

GRANJA PORCINA EN CONFINAMIENTO **(Sistemas Constructivos con Ventilación Natural)**

Introducción

Estimados lectores este resumen que adjunto, sintetiza otro de los sistemas constructivos más utilizados en los confinamientos porcinos, no detallo dimensiones, ni específico tipo y cantidades de materiales componentes; pero sí complemento el artículo con variables micro-climáticas para dimensionar la termo-ventilación necesaria para cada sala en cuestión.

Seguiré insistiendo, que aportar conceptos técnicos de nuevas tecnologías de simple aplicación, genera información de alto valor cualitativo y cuantitativo para los pequeños y medianos productores porcinos de nuestras regiones.

Atte.Ing. Roberto Montanaro



Es indudable que existe una dependencia en la elección de construir uno u otro tipo de confinamiento, que lleva correlación con la posibilidad de disponer espacio físico para instalar estos verdaderos “edificios”.

Influyen además diferentes factores, entre ellos:

- Tipo de clima y parámetros climatológicos en la región dónde se hará la instalación.
- Tipo de raza animal a producir.
- Tipo de gestión animal prevista.
- Destino de la producción animal (consumo interno o exportación).
- Accesibilidad a la provisión de materiales básicos para construir.
- Accesibilidad de caminos para el transporte de la producción.
- Tipo de trazabilidad impuesta por el Estado Nacional.
- Normativas de sanidad animal a nivel regional, provincial y nacional.

- Mercado agroalimentario Regional, Provincial y Nacional.
- Integración de productores a nivel regional, provincial y nacional.
- Posibilidad de créditos subsidiados por parte del Estado Provincial o Nacional.

Enumero estos factores de carácter global sin menospreciar los de carácter particular que lo iré detallando en artículos sucesivos, ya que son esenciales a la hora de tomar una decisión tan importante para el productor, que deberá analizar la conveniencia de uno u otro sistema constructivo.

Es fundamental el asesoramiento permanente de los profesionales del sector que asisten a las granjas, es decir la construcción se realiza de acuerdo a ciertas exigencias zootécnicas y de producción, que una vez analizadas sumando además los factores anteriormente expuestos se llega a una conclusión multidisciplinaria, donde interactúan el productor, el veterinario, el ingeniero agrónomo y los profesionales que diseñamos y construimos los edificios.

Existe sin lugar a dudas la posibilidad de trabajar los ciclos de producción en forma MIXTA, es decir proyectar confinamiento en Reproducción (Gestación, Salas de Parto, Salas Destete hasta 30 Kg. de peso vivo) y el Crecimiento o Engorde realizarlo "A PISTA" o Campo Abierto, viceversa en el caso de confinamiento en Crecimiento y Reproducción "A CAMPO", todos estos conceptos son evaluados por el técnico competente del productor.

El estado de bienestar de los animales en los edificios productivos intensivos es fuertemente influenciado de una vasta gamma de variables, representados no solo de la gestión actualizada con que cuenta el confinamiento, si no también del tipo de estructura de los edificios, del microclima, de la temperatura, de la humedad relativa y de la calidad del aire en el interior de las salas. Tales variables y su interrelación, determinan un "microambiente" que mientras más óptimo este resulta, más el cerdo podrá gozar de un estado de bienestar, mejorando la propia performance productiva - reproductiva y en consecuencia el balance económico de la granja porcícola.

En los confinamientos modernos además del análisis de estas variables van considerados otros factores, como la densidad elevada de cerdos presentes en las salas y la cantidad de deyecciones producidas, que alteran sensiblemente la calidad del aire en el interior de los edificios productivos.

Las deyecciones junto al polvo presente en el interior de las salas (que puede concentrar altas cantidades durante el suministro de alimentación seca), comprometen la calidad del ambiente a causa del desarrollo de gases nocivos como el amoníaco (proveniente principalmente de la degradación de la orina), del ácido sulfhídrico que deriva de la descomposición anaeróbica de las deyecciones y el anhídrido carbónico derivado de los procesos respiratorios de los cerdos.

Una buena calidad del aire es de considerarse esencial cuando la presencia de contaminantes en el mismo constituye un importante elemento de stress para los animales en grado de condicionar la performance zootécnica.

La presencia de contaminantes atmosféricos y la polvorosidad en el ambiente pueden en ciertos casos determinar una disminución en la resistencia del organismo, producir graves daños (a veces irreparables) a la salud y a la productividad de los animales, comprometiendo a su vez la salud a los operarios que efectúan el manejo correspondiente.

La presencia de gases nocivos puede alterar la composición del aire del ambiente del edificio

productivo creando problemas en los cerdos como irritaciones e inflamaciones oculares, disturbios y alteraciones a las vías respiratorias, con obvias repercusiones sobre los costos diarios ponderados. En particular las deyecciones, inmediatamente efectuada la deposición y durante la descomposición producen notables cantidades de amoníaco.

No solo el tipo de piso y el método de descarga de deyecciones influyen en los niveles de concentración de amoníaco presente en los edificios, también la estación climática juega un rol importante en las cantidades de gases; en los períodos fríos, por ejemplo, los reducidos recambios de aire aplicados pueden revelarse inadecuados en ciertas condiciones para impedir la formación de altas concentraciones de amoníaco, con evidentes repercusiones negativas sobre el estado sanitario, su performance productivo y reproductivo de los animales (ver Tabla N° 2).

En lo que respecta a los parámetros microclimáticos, sea la temperatura como la humedad son determinantes para la salud de los cerdos.

La temperatura del aire tiene su acción directa sobre el consumo de los alimentos, sobre el crecimiento, sobre el índice de conversión alimenticio, sobre el estado sanitario y sobre algunas características atinentes a la esfera reproductiva, pero la acción de este parámetro está siempre ligado aquella de otros factores climáticos (humedad y velocidad del aire) que refuerzan y debilitan los efectos.

La humedad relativa del aire en el interior de los edificios puede tener una gran influencia sobre el bienestar térmico de los animales. Esta depende esencialmente de la humedad del aire en el exterior del edificio, de la evaporación del agua presente sobre las superficies internas del confinamiento, de la producción de vapor acuoso de parte de los animales y sobretodo del volumen de recambio de aire aplicado. Cuando el cerdo se encuentra en la considerada “zona de confort térmico”, la humedad no parece influenciar sobre la performance de los animales, pero cuando la situación climática no es óptima o porque la temperatura ambiental es muy baja o muy alta, en estos casos si la tasa de humedad es inadecuada (ver tabla N°1) con valores fuera de los límites indicados, puede perjudicar el estado de bienestar animal: una humedad excesivamente alta, si es acompañada de altas temperaturas, impide la eliminación del calor por evaporación y de esta forma perjudica los procesos de termorregulación animal.

Es evidente que a los fines de garantizar condiciones de bienestar sea para los cerdos como para el hombre, se debe tener una atenta consideración sobre el Management, la estructura del edificio y los parámetros microclimáticos y ambientales.

El productor puede en fase de proyecto del edificio, mejorar el nivel de aislación haciendo una previsión correcta de sistemas adecuados para el recambio de aire como así también optimizar los sistemas de enfriamiento y calefacción. La correcta gestión del recambio de aire (en términos de volúmenes y de velocidad incorporados a nivel de los animales) es con seguridad el aspecto de mayor importancia para garantizar condiciones ambientales óptimas: los efectos de la velocidad de aire sobre los animales están estrechamente ligados al nivel de temperatura ambiente; en invierno (por ejemplo) son preferibles velocidades muy bajas para evitar el aumento de dispersión del calor, mientras en verano la velocidad será relativamente alta para asegurar una fácil termorregulación. (Tabla N° 1).

Entre los sectores productivos porcinos, el sector *Engorde* es aquel que viene más observado en lo que respecta al control ambiental, ya que en esta fase raramente los animales evidencian problemas sanitarios directamente ligados a condiciones ambientales no óptimas. En efecto es necesario considerar, que si en los animales no se presentan verdaderos y propios síndromes patológicos, condiciones termo-higrométricas inadecuadas y baja calidad del aire, pueden igualmente incidir profundamente sobre resultados productivos. Por este motivo es de gran interés verificar la influencia de la tipología de los pisos y del sistema de aireación sobre la calidad del ambiente en los edificios productivos porcinos y sobre la performance de crecimiento en las estaciones críticas del año.

<u>SECTOR ENGORDE</u>				
Cerdos de 30-50 kg		Temperatura Ambiente (°C)	Humedad Relativa (%)	Velocidad del aire(1) (m/s)
Estabulación sobre				
	Piso macizo	19-20	60-80	0,2-2
	Piso ranurado	22-23	60-80	0,2-2
Cerdos de 51-100 kg				
Estabulación sobre				
	Piso macizo	17-18	60-80	0,3-2,5
	Piso ranurado	20-21	60-80	0,3-2,5
Cerdos di 101-160 kg				
Estabulación sobre				
	Piso macizo	15-16	60-80	0,4-3
	Piso ranurado	18-19	60-80	0,4-3

Tabla Nº 1. Parámetros microclimáticos óptimos para cerdos al Engorde diversamente estabulados

La temperatura

En forma orientativa se pueden asumir como óptimos los siguientes valores de temperatura:

Cerdos al nacer	27-30°C
Cerdos - 2 semanas -	25- 27°C
Cerdos en crecimiento	
- Peso vivo: Kg. 15	23°C
Kg. 18	21°C
Kg. 25	20°C
Kg. 45 - 60	18°C
Kg. 60 - 100	16 - 18°C
Kg. 100 - 150	12 - 14°C

Además de la temperatura ambiente, tiene influencia el grado de temperatura radiante o temperatura media de las superficies internas del edificio.

Buena parte del calor cedido de los animales viene cedido por irradiación. Se puede medianamente considerar que cuando la temperatura radiante media es igual o se diferencia en 1 °C o 2 °C de la temperatura del aire, cerca del 40 – 50 % del calor es cedido bajo la forma de radiación electromagnética; es evidente que este porcentaje(%) es destinado a aumentar con la disminución de la temperatura radiante.

Prácticamente es muy importante que los valores de estas dos temperaturas sean coincidentes, es por ello que los edificios deben ser “pesados” o bien “termo-ventilados”.

La humedad

La elevada humedad en presencia de bajas temperaturas contribuye a aumentar la pérdida de calor corpóreo empeorando la acción protectora capilar y aumentando la conductividad térmica. En presencia de altas temperaturas se torna difícil el proceso de pérdida de calor corpóreo por evaporación debido propio al alto nivel de temperatura, de esta manera la vía mas eficaz es la termorregulación. La humedad excesivamente baja es igualmente conveniente evitar ya sea en relación a excesivos desperdicios energéticos o por el aumento de polvos en suspensión que puede contener el ambiente en su interior. Tal efecto no es de subestimar sobre todo en el sector Pos-Destete dónde cada motivo de irritación y de disturbio para los animales puede revelarse como causa desencadenante de manifestaciones patológicas.

Los valores óptimos de humedad relativa pueden oscilar entre 60% y 80%.

Velocidad del aire

Los cerdos en el sector Pos -Destete son muy sensibles a las corrientes de aire, sobre todo si se alojan en box o corrales desprovistos de reparo. En estos ambientes, en períodos invernales, la velocidad del aire no tendría que superar los 5 – 10 cm/seg.

A su vez en situación estival se pueden asumir valores notablemente mas altos oscilando entre 50 - 60 cm/seg las velocidades límites.

Los gases nocivos

La difusión de soluciones de proyectos, que prevén el empleo de pisos ranurados con stock de deyecciones en períodos más o menos largos en sus fosas correspondientes, es decir, debajo de la superficie de asiento de los animales, pone indudablemente de manifiesto el problema del control del nivel de gases contaminantes que se producen a través del metabolismo animal y la fermentación de las sustancias orgánicas. Principalmente el anhídrido carbónico, el amoníaco y el ácido sulfhídrico.

- Anhídrido Carbónico: Los valores límites en los confinamientos aceptados por varios autores comprenden un nivel medio de 0,30%, con eventuales puntos ocasionales de 0,50%.
- Amoníaco: En los edificios productivos porcícolas cuando los cerdos permanecen en períodos largos no conviene que superen valores próximos a 20 ppm.

La mayor concentración de amoníaco en los edificios se focaliza en los puntos de producción de deyecciones, dependiendo el alivianamiento del aire viciado de este componente del tipo de ventilación adoptado.

La alta solubilidad en el agua hace que las concentraciones sean mínimas dónde efectivamente se efectúan limpiezas de recintos con agua de lavado, mientras se manifiestan máximos niveles en las salas con piso calefaccionados o con paja.

- Acido Sulfhídrico: el nivel apropiado a no superar es de 5 ppm.

<u>AMONIACO</u>	
Efectos: irritante	
Densidad: 0,77 g/l	
Peso específico: 0,58	
Olor: acre, pungente	
Incoloro	
<u>CONCENTRACION</u> ppm/millón	<u>EFFECTOS SOBRE EL HOMBRE</u>
5	Olor advertible
6-20: 50 (max concentración admitida)	Leve irritación ocular y del aparato respiratorio.
100 ppm por 1 hora	Mal de cabeza, náusea y pérdida de apetito, ardor, irritación y fuerte lagrimación ocular, graves irritaciones en las mucosas respiratorias.
400	Inflamación en los ojos y en las vías respiratorias.
700	Gravísima e inmediata inflamación a los ojos y a las vías respiratorias, tos y baba a la boca.
5.000	Espasmos respiratorios, asfixia (tiempo de exposición 30 min).
10.000	Muerte (tiempo de exposición 40 min).

<u>CONCENTRACION</u> ppm/millón	<u>EFFECTOS SOBRE EL CERDO</u>
50	Reducción de la performance y del estado sanitario. Una exposición prolongada incrementa la incidencia de pulmonitis y otras patologías respiratorias.
100	Estornudos y ataques de tos, salivación, pérdida de apetito y reducción de la performance.
300	Gravísima e inmediata inflamación a los ojos y a las vías respiratorias, tos y baba a la boca. La exposición prolongada provoca dificultad respiratoria seguida de convulsiones.

Tabla Nº 2: Efectos del Amoníaco en altas concentraciones sobre el hombre y los cerdos.

DURACION DE LA EXPOSICION	AMONIACO	DIOXIDO DE CARBONO	ACIDO SULFIDRICO
EXPOSICION PROLONGADA(1)	10 ppm	2.500 ppm	2,5 ppm
BREVE EXPOSICION (2)	25 ppm	5.000 ppm	10 ppm

Tabla Nº 3 – Concentración máxima admitida de gases nocivos en edificios porcinos en Europa.

- 1) Es el caso de una exposición de cerca 8 horas para los operarios porcícolas y 24 horas para los cerdos.
- 2) Es el caso de un aumento temporáneo en la concentración de gases debido a diversas causas, entre ellas, el defectuoso funcionamiento del sistema de ventilación y el inapropiado movimiento de las deyecciones.

El control del ambiente

Se manifiesta a través de los instrumentos que tiene a disposición el productor porcícola para mantener el nivel de los parámetros ambientales dentro de la “zona de bienestar”, como son la aislación térmica, la ventilación y su tratamiento, el enfriamiento y calentamiento del aire interior, además de conocer la capacidad termo-aislante de los materiales que componen los cerramientos laterales y cubierta de techos, limitando el intercambio de calor interno y externo en las salas confinadas, de esta forma existe una dependencia con las características aislantes de los elementos constructivos, manifestado a través del coeficiente de conductividad térmica “K” que significa coeficiente de transmisión del calor o flujo de calor que atraviesa 1 m² de pared en 1 hora para una diferencia de temperatura $\Delta t = 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, se mide en Kcal/hora.m². °C.

Km = es el promedio ponderado de los K de todos los cerramientos del edificio, teniendo en cuenta los materiales empleados en la construcción y considerando además los posibles puntos o zonas no aislados que generen puentes térmicos.

A nivel orientativo se pueden considerar valores óptimos para “edificios pesados” (con peso medio

entre cerramientos laterales-paredes- y cubiertas de techo de 250 kg/m² de edificio) de 0,6- 0,7 Kcal/m².h.°C para paredes y de 0,35- 0,40 Kcal/m².h.°C para cielorrasos.

En la siguiente tabla se indican valores medios de Anhídrido Carbónico (CO₂) para cerdos en condiciones óptimas de “bienestar animal”.

Producción de calor sensible (Kcal/h), de vapor de humedad (gr/h) y de anhídrido carbónico (CO₂) para cerdos en condiciones óptimas de bienestar animal.

	Peso vivo Kg	Calor sensib. Kcal/h	Vapor gr/h	CO2 lts/h
Cerdos en Pos- Destete	2	3	12	2
	5	9	21	4
Cerdos en Crecimiento	14	32	43	10
	18	39	52	13
	23	47	60	16
	27	52	68	17
	45	70	94	24
	57	82	109	27
	68	88	117	29
Cerdos en Engorde	90	110	114	36
	115	140	185	46
Cerdos en Reproducción	135	172	176	52
	180	210	196	60

En el dimensionamiento de la ventilación en los diferentes edificios productivos se debe tener presente, además de las condiciones climáticas externas, las exigencias de los animales y sus modificaciones que a causa de la producción del calor metabólico, de la emisión de CO₂ y la presencia de estos influyen en el ambiente.

Sistemas Constructivos con Ventilación Natural

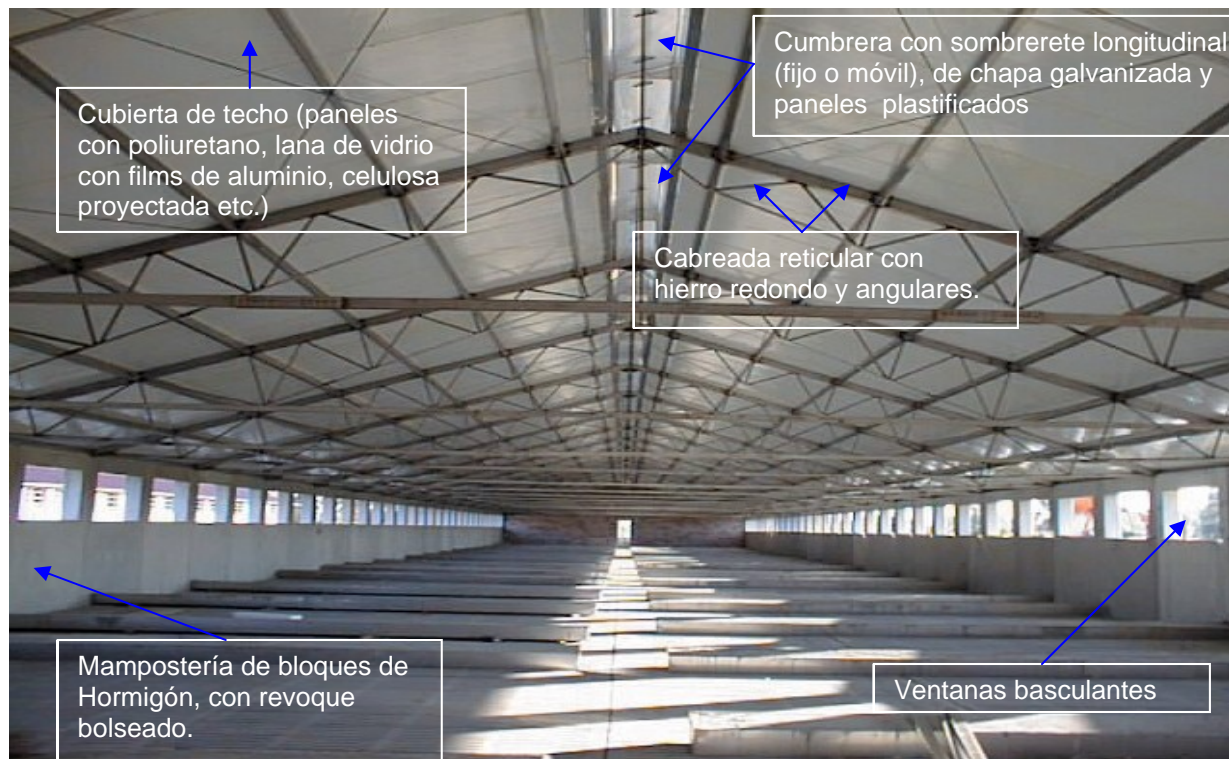
La ventilación natural en los edificios productivos se obtiene gracias a la circulación natural del aire que entra a través de las aperturas laterales (ventanas basculantes o cortinas) y sale por la apertura más alta ubicada generalmente en la cumbrera de techos (Fot.Nº1). Tal ventilación es mas eficaz cuando mayor es la diferencia de temperatura externa e interna y cuando es mas alta la diferencia de cota entre las aperturas de ingreso y egreso del aire.

Es evidente que será por lo tanto relativamente más fácil obtener una buena ventilación en el período invernal que con respecto al verano, considerando además una pendiente de techos suficiente para crear un sensible desnivel entre la apertura de ingreso y egreso del aire.

Las fuerzas naturales que causan el movimiento del aire son la fuerza del viento y el gradiente de presión que se forma gracias a la diferencia entre la temperatura interna del aire y la externa al

edificio.

Es importante por lo tanto considerar en la orientación de las futuras construcciones porcícolas, la localización y el control de las aperturas laterales (ventanas basculantes o cortinas) de modo que las dos acciones sean sinérgicas y no se ubiquen en contraste.



Fot. Nº 1 – Vista transversal de Edificio Productivo con Sistema a Ventilación Natural con sombrerete longitudinal en cumbrera (componentes básicos).



Fot. Nº 2 - Diferentes tipos de estructuras metálicas de sostén para Sistemas con Ventilación Natural.



Fot.Nº 3 – Vista exterior de Sombrerete longitudinal

Fot.Nº 4 – Ventana basculante motorizada en aluminio y plexiglás.

El efecto de la diferencia de temperatura

Cuando se tiene una diferencia de temperatura entre interior y exterior del edificio productivo, se crea un gradiente de presión a causa de la diferencia de densidad del aire. Cuando la temperatura en el interior es mas alta que la del exterior, el “aire caliente” se mueve hacia la parte mas alta del edificio impulsado por la fuerza de “alivianamiento” equivalente al peso del aire exterior que se mueve en la expansión. Este fenómeno se denomina en la práctica “efecto chimenea”.

El ingreso del aire en el edificio se posiciona en la parte baja (fot.Nº4 y Nº 6), mientras el egreso del “aire caliente” (fot. Nº3 y Nº6) en la posición mas alta. El movimiento del aire derivado de este “efecto” es directamente proporcional a la diferencia de presión, a la diferencia de altura entre la entrada - salida del aire y de la altura de la chimenea longitudinal del edificio, ya sea con apertura de cumbrera longitudinal continua o con suficiente pendiente de falda de techo. De esta forma, la capacidad efectiva de ventilación resulta de la combinación de los dos efectos, “viento” y “chimenea”.

Entre las consideraciones a tener en cuenta para un efectivo proyecto de ventilación, podemos distinguir:

- La predisposición de deflectores, ya sea en proximidades del ingreso que en el egreso del aire, para reducir la influencia negativa del viento, sobretodo para soportar los períodos invernales.
- La realización de aberturas o cerramientos laterales (ventanas o cortinas) fácilmente regulables, mejor si son mecanizadas para ser controladas y comandadas mediante centralinas automatizadas.
- La realización de aberturas basculantes con orientación prefijada para evitar que el aire frío que ingrese no llegue a los cerdos antes de ser mezclada con el aire del interior del edificio.
- La realización del techo con pendiente adecuada..

Solo un notable desnivel entre ingreso y egreso del aire es a saber la mejor forma de asegurar un buen “efecto chimenea” y por lo tanto confirmar también una suficiente ventilación en los períodos más críticos.

Es esta una regla fundamental para dimensionar una eficiente ventilación natural, que debe ser

siempre observada sin ceder a la tentación de utilizar techos o tipologías de estructuras que frente al ahorro del costo de construcción, presentan pendientes excesivamente bajas (10-11%) o casi nulas, en vez de utilizar pendientes aconsejadas entre 25- 30%.

Se ha claramente demostrado que la ventilación natural bien realizada y correctamente gestionada, asegura un mantenimiento de buenas condiciones internas ambientales a los edificios productivos con notable independencia de las condiciones de ambiente exterior.

Los mejores resultados se obtienen sincronizando las aperturas de las ventanas laterales basculantes y la cumbrera longitudinal, es decir, observando en forma continua el funcionamiento de una centralina de control a través de la cual se visualiza permanentemente la temperatura ambiente, se establecen los las aperturas y cierres apropiados, lográndose la temperatura óptima para la sala en cuestión.



Fot.Nº 5 – Sombbrero longitudinal en vista lateral exterior.

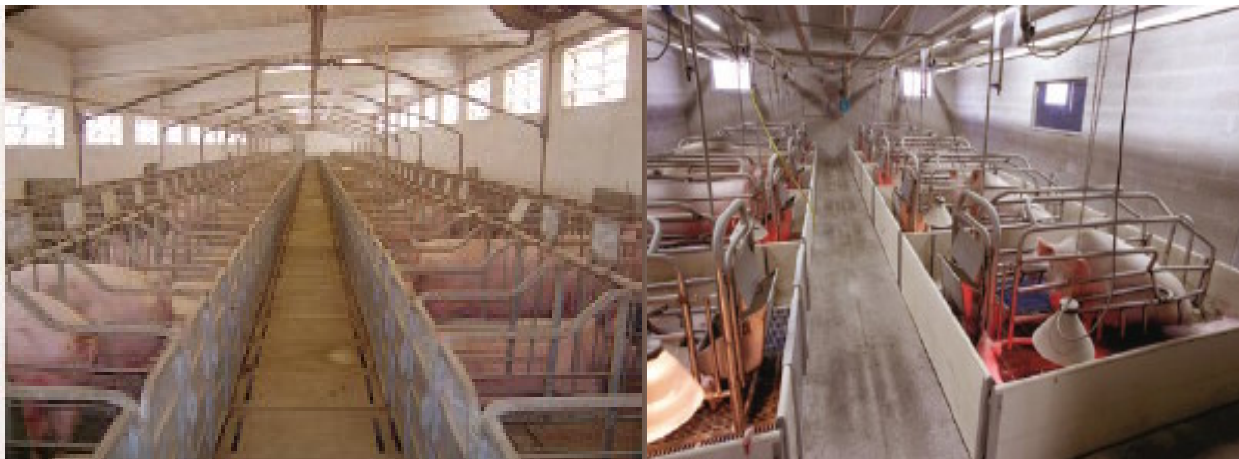


Fot.Nº 6 – Vista de interiores de sala gestación con ventilación natural.

Conveniencia en el uso de Sistemas Mixtos de Ventilación

El notable aumento del costo de la energía eléctrica en nuestras regiones induce al Productor Porcino a dar soluciones atentas a reducir los consumos energéticos, por ello resulta interesante combinar los dos sistemas de ventilación explicados (en los casos que sea necesario) para lograr un equilibrio técnico-financiero y a su vez mantener el estado de confort animal sin efectuar variaciones constructivas, por ello en estos casos es conveniente el empleo de la ventilación forzada en los períodos invernales, mientras que en los períodos intermedios y verano, las mayores exigencias de recambio de aire se obtienen con la ventilación natural. De este modo se pueden reducir notablemente los consumos de los extractores usados solamente para períodos invernales, en los otros períodos climáticos la ventilación dinámica asume una función meramente de

emergencia y también de alejar los gases pesados que emanan de las fosas ubicadas debajo de la superficie de asiento de los cerdos.



Fot. Nº 7 – Vista de interiores de sala gestación y parto, con sistema de ventilación natural en edificio productivo a una sola falda de techo.