según Miller, B.(1984) se presenta hipersensibilidad inmunológica pasajera a algunos antígenos de la dieta, lo cual produce:

- Atrofia de las vellosidades
- Hiperplasia de las células de la cripta, como resultado de una dieta alta en proteína y a base de soya
- Mala absorción
- Incremento de susceptibilidad a la E. coli
- Diarrea
- Mala absorción aún sin patógenos

Tabla 24. Capacidad tampón de algunas materias primas utilizadas en concentrados.

Materia prima	Capacidad tampón
Leche descremada ácida	3.07
Leche descremada fresca	7.12
Trigo	8.99
Cebada	9.97
Levaduras	30.10
Harina de soya tostada	50.68
Harina de pescado	60.38
Leche descremada en polvo	66.37
Premezcla minerales	1.260.50
Alimento iniciación	30.00

Fuente: Javierre, J. (1992).

La falta de adaptación enzimática a grandes variaciones en cantidad y tipo de alimento ingerido producen:

- Cambios morfológicos en el intestino
- Ratas diferentes de flujos y de composición enzimática y cambios en la secreción de jugos
- Cambios en parámetros de transporte fisiológico.

Por su parte McCracken y Kelly (1993) opinan que la diarrea postdestete puede ocasionarse por:

- Un incremento en el flujo de nutrientes hacia el intestino delgado por baja digestibilidad de las dietas postdestete.
- Efectos inmunosupresores de las hormonas relacionadas con el estrés
- Cambios en la actividad antimicrobiana de la flora comensal
- Pérdida del efecto protector de la Ig A

La importancia de la composición de la dieta del lechón es analizada por Javierre, J. (1992) según el cual los lechones alimentados con dietas con mayor proporción de ingredientes vegetales muestran una mayor reducción en el crecimiento tras el destete, que los que recibieron dietas complejas ricas en productos lácteos y cereales tratados, que por otra parte ocasionan una elevación importante del costo de la alimentación, en un período en el que los animales tienen consumos altos.

Es normal creer que la reducción del crecimiento es de corta duración y que posteriormente se produce un crecimiento compensatorio. Muchas veces esto no es así y el animal arrastra este déficit hasta el sacrificio. Cuando el crecimiento

compensatorio tiene lugar y el animal alcanza pesos normales durante la ceba, se produce un efecto negativo de engrasamiento de la canal con la consiguiente reducción de su valor comercial.

El alimento preiniciador debe tener una elevada digestibilidad para evitar los procesos diarreicos, por lo tanto a la hora de formularlo hay que incluir en su composición: Un saborizante para estimular el consumo precoz de concentrado, un acidificante para contrarrestar tanto la deficiencia en ácido clorhídrico del lechón como el efecto tampón de los componentes proteicos de la dieta, y un complejo enzimático rico en proteasas para suplementar la deficiencia en pepsina, tripsina y quimotripsina del lechón en esta etapa temprana de su vida.

EL CERDO DESDE EL DESTETE HASTA EL INICIO DE LA CEBA

Esta etapa recibe en algunos sitios el nombre de precebo ya que lleva el animal hasta un peso en el cual se puede comercializar para continuar la etapa de ceba. En el caso de Antioquia se prefieren animales entre 15 y 25 kg de peso, los cuales se logran entre 28 y 42 días. Se pretende que en esta etapa el lechón continúe su crecimiento sin inflexiones y con una ganancia de peso que se incremente constantemente con promedios superiores a 400 gramos por día en sistemas de producción intensivos. Para lograr estos objetivos English, P. (1992) propone las siguientes estrategias:

Reducir al mínimo el estrés al destete . El lechón que se retira en forma repentina del lado de su madre se encuentra en un estado vulnerable y mientras más temprano ocurra esto, más graves son las consecuencias de dichos problemas. El destete resulta en desequilibrios sociales y psicológicos , además de que pasa a un ambiente extraño, en otro corral , con lechones de otras camadas, donde ya no tiene los derechos territoriales que había establecido en el ambiente materno en la paridera. Por último lo más grave es que ha perdido su principal fuente de nutrientes y de inmunoglobulinas como es la leche materna, pues la dieta que puede proporcionársele tiene poca relación química e inmunológica con la dieta que disfrutó a partir de su nacimiento.

Ambiente climático .En el momento del destete los requerimientos de temperatura del lechón son similares a los del nacimiento debido al estrés que ha sufrido. En condiciones climáticas frías es necesario tener calor adicional, generalmente no es suficiente con la fuente de calor sino que se requiere también de un refugio por lo menos los 15 días iniciales. El tipo de piso es fundamental, debe estar libre de humedad, por esto es conveniente que la zona sucia sea enrejillada. Si el piso es en cemento continuo debe proveerse material de cama en el área limpia. Posiblemente sea necesario el uso de cortinas para las horas más frías y para la noche.

El módulo de precebos debe garantizar una temperatura de 30° C el primer día de estadía de los lechones para lo cual las fuentes de calor deben estar encendidas 12 horas antes de llegar los lechones. En la primera semana es necesario utilizarlas para proporcionar al lechón la temperatura requerida de 30°C con un valor mínimo de 28°C. Después de esta semana el rango de temperatura varía entre 24 y 28° C disminuyendo 2 grados en cada semana.

Para prevenir las enfermedades respiratorias que se inician en esta etapa especialmente en climas fríos, lo más aconsejable es establecer sistemas de producción todo dentro todo fuera, manteniendo condiciones ideales de temperatura, humedad y ventilación, y manteniendo las instalaciones y equipos libres de polvo. Revisar corrientes de aire que provocan disminución rápida en la temperatura del lechón ocasionando además problemas de diarrea.

En climas cálidos puede ser necesario calor adicional en las horas de la noche y material de cama en la zona limpia del corral.

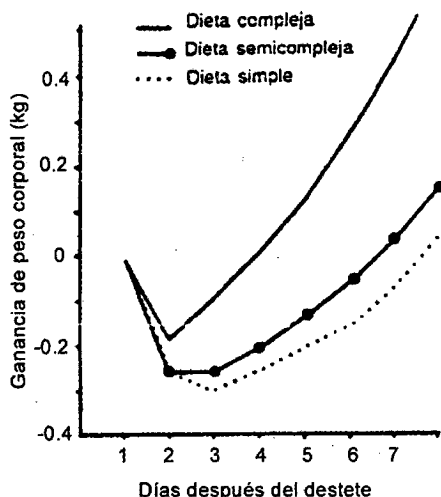
Dieta postdestete. El lechón debe continuar consumiendo la dieta suplementaria utilizada durante la lactancia. La inversión en una dieta de alta calidad en esta etapa no solo tiene como resultado una mayor cantidad de cerdos sanos sino una mayor ganancia diaria y menor mortalidad de lechones. Esta dieta se debe caracterizar por alto contenido en productos lácteos, grasas de origen vegetal y cereales tratados con calor. De no ser posible utilizar un concentrado con estas características es preferible realizar un destete más tardío, permitiendo que el aparato digestivo madure más.

Okai, Aherne y Hardin citados por English, P.(1992) Trabajaron tres variedades de dietas con cerdos destetados a las tres semanas: una dieta simple basada en trigo, cebada y harina de soya y otras dos dietas una semicompleja y otra compleja que contenían cereales cocidos y leche descremada en polvo y como puede observarse en la gráfica 7 las ganancias diarias de peso con la dieta compleja fueron muy superiores a las obtenidas con las otras dos dietas.

Cuando se comparan en términos económicos dietas complejas más costosas con dietas más sencillas y menos costosas, las primeras dietas serán en forma casi invariable las más eficaces en cuanto a costos.

Una vez que los lechones se acostumbran a la dieta de preiniciación de alta calidad, a las dos semanas postdestete se les puede ir acostumbrando gradualmente a una dieta de iniciación menos costosa. No obstante, el costo de la dieta es menos importante que la eficacia en cuanto a mínimas diarreas, bajos costos de medicamentos y mortalidad y menos costo por kilogramo de ganancia de peso.

Gráfica 7. Velocidad de crecimiento postdestete de cerdos destetados a las tres semanas de edad con tres tipos de dietas.



La aparición de dietas altamente digeribles aunque costosas para cerdos destetados a las tres semanas de edad o más ha ayudado sin duda a reducir la incidencia de diarreas, las muertes y el costo de medicamentos y quizás también a establecer las bases para una producción más eficaz en la ceba al ayudar a conservar la integridad de las vellosidades que recubren el intestino y mejorar la digestión y absorción de nutrientes.

En esta etapa el concentrado debe ser suministrado a voluntad, aunque al inicio pueda ser necesario alguna restricción si el lechón no tuvo buen consumo durante la lactancia. El consumo de un alimento seco conlleva un alto consumo de agua la cual debe ser de excelente calidad, tal vez la mejor de la granja, debido a que la disponibilidad de aguas con pH alto o con enterobacterias agrava los problemas digestivos de normal ocurrencia en esta etapa.

Agrupamiento al destete. En general la tendencia es agrupar los destetos por tamaño ubicando en unos corrales las cabezas, en otros los medios y en otros las colas. Cuando se trabaja con tamaños de grupo pequeño, en promedio 10 lechones, algunos productores los agrupan por camadas tratando de disminuir el estrés que ocasiona la mezcla de camadas. Este sistema funciona bien si las camadas son muy parejas.

En cuanto al tamaño del grupo puede variar entre 10 y 30 siempre que se suministren adecuadas condiciones sanitarias, de espacio físico y de espacio de comedero para todo el grupo.

Sanidad. Durante esta etapa empieza a disminuir la inmunidad pasiva transmitida por la madre y el aparato inmunológico del lechón adquiere madurez por lo cual se puede iniciar el plan de vacunación de acuerdo con las recomendaciones para cada localidad.

LA CEBA

Es el período comprendido entre los 20-25 kg y el momento determinado para salir al sacrificio aproximadamente 142 días de edad. Para mantener un buen nivel de salud se debe operar preferiblemente con el sistema todo dentro todo fuera. Los corrales deben permanecer vacíos por un período de 8 días en los cuales se lavan, desinfectan y blanquean antes de recibir nuevos animales. En pisos de cemento continuo es necesario realizar lavado o raspado diario para mantener el piso limpio y seco.

Aunque no se disponga de instalaciones aparte entre, 25 kg de peso y el sacrificio se distinguen dos etapas: el levante hasta aproximadamente 50 kg de peso y finalización desde 50 kg de peso hasta sacrificio. En algunas explotaciones se tienen instalaciones para cada etapa ya que las necesidades de espacio por animal, de temperatura ambiental y los requerimientos nutricionales varían para cada etapa.

English, P.(1992) considera que los componentes de un sistema eficaz para producir cerdos de 20 kg de peso vivo hasta el sacrificio comprende:

Calidad genética de la piara. Las características que pueden mejorarse genéticamente incluyen: calidad de la canal y de la carne, conversión alimenticia, ganancia diaria de peso y consumo voluntario de alimento. Sin embargo la proporción en que la calidad genética es expresada depende de factores tales como temperatura, nutrición, sanidad y jerarquía social .

Sanidad. Los animales que inician la ceba deben haber recibido todas las vacunas recomendadas según la región. Los principales problemas que afectan a los cerdos de ceba recién comprados son trastornos respiratorios y diarreas. La mayoría de estos problemas se manifiestan entre 5 y 14 días después de llegados. Es necesario observar los animales por lo menos 2 veces al día para detectar cualquier animal enfermo. Observar el consumo de agua y de alimento y separar y tratar los animales enfermos.

Cualquier condición que genere estrés disminuye el consumo de alimento. Entre estas condiciones están: Hacinamiento, altas temperaturas, alta concentración de gases en la nave, bajas temperaturas, peleas por cualquier origen.

Alimentación. Para que los cerdos no alteren su proceso normal de crecimiento deben ser alimentados en forma adecuada de acuerdo con su genotipo, temperatura medioambiental y según sus requerimientos específicos a través de cada etapa de crecimiento.

La alimentación a voluntad es un sistema muy utilizado durante el período de ceba e implica menos mano de obra. Sin embargo solo es posible utilizar este sistema cuando se trata de genotipos muy mejorados de baja producción de grasa, de lo contrario se hace indispensable una restricción del nivel del 15 % a partir de los 60 kg de peso. Es importante el diseño del comedero para evitar el desperdicio o por lo menos reducirlo al mínimo.

Normalmente los concentrados comerciales recomiendan dos líneas de concentrado para esta etapa: una línea hasta los 50-60 kg de peso correspondiente al levante, más alta en proteína y energía y la línea de finalización, engorde o ceba propiamente dicha. Con estas dos líneas el productor puede ajustarse a las condiciones de su granja así:

Si considera que los diferentes concentrados llenan los requerimientos de sus cerdos, simplemente acata las recomendaciones de la casa comercial.

En el caso de cebar líneas de cerdos muy magras puede realizar toda la ceba con concentrado de levante.

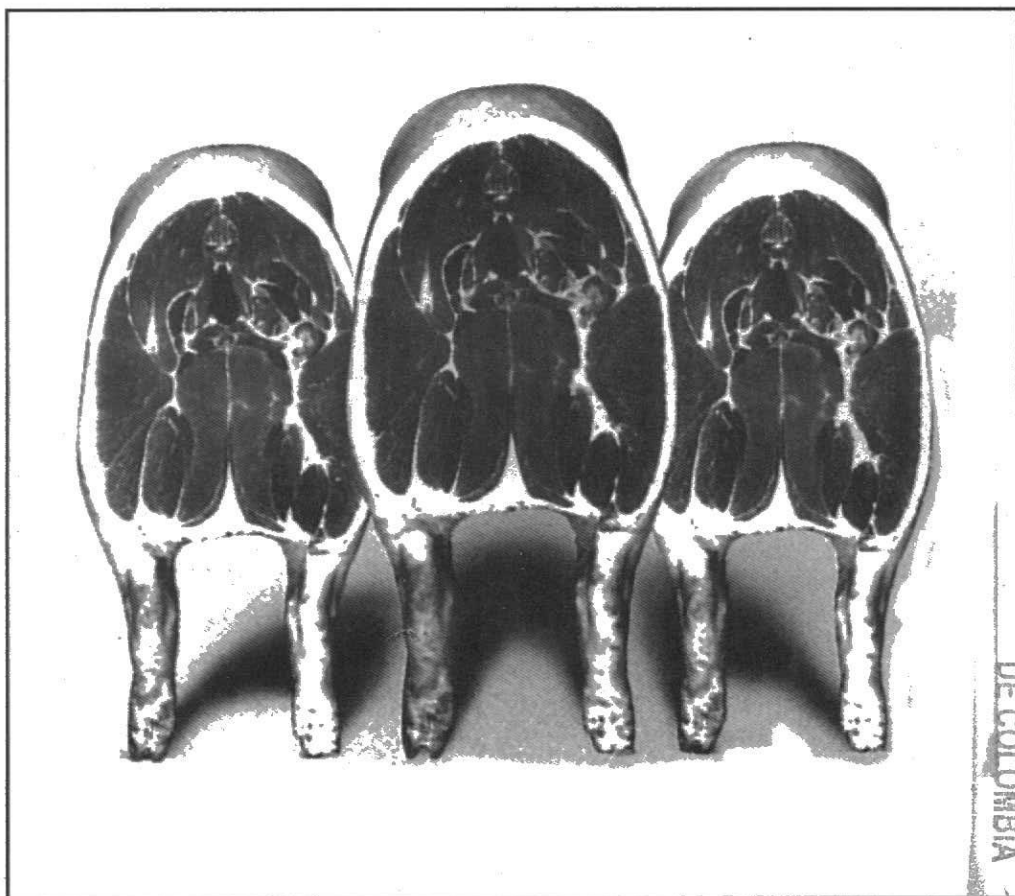
Si separa hembras y machos castrados para la ceba, a las hembras las puede llevar hasta el sacrificio con concentrado de levante y a los cerdos castrados con concentrado de ceba o bien restringir a estos últimos desde los 60 kg de peso.

El tamaño del grupo. El tamaño del grupo no puede ser excesivo, debe considerarse un límite superior de 30 cerdos. Existe la creencia de que solo pueden reconocerse hasta cerca de 30 de sus compañeros y por lo tanto cuando el grupo está por encima de 30 es menos probable que se desarrolle un orden social estable dentro de un grupo. Esto puede resultar en más inquietud, actividad agresiva y pobre rendimiento de los cerdos.

Conforme el grupo aumenta es importante que el número de comederos y de bebederos aumente.

EL SACRIFICIO

Los animales deben recibir la última comida 10-14 horas antes del transporte para el sacrificio, con el fin de reducir al mínimo las muertes especialmente en épocas calurosas y disminuir los problemas en el matadero cuando se maneja el tracto digestivo lleno de residuos de alimentación. Los vómitos durante el transporte son bastante comunes y se cree que es porque los animales comieron antes de embarcarse.



BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

.....

CAPÍTULO **6**
TIPO Y CONFORMACIÓN
DEL CERDO PARA SACRIFICIO

TIPO Y CONFORMACIÓN DEL CERDO PARA SACRIFICIO

Tipo es la combinación de características morfológicas y fisiológicas que hacen a un grupo de animales de una misma especie o raza aptos para una determinada producción.

A principios de siglo la producción de grasa era un factor importante para la explotación porcina. Con la industrialización de los aceites vegetales y por efecto de factores sociológicos la producción del cerdo cambió al tipo tocino y después al tipo magro. La conformación del animal ha variado también hacia un mayor desarrollo corporal en las zonas de los cortes más valiosos.

Desde el punto de vista productivo la clasificación más importante es en tipo magro y tipo grasoso y esta clasificación se realiza individualmente dentro de cada raza ya que en todas se pueden encontrar ambos tipos de cerdos.

EL CERDO TIPO MAGRO

Las características del cerdo tipo magro son:

- La forma del cuerpo,
- El grado de acabado,
- La longitud de la canal
- El espesor de la grasa
- El porcentaje de carne magra

Algunas de estas características es posible detectarlas visualmente pero lo más importante es la evaluación del rendimiento y la calidad de las carnes del animal en canal.

El cerdo para sacrificio debe ser:

- De quijada firme y cuello unido insensiblemente a las espaldas

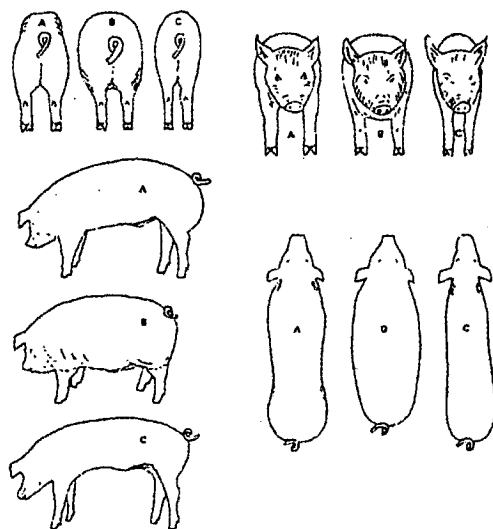
- Espalda y lomo fuertes
- Que muestre grandes masas musculares
- De movimientos ágiles
- Sin barriga ni papada
- De costado resalta la forma del animal, cilíndrico, largo, buen desarrollo de perniles, forma convexa
- Flancos firmes y altos
- Línea dorsal paralela a la ventral
- Barriga firme
- Cabeza pequeña
- Perniles amplios y profundos

En la vista posterior se observa:

- El animal debe ser más amplio en los perniles que en el resto del cuerpo lo cual le da apariencia de cuña hacia adelante
- Patas separadas para dar mayor capacidad de acumular músculo
- Implantación de la cola alta con poca grasa alrededor
- Patas rectas y aplomadas, que le permitan movimientos ágiles

Los puntos donde se puede detectar visualmente acumulación de grasa son: la inserción de la cola, la papada, las mejillas, arrugas horizontales en la paleta y verticales en las costillas o sobre el garrón. En la gráfica 8 se presentan los diferentes tipos de cerdo para sacrificio: A tipo magro, B tipo graso y C industrial.

Gráfica 8. Diferentes tipos de cerdo para sacrificio.

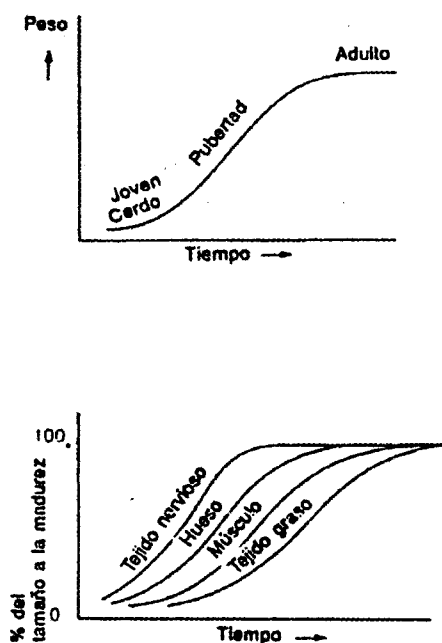


AUMENTO DE PESO O CRECIMIENTO

El crecimiento del cerdo es el centro del objetivo total de la producción porcícola porque la carne es producida por el incremento coordinado en tamaño de los diferentes tejidos. Crecimiento puede tener el simple significado de incremento de

tamaño. Este aspecto se ve comparando de manera simple el cuadro mental del animal en períodos sucesivos de tiempo. El crecimiento puede ser estudiado más precisamente tomando ciertas medidas, por ejemplo utilizando una regla o midiendo la altura, la longitud o la circunferencia o pesando el animal en diferentes ocasiones. Si estas observaciones son graficadas con el tiempo en el eje horizontal x y la medida en el eje vertical y, entonces se producen curvas de crecimiento muy características como se presentan en el gráfico 9. Si estos se extienden a través de un amplio rango desde la concepción hasta la madurez, se asemeja a una S mayúscula con una forma más bien defectuosa cuyas pendientes son crecientes y tiene una mitad inferior un tanto más pequeña que la superior. Esto ha dado origen al término “curvas de crecimiento sigmoidales”, English, P.(1992).

Gráfica 9. Curvas de crecimiento



Describir únicamente el crecimiento como el proceso por medio del cual se hacen más grandes es perder de vista otro aspecto importante, ya que a medida que los animales crecen también cambian de forma. Algunos de los problemas y en realidad muchas de las características interesantes del crecimiento se originan en que los diferentes órganos y partes del cuerpo crecen a ratas diferentes. Los cerdos pequeños no son miniaturas de cerdos grandes sino que tienen diferentes proporciones en el tamaño de piernas, cabeza y cuerpo así como de sus órganos y tejidos. Es normal considerar el crecimiento en dos aspectos esto es: Un incremento en tamaño y un cambio en la forma.

Particularmente el ambiente nutricional puede tener una influencia crucial sobre la tasa a la cual se da cada aspecto del crecimiento. El ambiente tiene poco efecto sobre la edad en la cual termina el crecimiento.

Hollis, G.R. (1993), clasifica los órganos del cuerpo en tres grupos según la naturaleza del crecimiento celular: El primer grupo prolifera a lo largo de toda la vida del animal (la mucosa gastrointestinal y la capa germinativa de la piel) presumiblemente en respuesta al efecto ambiental al cual están sujetas estas superficies. Los órganos del segundo grupo tales como el corazón, el hígado y el músculo esquelético, cesan su proliferación al alcanzar el tamaño maduro, pero mantienen la habilidad de restablecer la proliferación bajo señales reguladoras apropiadas, por ejemplo daño físico. Los anteriores son los grupos que muestran un gran grado de plasticidad del crecimiento y son capaces de ajustar su tamaño de acuerdo a demandas fisiológicas. Sin embargo hay un tercer grupo, el sistema nervioso y el esquelético en los cuales la capacidad proliferativa eventualmente cesa y una vez alcanzado este punto nunca regresa. Aunque los huesos tienen capacidad de reparación extensiva y se remodelan durante la vida su crecimiento lineal (proliferación y migración de células de la capa germinativa) no se reinicia una vez se cierra la placa de crecimiento. Es crucial reconocer que la longitud de los huesos tiene un programa genético que determina su eventual longitud y que los mecanismos reguladores endocrinos parecen ser de crítica importancia en la regulación de crecimiento óseo lineal (Goss, 1986, citado Hollis, G.R. (1993).

Parece razonable proponer que el principal determinante genético del crecimiento postnatal dimensional es el programa genético del esqueleto, ya que la longitud de los componentes esqueléticos determina la longitud de los músculos que se pegan a los huesos, y la masa de los músculos esqueléticos corresponde como mínimo al 50% de la proteína corporal en la madurez, el crecimiento óseo tiene un impacto indirecto crucial sobre el contenido de proteína corporal y sobre la masa corporal.

El crecimiento de la masa de todo el cuerpo está determinado por los nutrientes que el animal consume. Estos son utilizados con dos propósitos: el primero es usado para satisfacer las demandas metabólicas de la masa celular existente y solo cuando estas demandas se satisfacen se pueden depositar esos nutrientes en nuevas macromoléculas.

Así el grado al cual se consumen los nutrientes en exceso del mantenimiento determinan la tasa de incremento del crecimiento de la masa corporal. Esta tasa es establecida por el apetito voluntario del animal. La observación común nos muestra que el apetito voluntario también es una función del genotipo del animal y que también muestra una regulación del desarrollo.

La relación entre consumo voluntario, masa corporal y el potencial genético de deposición de proteína tiene varios efectos potenciales. Es importante la contribución del intestino que es una función del consumo de alimento y que la del hígado y riñones es una función de la diferencia entre consumo y deposición de proteína, y la masa del corazón es una función del gasto de energía general del animal. Si combinamos estas observaciones con la propuesta de que la talla corporal está predeterminada genéticamente por el tamaño del esqueleto, y que la masa muscular depende de la talla del esqueleto, podemos construir un modelo simple de crecimiento dimensional durante la fase postnatal de crecimiento. En este modelo, el consumo, el gasto de energía y el balance entre el consumo y la deposición de proteína (una función del crecimiento muscular) influyen en el tamaño del tracto gastrointestinal, hígado, riñones y corazón. Finalmente durante posteriores etapas de maduración la diferencia entre consumo voluntario y masa metabólica corporal, esencialmente determina la tasa de aumento.

El patrón de incremento de grasas en el cuerpo muestra algunas diferencias interespecíficas, en el caso del cerdo los neonatos tienen escasos almacenamientos de triglicéridos y presumiblemente se relaciona con el hecho de que la diferenciación terminal de los adipositos porcinos se completa después del nacimiento. En el lechón recién nacido hay un incremento en la ganancia de grasa pero esto sucede temporalmente hasta el destete y se acelera solo al alcanzar la madurez sexual tal como lo muestra la tabla 25.

Tabla 25. Relación entre peso corporal , proteína y grasa corporal en cerdos de distintas edades

Peso corporal	Proteína corporal Kg	Grasa corporal Kg	Proteína\Grasa Kg
1.3	0.15	0.06	2.5
5.9	0.83	1.28	0.6
22	3.9	3.3	1.2
28	6.2	7.5	0.8
65	10.6	15.4	0.7
85	13.0	27.0	0.5
110	16.6	45.0	0.3

Fuente: Hollis, G.R. (1993)

CAMBIOS DE CONFORMACIÓN O DESARROLLO

A medida que el cerdo crece se modifican sus proporciones corporales. Al nacer la cabeza y extremidades son relativamente grandes y el cuerpo corto y poco profundo, pero a medida que el animal se desarrolla el cuerpo se alarga y luego se hace más profundo. A medida que el lechón crece las partes más altas de las piernas lo hacen a un ritmo mayor que las partes inferiores. Estas diferencias son observadas entre un jamón de buena y de mala calidad y por lo tanto, el procedimiento a seguir para obtener buenos jamones consiste en seleccionar rapidez y extensión de los cambios en el crecimiento.

Las razas difieren en la rapidez y extensión con que ocurren dichos cambios. Los tipos magros pasan por ellos más rápidamente y en mayor grado que los tipos grasos. El tipo de cerdo de madurez precoz tiene las mismas proporciones corporales a los 45 kg que el tipo de madurez tardía a los 90 kg.

Dado el efecto de la nutrición sobre el crecimiento relativo de las diferentes partes del animal, las regiones que se desarrollan en períodos tardíos de su vida, pueden ser estimuladas por medio de una buena alimentación y retardadas por una subalimentación continuada.

La buena alimentación puede hacer alcanzar rápidamente las formas del animal adulto mientras que la mala alimentación puede retrasar el desarrollo y llegar al extremo de que el animal no pueda alcanzar su forma y estructura normal.

Los animales que durante su fase inicial de crecimiento reciben una alimentación rica y después son sometidos a una alimentación pobre se resienten en el desarrollo de las regiones corporales más tardías y dan canales con mayor proporción de carne y poca grasa. Las restricciones durante todo el período de crecimiento además de presentar retraso para llegar a la edad de sacrificio presentan una canal pobre en carne y grasa y mayor proporción de hueso.

El sexo modifica en algo el desarrollo, el macho poseerá siempre más hueso y menos grasa que la hembra. La castración de animales con destino a ceba modifica los caracteres del macho, aproximándolos a un tipo intermedio, sobre todo si se practica a edades tempranas.

Los reproductores machos y hembras completan su desarrollo somático aproximadamente a los tres años de edad en casi todas las razas porcinas. En el segundo año los machos alcanzan el 95% de su desarrollo definitivo en longitud del cuerpo y altura y cerca del 80% de su peso vivo.

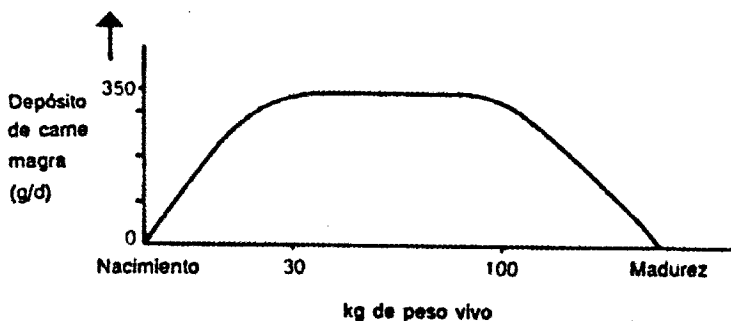
FACTORES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO DEL TEJIDO MAGRO

Según English, P.(1992), los principales factores que influyen en el crecimiento del tejido magro son los siguientes:

- Etapa de desarrollo
- Sexo
- Genotipo
- Nutrición

Etapa de desarrollo. Con una dieta y un programa de alimentación adecuados, la velocidad en que se forma carne magra, se incrementa conforme crece el cerdo y alcanza un máximo entre los 30 y 100 kg de peso vivo ,como lo muestra la gráfica 10. Después de un máximo bastante plano la velocidad de ganancia de tejido magro disminuye a cero cuando el animal alcanza la madurez.

Gráfica 10. Tendencia en el depósito diario de carne magra desde el nacimiento hasta la madurez.



Fuente: English, P. (1992)

La tasa real de deposición de carne magra y la etapa exacta cuando se logra el máximo crecimiento es principalmente dependiente del sexo , el genotipo y la nutrición.

Sexo. Hay diferencias bien establecidas en el desarrollo del tejido magro entre el macho entero, el castrado y la hembra. Con el mismo nivel de nutrientes, el macho entero tiene mayor velocidad de crecimiento de tejido magro, mientras que el castrado la tiene más lenta y la hembra tiene valores intermedios.

En cerdos entre 2 y 7 kg de peso Williams (1976) citado por English, P. (1992) no encontró diferencia en el depósito de tejido magro entre los diferentes sexos, utilizando un rango completo de dietas en términos de energía, proteína, aminoácidos esenciales y otros nutrientes esenciales.

Entre 20 y 50 Kg de peso los machos enteros y las hembras tenían una velocidad de crecimiento del tejido magro similar cuando se les ofrecieron dietas de un alto nivel de ingestión de alimento (aproximadamente 4 veces los requerimientos energéticos de mantenimiento). Sin embargo cuando se lograron consumos muy altos de 4.4 veces los requerimientos energéticos de mantenimiento el macho entero empezó a depositar mayor cantidad de tejido magro que las hembras.

Yen (1979) citado por English, P. (1992), en un trabajo que implicó un amplio rango de valores dietéticos de proteína y lisina con niveles altos de energía, encontró que entre 25 y 55 Kg de peso los machos enteros tuvieron un 5% más de carne que las hembras y 7.5% más que los machos castrados.

Después de los 50 kg de peso surgen diferencias mayores entre los diferentes sexos en relación al crecimiento de tejido magro. Campbell y colaboradores citados por English, P. (1992) examinaron cerdos de un genotipo en particular con un rango de peso vivo entre 48 y 90 kg con dietas bien equilibradas y altos niveles de energía y encontraron que la velocidad máxima de deposición de proteína fue de 137 gramos por día para machos enteros y de 117 para hembras. Estos datos son equivalentes a velocidades diarias de crecimiento de tejido magro de 340 gramos en machos enteros y de solo 290 gramos en la hembra, con una ventaja de 17% para el macho entero. Como el consumo de energía se aumentaba en forma progresiva desde niveles bajos hasta alimentación a libre acceso, las cerdas utilizaron más energía para formar grasa y menos para tejido magro, además tuvieron un crecimiento más lento, unas canales más grasosas y peor conversión.

Genotipo. La deposición de grasa y de músculo en el cerdo son características de alta heredabilidad con un promedio estimado de 0.5. Gracias a ello algunos genotipos han logrado avances en el mejoramiento genético particularmente en parámetros como ganancia diaria de peso, eficiencia en conversión alimenticia y en calidad de la canal y no hay duda de que hoy en día existen grandes diferencias genéticas entre líneas en relación al potencial de formar tejido magro.

English, P. (1992) cita el trabajo de Campbell y colaboradores quienes compararon una línea A sometida a mejoramiento genético intensivo con otra línea no mejorada B. Se consideró que las dietas ofrecidas eran adecuadas en proteínas, aminoácidos esenciales y otros nutrientes. Conforme se incremento la ingestión de energía, la línea B alcanzó el máximo para el depósito de proteína en carne magra con un consumo diario de 7883.7 Kilocalorías de energía digestible y no hubo mayor mejoría con

posteriores aumentos en el consumo de energía. El máximo para la línea B de 129 gramos de proteína es equivalente al depósito de 320 gramos de tejido magro por día. Por otro lado la línea A mejorada no demostró signos de alcanzar su capacidad máxima para convertir proteína. En el nivel energético más alto, 9556 kilocalorías, el cerdo convertía 187 gramos de proteína, lo cual equivale a 464 gramos diarios de carne. Si los animales de la línea A pudieran haber comido más, hay indicaciones de que pudieron haber formado carne magra a una velocidad más rápida.

Nutrición. La nutrición debe apoyar completamente el potencial de crecimiento de músculo del cerdo. Este potencial cambia con el peso vivo y se ve afectado por el sexo y el genotipo y por supuesto varía entre cerdos del mismo genotipo y del mismo sexo.

INSTITUTO TECNOLÓGICO
AGROPECUARIO
DE COLOMBIA

NUTRICIÓN

Necesidades energéticas y estrategias de evaluación de las necesidades energéticas

NECESIDADES ENERGÉTICAS PARA MANTENIMIENTO

Según Henry, Y. (1990), las necesidades de mantenimiento, expresadas en ATP con utilizadas por el animal de la siguiente manera:

- Mantenimiento de funciones vitales, respiración, circulación: 20-30 % de las necesidades.
- Renovación de proteínas tisulares 20%
- Mantenimiento de la homeostasis (equilibrio osmótico). 30%
- Actividad física

Las necesidades de mantenimiento son proporcionales al peso metabólico (peso vivo elevado a la 0.75) íntimamente ligado a la masa magra corporal.

La ARC (1981) citado por Miller, E. (1991), reporta como resultados del análisis logarítmico para datos de cerdos de 5 a 90 kg de peso y derivados de la relación encontrada para los requerimientos de energía metabolizable para mantenimiento, 172 kcal de EM x peso metabólico elevado a la 0.63.

Si se trabaja con el exponente hallado para diferentes especies la relación encontrada es: 109 kcal de EM x peso metabólico elevado a la 0.75

Necesidades de mantenimiento dentro de las condiciones de termoneutralidad

Las necesidades energéticas de mantenimiento son superiores para el lechón que para el cerdo de 50 kg en tanto que para la cerda gestante son muy altas, por esta razón es que en esta etapa se utiliza una restricción alimenticia que prácticamente solo cubre las necesidades de mantenimiento así :

Lechón recién destetado	50 % de la energía metabolizable total
Cerdo de 50 kg	35%
Cerda gestante	75%

Entre las fuentes de variación para la determinación de las necesidades energéticas de mantenimiento se tienen:

Edad. Las necesidades según la edad se presentan en la tabla 26.

Tabla 26. Necesidades energéticas de mantenimiento para cerdos de diferentes edades.

Etapas productivas	Kcal de EM x peso vivo a la 0.75
Lechón	110-160 (media 120)
Cerdo en crecimiento	100-110 (media 105)
Cerda gestante	100-110 (media 105)
Cerda lactante	110

Fuente Henry, Y. 1990

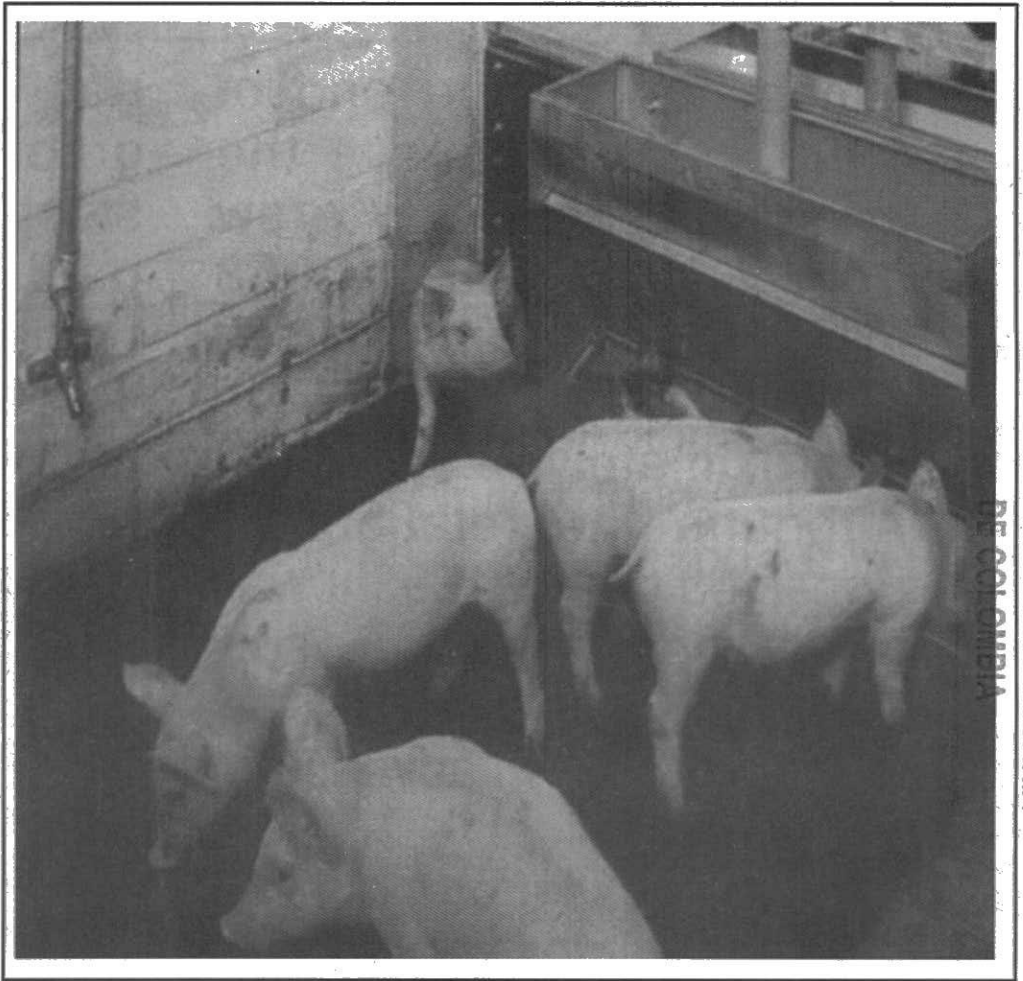
Estado fisiológico. Para el macho entero y la hembra las necesidades energéticas de mantenimiento son superiores en un 10% a las necesidades del macho castrado, debido a que poseen una proporción más elevada de tejido magro.

Hay poco efecto de la gestación, las necesidades de mantenimiento de la cerda gestante y de la vacía no lactante son de 100 kcal de EM por kg de peso a la 0.75 (Noblet y Close 1980 , Noblet y Etienne 1985 Citados por Henry, Y. 1990) , mientras que para la cerda lactante son de 110 kcal.

Tipo genético. Para cerdos tipo magro las necesidades energéticas de mantenimiento son más altas que para cerdos grasos.

Actividad física. En posición de pie el animal tiene un gasto energético equivalente al 20 % de las necesidades de mantenimiento.

Necesidades de termorregulación. Por debajo de la temperatura crítica inferior las necesidades suplementarias de calor para un lechón en lactancia son de 6 kcal / grado centígrado/ kg de peso metabólico/ día. Para un lechón de más de 20 kg, 2.5-3.5 kcal.



BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

.....
CAPÍTULO **7**
NUTRICIÓN

NECESIDADES ENERGÉTICAS PARA PRODUCCIÓN

CRECIMIENTO

Las necesidades energéticas para crecimiento se determinan con base en el contenido energético del músculo y de la grasa del incremento diario de peso del animal en las diferentes etapas, como lo muestra la tabla 27, teniendo en cuenta el contenido energético del músculo de 1700-1900 kcal/kg (media 1800) y para la grasa 7000-8000 kcal /kg (media 7500).

Tabla 27. Contenido Energético de la ganancia de peso para cerdos en crecimiento y en ceba.

Estado de crecimiento	Contenido energético de la ganancia kcal/kg	Proteínas %	Lípidos %	Energía fijada en lípidos %
Lechones 10-20 kg	2000	15	12	50-55
Crecimiento 20-50 kg	3000-3500	15.5	22-28	70-75
Ceba 50-100 kg	4000-5000	14	30-35	75-85

Fuente: Henry, Y. (1990)

La deposición diaria de proteína se incrementa hasta un máximo cuando el peso del cuerpo es cerca de 60 kg de aquí en adelante permanece casi constante hasta el peso de sacrificio. El consumo diario de energía continua incrementándose desde los 60 kg de peso hasta el sacrificio, aunque permanezca constante la energía requerida para deposición de proteína, ya que la energía adicional es almacenada como grasa.

La estimación de las necesidades energéticas por el método factorial para el cerdo en crecimiento tiene en cuenta tanto la naturaleza y la importancia cuantitativa de los gastos como las diferentes eficacias de utilización de los nutrientes para cada gasto, como se puede observar en la tabla 28.

Tabla 28. Costo energético comparado de la formación de músculo y de depósitos de grasa en el cerdo en crecimiento.

Tejido	Músculo	Grasa	Grasa/Músculo
Contenido en energía Kcal/kg	1700-1900 (1800)	7000-8000 (7500)	4:1
Costo energético EM (kcal/kg)*	2600-2900 (2700)	8750-10000 (9400)	3.4:1
Costo en alimento kg/kg de tejido **	0.87-0.97	2.9-3.3	3.4:1

* Rendimiento de utilización de la EM para la formación de músculo (esencialmente de proteínas): 0.65; para la formación de depósitos grasos: 0.80 .

** Contenido en EM del alimento: 3000 kcal/kg

Fuente : Henry, Y.(1990)

El cerdo magro de crecimiento rápido al depositar más músculo deposita más gramos de peso debido a la cantidad de agua que deposita el músculo tal como lo muestra la tabla 29.

Tabla 29. Efecto de la deposición de músculo y de la deposición de grasa sobre la ganancia de peso en el cerdo magro de crecimiento rápido.

Depósito Constituyente químico	Depósito de agua en el tejido	Ganancia de peso vivo
1g. de proteína depositada	3-4 gr de agua	4-5 gr de peso vivo
1g de lípidos depositados	Prácticamente sin agua	1 gr de peso vivo

INGESTION VOLUNTARIA

Existe una relación exponencial entre el consumo de energía y el peso vivo del animal. El consumo voluntario equivale a 3-4 veces las necesidades energéticas de mantenimiento (media 3.5). A medida que se incrementa la concentración energética

se disminuye el consumo. Por el contrario la reducción en la concentración energética produce un aumento compensatorio del consumo de alimento, pero puede ser insuficiente, la ingestión de energía digestible es baja por factores físicos que limitan progresivamente el consumo.

Función del consumo de energía

Del nacimiento hasta los 45 kg de peso. Hasta los 45 kg de peso se debe lograr un consumo máximo diario de energía digestible. Campbell y colaboradores citados por English, P. (1992), aumentaron en forma progresiva el consumo diario de energía digestible entre 20 y 45 kg de peso, encontrando que el depósito diario de tejido proteico en machos enteros aumentó constantemente hasta llegar a 145 gramos diarios, sin signos de una respuesta disminuida al llegar a un consumo a libre acceso (9170,38 kcal de energía digestible por día).

La velocidad de máximo depósito proteico no se estableció a causa de un apetito limitado. Por lo tanto con este amplio rango de consumo de energía, la velocidad de depósito de proteína muestra una respuesta lineal así como el depósito estimado de carne magra (depósito de proteína x 2.48), de grasa y la ganancia de peso vivo como lo muestra la tabla 30.

Tabla 30. Efecto del consumo diario de energía digestible en machos enteros de 20 a 45 kg de peso.

	Consumo de energía (kcal de DE/día)					Respuesta			
	3464	4850	5949	7024	8170				
Depósito de proteína (Gr/día)				65	87	114	127	145	Lineal
Depósito de grasa (Gr/día)				71	134	183	225	260	Lineal
Ganancia diaria (gr)				419	557	679	779	900	Lineal
Conversión alimenticia				2.4	2.5	2.5	2.6	2.6	
Grasa corporal (gr/día)				181	227	243	257	265	Curvilínea

Fuente: Campbell y col. citado por English, P.(1992)

English, P. reporta que restricciones en esta etapa de crecimiento, podrían resultar en una reducción del 8% en el contenido de grasa corporal pero esto estaría relacionado con reducciones considerables en el depósito de tejido magro (21%) y ganancia diaria de peso (25%) sin un cambio en la conversión alimenticia .

45 kg de peso en adelante. Con genotipos no mejorados hay pruebas que cuando el consumo diario de energía digestible se incrementa hasta cerca de 2.5 a 3 veces el requerimiento energía para mantenimiento, las velocidades de depósito de proteína diaria, tejido magro, y ganancias de peso responden de manera lineal mientras que la conversión muestra una mejora progresiva. Sin embargo si se incrementa aún más el consumo diario de energía, no hay incremento adicional de depósito de proteína o tejido magro. Este nivel crítico de consumo diario de energía (cerca de 2.5 a 3 veces el mantenimiento) podría parecer apoyar el potencial total para el crecimiento de tejido magro del genotipo no mejorado. Conforme se incrementa el consumo de energía por encima de estos valores, el crecimiento de tejido magro no muestra incremento adicional, la velocidad de depósito de tejido adiposo aumenta y la conversión muestra un deterioro progresivo. Estas respuestas indican que en genotipos no mejorados, por encima de 45 kg de peso, el apetito del cerdo excede su capacidad de formar tejido magro, por lo tanto el consumo de energía debe ser restringido después de cierta etapa de crecimiento para evitar las canales excesivamente grasosas.

INFLUENCIA DE LA CONCENTRACIÓN ENERGÉTICA DE LA DIETA

Los principales factores determinantes de la densidad de energía de una dieta son las cantidades que contiene de componentes de alta concentración energética como son lípidos y grasas. Las dietas que contienen una alta concentración de nutrientes son más adecuadas para cerdos jóvenes, mientras que las dietas con una menor densidad de nutrientes se pueden utilizar en cerdos de más de 40 kg.

De 20 a 50 kg de peso hay bastantes incentivos para tratar de optimizar el consumo de energía digestible. La principal ventaja está en términos del incremento en la ganancia diaria de peso y en el depósito de tejido magro con solo menores incrementos en el contenido de grasa corporal.

Para incrementar el consumo de energía digestible es importante tener altas concentraciones de energía en la dieta. En la tabla 31 puede observarse que en machos enteros con incrementos en la concentración energética de 2819 kcal de ED/kg a 3621 no se alcanza el máximo consumo de energía digestible hasta que se ofrecen dietas con 2465 a 3621 kcal de DE/kg.

Si se utiliza una dieta de 3465 kcal/kg de DE en comparación con una de 2819 se presenta un incremento de 21.8% en el consumo voluntario de energía, un incremento de 29.2% en la ganancia de peso vivo y una reducción de 24.4 % en el alimento requerido por cada kg de ganancia de peso vivo.

Tabla 31. Efecto de la concentración de ED en la dieta sobre el consumo voluntario de alimento y el rendimiento de machos enteros en crecimiento entre los 22 y 50 kg de peso.

	Contenido energético en la dieta (kcal/kg)				
	2819	3034	3249	3465	3621
Consumo voluntario de alimento (kg/día)	2.19	2.21	2.19	2.17	2.05
Consumo voluntario de energía (kcal DE/día)	6140	6618	7095	7478	7382
Ganancia diaria (gr)	695	776	847	898	913
Conversión alimenticia	3.16	2.89	2.61	2.39	2.25
Grasa dorsal en P2 (mm)	14.4	15.3	15.6	16.0	16.4

Fuente: Campbell y col. (1993) citado por English, P. y otros

Conforme se incrementa el consumo de energía para machos castrados, con el mismo peso anterior habrá mayores incrementos en el espesor de grasa dorsal. Las respuestas en las hembras serán intermedias entre los machos castrados y los enteros. A pesar de que las respuestas al consumo incrementado de energía en machos castrados y en hembras no son tan atractivas, no hay razón práctica para tener diferentes dietas o niveles de alimentación antes de 50 kg de peso ya que la diferencia teórica en los requerimientos entre sexos es de solo 1% en la proteína de la dieta.

Entre 50 y 90 kg de peso. Con una dieta proteica adecuada y con un rango de niveles de DE, el consumo voluntario del cerdo le permite ingerir más que lo suficiente para soportar la velocidad máxima de depósito de proteína o carne magra, por lo cual hay que decidir sobre el plan óptimo de alimentación para lograr los mejores resultados en términos económicos.

ALIMENTACIÓN NITROGENADA

Para determinar las necesidades nitrogenadas por el método factorial es necesario tener en cuenta:

- Necesidades para mantenimiento y para producción.
- Rendimiento de utilización de proteínas y de aminoácidos para la formación de depósitos.

Necesidades nitrogenadas para mantenimiento: comprende la excreción de nitrógeno endógeno: fecal y urinario, fracción difícil de definir y de estimar por el efecto de la proteína microbiana. Está en función del peso metabólico y de la materia seca ingerida. Los valores disponibles en la literatura son variables y heterogéneos.

Van Es (1972) citado por Henry, Y. (1990) reporta que el nitrógeno fecal es del orden de 150 mg/100 g de materia seca ingerida. El mismo autor reporta los siguientes datos para el nitrógeno urinario:

Peso vivo	mg de N/kg de peso metabólico
50	120
100	100
200	70

Ejemplo: Para un cerdo de 50 kg de peso vivo, que consume 2 kg de alimento (con 85% de materia seca) por día:

Peso metabólico:	50 kg elevado a la 0.75 = 18.8 kg
Nitrógeno fecal:	$1.7 \times 1.5 = 2.55$ gr
Nitrógeno urinario:	$18.8 \times 0.12 = 2.25$ gr
	4.80 gr de N

$4.80 \times 6.25 = 30$ g de proteína/día

Consumo de proteína en el alimento (17% de proteína) $170 \times 2 = 340$ gr

El nitrógeno fecal y el nitrógeno urinario equivalen aproximadamente al 10% del nitrógeno ingerido.

Necesidades nitrogenadas para producción: Para crecimiento las necesidades nitrogenadas están en función del peso vivo y de los depósitos diarios de proteína.

La composición en aminoácidos de las proteínas depositadas es relativamente constante en el curso del crecimiento del cerdo independiente del tipo genético y del sexo. La lisina es del orden del 7% de las proteínas fijadas.

El contenido de proteínas de la ganancia de peso es en promedio de 14-15% para cerdos de 20-100 kg y según el estado de engrasamiento. Para cerdos magros el contenido de proteínas de la ganancia de peso puede ser de 15-15.5.

Según Henry, Y. (1990) hay una relativa constancia de las necesidades de aminoácidos por unidad de ganancia de peso vivo. En la tabla 32 este autor presenta un modelo de estimación de las necesidades de lisina.

Influencia del contenido de proteína y de lisina de la dieta

El requerimiento de lisina para el cerdo en crecimiento y su respuesta al cambio de energía, está determinado principalmente por su capacidad para formar músculo. Por lo tanto como el potencial para desarrollar músculo varía con el peso vivo, sexo, genotipo y régimen óptimo de dieta, tiene que considerarse en relación a estos factores (English, P.1992).

Como ya se indicó los requerimientos para proteína endógena, varían con el peso del animal, así con niveles equivalentes de consumo de energía, el requerimiento de proteína disminuye con el incremento de peso.

La velocidad de crecimiento del músculo en relación al consumo voluntario de energía disminuye continuamente con el aumento de peso vivo desde el nacimiento hasta el sacrificio, las concentraciones de proteína y de aminoácidos en la dieta también pueden reducirse.

Los requerimientos de energía y de proteína están integrados en la formulación de la dieta. La energía y la proteína no actúan en forma independiente la una de la otra y una manera de relacionarlos es considerar la proteína en relación a la energía aportada en gramos por kcal de DE o como lisina disponible por kcal de DE. En la tabla 33 se indican los aportes de lisina expresados en esta forma.

Requerimientos de proteína en relación al sexo y al genotipo

Hasta 50 kg de peso se ha demostrado que hay diferencias reales entre machos enteros, hembras y machos castrados. Sin embargo en términos prácticos no se considera de utilidad formular dietas por separado para los diferentes sexos.

De 50 a 90 kg peso. Se ha demostrado ya que las diferencias de crecimiento de tejido magro entre los sexos es mayor después de los 50 kg de peso. El macho entero es capaz durante esta etapa de producir 20% más de tejido magro que el castrado y la hembra se ubica entre ellos, por lo tanto las dietas deben estar ajustadas a estas diferencias en tejido magro.

Según Yen citado por English, P. el requerimiento de lisina para el macho entero es de 0.93% de la dieta mientras que para la hembra es de 0.86% y para el macho castrado de 0.73%. Dado que es una práctica común separar sexos durante la ceba, para restringirlos de manera diferente, puede aprovecharse esta situación para suministrar dietas más altas en lisina para las hembras que para los machos castrados y más a los machos enteros que a las hembras.

Tabla 32. Ejemplo de cálculo de necesidades de energía y de lisina para cerdos en crecimiento según el potencial de depósito de tejidos magros.

Genotipo Velocidad crecimiento Gr/día	Graso		Magro	
	Normal 750	Normal 750	Rápido 1000	
Aportes diarios de EM				
Mantenimiento, Kcal/día (120 kcal/kg de peso metab)	2256	2256	2256	
Costo energético de la ganancia Kcal/kg	3700 (15% prot 30% líp)	3200 (17% prot, 23% líp)	3200	
Energía fijada kcal/día	2775	2400	3200	
Coefficiente de utilización	0.72	0.70	0.70	
EM para crecimiento, kcal/d	3854	3429	4571	
Aporte total de EM, kcal/día	6110	5685	6827	
Relación	100	93	112	
Aporte de alimento (3000 kcal EM/kg)	2.04	1.90	2.28	
Aporte de lisina (g/día)				
Contenido en proteínas de la ganancia (%)	15	17	17	
Proteínas fijadas g/día	112.5	127.5	170	
Lisina fijada g/día (7.4% de la proteína)	8.3	9.4	12.6	
Lisina para crecimiento g/día (Coeficiente de utilización 0.6)	13.8	15.7	21.0	
Lisina para mantenimiento g/día (0.1 g/kg de peso metabólico)	1.9	1.9	1.9	
Aportes de lisina g/día	15.7	17.6	22.9	
Relación %	100	112	146	
Relación lisina/energía				
Gr de lisina/1000 kcal de EM	2.6	3.1	3.35	
Relación con base 100	100	119	146	
Lisina como % del alimento	0.78	0.83	1.0	

Fuente: Henry, Y (1990).

Tabla 33. Aportes recomendados de lisina en relación a la energía.

Etapas	Gramos de lisina/ 1000 kcal de DE.
Lechones de 5-10 kg	4
Lechones de 10-25 kg	3
Cerdos de 25-60 kg	2.5
Cerdos de 60-100 kg	2.2

Fuente: INRA (1985).

En cuanto a los requerimientos de proteína en relación al genotipo, es de esperarse que si existe una amplia variación entre las líneas para velocidad de crecimiento y para deposición de tejido magro, los niveles de lisina y de otros aminoácidos esenciales requeridos para apoyar el crecimiento muscular sean requeridos en mayor proporción

ALIMENTACIÓN DE LA CERDA REPRODUCTORA

CERDAS DE REEMPLAZO

Las cerdas futuras reproductoras deben ser sometidas hasta alcanzar la pubertad a un plan de alimentación semejante al de los cerdos de ceba. A partir de ese momento se debe ir reduciendo progresivamente la ingestión energética hasta unos valores de 7500-8000 kcal /día, con el objeto de que no se produzca un excesivo engrasamiento pero sin que el racionamiento energético sea demasiado severo para no afectar el nivel de ovulación y la tasa de fertilidad a la primera cubrición.

Durante el ciclo ovárico las respuestas a la variación en la ingestión energética de las cerdas son diferentes si se trata de una cerda de reemplazo o de una cerda múltipara.

En la cerda de reemplazo, una sobrealimentación durante la fase folicular del ciclo ovárico origina un efecto favorable sobre el nivel de ovulación. Pero si se mantiene ese nivel energético elevado durante los días siguientes, se produce un aumento de la mortalidad embrionaria.

En las cerdas múltiparas la situación es diferente, en estos animales el estro tiene lugar después de una lactancia, la cual ha originado normalmente una pérdida importante de peso. Sin embargo esta pérdida de peso es muy variable puesto que depende de muchos factores, en definitiva, existe un estado nutritivo muy variable en las cerdas múltiparas en el momento de iniciarse la fase folicular del ciclo ovárico.

Para algunos autores el nivel de alimentación de las cerdas multíparas durante el período de cubrición (20-30 horas antes de la ovulación) tiene un efecto muy importante sobre el nivel de ovulación (Heap et al, 1967, Hardy et Lodge, 1969 citados por Galves, J. 1990). Parece existir una interacción de este efecto con el estado nutritivo de la cerda, ya que en muchos casos este efecto se ha logrado solamente con cerdas delgadas, siendo mucha más dudosa su efectividad en cerdas de elevado peso. Si esto es así se podría concluir que es fundamentalmente la pérdida de peso durante la lactancia la que juega un papel importante sobre el nivel de ovulación (0.08 óvulos menos por kg de peso perdido), pero este efecto negativo podría verse compensado por un incremento fuerte de la ingestión energética en los días anteriores a la cubrición (flushing).

En las cerdas multíparas la anidación de los óvulos fecundados así como el desarrollo embrionario inicial no está afectado por el nivel de ingestión energética, tanto durante los 14 días anteriores a la cubrición como en los 21 días siguientes (Brooks y Cooper, 1971 citado por Galves, J. 1990). En la práctica todas las cerdas deben pasar a un nivel de restricción tan pronto inician la gestación.

NECESIDADES ENERGÉTICAS DE LA CERDA GESTANTE

Las necesidades energéticas de la cerda durante este período dependerán del número y peso de los fetos desarrollados, de la evolución del peso de las envolturas fetales y de la placenta, así como del aumento neto del peso del animal.

Durante la gestación existe un estado anabólico en la cerda que origina una mejora muy importante en la eficacia de utilización de la energía metabolizable (Salmon-Legagneur, 1961; Rerat, 1972; Henry, 1984). La edad parece tener una cierta influencia sobre la importancia del anabolismo gravídico. Es durante la segunda y tercera gestación donde posiblemente este efecto se manifiesta con mayor intensidad (Galves, J. 1990).

Las necesidades energéticas totales de las cerdas gestantes pueden calcularse mediante el método factorial citado por Etienne, J. Dourmad, J. y Noblet, J. (1989), mediante la suma de los gastos energéticos de conservación y la energía retenida por el contenido uterino más la de aumento de peso logrado por el animal gestante. El aporte energético de la dieta durante el último tercio de la gestación debería ser mayor como consecuencia del notable aumento de peso de los fetos y envolturas fetales. El incremento en la ingestión energética al final de la gestación puede mejorar la supervivencia postnatal de los lechones. Sin embargo lograr un determinado aumento neto de peso en la cerda depende más de la cantidad total de energía ingerida durante toda la gestación que de las variaciones de los aportes a lo largo de este período (INRA, 1985).

Cálculo de las necesidades energéticas de la cerda gestante por el método factorial

Si tomamos como ejemplo una cerda que pese 150 kg en el momento del servicio y 210 kg al final de la gestación, con una ganancia neta de 40 kg y produciendo una camada de 15 kg (Etienne, M., Dourmad, J., Noblet, J.):

Necesidades de mantenimiento: $180^{0.75} \times 105 \text{ kcal de EM/kg de peso} = 5160 \text{ kcal EM/día}$

Necesidades para el crecimiento uterino

Peso de la camada	15 kg	
Energía fijada	$15 \times 1.300 = 19.500 \text{ kcal}$	
Necesidades en EM	$19.500 \div 0.48^* = 40.600 \text{ kcal EM}$	
Necesidades diarias	$40.600 \div 114 =$	356 kcal EM/día

Necesidades para el aumento neto de peso

Aumento neto de peso	40 kg	
Energía fijada	$40 \times 3.700 \text{ kcal/kg} =$	148.000 kcal
Necesidades en EM	$148.000 \div 0.77^* =$	192.000 kcal EM
Necesidades diarias	$192.000 \div 114 =$	1690 kcal EM/día
Necesidades totales	7206 kcal EM/día 7500 kcal DE/día

* Eficiencia de utilización de la energía

Como puede observarse las necesidades para aumento neto de peso son 5 veces superiores a las ganancias para crecimiento uterino.

Influencia del aporte de proteínas durante la gestación

La ganancia de peso en la gestación aumenta cuando aumenta el nivel de proteína de la dieta. La evolución es de tipo curvilínea, la ganancia medida dentro de varias experiencias no aumenta más al pasar el consumo de 240 a 290 gr de proteína por día. Al utilizar alimentación energética restringida aumenta la formación de músculo pero se reduce la acumulación de grasa. Así cuando la energía no es un factor limitante, la ganancia ponderal de las cerdas y el peso del músculo se incrementan de la misma forma que la retención nitrogenada cuando aumenta el nivel de proteínas de la dieta.

El incremento de proteína en la ración durante la gestación no afecta el tamaño de la camada al nacimiento. Por el contrario el peso de los lechones al nacimiento y su crecimiento postnatal pueden verse reducidos como efecto de una carencia proteica en la madre esencialmente durante el último tercio de la gestación. El efecto sobre el crecimiento del lechón es debido a una disminución de la producción lechera y/o al nivel de nitrógeno de la leche (Etienne, M. Dourmad, J. Noblet, J.1989).

Necesidades energéticas para la cerda lactante

Las necesidades energéticas durante este período corresponden a la suma de los gastos energéticos de mantenimiento y a la energía de la leche producida. Este último valor dependerá a su vez de la cantidad de leche producida y a su composición química.

La cantidad de leche producida depende de un gran número de factores entre los que podemos destacar: el genotipo, el estado de lactación, la edad y el número de lechones.

La edad de la cerda influye de forma importante sobre la cantidad total de leche producida. Este valor es relativamente bajo durante la primera lactancia, aumenta durante la segunda y tercera, para producirse una disminución progresiva a partir de la cuarta lactancia.

La reducción de los aportes energéticos a la cerda lactante no afectan de manera marcada su producción lechera ni el crecimiento de la camada. Henry, Y. Y Etienne, M. (1978) citados por Etienne, M. y otros (1988) observaron a partir del análisis de datos bibliográficos para lactancias de 42 días, una reducción de 110 gr de peso en la camada al destete como consecuencia de una reducción de 1000 kcal /día en la energía digestible aportada a la cerda . El efecto del nivel energético en la lactancia sobre la producción lechera de la cerda parecen depender del nivel de reservas corporales al inicio de la lactación.

En cerdas primíparas que disponen de reservas corporales importantes la producción lechera no es afectada como puede observarse en la tabla 34. Al contrario las cerdas sometidas durante ciclos sucesivos a aportes energéticos bajos disponen al final de la experiencia de reservas corporales poco importantes y una producción lechera más baja que cerdas alimentadas a voluntad durante la lactancia.

Tabla 34. Influencia de los aportes de energía sobre el crecimiento de la camada, la producción de leche y el balance energético de la cerda lactante

Nivel energético	Alto	Bajo
Energía metabolizable, Kcal/día	14240	10390
Nitrógeno ingerido, gr/día	103.40	109.70
Producción lechera, kg/día	7.10	6.60
Energía exportada en leche kcal/día	8140	8410
Crecimiento de la camada gr/día	1879	1843
Ganancia de peso de la cerda gr/día	- 648	- 1112

Fuente: Etienne, M., Dourmad, J., Noblet, J. 1989

Las cerdas lactantes compensan un aporte energético insuficiente con una acentuada movilización de sus reservas corporales. Esto se traduce en una pérdida de peso muy importante que está asociada con una acentuación de la movilización de su tejido adiposo y con una disminución del espesor de grasa dorsal. La pérdida de peso de la cerda en el curso de una lactancia de 35 días puede reducirse aproximadamente 6 kg por cada kilo diario de alimento suplementario. De la misma forma una reducción excesiva de las reservas corporales es perjudicial para la duración del intervalo destete servicio. Por el contrario para niveles de restricción menos severos tales efectos no son detectados

Cálculo de las necesidades energéticas de la cerda lactante

Como para la gestación la determinación precisa de las necesidades energéticas de la cerda lactante puede hacerse aplicando el método factorial sobre las necesidades de mantenimiento y el rendimiento de utilización de la energía alimentaria y de las reservas corporales para la producción de leche. Estos parámetros son establecidos a partir de datos de balance energético. Los principales resultados de una experiencia realizada por Noblet, J. Y Etienne, M. (1987) son presentados en la tabla 34. Estos autores estimaron las necesidades de mantenimiento de la cerda lactante en 110 kcal de EM/kg de peso metabólico. Dentro de este estudio el rendimiento de utilización de la energía metabolizable y de la energía de las reservas corporales para la producción de energía dentro de la leche es respectivamente de 72 y de 88%.

Si tomamos como ejemplo una cerda con un peso vivo de 170 kg, una producción de leche de 7 kg/día, y una pérdida de peso de 300 gr/día, las necesidades energéticas totales serían:

Necesidades energéticas para mantenimiento

110 kcal x 170 ^{0.75}	=	5178 kcal
Energía contenida en la leche		
7 kg x 1100 kcal	= 7700 kcal	
7700 ÷ 0.72	=	10694 kcal de EM
Energía neta aportada con la pérdida de peso		
0.3 kg x 3600 kcal x 0.88	=	- 950 kcal de EM
Necesidades energéticas totales.....		14922 kcal de EM
		15707 kcal de ED

La cantidad de energía exportada en la leche es calculada a partir del crecimiento de la camada. Este método de cálculo es aplicado para establecer las necesidades energéticas en función del peso vivo y del nivel de producción como se indica en la tabla 35.

Tabla 35. Influencia del peso vivo sobre el nivel de producción lechera y sobre las necesidades energéticas de la cerda lactante.

Nivel de producción	Bajo	Medio	Alto
Ganancia diaria de la camada, gr*	1500	2000	2500
Energía de la leche, kcal/día	6470	8930	11390
Peso vivo después del parto, kg	Necesidades energéticas, kcal/día**		
150	13700	17120	20530
180	14390	17810	21230
210	15050	18470	21890
240	16390	19110	22530

* Para 10 lechones por camada con una velocidad de crecimiento de 150, 200 y 250 gr/lechón/día

** Calculado sobre la base de unas necesidades de mantenimiento de 110 kcal de EM/kg de peso metabólico y de un rendimiento de utilización de la EM para la energía de la leche de 72%.

Fuente: Etienne, M., Dourmad, J., Noblet, J. (1989)

En el examen de los resultados aparece que las cantidades de alimento correspondientes varían entre 4.5 y 7.5 kg/día y son superiores a 6 kg/día en la mayoría de los casos (más de 9 lechones pesando en promedio 5.5 kg a los 22 días). Teniendo en cuenta un nivel de consumo voluntario durante la lactancia, generalmente inferior a valores precisados, resultado de una movilización de reservas corporales y un balance energético maternal fuertemente negativo. En razón de un insuficiente consumo para cubrir las necesidades de energía durante la lactancia, es necesario incrementar los aportes energéticos durante la gestación siguiente con el fin de restablecer las reservas corporales.

Aportes proteicos durante la lactancia

Durante la lactancia la pérdida de peso de la cerda disminuye en forma lineal a medida que el nivel de proteína de la dieta aumenta. Tal como sucede con la energía esto sugiere la existencia de reservas corporales proteicas constituidas durante la gestación y movilizables después del parto.

El contenido de proteína del alimento de lactancia afecta significativamente el nivel de consumo voluntario de la cerda durante esta etapa. Cuando el nivel de proteína es inferior al 12% se observa una reducción sistemática del consumo (de 15% en promedio) con relación a un aporte del 16% de proteína.

De manera general el nivel de proteína en la dieta de lactancia por encima de 12% no afecta el nivel de ingestión. Este efecto puede ser más marcado cuando el aporte proteico durante la gestación es bajo (Mahan y Mangan 1975, citados por Dourmad, J. 1988).

En lo que concierne a la composición de aminoácidos de la dieta Lewis y Speer 1975, citados por Dourmad, J.(1988) observan una reducción espectacular en la ingestión cuando el contenido de triptofano de la dieta es inferior a 0.07% , (requerimientos de 0.13%). El efecto de una carencia de triptofano es clásico en la especie porcina.

LA CONDICION CORPORAL DE LA CERDA DE CRÍA

Ante las dificultades para que a nivel de granja se puedan determinar las necesidades energéticas y proteicas de cada cerda por el método factorial ha surgido el método de alimentación según la condición corporal de la cerda dada la importancia del nivel de engasamiento de la cerda sobre sus parámetros reproductivos.

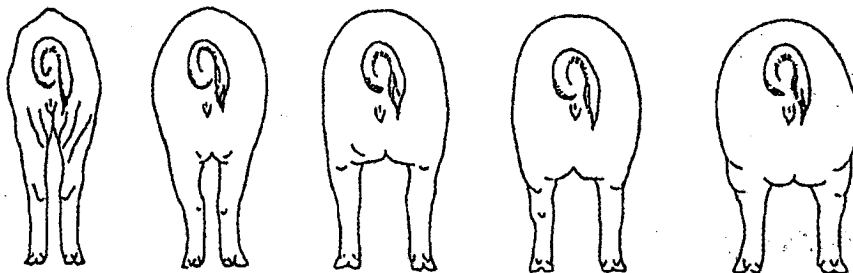
La información ofrecida por la calificación de la condición corporal, los cambios de peso y los niveles de consumo, además de los niveles de productividad alcanzados y las condiciones del alojamiento se convierten en la herramienta para manejar el nivel de alimentación ofrecido a la cerda (Giraldo, S. 1991)

La calificación de la condición corporal se realiza según la guía que se presenta en la figura 11. El sistema de determinación y seguimiento de la condición corporal de la pira servirá de beneficio para detectar tendencias adversas en la evolución de la condición de las cerdas de acuerdo con su estado fisiológico antes de que ocurran problemas, de modo que se puedan tomar medidas remediales para mejorar la situación.

Los cambios de peso de la cerda son otro parámetro importante, aunque en algunas granjas no es fácil tenerlos en cuenta. Existen muchas propuestas sobre los pesos que deben alcanzar las cerdas en cada parto sucesivo. Aherne, F. (1988) citado por Giraldo, S.(1992), sugiere que la hembra debe ganar 15 kilos en los dos o tres primeros partos para luego continuar ganando 10 kilos en cada parto.

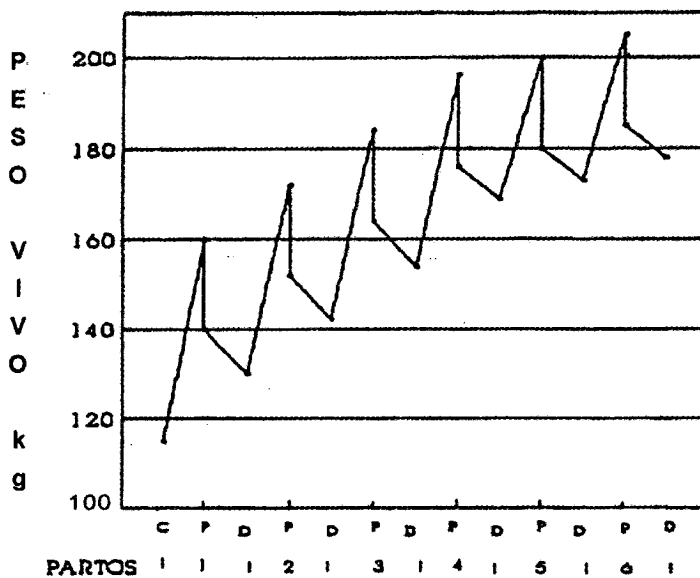
Según los investigadores del National Agricultural Centre el crecimiento de la cerda debe darse fundamentalmente en los primeros 4 partos. En la gráfica 12 se resumen estas dos propuestas mostrándose un máximo crecimiento hasta el cuarto parto y un crecimiento mínimo a partir de este parto. En cuanto al espesor de grasa dorsal, esta disminuye en la medida que aumenta el número de parto.

Gráfica 11. Guía para la calificación de la condición corporal de la cerda.



- 1. Emaciada
- 2. Flaca
- 3. Buena
- 4. Gorda
- 5. Muy gorda

Gráfica 12. Cambio de peso vivo en la cerda según el número de parto.



Alimentación de la cerda con base en la calificación de la condición corporal

El procedimiento recomendado por Giraldo, S.(1992) es el siguiente:

- Llevar un registro detallado de la cantidad media de alimento consumido diariamente por cada hembra no lactante. Este valor se convierte en el nivel base al momento de iniciar el programa y durante el curso del mismo.
- Calificar la condición corporal de las cerdas no lactantes. La meta para la media de la condición corporal debe estar alrededor de 3.5. Generalmente las cerdas jóvenes tendrán calificación mayor de 3.5 mientras que las viejas estarán por debajo de 3.5. La meta para las cerdas recién destetadas es una calificación de 3, mientras que para las cerdas próximas al parto será de 4.
- Si el promedio de condición corporal para todas las cerdas no lactantes está por encima de 3.5, entonces deberá reducirse la cantidad media de alimento suministrada diariamente. Si el promedio de la condición corporal es menor de 3.5, entonces debe incrementarse esta cantidad. En primera instancia este incremento o disminución no debe ser mayor o menor de 0.2 kg por día.
- Aunque la calificación media podría ser satisfactoria, esta media podría estar encubriendo aquellas cerdas que están flacas o gordas. Por ello cada cerda debe ser alimentada según su calificación de condición corporal. Cada cerda se califica después del destete y se alimenta según lo recomendado en la tabla 36, hasta que alcance la calificación de 4, la cerda debe ser devuelta al nivel basal de alimentación diaria.
- Las cerdas que no sean servidas dentro de los 10 días siguientes al destete se deben alimentar según su condición corporal individual.

Tabla 36. Guía para los incrementos o disminución en la cantidad diaria ofrecida a las cerdas gestantes dependiendo de su calificación individual en condición corporal.

Condición corporal de la cerda	Requerimiento probable de alimento para adicionar al promedio diario
1.0	+ 0.6
2.0	+ 0.4
3.0	+ 0.3
3.5	+ 0.2
4.0	Promedio diario ofrecido
4.5	- 0.2
5.0	- 0.3

Fuente: Giraldo, S. (1991).

La calificación individual debe hacerse después del destete y autores como Brent, G. 1989, citado por Giraldo, S. 1991, recomiendan repetirla cada mes .

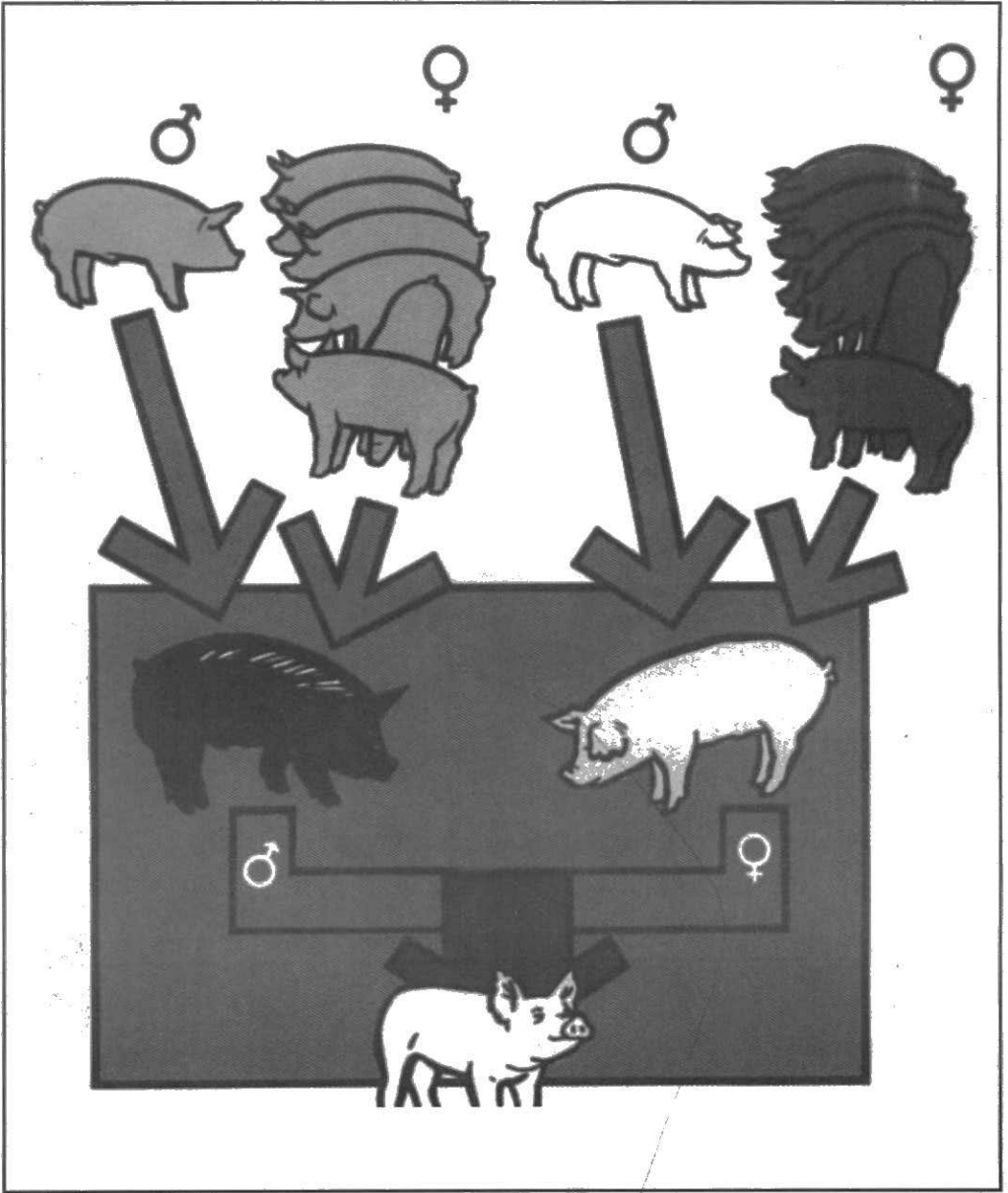
ALIMENTACIÓN DEL VERRACO

A los verracos jóvenes destinados a la reproducción, se les aplican las mismas recomendaciones para los aportes de energía, proteína y aminoácidos que a los animales de crecimiento y ceba. Una restricción de los aportes energéticos y proteicos, siempre que no sea muy severa, no produce un retraso en la edad al primer servicio ni una disminución de la producción inicial de esperma.

En el verraco adulto el aporte energético óptimo debe cubrir los gastos de mantenimiento, más ligados al ejercicio físico, a las condiciones climáticas (explotación al aire libre o semiestabulación) y a una frecuencia elevada de saltos. El nivel de este aporte puede ser del orden del 10 al 20% por encima de las necesidades de mantenimiento (100 - 110 kcal de energía metabolizable por kilogramo de peso metabólico).

Las recomendaciones para el aporte de proteína y de aminoácidos son las mismas que para la cerda gestante.

Tecniagro recomienda alimentar el verraco joven, hasta los 100 kg de peso, con concentrado de gestación a voluntad. A partir de aquí se suministran 2.0 - 2.5 Kg por día hasta el momento de iniciar montas a los 8 meses con 120 - 130 kilos de peso. Después de los 130 kilos, el reproductor debe recibir una cantidad tal de alimento que le permita ganar un kilo de peso cada semana hasta llegar a los 175 kilos, peso en el cual debería mantenerse, vigilando su cobertura de grasa. La sobrealimentación vuelve al macho perezoso y hace que sea muy pesado y grande rápidamente.



⋮
8
CAPÍTULO
MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL CERDO

MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL CERDO

El tiempo exacto y el lugar de domesticación del cerdo se pierde en la historia. Algunas evidencias indican que los ancestros del cerdo moderno vivieron en China y en Europa hace cerca de 25 millones de años y más recientemente en la India. La domesticación probablemente ocurrió en diversos sitios del mundo incluyendo China, Persia, África y Europa hace 6000 a 8500 años. El cerdo moderno cuyos ancestros probablemente incluyen el cerdo europeo y el del Lejano Oriente en apariencia es diferente a los cerdos chinos contemporáneos (Miller, E., Ullrey, D., Lewis, A. 1991).

El cerdo doméstico actual, sus domesticus (tipo, Chordata; clase Mammalia; orden, Artiodactyla; familia, Suidae) es el resultado de miles de años de evolución natural y, más recientemente, la aplicación de los principios de la genética mendeliana por parte de los porcicultores ha determinado que el cerdo se convierta en un animal valioso para la humanidad a la que proporciona alimentos y sirve como modelo para investigaciones biomédicas.

En la actualidad existen unas 87 razas reconocidas (Mason 1969 citado por Pond, W., Houpt, K.) de cerdos domésticos en el mundo, la mayoría de las mismas en Europa y América del Norte. Proceden del cerdo salvaje europeo *Sus scrofa* y del cerdo del Lejano Oriente, *Sus vittatus*. Además existen otros 225 o más grupos de cerdos no reconocidos como razas aunque cada uno posee unas características, aspecto o localización que son únicas. El cerdo doméstico posee 38 cromosomas somáticos (19 pares).

En la cría moderna del cerdo intervienen de manera importante 10 razas de cerdo clasificadas así según Legault, C. (1992):

Razas mixtas: combinan excelentes aptitudes de reproducción (prolificidad) y producción (crecimiento y características de la canal): Large White y Landrace.

Razas especializadas en desarrollo muscular, utilizadas para cruce terminal (Pietrain).

Razas especializadas en reproducción alta precocidad sexual y alta prolificidad (razas chinas como la Meishan).

Razas locales o rústicas, con modesta producción y reproducción. Se distinguen por criterios de adaptación a medios difíciles.

Asistimos actualmente a la proliferación de líneas resultado del cruzamiento entre dos y más razas conocidas y seleccionadas hacia un tipo mixto y hacia líneas especializadas en criterios de producción y destinadas a cruzamiento terminal.

El principio de la explotación intensiva del cerdo estuvo unido al fomento y desarrollo de las grandes razas (Landrace, Large White, Duroc, Hampshire) y su consolidación estuvo ligada a la evolución de los sistemas productivos.

Al ir avanzando la porcicultura se ha puesto de manifiesto la necesidad de aumentar los parámetros reproductivos (fertilidad y prolificidad) y los productivos con el objetivo de obtener la mayor cantidad y la mejor calidad de carne porcina al menor costo.

La prolificidad es la característica que menos ha evolucionado durante los últimos años debido a su baja heredabilidad y representa en el futuro una de las posibilidades de mejora de la eficacia económica de la producción porcina, para lo cual se está trabajando en tres vías genéticas:

- La vía clásica que reposa sobre la selección intra-rebaño complementada con la utilización de cruzamientos entre razas occidentales.
- La vía informática que permite extender la selección al conjunto de la población.

Modelización del objetivo económico

Para Bidanel, J (1989), el resultado económico de cualquier explotación porcina está en función de las características productivas del animal y de variaciones puramente económicas (precio final).

El modelo clásico para el beneficio económico del cerdo cebado es el siguiente:

$$B = \frac{PVC - CC - CL}{f(c)} + E$$

PVC: precio de venta del cerdo gordo
 CC: costos de producción del cerdo gordo
 CL: costo del lechón de 20 kg

Margen bruto de la ceba

PVC depende del peso final del cerdo y de las características de la canal.
 CC depende de la duración de la ceba (ganancia diaria de peso), del costo del alimento (conversión alimenticia), y de otros costos como alojamiento, mano de obra, etc.

Costo del lechón de 20 kilos

$$CL = \frac{CMC}{PN} + a (0-20)$$

CMC: costo de mantenimiento de la cerda
 PN: productividad numérica (lechones producidos por la cerda)
 a (0-25): costo del alimento del lechón de 0 a 25 kg.

Pueden considerarse poco variables a (0-25) y CM, por lo tanto :
 CL = f (PN).

Factores de variación de la productividad numérica

Está influenciado por los siguientes factores ligados al animal:

Factor	Medida
Longevidad	Número de partos
Prolificidad	Tamaño de la camada
Habilidad materna	Tasa de supervivencia de los lechones
Precocidad sexual	Edad al primer parto
Fertilidad	Intervalo destete servicio fértil
Duración de la gestación	

y por factores poco ligados al animal como la duración de la lactancia.

Como puede observarse el beneficio económico del productor depende de las características productivas: ganancia diaria, consumo de alimento, calidad de la canal y de las características reproductivas: número de partos, tamaño de la camada, tasa de supervivencia de los lechones, edad al primer parto y del intervalo destete servicio fértil.

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
 VENEZUELA

Las características productivas tienen heredabilidades de media a alta como se muestra en la tabla 37, mientras que las reproductivas tienen heredabilidades muy bajas, por lo tanto es necesario combinar estrategias que permitan lograr buena heterosis para las características reproductivas a partir de animales bien seleccionados para las características productivas como lo indica la tabla 38.

Las características reproductivas presentan variación genética aditiva relativamente alta y presentan heterosis alta mientras que las características de crecimiento y conversión presentan alguna heterosis, no así las características de la canal.

Tabla 37. Valores medios para la heredabilidad de las principales características del cerdo.

h^2 (%)	Caracteres de reproducción	Caracteres de crecimiento	Caracteres de la canal
0	Intervalo destete servicio		
5	# lechones al destete		
10	# lechones al nacimiento	Peso al destete	
15			
20		Edad a los 100 kg	pH último de la carne Color de la carne
25	Edad al primer calor		
30	Número de pezones	Ganancia diaria	CPK plasmático *
35	Tasa de ovulación	Conversión alimenticia	Rendimiento en canal
35	# de espermatozoides/eyac.	Apetito (a voluntad)	Olor sexual de la carne de macho entero
40	Duración de la gestación		Espesor de grasa dorsal
45			
50			Porcentaje de magro
55			Longitud de la canal
60			
65			Número de vértebras

*Actividad de la enzima creatina fosfoquinasa en el plasma sanguíneo

Fuente Bidanel, J. (1989)

Selección por prolificidad

Son necesarios cerca de 16 años de selección sobre la prolificidad de una piara (con un a tasa de 0.5 aplicada a las cerdas madres) para aumentar 0.8 unidades la talla de la camada al nacimiento mientras que el mismo progreso puede ser obtenido desde la primera generación de cruzamiento. Esto explica el apasionamiento de los poricultores por el uso de los cruces y su desinterés por la selección en favor de criterios de reproducción. La selección es el único modo de obtener mejora genética, los cruces aportan una valorización complementaria al progreso realizado anteriormente por la selección en las poblaciones parentales.

Tabla 38. Estrategias de selección aplicables a características productivas y reproductivas.

Característica	Heredabilidad	Heterosis	Estrategia
Prolificidad			Selección
Tamaño camada destete	Baja	Elevada	+
Peso a 1 destete	5-12%	5-15%	Cruzamiento
Ganancia diaria	Media	Baja	
Conversión	30-50%	5%	Selección
Calidad de la canal	Alta		
Porcentaje de magro	40-65%	Nula	Selección
Calidad de la carne	Media	Nula	Selección

Fuente: Tibau, J. (1989).

A pesar de ello las posibilidades teóricas de mejora genética de la prolificidad en una piara cerrada son relativamente elevadas, del orden de 0.25 lechones por camada por generación, según Hill (1982) y Ollivier (1982) citados por Legault, C. (1989). Según Avalos y Smith (1987) citados por el mismo autor, un progreso más importante, de 0.5 lechones/camada/generación puede ser obtenido mediante una rotación muy rápida (intervalo de generación de un año) teniendo en cuenta en el índice de selección familiar de la prolificidad de la madre, la de sus hermanas completas, sus medias hermanas y hermanas del padre. Un progreso teórico aún más elevado sería aportado por una información complementaria sobre las hijas del verraco en la medida que estos últimos fueran utilizados en inseminación artificial.

A pesar de lo anterior un sistema como este se considera arriesgado en el cerdo. Esta opinión se encuentra apoyada por el fracaso de dos primeras experiencias en selección realizadas con este objetivo en rebaños cerrados, una en Francia sobre la talla de la camada al nacimiento (Ollivier y Bolet 1981) y otra en Nebraska sobre la tasa de ovulación (Cunningham 1979), ambos reportes de Legault, C. (1989). En los dos casos un crecimiento de la tasa de ovulación se ha obtenido pero ha sido compensado con un aumento de la mortalidad embrionaria. La respuesta sobre la talla de la camada ha sido nula.

LAS LÍNEAS HIPERPROLÍFICAS

El principio de las líneas hiperprolíficas reposa sobre la extensión de la base de selección al conjunto de la población de manera que sea posible la aplicación de una tasa de selección extremadamente elevada que puede ser inferior al 1%. Las cerdas de prolificidad excepcional son detectadas en las granjas mediante el sistema informático. Estas cerdas pueden tener partos con 3 a 6 lechones de más que sus contemporáneas durante varios partos. Su superioridad genética no es más de 0.38 a 1.6 lechones ya que la talla de la camada es a la vez poco heredable y poco repetible. Después de acoplamientos razonados repetidos de verracos hijos de cerdas hiperprolíficas con otras cerdas hiperprolíficas no emparentadas, el nivel genético de los verracos de la línea tienden asintóticamente hacia las cerdas hiperprolíficas de la población. La mejora esperada en las hijas de estos verracos puede ser del orden de 0.4 a 0.8 lechones por camada.

Si una piara está conformada por hembras fecundadas por verracos de línea hiperprolífica, su nivel genético tiende rápidamente hacia una constante que corresponde a la de las cerdas parentales: + 0.8 a + 1.6 lechones. Si dos líneas se han desarrollado en dos razas diferentes (por ejemplo Large White y Landrace) las hembras F1 se beneficiarán igualmente del efecto de heterosis y su superioridad esperada teóricamente en relación a las poblaciones parentales iniciales podrían ser del orden de 1.6 a 2.4 lechones por camada.

Los desarrollos recientes de aplicaciones informáticas en granjas, la mejora de los conocimientos de las técnicas en biología y en genética, una mejor difusión de la información, son parte de los elementos susceptibles de mejorar la eficacia de los métodos clásicos. Por ejemplo la utilización de técnicas modernas de citogenética, que unida a la informática permiten la detección, la identificación y la eliminación de ciertas anomalías responsables de grandes pérdidas en la reproducción. En efecto más de 25 translocaciones han sido identificadas en el cerdo las cuales tienen como efecto reducir la talla de la camada de 20 a 50% (Legault, C. 1989).

Efecto de las translocaciones recíprocas sobre la reproducción

La presencia de una translocación en el verraco o en la hembra aumenta significativamente el intervalo destete servicio fértil y por el contrario no afecta el intervalo destete servicio ni la tasa de ovulación.

La reducción del tamaño de la camada de los verracos portadores de translocaciones es producida por la formación de gametos con cariotipos desequilibrados. En efecto un verraco portador de una translocación produce tres tipos de gametos: normales portadores de la translocación equilibrada (sin pérdida ni ganancia de material cromosómico) y desequilibrados en los cuales hay ausencia de material cromosómico o al contrario existe en exceso.

Los gametos normales aseguran la persistencia de animales normales dentro de la población. Los gametos portadores de la translocación al estar equilibrados aseguran la transmisión de la anomalía de una generación a otra. Los gametos desequilibrados pueden fecundar o son fecundados normalmente, pero producen embriones no viables que son eliminados antes de la implantación.

Las consecuencias económicas de una translocación portada por un verraco pueden variar si se trata de un verraco de granja genética, de granja multiplicadora o de un reproductor terminal, y la situación se agrava más si es utilizado en inseminación artificial. Popescu, P.(1992).

SISTEMAS DE CRUZAMIENTOS

Los sistemas de cruzamientos se utilizan para aprovechar la heterosis, utilizar los efectos de complementariedad, aumentar la variabilidad y utilizar las mejores características de varias razas. También se presentan algunos inconvenientes con su utilización como una organización más complicada y aumento en los plazos para obtener progreso genético. En la tabla 39 se pueden observar las características de cada cruzamiento.

La principal importancia de los sistemas de cruzamiento radica en que deben estar de acuerdo con el objetivo de la granja, es decir si requiere producir sus propios reemplazos o por el contrario se va a abastecer de granjas multiplicadoras. En el primer caso debe programar un sistema de cruzamiento que permita mantener un buen nivel de heterosis. El sistema de cruzamiento alterno utiliza verracos puros de las razas Landrace y Large White con hembras cruzadas media sangre de las dos razas. La ventaja de utilizar este cruce es que las primerizas $\frac{3}{4}$ se pueden retener para reproducción aunque la heterosis no es tan grande como en la primera generación

(English, P. (1992). En la tabla 40 se presentan las fracciones de heterosis directa y de heterosis maternal para diferentes cruzamientos, puede observarse que para los cruzamientos de tres y de cuatro razas se obtiene la máxima heterosis directa y maternal.

Tabla 39. Diferentes tipos de cruzamientos utilizados en cerdos y sus principales características.

Tipo de cruzamiento	Simple	Retrocruce	Triple	Doble
Esquema	A x B	A x AB	C x (A x B) B x A	(C x D) x (A x B) B x AB
Ventajas para cría	Heterosis para lechones Simple para autoreemplazos	Heterosis de la cerda cruzada	Utiliza máxima heterosis para cría y ceba	Utiliza máxima heterosis
Ventajas para selección	Difusión rápida de progreso genético	Solución poco costosa	Excelente cerdo para sacrificio	Excelente cerdo para sacrificio
Limites para cría	No aprovecha heterosis materna	Resta posibilidades para autoreemplazos	Requiere machos de tres razas Lento progreso genético	Requiere nivel de multiplicación y selección de 4 razas

Fuente: Bidanel, J. (1989).

CORRELACIONES ENTRE VARIABLES

El conocimiento de las correlaciones fenotípicas y genéticas entre variables es indispensable para establecer índices de selección. Se parte de la base de que no existe correlación entre caracteres de producción y de reproducción; si se selecciona por uno de ellos no se afecta el otro, aunque el crecimiento está ligado al formato adulto y tienen un efecto favorable sobre caracteres de reproducción (Bidanel 1989). Señala el mismo autor la importancia de las reservas adiposas en la cerda gestante y lactante ya que cuando no dispone de ellas o son insuficientes, podrá movilizar reservas proteicas.

Las correlaciones entre las características de crecimiento y las de la canal son bajas como lo indica la tabla 41. Las correlaciones entre las características de engorde y entre éstas y las de la canal, son relativamente elevadas y cercanas entre los dos sexos.

Tabla 40. Fracción de la heterosis individual y de la heterosis maternal explotada dentro de algunos planes de cruzamientos.

Número de razas	Plan de cruzamiento	Coefficiente de H individual	Coefficiente de H maternal	
2	Cruzamiento de dos razas	A x B , B x A	1	0
	Retrocruce	A (o B) x (A x B)	½	1
	Cruzamiento alterno	Alternar (A o B)	2/3	2/3
	Línea sintética de 2 razas	F1: (A x B)	1	0
		F2: F1 x F1	½	1
	F3: F2 x F2	½	½	
3	Cruzamiento de 3 razas	C x (A x B)	1	1
	Cruzamiento de 3 razas	(C x D) x A	1	0
	Cruzamiento rotacional	Rotar (A , B, C)	6/7	6/7
	Cruzamiento rotacional	C x (alternar A , B)		
4	Cruzamiento de 4 razas	(C x D) x (A x B)	1	1
	Cruzamiento rotacional parcial	D x (rotar A, B, C,)	1	6/7

Fuente: Bidanel, J. (1989).

En las cerdas una velocidad de crecimiento alta se acompaña por canales más grasas; entonces el índice de consumo es independiente de la adiposidad de la canal. Al contrario, para los machos la velocidad de crecimiento es independiente de la adiposidad pero el índice de consumo está ligado.

Las correlaciones genéticas son, dentro del conjunto, del mismo orden que las correlaciones fenotípicas. Hay que resaltar el valor elevado de la correlación entre el índice de conversión y el índice de consumo, lo cual indica que se trata genéticamente de un mismo carácter.

Las correlaciones genéticas entre caracteres de la canal y caracteres de crecimiento son bajas. La selección por ganancias diarias solamente, tiende a reducir el porcentaje de partes nobles, pero la selección por índice de consumo produce un ligero efecto favorable sobre ese carácter. Una selección basada en el espesor de grasa dorsal tendrá como efecto el aumento del porcentaje de partes nobles, sin efecto nefasto sobre la calidad de la carne. De otra parte, una selección basada en el área del ojo del lomo aumentaría igualmente el porcentaje de partes nobles, más esto a su vez disminuiría la calidad de la carne (Arganosa, y otros 1978, citado por Legault, C. (1978).

Tabla 41. Correlaciones fenotípicas (encima de la diagonal) y genéticas (debajo) entre características productivas del cerdo.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Edad a 25 kg	H -		0.12	-0.04	-0.03	0.03	-0.01	0.01	0.02	0.03
	M -		0.09	0.01	0.03	0.04	-0.01	0.05	0.12	0.01
2. Ganancia/día	H -			-0.71	-0.72	-0.28	0.30	-0.13	0.30	-0.06
	M -			-0.70	-0.71	-0.08	0.08	-0.11	0.40	0.05
3. Conversión	H -				0.95	0.07	-0.09	-0.01	-0.10	0.0
	M -				0.94	-0.14	-0.14	-0.05	0.02	-0.09
4. Consumo	H -					0.03	-0.02	0.31	-0.07	-0.04
	M -					-0.17	0.20	0.28	0.10	-0.14
5. Porcentaje de partes nobles	H -						-0.74	-0.11	-0.56	0.23
	M -						-0.77	-0.10	-0.58	0.22
6. Porcentaje de grasa	H -							0.22	0.70	-0.29
	M -							0.23	0.68	-0.26
7. Rendimiento	H -								0.26	-0.14
	M -								0.25	-0.17
8. Espesor de grasa dorsal	H -									-0.30
	M -									-0.29
9. Longitud	H -									-0.70
	M -									-0.66

Fuente: Ollivier, L. 1969, citado por Legault, C. 1970

La alta heredabilidad de las características de la canal y de los caracteres de producción, han favorecido que los programas de selección realizados en la mayor parte de las razas americanas y europeas hayan tenido una apreciable respuesta en la mejora de las ganancias diarias de peso, conversión alimenticia e incremento de la proporción de magro en la canal.

Principales genes que afectan la calidad de la carne de cerdo

Los productores de cerdo han tenido mucho éxito al incrementar la eficiencia en la producción de tejido magro durante las últimas tres décadas utilizando la genética cuantitativa. Las bases para este mejoramiento han sido el desarrollo de métodos

estadísticos sofisticados para analizar el desempeño de datos basados en el modelo del gen infinitesimal, el cual asume un número infinito de genes, cada uno con poco efecto, pero que en conjunto afectan cuantitativamente las características deseadas (McLaren y Plastow 1995; McLaren y otros 1995; Short y otros 1995, citados por Sosnicki, A. y otros 1996). Existe evidencia acumulada de muchas especies incluyendo el cerdo, de que tales características poligénicas pueden involucrar a un número relativamente pequeño de genes, que causan grandes efectos, conocidos como genes principales. Hasta la fecha dos genes principales que afectan la calidad de la carne han sido identificados:

El gen receptor Ryanodina, el así llamado gen del halotano o del estrés es el más estudiado dentro de los genes principales que afectan la calidad de la carne de cerdo y es la primera manipulación práctica de un gen principal en el cruzamiento de cerdos. Es descrito como una simple mutación puntual en el canal liberador de calcio en el gen receptor de Ryanodina; en condición recesiva es responsable del síndrome de estrés porcino o hipertemia maligna, y también da como resultado, o está estrechamente relacionado con el gen o genes involucrados en determinar la magrura. Debido a que el síndrome de estrés porcino es una condición recesiva, pero los efectos en magrura son esencialmente aditivos, la eliminación de este gen en las hembras reproductoras puede permitir el uso de sementales de alta capacidad magra, homocigotos para la mutación, para obtener una progenie no susceptible (heterocigotos).

Las características principales de los cerdos o líneas con alta incidencia de reaccionantes positivos son:

- Reducido apetito y ganancia diaria
- Menor capacidad reproductiva en cerdas
- Canal con alto contenido de carne magra
- Canal con músculo PSE
- Mayor mortalidad ante factores de estrés.

En la tabla 42 se presenta el grado de incidencia de halotano positivos en diferentes líneas porcinas. Como puede observarse en las líneas oscuras y en la Large White la incidencia es prácticamente cero.

El gen RN. Otro de los genes principales que afectan la calidad de la carne es el gen RN (Rendement Napole) que fue descubierto por Naveau 1986 en dos líneas de cerdos francesas. Fue asumido que dicho gen disminuía fuertemente la calidad tecnológica del músculo semimembranoso del jamón. La pérdida en rendimiento

Napole es producida por la baja capacidad de retención de agua y una concomitante gran pérdida durante la cocción debido a un bajo pH final en el músculo.

Tabla 42. Incidencia de reactores positivos a la anestesia por gas halotano en diferentes líneas porcinas.

Líneas	Cerdos reactores probados %
Duroc	0
Large White británico	0
Hampshire europeo	2
Yorkshire holandés	3
Large White suizo	6
Landrace Británico	11
Landrace alemán	70
Landrace belga	88
Pietrain francés	34
Pietrain holandés	100

Fuente: Webb, A. citado por English, P, Fowler, V. y otros (1992).

Existen fuertes evidencias de que el gen RN actúa primariamente aumentando el contenido de glucógeno de las fibras y tipos musculares blancos (glucólisis rápida). Secundariamente existe una relación entre la acumulación sarcoplasmática del glucógeno en las fibras blancas y un elevado potencial glucolítico muscular resultando en un pH terminal bajo, desnaturalización proteica parcial y consecuentemente un bajo rendimiento Napole.

La hipótesis del gen dominante fue confirmada por Le Roy y otros (1990) citado por Sosnicki, A. y otros (1996) quien demostró que la diferencia en el rendimiento Napole entre portadores del RN y homocigotas $rn+ rn+$ es de aproximadamente 8%, correspondiendo un 5 a 6 % de esta diferencia al rendimiento tecnológico de los jamones procesados.

Problemas relacionados con cerdos muy magros

En la actualidad existe la duda si debe continuarse el esfuerzo de reducir aún más el contenido de grasa de la canal. La preocupación surge por los problemas relacionados con los cerdos muy magros los cuales incluyen:

- Grasa dorsal inconsistente y blanda.
- Ausencia de madurez en las canales después del enfriamiento lo que dificulta el corte de la carne.
- Separación de las capas de grasa dorsal, entre grasa dorsal y músculo y entre grasa intermuscular y músculo.

- Menor rendimiento de canal curada.
- Escasa succulencia y sabor en la carne cocida, la cual resulta seca y sin sabor.

English, P. (1992) reporta que conforme los cerdos van creciendo, parece ser que el contenido de tejido conjuntivo y la proporción de agua en la grasa disminuyen, mientras que la proporción de lípidos aumenta. Los lípidos están constituidos por ácidos grasos, algunos de los cuales son sintetizados a partir de carbohidratos mientras otros son obtenidos directamente por la absorción de ellos de la dieta. El principal factor que controla la firmeza de la grasa es el equilibrio entre ácidos grasos saturados y no saturados. La concentración de ácido linoléico parece ser crítico en particular, ésta es por lo general menor al 15% , así cuando se excede esta concentración la firmeza de la grasa se ve afectada en forma adversa. El contenido elevado de ácido linoléico en la grasa se ha relacionado con la subalimentación debido a que se incrementa a expensas de los ácidos grasos saturados.

ESTRUCTURA POBLACIONAL PARA LA MEJORA GENÉTICA

La razón de la existencia de los sistemas de selección y cruzamientos, es mejorar el potencial genético de reemplazos y animales a nivel comercial, para la producción de carne de cerdo. En razón de los altos costos de creación de cambios genéticos, la industria porcícola es a menudo organizada en una estructura piramidal de dos o más niveles.

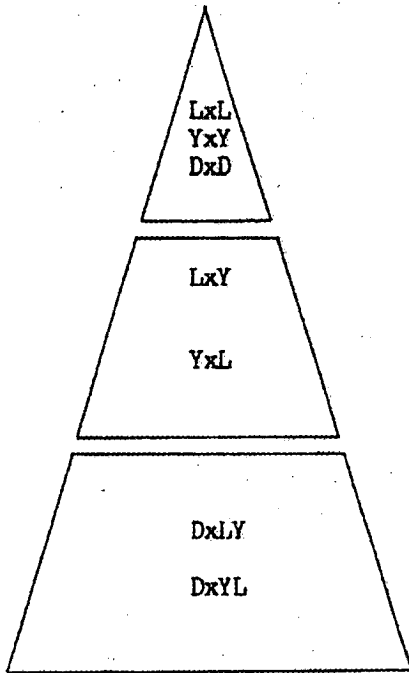
Muchos países han organizado esquemas nacionales para el mejoramiento genético de las diferentes especies de granjas. Las etapas iniciales de este esquema incluyó el registro del comportamiento reproductivo, crecimiento y clasificación de canales. Con base en esto los hatos se clasificaron en una pirámide reproductiva clásica con los mejores hatos como núcleos, los cuales seleccionan para crear cambios y pasan el mejoramiento genético a los multiplicadores en donde la línea de cruzamientos toma su lugar. Estos pueden, adicionalmente, actuar para la producción comercial. En la gráfica 13 se presenta el esquema de un sistema piramidal simple.

Naturalmente si el mejoramiento es realizado en una granja y transferido a través de uno o más niveles, habrá un retardo expresado en el producto comercial. Este retardo es medido como la diferencia en mérito genético entre los niveles comerciales y los núcleos y es afectado por:

- El número de grados en la pirámide. El material genético, semen o verracos, puede ser movido sólo a un tiempo y a un grado.
- La rata de mejoramiento lograda a nivel del núcleo
- El método de transferencia del material genético, no en todos los casos se da a través de los dos sexos.

La rata de rotación y el intervalo generacional hacia cada nivel debajo de los núcleos.

Gráfica 13. Cruzamientos y heterosis en los diferentes niveles de un sistema piramidal.



Cruce simple: rápida difusión del progreso genético, utilización de heterosis directa sobre ganancia diaria e índice de conversión.

Superioridad teórica: 9%

Cruce de tres vías: rápido mejoramiento por el uso de heterosis y complementariedad. Utilización de heterosis directa y materna.

Superioridad teórica: 20%

El diferencial de selección entre los reemplazos y cada nivel por debajo de los núcleos (Bichard, M., David, P. Bovej, M. 1989).

Las grandes compañías multinacionales dedicadas a la reproducción tienen una red sofisticada y altamente organizada de piaras "supernúcleos" en las cuales sólo se obtienen cerdos o genes superiores del exterior por medio de la inseminación artificial o histerectomía para reducir el riesgo de enfermedad. La fuerte presión de selección en estas granjas están basadas en pruebas amplias para ganancia de peso, conversión alimenticia, calidad de la canal y características reproductivas. En estas compañías el retraso genético se reduce a 4 años, tanto machos como hembras se trasladan de piaras núcleo a multiplicadoras, en donde el productor comercial compra sus machos y hembras de reemplazo.

Las diferentes etapas en el mejoramiento porcino en las grandes multinacionales pueden ser resumidas de la siguiente manera:

Piarras supernúcleos

Piarras núcleo

Piarras multiplicadoras

Productores comerciales

Generación para sacrificio

Tatarabuelos

Bisabuelos

Abuelos

Padres

BIBLIOGRAFIA Y LECTURAS RECOMENDADAS

ACP; CORNARE; CORANTIOQUIA. Manejo de elementos de la producción porcina que pueden causar efectos ambientales, Medellín, 1997. Comité operativo del convenio de concertación para una producción más limpia entre el sector porcícola y ambiental del departamento de Antioquia.

AUMAITRE, A. Caracteristiques biologiques et physiologiques du porcelet: Consequences sur le taux de survie et la reussite du sevrage. INRA, 1987.

BELTRÁN, L.S. Evaluación de un brote de parvovirus en una porcícola comercial. Medellín. Universidad Nacional de Colombia. 1995.

BELTRÁN, L.S. Propuesta para la Mejora Genética de cerdos en el Departamento de Antioquia. Medellín. Universidad Nacional de Colombia. 1991.

BICHARD, M.; DAVID, P.J ANDBOVEJ, M. Selection between and within lines and crossbreeding strategies for worldwide production of híbrids. Zaragoza, Instituto Agronómico Mediterráneo, 1989. 13 p.

BIDANEL, J. P. Mejora genética de caracteres reproductivos en porcinos. Instituto Agronómico Mediterráneo. Zaragoza, 1989.

BUXADE, C. Ganado porcino. Madrid: Mundiprensa, 1984. 640 p.

CANCHALA, D. C. Estudio genético - ambiental del peso final de precebo (64 días) en el Centro San Pablo. Medellín, 1997. 96 p. Tesis (Zootecnia). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

CESPEDES, C; RAMIREZ, O. Edad y peso al primer servicio fértil en cerdas y su relación con producción y reproducción. Medellín, 1990. Tesis (Zootecnia). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

CONCELLÓN, A. Construcciones prácticas porcinas. Barcelona: Aedos, 1974. 331 p.

CORRALES, J. Y JARAMILLO, L.F. Algunos efectos ambientales que afectan el crecimiento de lechones Large White y Landrace entre los 28 y 80 días de edad. Medellín, 1996. 45 p. Tesis (Zootecnia). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

DOURMAD, J.Y. Ingestion spontanée d'aliment chez la truie en lactation: de nombreux facteurs de variation. En: Production Animal, INRA, 1988,1 (2), 141- 146.

EINARSSON, S. AND ROJKITTIKHUN. Effects of nutrition on pregnant and lactating sow. En Journal of reproduction and fertility Supplement 48. 1993. p 229-239.

ENGLISH, P.; SMITH, W.; MacLEAN, A. La cerda: como mejorar su productividad. México, D.F.: El Manual Moderno, 1981. 355 p

ENGLISH, P.; FOWLER, S.; BAXTER, B. The growing and finishing pig improving efficiency. UK: Farming press, 1988.

_____ Crecimiento y finalización del cerdo como mejorar su productividad. México D.F. El Manual Moderno, 1992. 512 p.

ETIENNE, P.; DOURMAD, Y.; NOBLET, J. Alimentation de la truie reproductrice. En Aliscope 5/6, 1989.

_____ Alimentation de la truie reproductrice. En Aliscope 7/8, 1989.

GALVES, J. F. Necesidades energéticas de las cerdas reproductoras. Mecanografiado, 1990. 26 p.

GIRALDO, S. Requerimiento de temperatura e instalaciones en la etapa de precebo o postdestete. En: Seminario Nacional el manejo del lechón (1992: Rionegro). Memorias Seminario Nacional el manejo del lechón. Medellín: Azoodea, 1992.

_____ Estrategias para la alimentación de la cerda de cría. En: Seminario avances en salud y producción porcina. Bogotá, 1991. ICA, ACP, GTZ.

HENRY, Y. Alimentation du porc. Institut Agronomique Mediterranéen .Zaragoza, 1990

HOLLIS, G. R. Growth of the pig. Illinois: Cab International, 1993. 244 p

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE. Alimentación de los animales monogástricos. Madrid: Mundiprensa, 1985. 279 p.

JAVIERRE, J. Fisiología digestiva y nutrición del lechón. p 1 - 16. En: Seminario Nacional el manejo del lechón (1992: Rionegro). Memorias Seminario Nacional el Manejo del Lechón. Medellín: AZOODEA, 1992.

LASLEY, J.F. Genética del mejoramiento del ganado. México, D.F., Uteha, 1970. 378 p.

LEGAULT, C. Selección y mejora de caracteres de reproducción en el porcino. Instituto Agronómico Mediterráneo. Zaragoza. 1989. 4 p.

_____. Amelioration genetique de l'espece porcina. Instituto Agronómico Mediterráneo.Zaragoza, 1970. 38 p.

_____. Genetique et reproduction chez le porc . En Journees de la recherches porcine en France, 1978. Vol 10. P 43-60.

_____. L' amélioration génétique en France: le contexte et les acteurs. En: Eléments de génétique quantitative et application aux populations animales. INRA 1992. P 25-33.

McCRACKEN, K Y KELLY, D. Development of digestive function and nutrition: Disease interactions in the weaned pig, p 182-190. En Farrel, D.J. Recent advances in the animal nutrition in Australia. Armidale: University of the New England. 1993.

MILLER, B. A transient hypersensitivity to dietary antigens in the early weaned pig: A factor in the aetiology of post weaning diarrhoea (PWD). En: 3 rd International seminar on digestive physiology in the pig. (16-18 May 1985: Copenhagen) : 580 Beretning Fra Statens Husdybrugsforsog.

MILLER, E.; ULLREY, D.; LEWIS, A. Swine nutrition. Boston: Butterworth-Helneman, 1991. 673 p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA DE ESPAÑA. Fichas técnicas sobre explotaciones ganaderas. Madrid: Agenjo, 1976. 351 p.

PEREZ, G. J. Calostro e inmunidad. En: Porcinotas, No.1.(Oct. 1992). Medellín, p 9.

PLAIN, R.L. Papel de la industria porcina en el suministro cárnico mundial. p 79-83. En Seminario Actualización en porcicultura (Nov. 1998 Medellín). Memorias seminario actualización en porcicultura. Asociación colombiana de porcicultores, 1998.

POND, W; HOUPTEK, K. Biología del cerdo. Zaragoza: Acribia, 332 p.

POPESCU, P. Les apports de la cytogénétique chez le porc. En: Eléments de genetique quantitative et application aux populations animales. INRA, 1992. p 277-280.

RAMIREZ, G.A. Evaluación de diferentes métodos de alimentación durante la lactancia y el período postdestete en el comportamiento productivo de los lechones. Medellín, 1995. 86 p. Tesis (Zootecnia). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

RILLO, S. M. Reproducción e inseminación artificial porcina. Barcelona: Aedos, 1982. 124 p.

SECRETARIA DE AGRICULTURA DE ANTIOQUIA. Proyecto 1988-1992, Anexo Técnico Ganado Porcino. 1988

SOSNICKI, A.; JRUSTUBE, J. Y OTROS. Factores genéticos que influyen en la calidad de la carne de cerdo. En: Noticamborough, Jul-sep 1996. P 4-9.

TECNIAGRO. Manejo del pié de cría de reemplazo. Envigado, 1997. 22 p.

THORNTON, K. Producción a la intemperie: Retorno al futuro. En: Industria Porcina. Vol. 10, No. 1 (Enero- febrero 1990). P 6-8.

TIBAU. Pig breeding programmes in Spain. En: Options Méditerranéennes. París, 1989. p 87-89.

VARGAS, J. Tiene problemas de abortos?. En: Industria Porcina. Vol 10, No. 5 (Sep-oct 1990). p 22.

VOLUNTARIOS PARA LA ASISTENCIA TECNICA MUNDIAL. Manual de tecnología para la Comunidad. México: Publicidad Artística Litográfica. 1972. :

Cada año se come más cerdo que ninguna otra carne del mundo. La población del mundo está creciendo, e igual ocurre con la industria porcina. La industria porcina está cambiando rápidamente. Las nuevas tecnologías, las cambiantes políticas gubernamentales y los innovadores sistemas de producción, son las tres principales fuerzas determinantes.

El incremento de la producción porcina, la producción magra, las tendencias estacionales, el mejor desempeño reproductivo, menos granjas porcinas, pero de mayor tamaño, los modelos de producción y especialización, el incremento del comercio del cerdo, la Biotecnología y el despacho de alimento para cerdos, son las tendencias de largo plazo que están modelando la industria porcina a nivel mundial.

