

III CONGRESO DE LA ASOCIACION NACIONAL DE VETERINARIOS DE PORCINO

TALLERES

MIÉRCOLES, 21 NOVIEMBRE 2012



anavepor
ASOCIACION NACIONAL DE VETERINARIOS DE PORCINO

ZARAGOZA DEL 21 AL 22 DE NOVIEMBRE DE 2012

**III CONGRESO
DE LA ASOCIACION
NACIONAL
DE VETERINARIOS
DE PORCINO**



Estrategias para minimizar pérdidas por PRRS

D. LORENZO FRAILE





Estrategias para minimizar pérdidas por PRRSV.

Lorenzo Fraile

PRESENTACIÓN

- **PRRSV: Un repaso de lo más importante.**
- **Brote clínico. ¿Qué puedo hacer?**
 - **Reproductoras**
 - **Lechones y cerdos en crecimiento**
- **Programa de control tras el brote.**

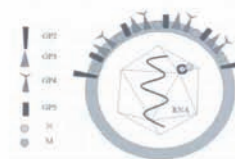


Síndrome reproductivo y respiratorio porcino

PRRSV: Un repaso de lo más importante

Etiología

PRRSV: Etiología



(Mateu *et al.* 2003)

•Virus ARN

•Monocatenario

•Envuelto

•Orden Nidovirales

•Familia Arteriviridae

•Género Arterivirus

•Pequeño(48-83 nm)

•Muy variable

•Cambios genéticos por:

•Mutaciones puntuales

•Recombinación

•2 o más cepas replicando simultáneamente en la misma célula

• Virulencia similar

► Ventajas para el virus:

- Enmascaramiento de epitopos
- Mayor capacidad para infecciones persistentes
- Mayor tropismo por ciertos tejidos

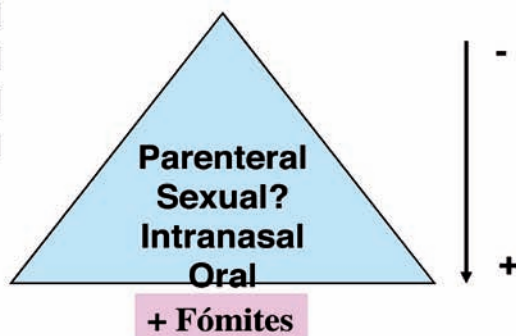
PRRSV: Un repaso de lo más importante

Epidemiología

Secreción o tejido

Concentración vírica

Saliva	$10^{4,3}$ DICT ₅₀ /ml
Secreción nasal	$10^{4,3}$ DICT ₅₀ /ml
Sangre	$10^{4,0}$ DICT ₅₀ /ml
Semen	$10^{6,0}$ DICT ₅₀ /ml
Linfonodos	$10^{5,5}$ DICT ₅₀ /g



Vía

DIM*

Oral	$10^{5,3}$ DICT ₅₀
Intranasal	$10^{4,0}$ DICT ₅₀
Sexual	$10^{3,3}$ DICT ₅₀
Percutánea	$10^{2,2}$ DICT ₅₀



*Dosis infectiva mínima

Duración de la excreción vírica ¹



Infección fetal → hasta 210 días



Lechones destetados → hasta 150 días²



Cerdas adultas → hasta 86 días



Verracos (semen) → 50 días

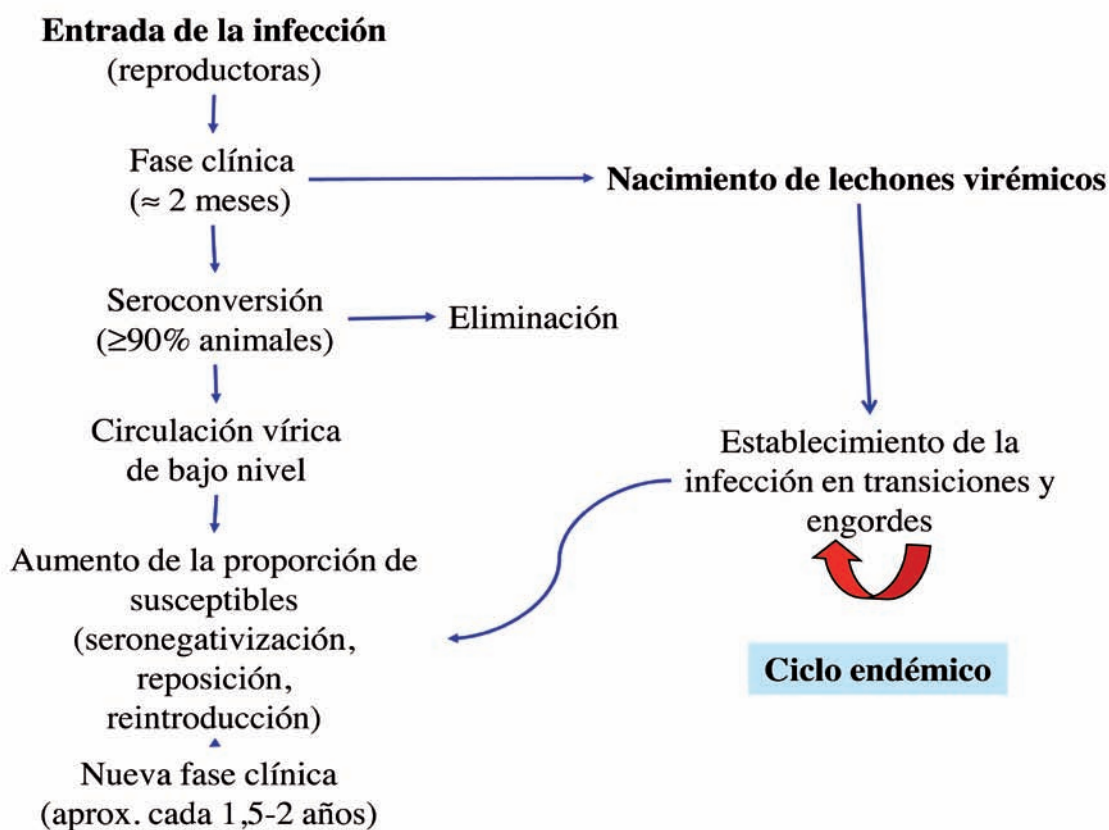
¹ Valores máximos descritos

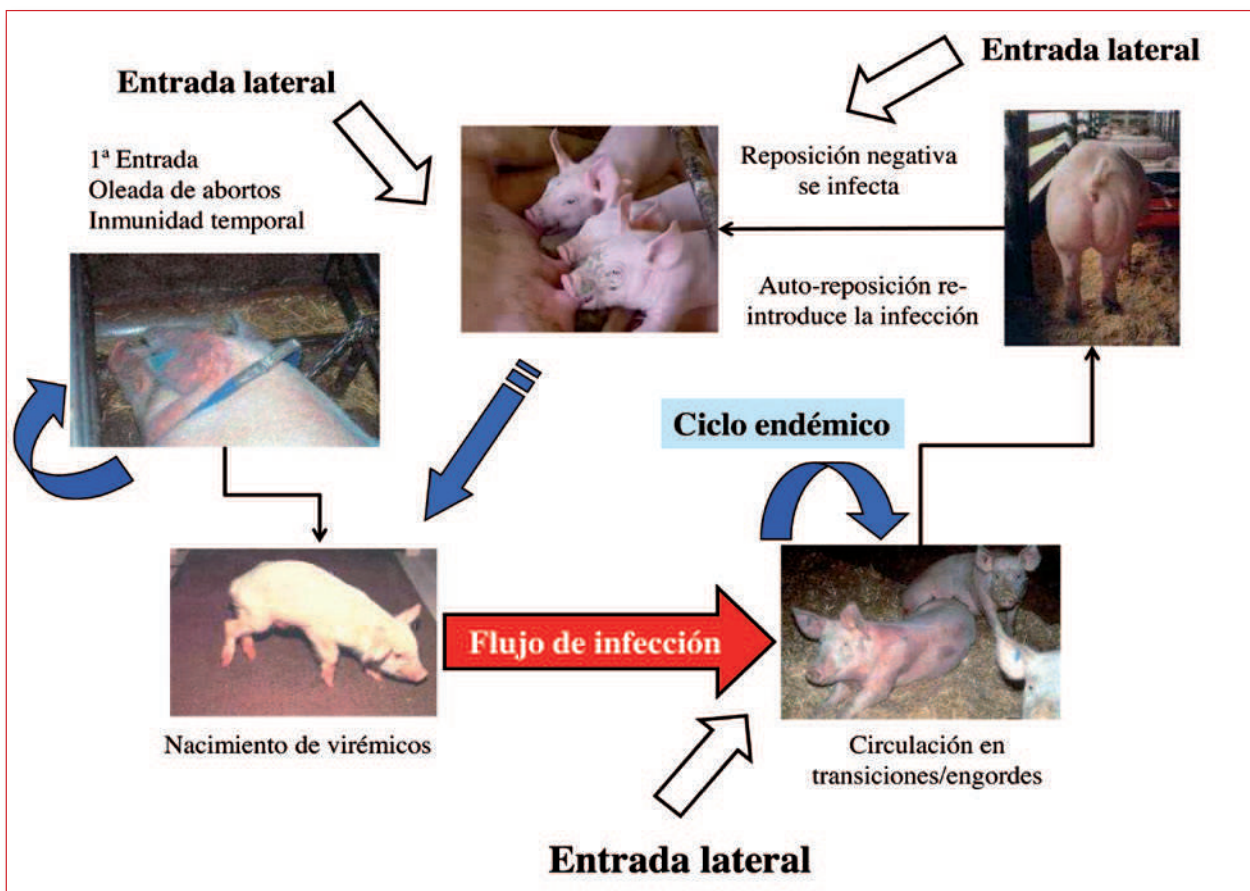
² En un estudio (Wills et al., J Clin Microbiol. 2003; 41:58–62), se detectó virus por RT-PCR hasta 251 días post-inoculación aunque después del día 56 post-inoculación no se logró demostrar que el virus fuera infectivo.

Suspected relationships between strains within groupings

Relationship	Number of strains ^a	
Introduction of piglets	24	
Introduction of replacement gilts	11	→ 48%
Same herd of origin	25	
Same site of production	7	
Fomites	6	→ 8%
<i>Area spread</i>		
Distance between farms < 3 km: different ownership	15	
Distance between farms < 3 km: same ownership	9	→ 22%
Distance between farms > 3 and < 10 km: different ownership	14	
Distance between farms > 3 and < 10 km: same ownership	8	
Distance > 10 and < 30 km	14	
Same organization	29	
Vaccine-like	25	
Unknown	16	→ 19%

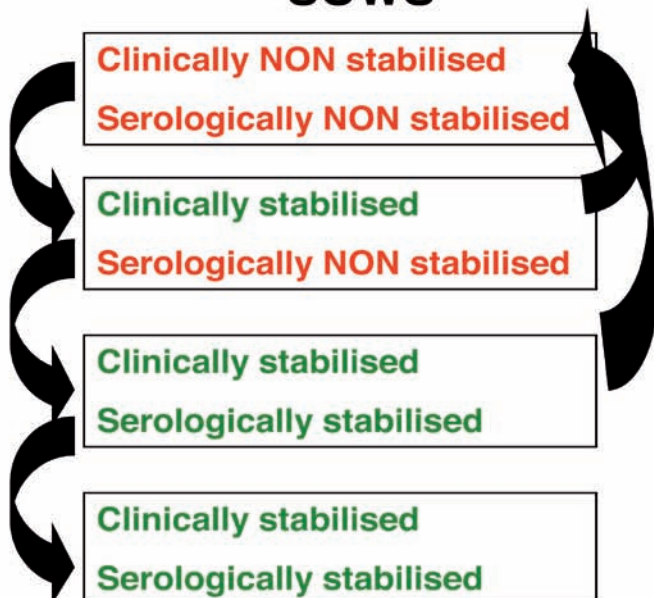
Fuente: Larrochelle R. *et al.* 2003. Virus Res, **96**: 3 -14



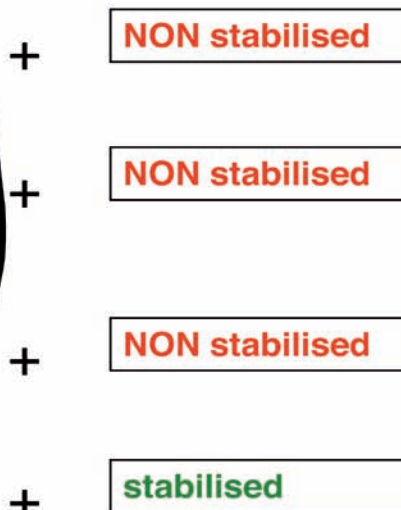


Evaluando la situación epidemiológica

SOWS



PIGS



AMERVAC[®] PRRS

Vacuna viva, Síndrome Respiratorio y Reproductivo Porcino (PRRS)

Eficacia viva. Protección global



AMERVAC[®] PRRS. Vacuna viva. Síndrome respiratorio y reproductivo porcino (PRRS), en liofilizado inyectable. **COMPOSICIÓN POR DOSIS:** Virus vivo PRRS cepa VP046 BIS $\geq 10^{3.5}$ DICT₅₀. **INDICACIONES:** Porcinos: Prevención de las alteraciones respiratorias debidas al virus PRRS (Síndrome respiratorio y reproductivo porcino). **ADMINISTRACIÓN Y DOSIS:** Intramuscular, en los músculos del cuello. Porcinos: 2 ml/cerdo a partir de las 4 semanas de vida, independientemente de su peso, edad y sexo. En general es aconsejable la vacunación de los cerdos, con una dosis entre las 4 y 5 semanas de vida, cuando la inmunidad pasiva maternal frente al virus patógeno PRRS ha decrecido sustancialmente. Agitar suavemente, asegurando una completa reconstitución del liofilizado antes de su administración. Administrar la vacuna en el plazo máximo de una hora después de ser reconstituida. Guardar entre +2 y +8 °C, al abrigo de la luz. **TIEMPO DE ESPERA:** 0 días. Prescripción veterinaria. **PRESENTACIÓN:** Caja 10 ds. Envase 10 fr de 10 ds. Caja 50 ds. Envase 10 fr de 50 ds. Reg. n.º 1220 ESP.

Laboratorios Hipra, S.A.
Avda. la Selva, 135
17170 Amer (Girona)
Spain

Tel. (34) 972 43 06 60
Fax (34) 972 43 06 61
hipra@hipra.com
www.hipra.com

Table 3: Criteria for and summary of supporting evidence required for growing-pig herd classification for PRRSV

Herd category	Criteria	Supporting evidence required
Positive	Any virus detected on the site, along with clinical signs consistent with PRRS. Herds that do not meet the criteria for Negative are Positive by default.	None required. Non-tested herds are Category I by default. Detection of virus in any tissue and presence of clinical signs would confirm status.
Negative	None positive by ELISA after ruling out false-positives	Test serum from growing pigs by ELISA. No positive results, after ruling out false-positives, and no clinical signs consistent with PRRS observed in growing pigs.

PRRS(V) = porcine reproductive and respiratory syndrome (virus)

Holtkamp et al
2011

Figure 1: Breeding-herd classification for porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) according to shedding and exposure status.

Herd category	Shedding status	Exposure status
Positive Unstable (I)	Positive	Positive
Positive Stable (II-A)	Uncertain	Positive
Positive Stable (II-B) (Undergoing Elimination)	Uncertain – undergoing elimination	Positive
Provisional Negative (III)	Negative	Positive
Negative (IV)	Negative	Negative

Table 2: Criteria for and summary of supporting evidence required for breeding-herd classification for PRRSV

Herd category	Criteria	Supporting evidence required
Positive Unstable (I)	Any virus detected on the site along with clinical signs consistent with PRRS. Herds that do not meet the criteria for any of the other categories (II through IV) are Category I by default.	None required. Non-tested herds are Category I by default. Detection of virus in any tissue and presence of clinical signs would confirm status.
Positive Stable (II-A)	Category II starts after a 90-day period of sustained lack of viremia in weaning-age pigs and no clinical signs of PRRS in the breeding herd. Herd has not initiated an elimination program.	Test serum from weaning-age pigs by PCR.* No positive results over a 90-day period (four consecutive negative herd tests sampling every 30 days or more frequently) and no clinical signs consistent with PRRS observed in breeding herd.
Positive Stable Undergoing Elimination (II-B)	Category II starts after a 90-day period of sustained lack of viremia in weaning-age pigs and no clinical signs of PRRS in the breeding herd. Herd has initiated an elimination program and intends to become Negative.	Test serum from weaning-age pigs by PCR.* No positive results over a 90-day period (four consecutive negative herd tests sampling every 30 days or more frequently) and no clinical signs consistent with PRRS observed in breeding herd.
Provisional Negative (III)	Category III starts 60 days after negative breeding replacements are first introduced during a herd rollover with diagnostic evidence that they remain uninfected. If growing pigs are present at the same premises, a confirmation of negative exposure status in that subpopulation is also required.	Test serum from negative breeding replacements by ELISA.† No positive results, after ruling out false-positives, at least 60 days after the initial introduction of negative breeding replacements. Test serum from growing pigs by ELISA.† No positive results, after ruling out false-positives.
Negative (IV)	For herd rollovers, Category IV starts when all previously infected animals have been removed from the herd. Alternatively, Category IV starts 1 year after the herd was classified as Category III if all animals in the herd are seronegative by ELISA. For herds established Negative as a new startup or by complete depopulation and repopulation. If growing pigs are present at the same premises, confirmation of a negative exposure status in that subpopulation is also required.	Test serum from adult breeding animals by ELISA.† No positive results, after ruling out false-positives, subsequent to completion of rollover. Confirmed by breeding-animal inventory lists from production records. Test serum from adult breeding animals by ELISA.† No positive results, after ruling out false-positives, 1 year after the herd was classified as Category III. Individual animal records are not required for the alternative criteria. Test serum from adult breeding animals by ELISA.† No positive results, after ruling out false-positives, at least 30 days after population of premises with negative breeding replacements. Test serum from growing pigs by ELISA.† No positive results, after ruling out false-positives.

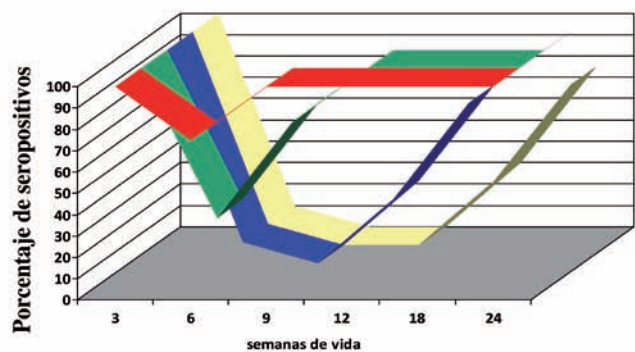
* Other virus-detection or antigen-detection tests may be used.

† Other antibody-detection tests may be used.

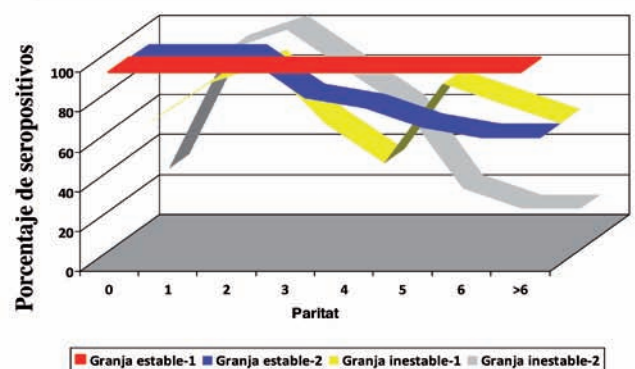
PRRS(V) = porcine reproductive and respiratory syndrome (virus); PCR = polymerase chain reaction; ELISA = enzyme-linked immunosorbent assay

Perfiles serológicos más comunes en las granjas

Lechones



Reproductoras



PRRSV: Un repaso de lo más importante

Patogénesis y respuesta inmune

Patogénesis y respuesta inmune

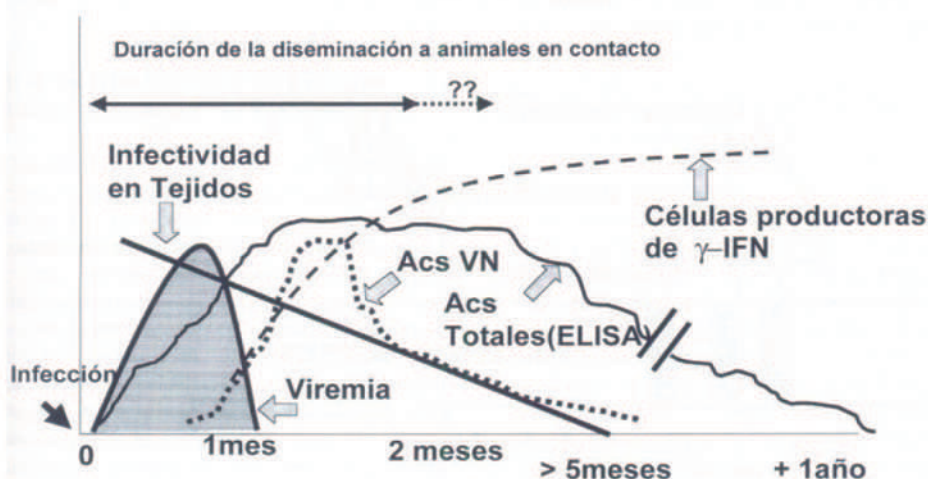
- Patogénesis:
 - Células diana: Macrófago alveolar.



- Inmunomodulación:
 - Retraso en la generación de una respuesta inmune celular.
 - Modifica la respuesta inmune Th1/Th2 hacia una respuesta Th2 (respuesta humoral).
 - Se necesita, como mínimo, 4 semanas para generar una respuesta inmune eficiente después de una infección o una vacunación con vacuna viva atenuada.

PRRS: Respuesta inmune

Secuencia temporal de Eventos subsecuentes a la infección de un cerdo por PRRSV



(Osorio 2003)

Vacunas (puntos clave)

- Vacuna viva modificada (MLV):
 - Mimetiza una infección natural.
 - No existe una protección cruzada completa entre las diferentes cepas de este virus.
 - Generan respuesta humoral y celular pero se necesitan, como mínimo, cuatro semanas hasta que se monta una respuesta inmune.
- Vacuna inactivada (KV)
 - No mimetiza una infección natural.
 - Se genera respuesta celular y humoral pero predomina la respuesta humoral.
 - Hay datos que sugieren que podría ser tan efectiva como una MLV pero la información disponible es incompleta sobre todo lo referente al uso combinado de vacunas vivas e inactivadas.

PRRSV: Un repaso de lo más importante

Clínica asociada

Gravedad del cuadro clínico

Factores de los que depende:

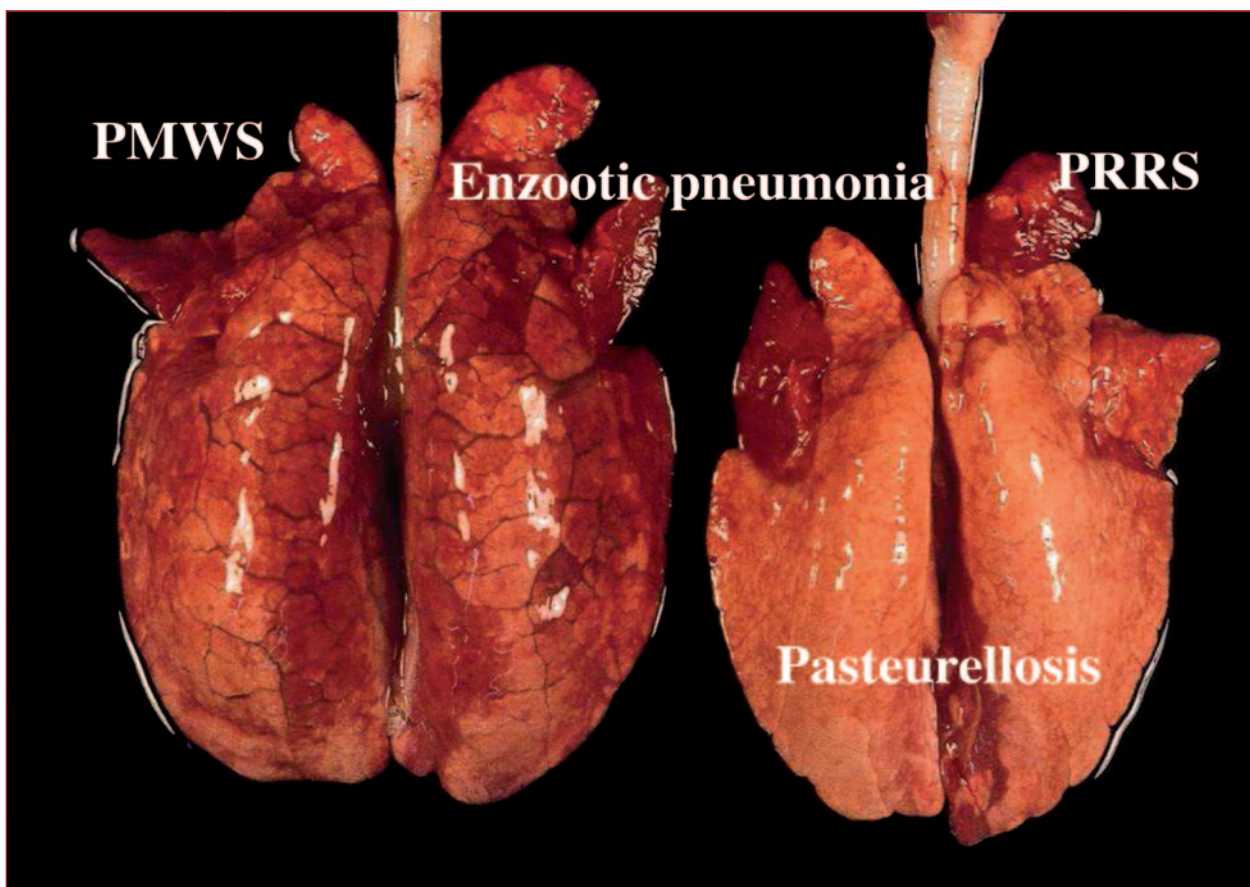
- Virulencia de la cepa.
- Condiciones de alojamiento.
- Otros procesos infecciosos concomitantes:
 - PMWS.
 - Enfermedad de Glasser.
 - Otras...
- Porcentaje de animales virémicos al destete.
 - >10% ----- Expresión clínica.
 - <10% ----- Presentación asintomática.

Cuadros clínicos asociados a PRRSV

- Problemas reproductivos:
 - Abortos.
 - Nacidos muertos.
 - Repeticiones .
- Complejo respiratorio porcino (CRP).

Factores infecciosos en el CRP

- *Pasteurella spp* (*).
 - *Bordetella bronchiseptica* (*).
 - *Actinobacillus pleuropneumoniae* (*).
 - Gripe porcina (*).
 - Enfermedad de Aujeszky (*).
 - PRRS (***).
 - Circovirus porcino tipo 2 (**).
 - *Mycoplasma hyopneumoniae* (**).
- Bacteria
- Virus
- Bacteria*



Todos bien, gracias.



Pyrsvac-183®

La primera vacuna viva
en incorporar el virus PRRS europeo



Synparv MR

La protección más segura e inocua
frente a la Parvovirus y el Mal Rojo Porcino



laboratorios **syva** s.a.u.

SEDE CENTRAL: Av. Párroco P. Díez, 49-57 • 24010 León (España) • Tel. 987 800 800 • Fax 987 802 452
PLANTA INMUNOLÓGICOS: Avda. Portugal, S/N - Parc. M15 y M16 • Parque Tecnológico • 24009 León (España)
mail@syva.es • www.syva.es

PYRSVAC-183 Composición por dosis: virus vivo PRRS, cepa atenuada europea ALL183 $\geq 10^{6.0}$ DICC₅₀. Indicaciones: cerdos: PRRS (Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino). Tiempo de espera: cero días. Presentación: envase con 50 dosis (10 viales de 5 dosis), envase con 50 dosis (2 viales de 25 dosis) y envase con 500 dosis (20 viales de 25 dosis). N.º de registro: 11.151. **SYNPARV MR** Composición por dosis: parvovirus porcino inactivado, 1.280 UH; Erysipelothrix rhusiopathiae inactivado, ≥ 50 UI. Indicaciones y especies de destino: inmunización activa de animales sanos de la especie porcina frente a la Parvovirus y el Mal Rojo Porcino. Precauciones: es recomendable que la vacuna esté entre los 18 y los 25°C en el momento de su aplicación. Usar ininterrumpidamente una vez iniciada la extracción del contenido. Extremar las medidas de asepsia. Tiempo de espera: cero días. Presentación: envases con 10 ml (5 dosis) y 50 ml (25 dosis). N.º de registro: 11.161.

PRRSV: Un repaso de lo más importante

Diagnóstico

Diagnóstico

- Si se tienen cuadros clínicos asociados a problemas reproductivos en granjas de cerdas y problemas respiratorios en transiciones o cebos, es necesario llevar a cabo un diagnóstico preciso del problema:
 - Detección del patógeno.
 - PCR---- PRRS
 - Estudio anatomopatológico (muy recomendable)
 - Lesión compatible (p.e: Neumonía intersticial)
 - Detección de anticuerpos.
 - Estudiar la dinámica de infección.
 - Si se estudia todo el ciclo productivo, se puede realizar un diagnóstico exacto y el comienzo de la infección.

Uso de seroperfiles

- Análisis de los niveles de anticuerpos en el suero de animales de diferentes edades.
- Claves para entender un seroperfil (depende de cada test diagnóstico):
 - Nivel de corte (Ej: Hipra test—20)
 - Detección de anticuerpos calostrales : Hasta las 6 semanas de edad.
 - Se necesitan entre 7 y 12 días desde la infección hasta la detección de anticuerpos frente a PRRSV dependiendo del test utilizado.
 - Se puede inferir el inicio de la infección.
 - Define el concepto de estable serológicamente e inestable serológicamente sobre todo cuando se piensa en granjas de cerdas.

Tipos de gráficos

GILTS	2P
1: 12	1: 12
2: 26	2: 26
3: 159	3: 159
4: 56	4: 56
5: 96	5: 96
6: 63	6: 63

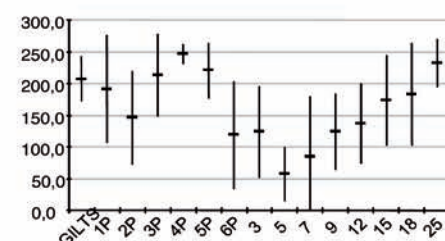
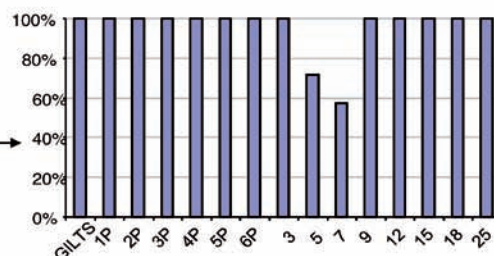
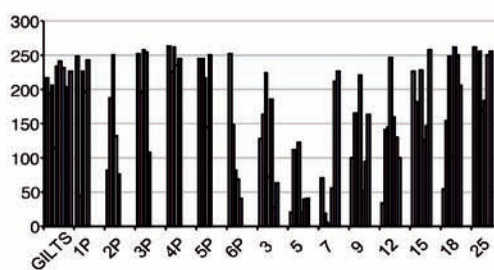
9 sem	12 sem
1: 12	1: 12
2: 26	2: 26
3: 159	3: 159
4: 56	4: 56
5: 96	5: 96
6: 63	6: 63

3 sem
1: 12
2: 26
3: 159
4: 56
5: 96
6: 63

Individual Titres

% Positives

Mean Antibody titres



Brote clínico

Reproductoras

Síndrome reproductivo y respiratorio porcino



¿Qué hacer?

- No hacer nada. Evolución “natural” de la enfermedad:
 - Poco frecuente.
 - Muy frustrante para todo el mundo.
- Intervenir en varios ámbitos:
 - Manejo de maternidad: McRebel.
 - Cierre de la granja a la entrada de reposición.
 - Utilización de vacunas o virus “virulento”
 - Manejo “farmacológico”.

¿Qué hacer?

- Posibles acciones a realizar:
 - Manejo: McRebel (Mccaw et al 2000):
 - Disminuir el trasvase de lechones entre camadas a un mínimo.
 - Eliminar lechones enfermos y débiles.
 - Cambiar agujas entre camadas de modo obligatorio.
 - Revisar el programa vacunal que se hace:
 - Vacuna frente a *Mycoplasma hyopneumoniae* y PCV2??

Muy eficaz (Polson et al 2010)

¿Qué hacer?

- Posibles acciones a realizar:
 - Cierre de la explotación a reposición durante un tiempo (60-90 días):
 - Disminuye la posibilidad de infección en animales susceptibles
 - “No echar leña al fuego”
 - Riesgo de “rebrotos” cuando se vuelve a introducir reposición en la explotación

Muy eficaz (Corzo et al 2010)

¿Qué hacer?

- Posibles acciones a realizar:
 - Utilización de vacunas o virus “virulento”:
 - La idea es vacunar en masa a todo el efectivo de cerdas con virus vacunal atenuado o incluso con virus “campo” en el momento del brote y 3-4 semanas después.
 - Los datos disponibles sugieren que puede ser una medida eficaz aunque hay datos muy variables en la literatura (Corzo et al, 2010).

Eficacia variable

¿Qué hacer?

- Posibles acciones a realizar:
 - Manejo “farmacológico”:
 - Utilización de antipiréticos (no datos científicos sobre su eficacia):
 - Ketoprofeno
 - Aspirina
 - Utilización de tilmicosina (Fraile et al 2004, IPVS)

¿Qué hacer? Utilización de tilmicosina

- Objetivos del tratamiento:
 - Parar la “tormenta” de abortos (85-115 días de gestación).
 - Disminuir el porcentaje de cerdos virémicos en el momento del destete (objetivo: <10%).
 - Intentar que la expresión clínica de la enfermedad sea endémica y no epidémica en la transición y el engorde

¿Qué hacer?

Utilización de tilmicosina

MATERIAL Y MÉTODOS (I)

- Se incluyeron en el estudio tres granjas de cerdas con 600 (granja 1), 200 (granja 2) y 190 (granja 3) cerdas, respectivamente que estaban localizadas en el noreste de España.
- En todas las granjas se incrementó la incidencia de abortos en la fase final de gestación, de los cerdos nacidos muertos y de los nacidos débiles.
- La infección con el virus PRRS se confirmó siempre como el agente etiológico primario implicado en estos casos clínicos (diagnosticado en suero por RT-PCR).

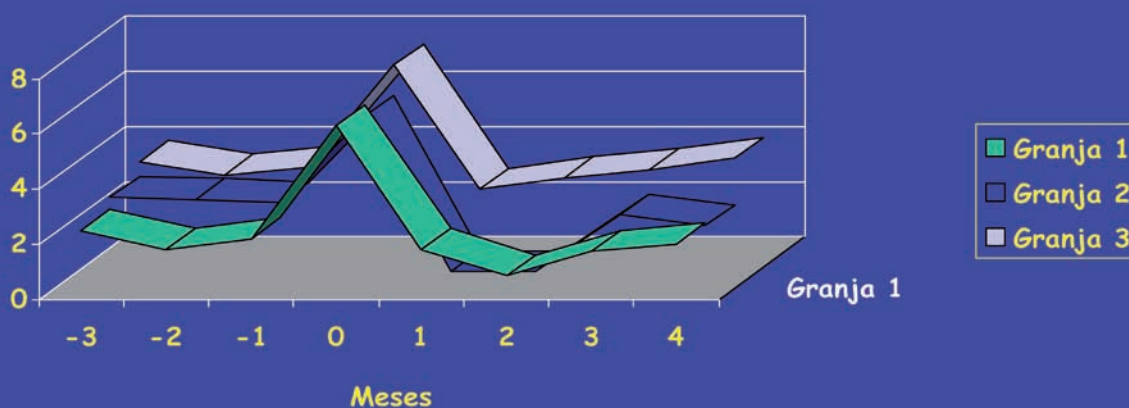
¿Qué hacer?

Utilización de tilmicosina

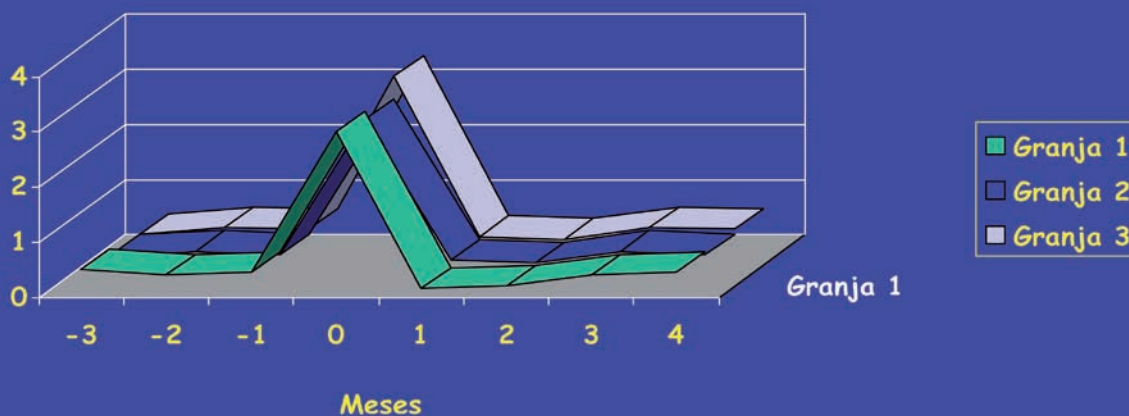
MATERIAL Y MÉTODOS (II)

- Una vez que se confirmó la infección con el virus del PRRS, se instauró un tratamiento con tilmicosina a una dosis of 10 mg/Kg of peso corporal por día a través del agua de bebida a cerdas que estaban entre los 85 y 115 días de gestación durante dos meses.
- Se realizó una monitorización de los parámetros reproductivos en cerdas así como de los parámetros zootécnicos en su descendencia a lo largo de toda su vida productiva después de aplicar el tratamiento.

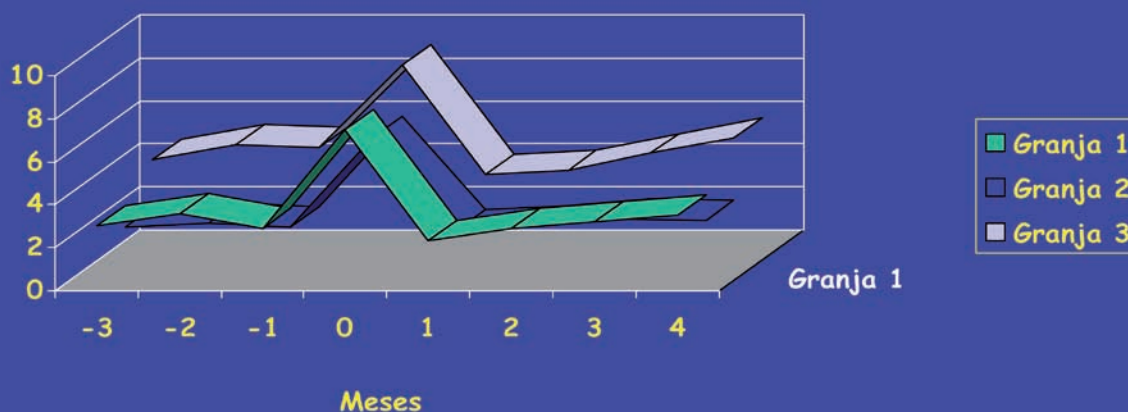
MORTALIDAD EN TRANSICION



PORCENTAJE DE SALDOS



MORTALIDAD EN EL ENGORDE



¿Qué hacer?

- Posibles acciones a realizar:
 - Utilización de tilmicosina (Fraile et al 2004, IPVS):
 - Medida eficaz, acorde con mi experiencia, pero no se ha trabajado más este tema por falta de recursos económicos.

Brote clínico

Lechones y cerdos

¿Qué hacer?

- No hacer nada. Evolución “natural” de la enfermedad:
 - Poco frecuente.
 - Muy frustrante para todo el mundo.
- Intervenir en varios ámbitos:
 - **Despoblación de las transiciones sobre todo en sistemas de flujo continuo.**
 - Utilización de vacunas o virus “virulento”
 - Manejo “farmacológico”
 - Utilización de inmunomoduladores

¿Qué hacer?

Vacunación de los lechones

- Resultados irregulares:
 - Hay que vacunar con la suficiente antelación antes de la circulación
 - Debemos evitar inmunidad maternal
 - Muy difícil ajustar ambos parámetros

¿Qué hacer?

- Posibles acciones a realizar:
 - Manejo “farmacológico”:
 - Utilización de antipiréticos (no datos científicos disponibles):
 - Ketoprofeno
 - Aspirina
 - Utilización de antibióticos para evitar las complicaciones bacterianas secundarias.

¿Qué hacer? Utilización de tilmicosina (Fraile et al 2004)

- Objetivos del tratamiento:
 - Disminuir la duración de la viremia frente a PRRSV.
 - Disminuir la carga viral de PRRSV en los lechones.

¿Porqué puede funcionar la tilmicosina en este caso?

- De acuerdo con el resumen de características del producto:
 - “*Macrolides act synergistically with the host immune system*”
 - “*Macrolides appear to enhance phagocyte killing of bacteria*”

Efecto antiviral de la tilmicosina frente a PRRSV

- De acuerdo con el resumen de características del producto:
 - *“Tilmicosin has been shown to inhibit in vitro replication of the Porcine Reproductive and Respiratory syndrome virus in alveolar macrophages in a dose dependent fashion”*

Efecto antiviral de la tilmicosina frente a PRRSV (I)

- Este efecto se ha descrito *in vitro* por Molitor et al 2001:
 - La incubación directa de tilmicosina con el virus no reduce la su replicación en los macrófagos alveolares pulmonares.
 - El pretratamiento de los macrófagos alveolares durante 12, 24 o 48 horas con tilmicosina alteró la replicación del virus en un modo dosis dependiente. Este efecto “antiviral” pueda que sea debido a las altas concentraciones de esta molécula en los macrófagos alveolares pulmonares.
- Este mismo autor también ha demostrado este efecto *in vivo* en un modelo de desafío experimental utilizando lechones.

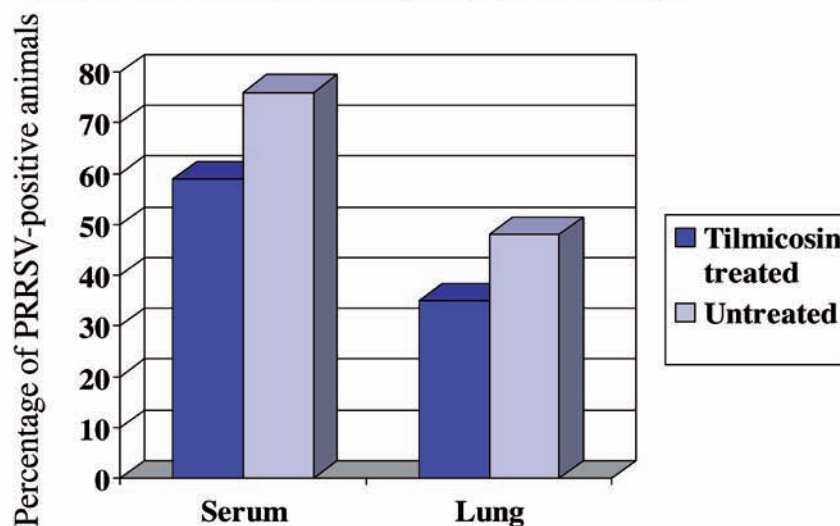
Efecto antiviral de la tilmicosina frente a PRRSV (II)

An evaluation of the effects of tilmicosin in feed (400 ppm) on nursery Pigs inoculated with PRRSV (Benfield et al 2002):

- Se observó una mejora en la ganancia media diaria y en la conversión alimenticia (ADG and AFI) en los lechones que recibieron el antibiótico ($p < 0.05$).
- Hubo menos neumonía intersticial en los animales tratados con el antibiótico en relación a los no tratados ($p = 0.08$).
- La carga viral en suero frente al virus PRRSV fue más alta en los animales no medicados e infectados que en los medicados e infectados ($p < 0.05$)

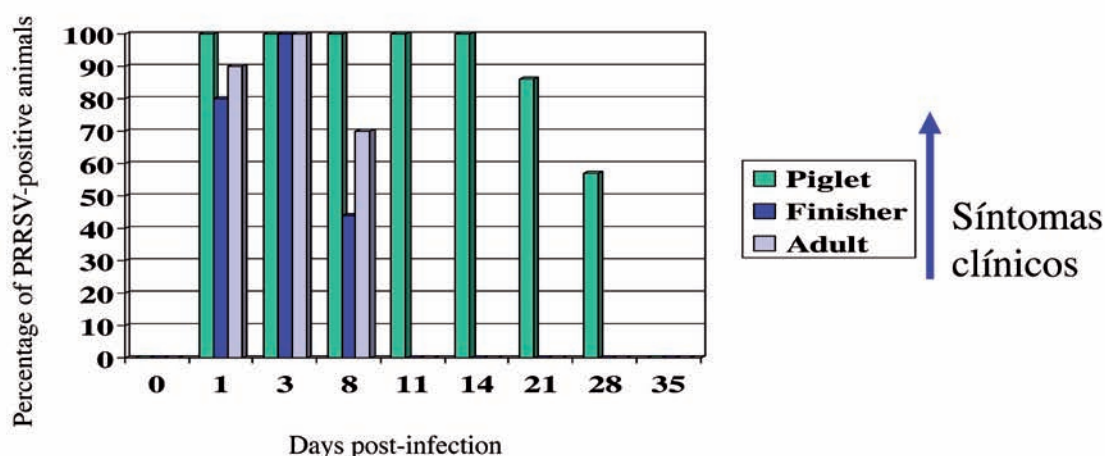
Efecto antiviral de la tilmicosina frente a PRRSV (III)

An evaluation of the effects of tilmicosin in feed (400 ppm) on nursery Pigs inoculated with PRRSV (Benfield et al 2002):



Efecto antiviral de la tilmicosina frente a PRRSV (IV)

- Es muy importante disminuir la replicación viral para mejorar la respuesta clínica:



Klinge et al 2010 Virology Journal

¿Qué hacer? Utilización de tilmicosina

Material y métodos (I)

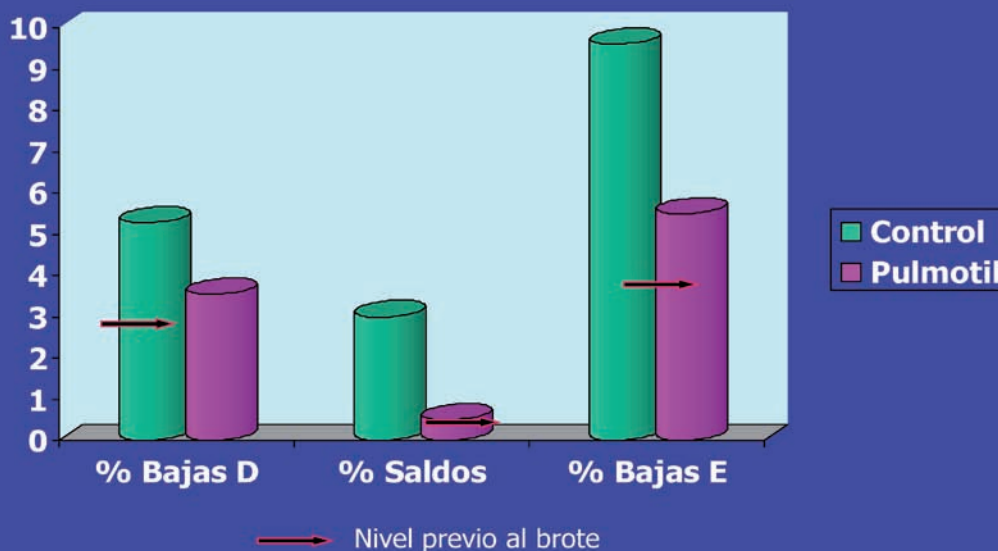
- 50.000 cerdos que procedían de granjas PRRS positivas que estaban inestables (con problemas reproductivos).
- Antibióticos seleccionados (3 semanas en pienso) como tratamiento metafiláctico:
 - Sulfato de colistina a una dosis de 7 mg/Kg de peso corporal.
 - Clortetraciclina a una dosis de 20 mg/Kg de peso corporal.
- Tratamiento antibiótico para controlar enfermedades bacterianas secundarias: Enfermedad de Glasser, meningitis, y epidermitis exudativa, (1 semana en agua de bebida) si se necesita:
 - Amoxicilina (300 mg/l).
 - Neomicina (100 mg/l).

¿Qué hacer? Utilización de tilmicosina

Material y métodos (II)

- 20.000 cerdos que prodecían de granjas PRRS positivas que estaban inestables (con problemas reproductivos).
- Tratamiento con Pulmotil AC a través del agua (8-10 mg fostato of Tilmicosina/Kg/día) durante 10 días antes del inicio de la viremia en la población más el tratamiento que hemos descrito previamente como metafiláctico en el pienso.

TRATAMIENTOS EN DESTETES



¿Qué hacer?

- Posibles acciones a realizar:
 - Utilización de tilmicosina (Fraile et al 2004, IPVS):
 - Medida eficaz, acorde con mi experiencia, pero no se ha trabajado más este tema por falta de recursos económicos.

¿Qué hacer? Utilización de inmunomoduladores

- Hay varias publicaciones científicas que demuestran el efecto beneficioso que tienen los esteroides vegetales en infecciones causadas por el virus PRRSV en lechones:
 - Fraile et al 2009
 - Saco et al 2010
 - Fraile et al, 2012



Immunomodulatory properties of Beta-sitosterol in pig immune responses

Lorenzo Fraile ^{a,b,*}, Elisa Crisci ^{a,1}, Lorena Córdoba ^a, María A. Navarro ^{c,d}, Jesús Osada ^{c,d}, María Montoya ^{a,e}

^a Centre de Recerca en Sanitat Animal (CRESA), UAB-IRTA, Campus de la Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Barcelona, Spain

^b Universitat de Lleida, Lleida, Spain

^c Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Celular, Facultad de Veterinaria, Instituto de Investigación Sanitaria de Aragón (Universidad de Zaragoza, Salud del Gobierno de Aragón), Spain

^d CIBER de Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición, Instituto de Salud Carlos III, Spain

^e Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), Barcelona, Spain

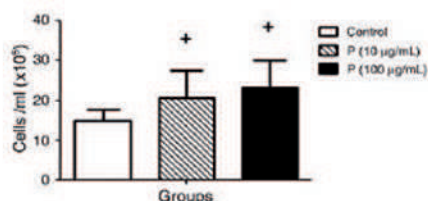


Fig. 1. Average viable PBMCs (number $\pm$ SD) after 16 h of culture in the absence (control) or presence of variable amounts of Immunin MAYMO® (P). Viable cells were estimated using trypan-blue staining. + indicates statistical tendency ($0.05 < p < 0.10$).

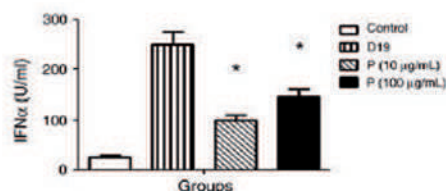


Fig. 3. IFN- α production in BMDCs treated with Immunin MAYMO® (P) at 0 (control), 10 (12 μ M of BSS) or 100 μ g/ml (123 μ M of BSS) or in the presence of D19 as positive control. Asterisk indicates statistically significant differences ($p < 0.05$) versus control.

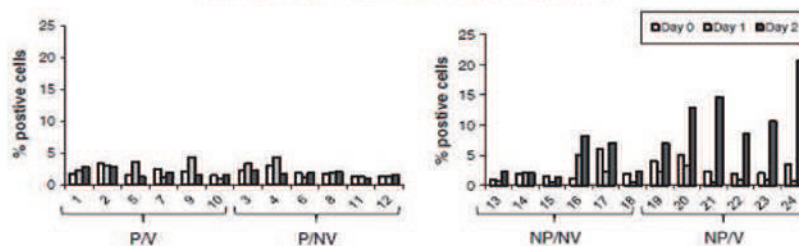


Fig. 4. Percentage CD172a⁺ CD4⁺ PBMC subpopulation analyzed by flow cytometry. PBMCs were obtained from animals fed with Immunin MAYMO® (P) in the diet or not (NP) or vaccinated with PRRSV-MLV vaccine (V) or not (NV). Blood samples were collected at day 0 (white bars), 1 (gray bars) and 2 (black bars) post-vaccination. Stained cells were acquired using a Coulter® EPICS XL-MCL cytometer and analyzed by EXPO 32 ADC v.1.2 program. See the Materials and methods section for details. Data from all animals are shown.

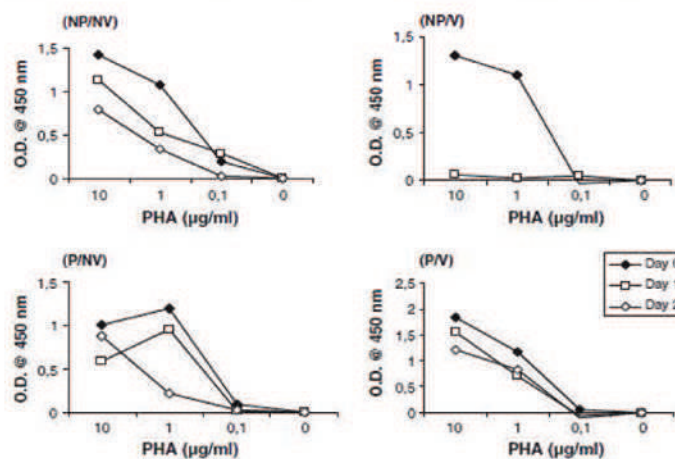


Fig. 5. Proliferation of PBMCs after stimulation with different concentrations of PHA or with mock. PBMCs were obtained from animals fed with Immunin MAYMO® (P) in the diet or not (NP) or vaccinated with PRRSV MLV vaccine (V) or not (NV). Blood samples were collected at day 0 (●), 1 (□) and 2 (○) post-vaccination. Data from one representative animal per group is shown and results are expressed as optical density at 450 nm.

Animal (2010), 4:9, pp 1561–1567 © The Animal Consortium 2010
doi:10.1017/S1751731109991418



Haptoglobin serum concentration is a suitable biomarker to assess the efficacy of a feed additive in pigs

Y. Saco^{1a}, L. Fraile^{2,3a}, M. Giménez¹, R. Pato¹, M. Montoya^{2,3} and A. Bassols^{1†}

¹Departament de Bioquímica i Biologia Molecular i Servei de Bioquímica Clínica Veterinària, Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Barcelona, Spain; ²Centre de Recerca en Sanitat Animal (CRESA), UAB-IRTA, Campus de la Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Barcelona, Spain; ³Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), Barcelona, Spain

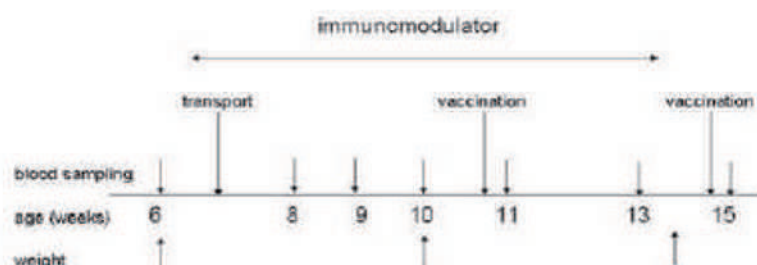


Figure 1 Experimental design of blood sampling, immunomodulator supplementation, and Aujeszky modified live vaccine vaccination.

Table 2 Growth performance of the pigs fed with control or IM supplemented diets

Parameter	Control group	IM group (with immunomodulator)	P [†]
6 to 10 weeks of age			
Average daily gain [‡] (g/day)	309 ± 75.4	322.8 ± 67.8	0.10
Feed efficiency [§] (kg feed/kg weight increase)	2.20 ± 0.55	2.16 ± 0.49	0.55
6 to 14 weeks of age			
Average daily gain [‡] (g/day)	501.6 ± 94.6	524.8 ± 98.3	0.04
Feed efficiency [§] (kg feed/kg weight increase)	2.25 ± 0.4	2.20 ± 0.36	0.22

IM = immunomodulator.

Results are expressed as arithmetic mean ± s.d.

[†]Variables compared using one-way ANOVA.

[‡]Average daily gain (ADG) = (body weight of each pig at week 10 or 14 – initial weight of each pig at the beginning of the trial)/length of the study period (28 or 56 days, respectively).

[§]Feed efficiency at pen level = feed consumption during the study period (pen level) at week 10 or 14/(final weight of all pigs belonging to each pen at the study period – initial weight of all pigs belonging to each pen at the study period).

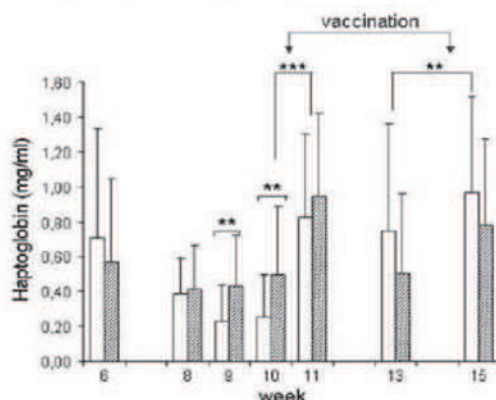


Figure 2 Haptoglobin concentration in the serum of pigs from 6 to 15 weeks of age in groups treated with (open bars) or not with the immunomodulator (dashed bars). ***P* < 0.01, ****P* < 0.001.

CASE STUDY

PEER REVIEWED

Effect of treatment with phytosterols in three herds with porcine respiratory disease complex

Lorenzo J. Fraile, DVM, PhD; Elisa Crisci, DVM; Joan Woenberg, DVM; Montse Armadans, DVM; Lorenzo Mendoza, DVM; Lara Ruiz, DVM; Santi Bernaus, DVM; Maria Montoya, MSc, PhD

LJF, EC, MM: Centre de Recerca en Sanitat Animal (CReSA), Edifici V, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, Spain.

LJF, MM: Institut de Recerca i Tecnologies Agroalimentaries (IRTA), Barcelona, Spain.

JW, MA, LM, LR: Finsos Bancells, Seu central Tona, Barcelona, Spain.

SB: Avinguda Alcalde Rovira Roure, 110, Lleida, Spain.

Corresponding author: Dr Lorenzo J. Fraile, CReSA, Edifici V, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Spain; Tel: +34 93 581 44 95; Fax: +34 93 581 44 90; E-mail: lorenzo.fraile@cresa.uab.es.

This article is available online at <http://www.aasv.org/shap.html>.

Fraile LJ, Crisci E, Woenberg J, et al. Effect of treatment with phytosterols in three herds with porcine respiratory disease complex. *J Swine Health Prod.* 2009;17(1):298-307.

Empresa 2 (sistema 2)

- Empresa de producción porcina de 2135 madres.
- Diagnóstico confirmado de PRDC por PRRS.
- Cada mes produce 3600 cerdos.
- Se comparan datos de 28.200 cerdos sin tratar versus 13.000 tratados.

Resultados para la Empresa 2 (sistema 2)

Table 4: Means ($\pm$ standard deviation) for ADG, feed efficiency, and mortality in Production System Three for batches of finishers either treated with an immunomodulator* or not treated (Controls)

Parameter	Controls	Treated	P †
ADG (g/day)‡	601.6 (43.6)	664.7 (29.8)	< .05
Feed efficiency§	2.55 (0.1)	2.49 (0.07)	> .05
Mortality (%)¶	7.5 (1.8)	4.5 (0.5)	< .01

* Immunizin Maymo (Maymo Laboratories SA, Barcelona, Spain) administered in feed to pigs 9 to 17 weeks of age in some finisher batches beginning in June 2006. Control and treated batches originating from the same sow herd included closeouts of 28,252 and 12,902 pigs from 10 and four finisher farms, respectively.

† Variables compared using one-way ANOVA.

‡ Average daily gain (ADG) = (final weight of all pigs at closeout – initial weight of all pigs that entered the finisher) ÷ length of the finishing period.

§ Feed efficiency at barn level = feed consumption during the finishing period ÷ (final weight of all pigs at closeout – initial weight of all pigs that entered the finisher).

¶ Mortality = (number of dead pigs at closeout ÷ number of pigs that entered the finisher) × 100.

¿Qué hacer? Utilización de inmunomoduladores

- Hay varias publicaciones científicas que demuestran el efecto beneficioso que tienen los esteroides vegetales en infecciones causadas por el virus PRRSV en lechones.
- La utilización de tilmicosina e inmunomodulación es otra opción viable.

Programa de control y monitorización



- Conocimiento del origen del virus
 - Reposición, semen, granjas cercanas, vectores mecánicos, etc
 - Serología, aislamiento vírico, secuenciación
- Conocimiento del patrón de **transmisión** dentro de la granja
 - Horizontal
 - Vertical

Control de PRRSV

- Proporcionar cerdas de reposición negativas a granjas negativas.
- Erradicación??? Es factible?– No voy a entrar en este tema.
- ”Estabilización” en granjas de cerdas (evitar transmisión vertical):
 - Adapatación de las jóvenes:
 - ¿Qué estado sanitario compramos?
 - PRRS positivo
 - PRRS negativo
 - Edad de introducción en la granja:
 - Cuanto más jóvenes, mejor...

Control de PRRSV

- Adaptación de cerditas jóvenes (negativas):
 - Vacunación. Hay varias opciones:
 - Vacunas vivas (MLV).
 - Vacunas inactivadas (KV).
 - Una combinación de ambas.
 - Infección con cepa de campo:
 - Animales infectados (normalmente de la transición).
 - » Muy difícil con infección natural (Virus altamente infeccioso pero poco contagioso).
 - “Vacunar ” con cepa de campo (Batista et al, 2004). Si se hace bien, es muy eficaz. ¿Cómo se puede hacer bien?

Muy importante:

Periodos de aislamiento de duración variable hasta que los animales se enfríen (60-90+ days)

Control de PRRSV

VACUNACIÓN REPRODUCTORAS

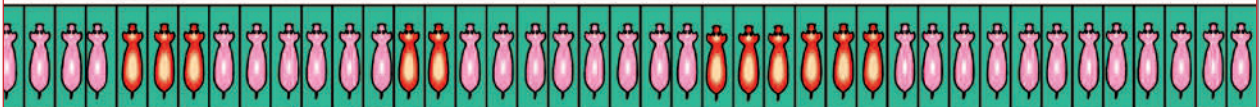
- A nivel de campo se utilizan distintos protocolos de los que no hay mucha información:
 - Reposición:
 - Viva + inactivada (3-4 semanas después)
 - Dos vivas (3-4 semanas después) + inactivada (3-4 semanas después)
 - Multíparas:
 - Vacunación en sávana alternando viva e inactivada cada 3-4 meses
 - Vacunación en sávana: dos vivas/una muerta cada 3-4 meses

Más ejemplos de programas vacunales

SOWS		PIGS	
	MLV		NO
1.	Clinically NON stabilised Serologically NON stabilised	+	NON stabilised
2.	Clinically stabilised Serologically NON stabilised	+	NON stabilised
3.	Clinically stabilised Serologically stabilised	+	NON stabilised
4.	Clinically stabilised Serologically stabilised	+	stabilised
	MLV / K		MLV
	K		NO

Manejo

¿Qué pasará con el bienestar?



Por tanto.....para recordar

- Reposición clave en estabilización y control
- Lotes de reposición homogéneos en protección y “enfriados”
- El feedback no es suficiente y tienen numerosos riesgos
- La vacunación es la alternativa más adecuada para una buena aclimatación
- En ocasiones las vacunaciones tienen resultados irregulares.



Universitat de Lleida



CRReSA

Centre de Recerca en Sanitat Animal

**III CONGRESO
DE LA ASOCIACION
NACIONAL
DE VETERINARIOS
DE PORCINO**



Aplicación práctica al control ambiental

D. JOAN ESCOBET



ANAVEPOR

Aplicación práctica al control ambiental

Joan Escobet

ZARAGOZA, del 21 al 22 de NOVIEMBRE de 2012

Aplicación práctica al control ambiental

Esquema general

“Objetivos”

1. Confort y ambiente → Mantener los animales en la ZCT
2. Características generales → Valoración inicial del sistema
3. Dimensiones básicas → Mediciones de diseño general
4. Diseño constructivo → Ahorro y confort
5. Equipos eficaces y eficientes → Diseño, dimensionado y funcionamiento
6. Control del sistema → Regulación, monitorización y mantenimiento

Aplicación práctica al control ambiental

1. Confort y ambiente

- 1.1. Confort y factores ambientales
- 1.2. Temperatura
- 1.3. Humedad
- 1.4. Gases
- 1.5. Velocidad del aire
- 1.6. Circulación del aire

2. Características generales

- 2.1. Instalaciones

3. Dimensiones básicas

- 3.1. Animales
- 3.2. Mediciones de la instalación
- 3.3. Espacio de flujo de aire

4. Diseño constructivo

- 4.1. Estrategias pasivas
- 4.2. Diseño adaptado al clima
- 4.3. Aislamiento
- 4.4. Puentes térmicos
- 4.5. Estanqueidad

5. Equipos eficaces y eficientes

- 5.1. Salida de aire
- 5.2. Entrada de aire
- 5.3. Calefacción
- 5.4. Refrigeración

6. Control del Sistema

- 6.1. Regulación
- 6.2. Monitorización
- 6.3. Mantenimiento

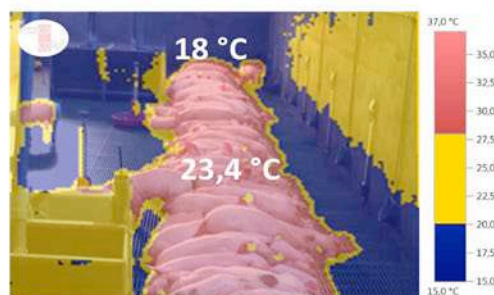
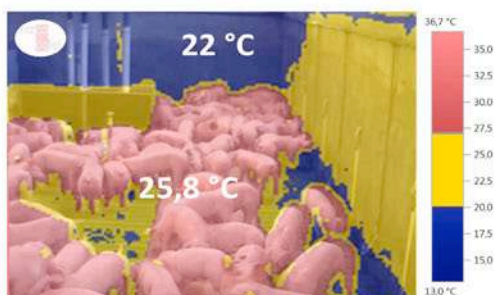
1. Confort y ambiente



1.1. Confort y factores ambientales

“Observar el confort de los cerdos”

Los cerdos reaccionan según la sensación térmica que perciben



- El mejor “indicador” de ambiente idóneo es el propio cerdo.
- El “lenguaje corporal” de los cerdos determina su estado de confort.

1. Confort y ambiente

marco
collell



1.1. Confort y factores ambientales

“Temperatura efectiva, muchas veces el termómetro nos da poca información”



ZCT: Mejor rendimiento sanitario-productivo

TCl: Límite inferior → estrés por frío → Muerte

TCE: Mecanismos de evaporación

TCS: Límite inferior → estrés por calor → Muerte

“La Temperatura del aire es sólo una parte del microambiente del cerdo”

1. Confort y ambiente

marco
collell

1.1. Confort y factores ambientales

FACTORES AMBIENTALES QUE INFLUYEN EN LA SENSACIÓN TÉRMICA O Tª EFECTIVA:



Tª DE SENSACIÓN O EFECTIVA = Tª QUE INDICA EL TERMÓMETRO ± FACTORES AMBIENTALES

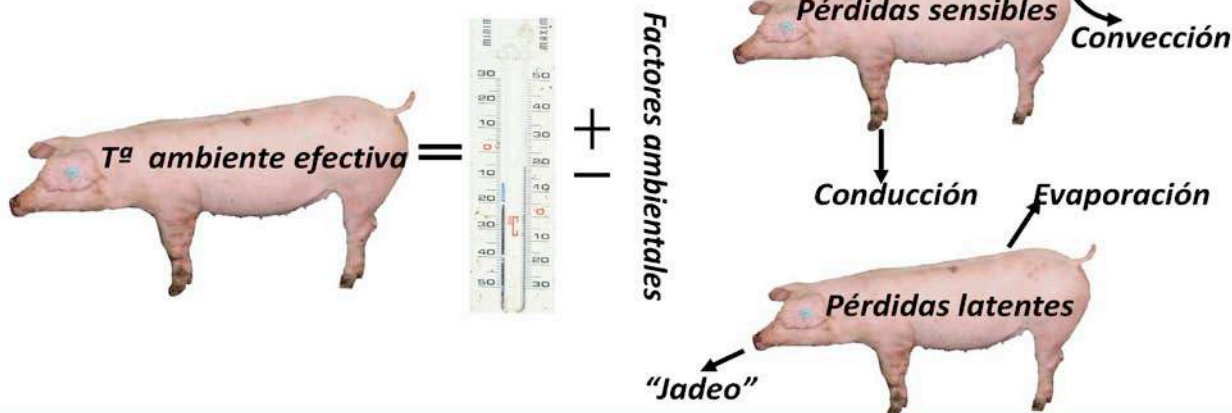
1. Confort y ambiente

marco
collell

1.1. Confort y factores ambientales

La temperatura ambiente que "sienten" los cerdos

"Sonda de nivel de confort para la medición del grado de turbulencia"



OBJETIVO : ZCT → PÉRDIDAS DE CALOR = GANANCIAS DE CALOR

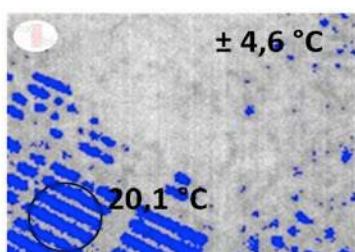
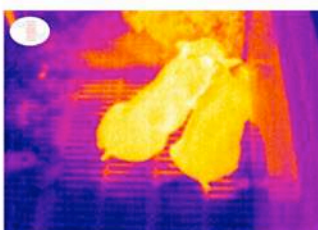
1. Confort y ambiente

marco
collell

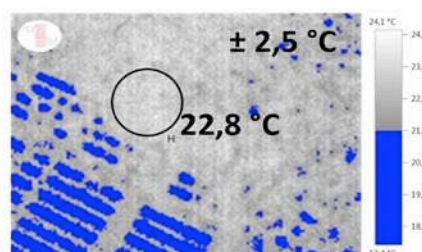
1.1. Confort y factores ambientales



"EL CONFORT ES EL PRIMER OBJETIVO": mantener la T^a óptima (ZCT), independiente de las condiciones de la nave y sistema de ventilación



+2,7 °C



1. Confort y ambiente

marco
collell

Instrumentos:



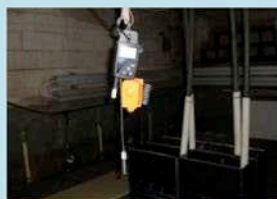
Termómetro portátil sensible con sonda externa



Termómetro por infrarrojos



Cámara Termográfica



Registro ("Data logger")



Observación (general)



Observación (localizada)

1.2. Temperatura

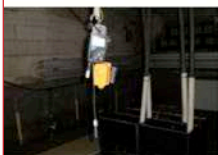
Comprobaciones :

- Sensibilidad sonda ambiente ($>1^{\circ}\text{C}$)
- T^a en sala (estratificación) $>2^{\circ}\text{C}$
- T^a en placa (Regulación/confort/consumo)
- Variación T^a en sala (puntos sólidos) $>2^{\circ}\text{C}$
- Variación T^a periódica (horaria/diaria)
- Observación y sentido común

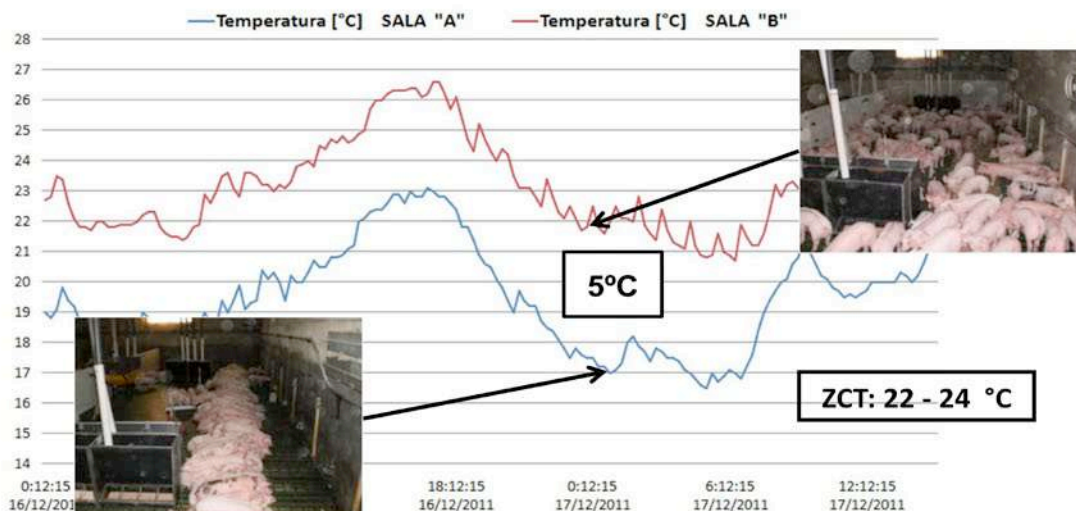
1. Confort y ambiente

marco
collell

1.2. Temperatura



Comparativa de temperaturas ($^{\circ}\text{C}$) entre 2 salas de destete



Temperatura del aire: ZCT y Oscilaciones térmicas

1. Confort y ambiente

marco
collell

Instrumentos:



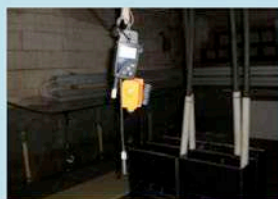
Higrómetro portátil sensible con sonda externa



Psicrómetro



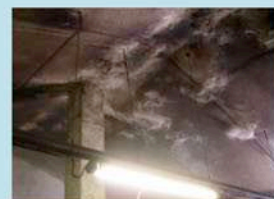
Cámara Termográfica



Registro ("Data logger")



Observación (general)



Observación (localizada)

1.3. Humedad

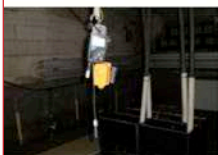
Comprobaciones :

- Sensibilidad sonda ambiente (>5%)
- %HR sala (estratificación)
- Variación HR periódica (horaria/diaria)
- Punto de rocío
- Riesgo de condensaciones
- Observación y sentido común

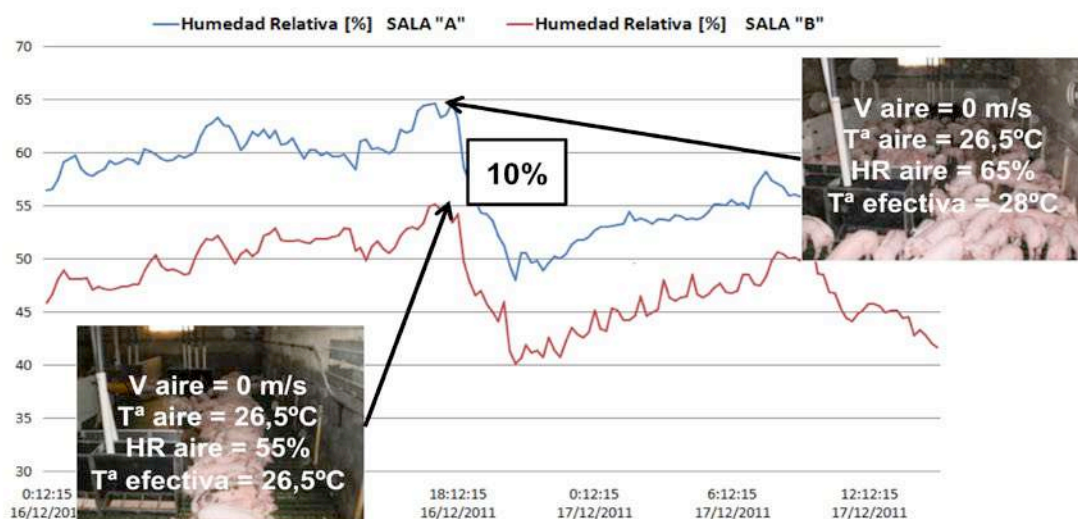
1. Confort y ambiente

marco
collell

1.3. Humedad



Comparativa de humedades (%) entre 2 salas de destete



Humedad relativa del aire: 50%-80%.

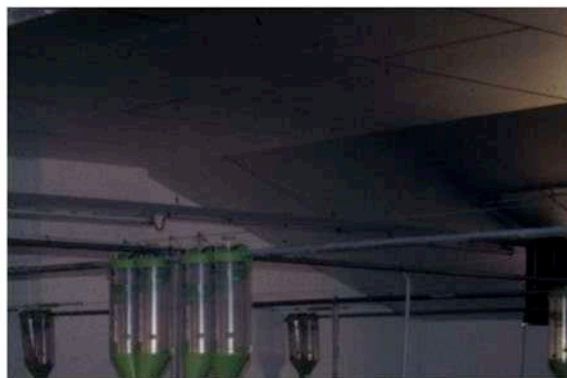
1. Confort y ambiente

marco
collell



1.3. Humedad

Diagnóstico “visual”



1. Confort y ambiente

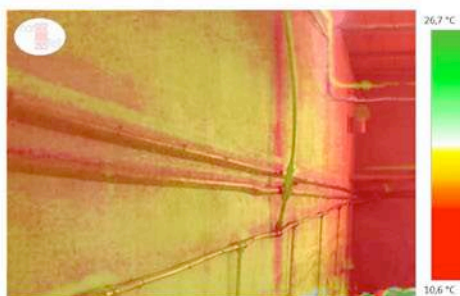
marco
collell



1.3. Humedad

Diagnóstico del Riesgo de Condensación, Humedad y Propagación de moho

Detectar zonas con riesgo para el confort de los cerdos y deterioro de estructuras



Riesgo de condensación en función del color de la imagen:

- Verde < 65% ("no crítico")
- Amarillo-anaranjado 65-80% ("eventualmente crítico")
- Rojo >80% ("crítico")



¿Moscas?

ELECTOR®



- Eficaz: nuevo modo de acción
- Larvicida y adulticida
- Fácil aplicación
- Seguro: en presencia de animales

**Dosificación: 30 ml de Elector/15 l de agua
1 graduación / 15 litros de agua (500 m² de superficie)**

Referencias:

1. Spinosad Technical manual. Dow agro Science. www.dowagro.com
2. N° de registro 01756-P

Para más información:

Elanco Valquímica, S.A.
Avda. de la industria, 30
2810 Alcobendas (Madrid).
Tel 916635000 • Fax 916635271.
www.elanco.com

ESBRLELT00037a



1. Confort y ambiente

marco
collell

Instrumentos:



Analizador portátil de gases con sonda de ambiente



Bomba manual con tubo detector de gas



Registro ("Data logger")

1.4. Gases

Comprobaciones :

- $[CO_2]$ (Dióxido de carbono): Nivel de ventilación (V. mínima)
- $[NH_3]$ (Amoníaco): Control de fosas (fermentaciones)
- $[CO]$ (Monóxido de carbono): Diagnóstico de calefacción (mala combustión)

$[CO_2]$ 1500-2000 (2500) ppm OK

$[NH_3]$ < 25 ppm OK; > 40ppm KO

$[CO]$ > 50 ppm KO

1. Confort y ambiente

marco
collell

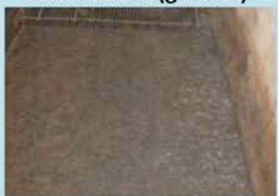
Instrumentos:



Anemómetro sensible con sonda térmica de caudal ("hilo caliente") externa.



Observación (general)



Observación (localizada)

1.5. Velocidad del aire

Comprobaciones :

- Velocidad por la entrada de aire
 - Varios puntos/medición media 1 min
 - Monitorizar ventilación mínima
- Velocidad a nivel de lechones
 - Varios puntos/cada cuadra (confort)
- Caudal de aire
- Observación y sentido común

ENTRADA DE AIRE: 1,5 - 2 m/s

NIVEL DE ANIMALES: 0,15 - 0,20 m/s

CAUDAL: Velocidad x sección

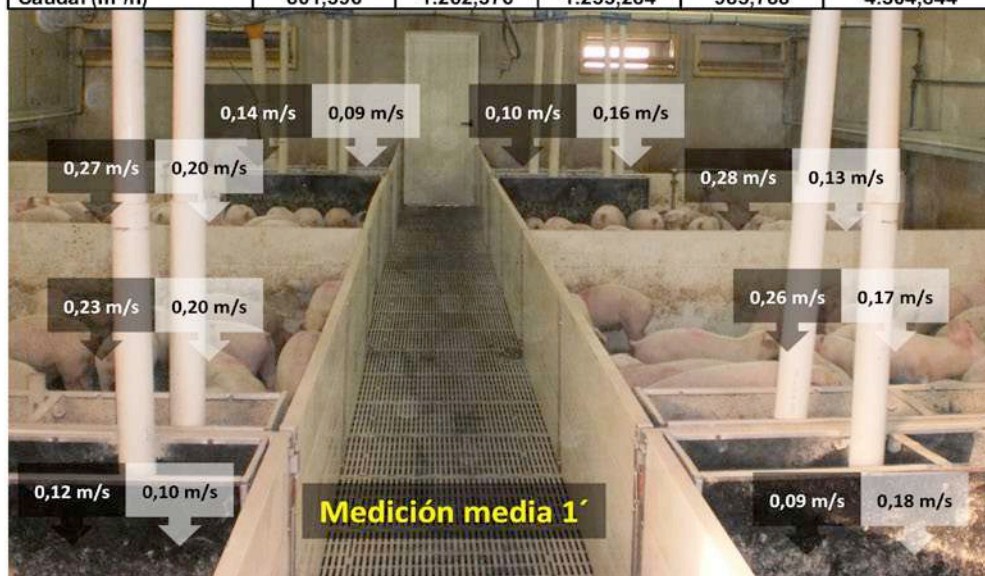
1. Confort y ambiente

marco
collell



1.5. Velocidad del aire

Mediciones realizadas	ENTRADA 1	ENTRADA 2	ENTRADA 3	ENTRADA 4	TOTAL
Velocidad (m/s)	1,130	1,780	1,770	1,390	1,5175
Apertura (m²)	0,197	0,197	0,197	0,197	0,7880
Caudal (m³/h)	801,396	1.262,376	1.255,284	985,788	4.304,844



1. Confort y ambiente

marco
collell

Instrumentos:



Generador eléctrico de humo portátil



Observación: Distribución



Observación: Obstáculos

1.6. Circulación del aire

Comprobaciones :

- Flujo y patrón de renovación
- Distribución en sala
- Obstáculos
- Infiltraciones de aire
- Diseño de la sala
- Observación y sentido común



Observación: Infiltraciones



Diseño



Observación y sentido común

2. Características generales

marco
collell



2.1. Instalaciones

ALIMENTACIÓN



SUELO



CONSERVACIÓN



CALEFACCIÓN



REFRIGERACIÓN



VENTILACIÓN



3. Dimensiones básicas

marco
collell



Tipo y raza

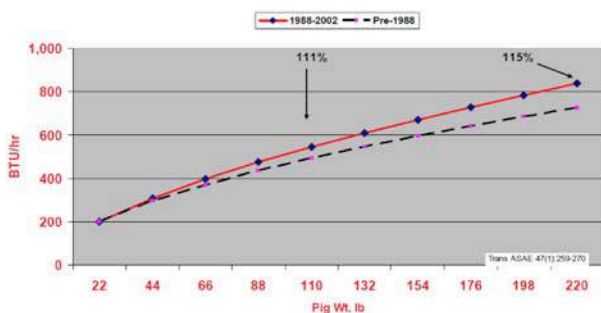


3.1. Animales

Pesos y ocupación



Producción de calor (cerdos 10-100 kg)



- Tipo y raza
- Peso de entrada y salida
- Número de animales
- Capacidad teórica de la sala
- Ocupación real

Dr Mike Brumm (2009) Understanding common ventilation system mistakes 2009 Allen D. Leman Swine Conference (pp 130-135)

3. Dimensiones básicas



3.2. Mediciones de la instalación

“una primera aproximación”



Capacidad de la sala (plazas)	32
Largo (m)	20,00
Ancho (m)	8,60
Altura media (m)	3,70
Entrada-ventilador (m)	17,50
Entrada-sonda (m)	10,00
Volumen útil/cerda (m ³)	20,00
Altura mínima para flujo de aire (m)	5,25
Distancia correcta entrada-sonda (m)	6,00
Altura correcta sonda (m)	1,50
Superficie potencial entrada de aire x sala (m ²)	0,80
Capacidad teórica máxima de extracción de aire x sala (m ³ /h)	16.000,00
Necesidades de apertura mínima teórica x sala (m ²)	0,18
Necesidades de apertura máxima teórica x sala (m ²)	1,48
Necesidades de ventilación mínima teórica (m ³ /h)	960
Necesidades de ventilación máxima teórica (m ³ /h)	8000

3. Dimensiones básicas



3.3. Espacio de flujo de aire

Espacio físico para la correcta circulación del aire



Distancia entrada-ventilador



Altura de la sala (media)

Cálculo del espacio necesario para el correcto flujo de aire:

0,3 m de altura por cada m de flujo



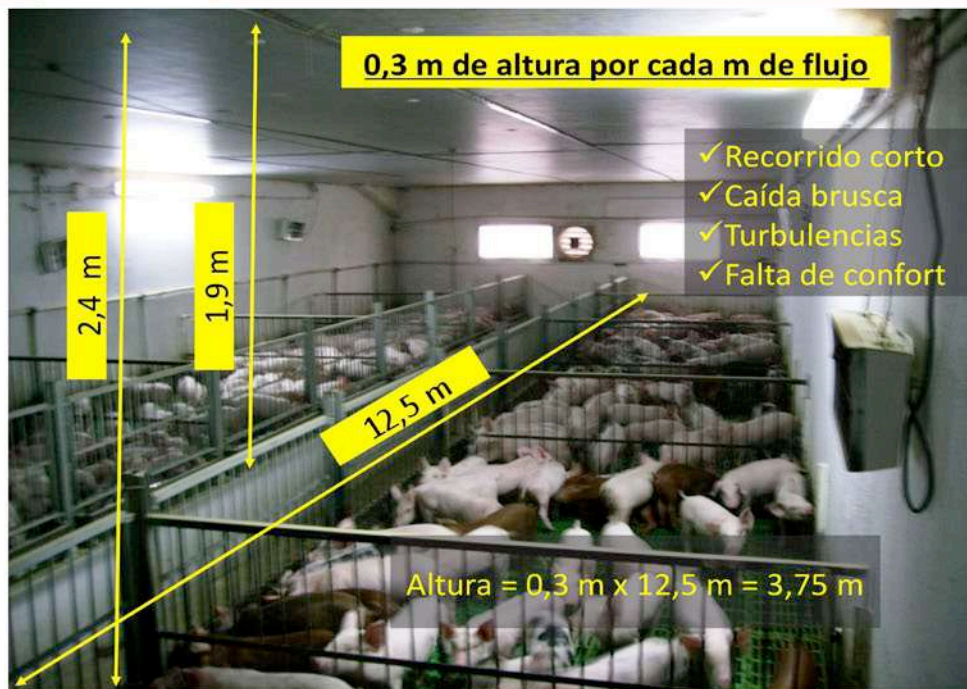
3. Dimensiones básicas

marco
collell



3.3. Espacio de flujo de aire

Espacio físico para la correcta circulación del aire



3. Dimensiones básicas

marco
collell



3.3. Espacio de flujo de aire

Diseño inadecuado para la circulación del aire



“NAVES LARGAS”



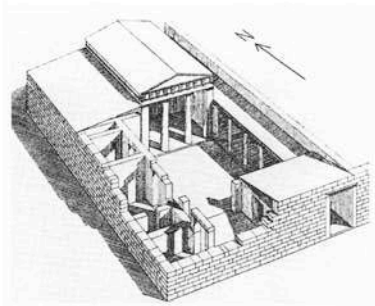
“NAVES BAJAS”

4. Diseño constructivo

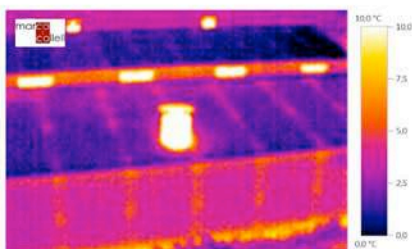


4.1. Estrategias pasivas

“Conceptual y práctico”



Fuente: Butti, Ken y Perlin, John (1980). "A golden thread"



- Objetivo : CONFORT de los animales, no el nº de sistemas de energía “ACTIVA” que se instalen.
- Acciones “PASIVAS” de diseño para minimizar la demanda energética “ACTIVA” y la falta de confort
- Un mal diseño hipoteca el edificio para toda su vida útil, con una difícil y costosa solución posterior

- Diseño adaptado al clima
- Orientación
- Aislamiento térmico
- Eliminación de puentes térmicos
- Hermeticidad

4. Diseño constructivo



4.2. Diseño adaptado al clima

“El ejemplo claro en naves de ventilación natural”



4. Diseño constructivo

marco
collell

4.2. Diseño adaptado al clima

“El ejemplo de la orientación”

IRRADIANCIA DIARIA SEGÚN ORIENTACIÓN (LATITUD 37° 30 ') EXPRESADA EN %



<http://www.plataforma-pep.org/>

- La fachada S recibe el triple de radiación solar en invierno que en verano.
- La radiación en las fachadas E y O es 1,5-2,5 veces mayor en verano que invierno.
- La fachada N recibe muy poca radiación directa.
- La cubierta recibe unas 1,5-4,5 veces más radiación en verano que en invierno.

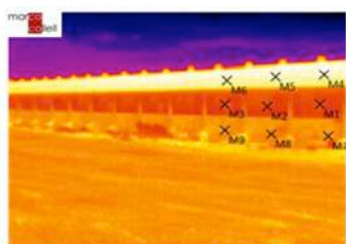
4. Diseño constructivo

marco
collell

4.2. Diseño adaptado al clima

“El ejemplo de la protección solar”

Si tenemos una correcta orientación de la nave,
necesitaremos proteger la cara sur



Objetos de medición	Temp. [°C]
Punto de medición 1	26,3
Punto de medición 2	25,4
Punto de medición 3	25,6
Punto de medición 4	41,0
Punto de medición 5	40,8
Punto de medición 6	40,5
Punto de medición 7	31,4
Punto de medición 8	30,8
Punto de medición 9	31,5

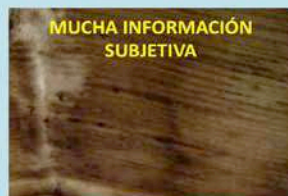


Primavera 2011: T^a aire exterior de 18 °C.

4. Diseño constructivo

marco
collell

Instrumentos:



VISUAL



TERMÓMETRO POR INFRARROJOS



CÁMARA TERMOGRÁFICA



MULTIFUNCIÓN+ SONDA VALOR U

RITGA JUSTIFICATIVA. Limitació tècnica energètica. Clima singularitzat									
Folha 1. Càlcul dels paràmetres característics mitja									
Càlcul de la U									
Material	λ (W/mK)	h (m)	U (W/m²K)	U (W/m²K)	U (W/m²K)	U (W/m²K)	U (W/m²K)	U (W/m²K)	U (W/m²K)
1. Sota	0,025	0,025	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2. Sota	0,025	0,025	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
3. Sota	0,025	0,025	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
4. Sota	0,025	0,025	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
5. Sota	0,025	0,025	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
6. Sota	0,025	0,025	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
7. Sota	0,025	0,025	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
8. Sota	0,025	0,025	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
9. Sota	0,025	0,025	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10. Sota	0,025	0,025	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

CÁLCULO TÉCNICO

4.3. Aislamiento térmico

Comprobaciones :

- Diagnóstico visual
- Variaciones de temperatura superficial en cerramientos
- Conductividad de fachada y cubierta
- Estado de conservación de la nave
- Necesidades de aislamiento

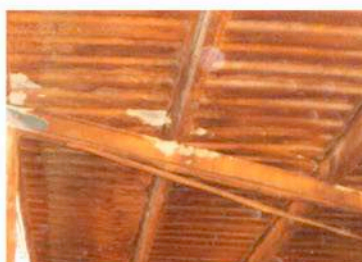
4. Diseño constructivo

marco
collell



4.3. Aislamiento térmico

“Diagnóstico visual”



4. Diseño constructivo

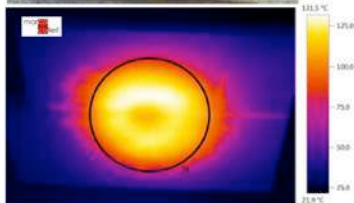
marco
collell



4.3. Aislamiento térmico

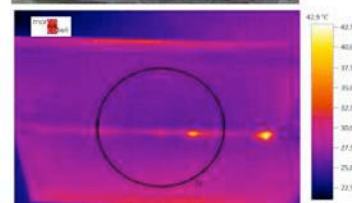
Reducción directa de pérdidas (invierno) o ganancias (verano)

Panel "sandwich" con 40 mm espuma poliuretano



113 °C

26,9 °C



4. Diseño constructivo

marco
collell



4.3. Aislamiento térmico



El aislamiento debe "empaquetar" el edificio, continuo y con el mismo espesor

Aislar es rentable

1€ invertido en aislar = 7€ de retorno*

- Aislamiento del tejado (clima moderado): 30 €/m²
- Ahorro energético debido al aislamiento: 7,5 €/m²
- Retorno de la inversión: 4 años
- Ahorro durante la vida útil del tejado: 226 €/m²



*Fuente: Ecofys sl, 2006

4. Diseño constructivo

marco
collell



4.3. Aislamiento térmico

Termómetro por infrarrojos



Paredes + techo entrada de aire



Paredes + techo salida de aire

- Puntos sólidos de la nave
- Variación de temperatura en cerramientos ($< 2^{\circ}\text{C}$)
- Tener en cuenta orientación
- Observación en sala y animales



Paredes + techo laterales

4. Diseño constructivo

marco
collell



4.3. Aislamiento térmico

Cámara termográfica

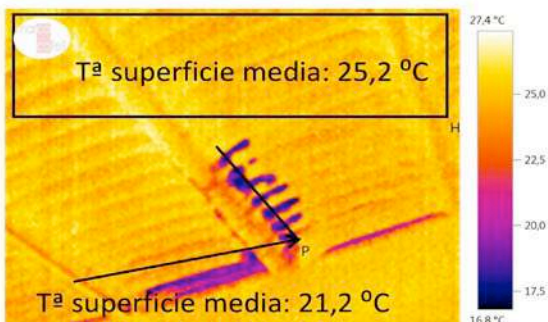
Mantenimiento preventivo:

La detección temprana reduce costes

Sin calefacción

T^{a} exterior: 15°C

INVIERNO



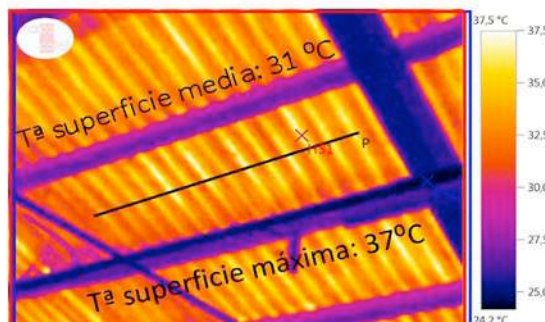
Tomar decisiones:

¿cuándo renovar el aislamiento?

Paneles de refrigeración funcionando

T^{a} exterior: 32°C

VERANO

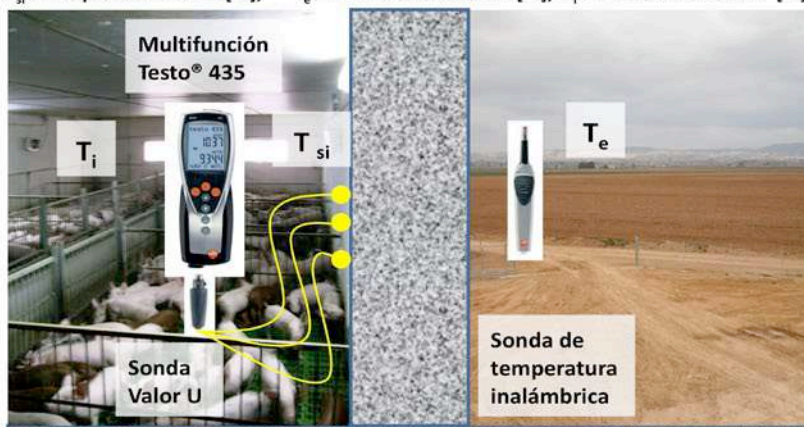


4. Diseño constructivo

marco
collell

4.3 Aislamiento térmico

Nivel de aislamiento: Transmitancia térmica-valor U

 T_{si} : Tª superficial interior [°C]; T_e : Tª ambiente exterior [°C]; T_i : Tª ambiente interior [°C]

- ✓ Debe existir una clara diferencia de Tª entre el interior y el exterior
- ✓ Condiciones de Tª estables (estado estacionario)
- ✓ Instrumento:
 - Proteger del frío y de cualquier radiación directa de calor
 - A 30 cm de distancia del muro/pared y misma altura que la sonda valor U

Flujo a través de una pared
 $Q/A = U (T_i - T_e)$ Flujo de calor ambiente - pared
 $Q/A = (T_i - T_{si}) h_{ci}$ 

$$U (T_i - T_e) = (T_i - T_{si}) h_{ci}$$



$$U = \frac{(T_i - T_{si}) h_{ci}}{(T_i - T_e)} \text{ [W/ m}^2\text{K]}$$

www.testo.es

4. Diseño constructivo

marco
collell

Instrumentos:



VISUAL



TERMÓMETRO POR INFRARROJOS



TERMOGRAFÍA INFRARROJA

4.4. Puentes térmicos

Comprobaciones :

- Diagnóstico visual
- Cambio del espesor del cerramiento
- Materiales empleados
- Penetración de elementos constructivos con diferente conductividad
- Estado de conservación de la nave

Son zonas de la envolvente del edificio con una variación de uniformidad y resistencia térmica de la construcción.

También son partes sensibles donde aumenta la posibilidad de producción de condensaciones en épocas frías.

4. Diseño constructivo

marco
collell



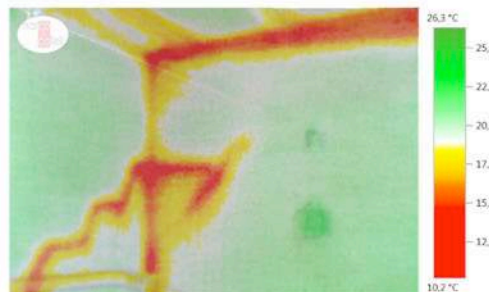
4.4. Puentes térmicos

Cámara termográfica

Detección de puentes térmicos significativos

Monitorización:

Detectar zonas de la envolvente con falta de uniformidad



Calidad constructiva (naves nuevas) y mantenimiento preventivo (naves funcionando)

4. Diseño constructivo

marco
collell

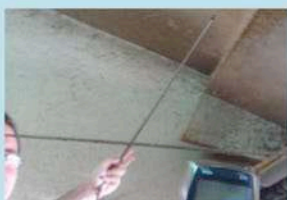
Instrumentos:



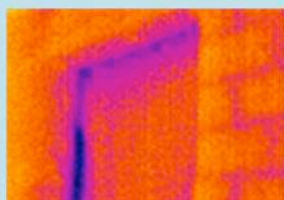
VISUAL



GENERADOR DE HUMO



ANEMÓMETRO



TERMOGRAFÍA INFRARROJA



TEST DE ESTANQUEIDAD



OBSERVAR CONFORT

4.5. Estanqueidad

Comprobaciones :

- Entradas de aire parásitas: puertas, ventanas, fosas...
- Sellado de juntas en cubiertas y paredes
- Impermeabilización, uniones en general
- Rendimiento del ventilador (viento)
- Observar el confort de los animales

4. Diseño constructivo

marco
collell



4.5. Estanqueidad

“Diagnóstico visual”



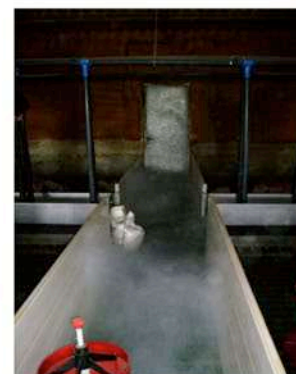
4. Diseño constructivo

marco
collell



4.5. Estanqueidad

“visualizar infiltraciones no evidentes”



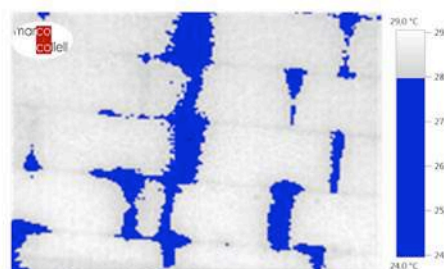
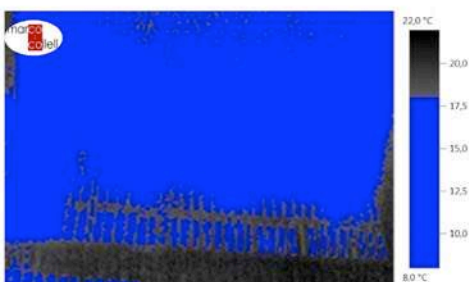
4. Diseño constructivo



4.5. Puentes térmicos

Cámara termográfica

Diagnóstico del origen



La estanqueidad de la envolvente del edificio tiene que ser excelente y debemos comprobarlo periódicamente

4. Diseño constructivo



4.5. Estanqueidad

“Test de estanqueidad”

1. Ajustar la presión estática 0 Pa (manómetro).
2. Cerrar todas las aberturas (puertas, entradas de aire, etc.)
3. Aumentar ventilación (%) de forma manual hasta 40 Pa y “leer” % de ventilación.
4. Calcular la “infiltración de aire” a 40 Pa:



Manómetro sensible de presión diferencial (fijo o portátil)

$$\% \text{ infiltraciones}_{40} = \frac{\text{Aire nominal}_{40} \text{ (m}^3\text{/h)}}{\text{Capacidad nominal máxima instalada (m}^3\text{/h)}} \times 100$$

9. Comparar con “tabla fugas de aire parásitas”

5. Equipos eficaces y eficientes

marco
collell

Instrumentos:



TACÓMETRO DIGITAL MANUAL
(ÓPTICO O POR CONTACTO)



CINTA MÉTRICA



VOLTÍMETRO SENSIBLE DIGITAL



ANEMÓMETRO SENSIBLE CON
SONDA TÉRMICA DE CAUDAL



CÁLCULOS



"DATA LOGGER" ENERGÉTICO

5.1. Salida de aire

Comprobaciones :

- Necesidades de extracción
- Rendimiento del ventilador (velocidad)
- Rendimiento del ventilador (voltaje)
- Caudal de extracción
- Consumos

5. Equipos eficaces y eficientes

marco
collell

5.1. Salida de aire

Elección y mantenimiento del ventilador: clave

- Funciones del ventilador:
 - Máximo responsable de la presión negativa de la sala
 - Suministra las necesidades de caudal (max-min)
- Muchas opciones en el mercado en función:
 - Diseño, colocación, caudal, eficiencia, velocidad, regulación, etc..



5. Equipos eficaces y eficientes



5.1. Salida de aire

Correcta elección del ventilador: objetiva



1. **CAUDAL (m^3/h)** a presión estática (Pa) "real", simulando el funcionamiento en granja. Elegir el de mayor caudal.
2. **FIABILIDAD (Pa)**, como relación entre caudal a elevada presión estática (40-50 Pa) y a baja (10-12 Pa). Elegir el más próximo a 1.
3. **EFICIENCIA ($\text{m}^3/\text{h}/\text{W}$)**, como relación entre caudal (m^3/h) y potencia (W). Se recomienda medir a 10-12 Pa y 20-25 Pa. Elegir el valor más elevado.
4. **OTROS:** Valorar servicio post venta, coste de mantenimiento y precio de compra.

5. Equipos eficaces y eficientes



5.1. Salida de aire

Elección objetiva del ventilador

Modelo	Diámetro (cm)	Caudal (m^3/h) a 12,5 Pa	Eficiencia ($\text{m}^3/\text{h}/\text{W}$) a 12,5 Pa	Caudal (m^3/h) a 25 Pa	Eficiencia ($\text{m}^3/\text{h}/\text{W}$) a 25 Pa	Fiabilidad caudal a 50 Pa / caudal a 12,5 Pa
1	50	7599	18,02	7395	17,00	0,90
2	50	6732	14,62	6528	13,94	0,90
3	50	5423	20,06	4998	18,53	0,72
4	50	5287	19,72	4828	17,85	0,69
5	50	6154	14,45	5814	13,43	0,82
6	50	8092	16,32	7752	15,47	0,84
7	50	8092	18,02	7786	17,17	0,87
8	50	6006	21,76	5641	20,57	0,79
9	50	8442	13,94	8129	13,09	0,88
10	50	6103	18,70	5780	17,51	0,82
11	50	7616	16,49	7344	15,81	0,89
12	50	7650	23,12	7242	21,42	0,80

Bioenvironmental and Structural Systems Laboratory

0 Pa: Presión estática con el ventilador funcionando libre, sin resistencias.

Muchos fabricantes muestran el rendimiento con esta presión, no sirve de nada.

10- 25 Pa: Presión estática que normalmente opera en las salas de ventilación forzada

>25 Pa: Presión estática cuando se utilizan paneles de refrigeración por ejemplo.

5. Equipos eficaces y eficientes



5.1. Salida de aire

Consecuencias de una elección: Coste Anual de Funcionamiento (ACA)

$$ACA = \left(\frac{C_1}{E_1} - \frac{C_2}{E_2} \right) \times T \times P \times 0,001$$

C₁: Tasa de ventilación ventilador A (m³/h)
E₁: Eficiencia energética del ventilador A (m³h/W)
C₂: Tasa de ventilación ventilador B (m³/h)
E₂: Eficiencia energética del ventilador B (m³h/W)
T: Funcionamiento medio del ventilador (h/año)
P: Coste eléctrico (€/kWh)

Ejemplo: Comparación de 2 ventiladores (A y B) de 50 cm diámetro funcionando 7800 h/año

C ₁ (ventilador A)	E ₁ (ventilador A)	C ₂ (ventilador B)	E ₂ (ventilador B)	T (horas/año)	P (€/Kw h)
7560	21,42	8129	13,09	7800	0,1

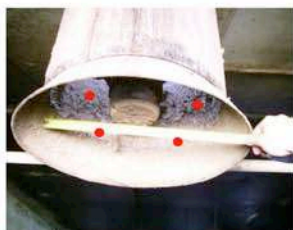
$$ACA = \left(\frac{7560}{21,42} - \frac{8129}{13,09} \right) \times 7800 \times 0,1 \times 0,001 = -209,1 \text{ €} \quad \text{Ahorro por ventilador}$$

5. Equipos eficaces y eficientes



5.1. Salida de aire

Caudal y consumos del ventilador



4 mediciones (anemómetro)
1 minuto/medición (media)
Media de las 4 mediciones
Medir sección (π r²)

Caudal_{medio} = v_{media} x sección



	VENTILADOR 1 (1.292 rpm)				VENTILADOR 2 (1.350 rpm)			
Mediciones realizadas	Medición1	Medición2	Medición3	Total	Medición1	Medición2	Medición3	Total
Velocidad (m/s)	7,950	8,830	8,340	8,373	10,190	9,840	10,120	10,050
Sección (m ²)	0,159	0,159	0,159	0,159	0,159	0,159	0,159	0,159
Caudal (m ³ /h)	4.550,580	5.054,292	4.773,816	4.792,705	5.832,756	5.632,416	5.792,688	5.752,620

Velocidad nominal de la hélice (rpm)	Caudal a 0 Pa (m ³ /h)	Caudal a 30 Pa (m ³ /h)	Caudal a 50 Pa (m ³ /h)	Caudal a 80 Pa (m ³ /h)	Caudal a 100 Pa (m ³ /h)
1.330	8.746	7.925	7.369	6.446	5.653

5. Equipos eficaces y eficientes

marco
collell

5.1. Salida de aire

Ventilador: conseguir la ventilación mínima

> 1 ventilador



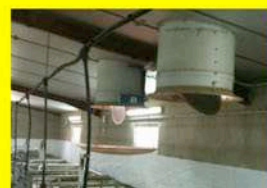
Regulación y
activación por fases

1 ventilador + diafragma



Reducir sección
No reducir velocidad

1 ventilador



Regulación por
caudal y velocidad

5. Equipos eficaces y eficientes

marco
collell

5.1. Salida de aire

¿Diámetro?

Diámetro (cm)	V. mínima (m ³ /h)	V. máxima (m ³ /h)
30	600	1600
35	900	3000
40	1200	4500
45	1600	6000
50	2200	8000
56	2800	9600
63	3800	12000
71	5100	15000



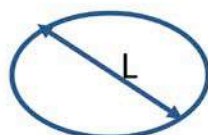
5. Equipos eficaces y eficientes

marco
collell

5.1. Salida de aire

Ventilación mínima (m ³ / hora)	Diafragma cuadrado Lado (L) (cm)
150	10
200	12
300	14
400	16
500	18
600	20
700	22
850	24
1000	26
1200	28
Ventilación mínima (m ³ / hora)	Diafragma redondo Diámetro (cm)
150	11
200	13,5
300	16
400	18
500	20
600	22,5
700	25
850	27
1000	29
1200	31,5

Diafragma:
conseguir la ventilación mínima



5. Equipos eficaces y eficientes

marco
collell

Diseño

5.1. Salida de aire

Sala de transición con 380 lechones y 2 ventiladores de 45 cm Ø



CAPACIDAD DE LOS VENTILADORES (m ³ / hora)		
Diámetro (cm)	Ventilación mínima	Ventilación máxima
30	600	1600
35	900	3000
40	1200	4500
45	1600	6000
50	2200	8000
56	2800	9600
63	3800	12000
71	5100	15000
82	7300	22000

Ventilación mínima: 1600 m³/h (1 ventilador) > 1140 m³/h → Diafragma en 1ª semana → Cuadrado 28 cm lado o redondo 31,5 cm Ø

Ventilación máxima: 12000 m³/h (2 ventiladores) > 5120 a 8000 m³/h → Reducción % nominal → 38%, 44%, 50%, 57%, 67%, 76%

Necesidades de ventilación	SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		SEMANA 5		SEMANA 6	
	POR LECHÓN	POR SALA	POR LECHÓN	POR SALA	POR LECHÓN	POR SALA	POR LECHÓN	POR SALA	POR LECHÓN	POR SALA	POR LECHÓN	POR SALA
ventilación mínima (m ³ /h)	3	1.140	4	1.520	5	1.900	6	2.280	7	2.660	8	3.040
ventilación máxima (m ³ /h)	12	4.560	14	5.320	16	6.080	18	6.840	21	7.980	24	9.120

5. Equipos eficaces y eficientes

marco
collell



5.1. Salida de aire

“Ajustar los ventiladores a la misma velocidad periódicamente”



6 salas x 2 personas x 1 hora

Número sala	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mínima (10%)	442	122	379	311	83	445	429	548	575	460
% desviación	15	-207	1	-21	-352	16	13	32	35	18
Máxima (100%)	1332	1399	1296	1376	1382	1396	1380	1387	1339	1377
% desviación	-3	2	-6	0	1	2	0	1	-3	0



5. Equipos eficaces y eficientes

marco
collell

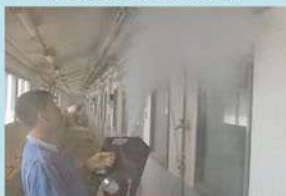
Instrumentos:



CINTA MÉTRICA



MANÓMETRO SENSIBLE DE
PRESIÓN DIFERENCIAL

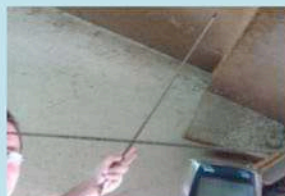


GENERADOR DE HUMO
PORTÁTIL

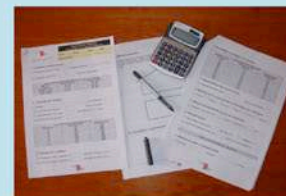
5.2. Entrada de aire

Comprobaciones :

- Necesidades de entrada de aire
- Caudal de entrada en la sala
- Presión estática en la sala
- Regulación del deflector
- Sistema de emergencia



ANEMÓMETRO SENSIBLE CON
SONDA TÉRMICA DE CAUDAL



CÁLCULOS

5. Equipos eficaces y eficientes

marco
collell

5.2. Entrada de aire

Diseño de la entrada de aire: Clave

- La entrada de aire es clave para el correcto funcionamiento del sistema
 - Dirige el aire en el interior de la sala: DEBE TENER DEFLECTOR
 - Regula la uniformidad del caudal de entrada: CORRECTO DIMENSIONADO
 - Regula la presión estática junto con el ventilador: CORRECTA REGULACIÓN



5. Equipos eficaces y eficientes

marco
collell

5.2. Entrada de aire

Sistemas de presión negativa: presión estática

- Presión estática: Diferencia de presión entre el interior y exterior de la nave debido a la resistencia (rozamiento) del paso del aire por restricciones (ej. entradas de aire) ... (Pa)



Manómetro sensible de presión diferencial (fijo)



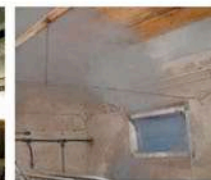
Manómetro sensible de presión diferencial (portátil)



<5 Pa



5-10 Pa



>20 Pa

5. Equipos eficaces y eficientes

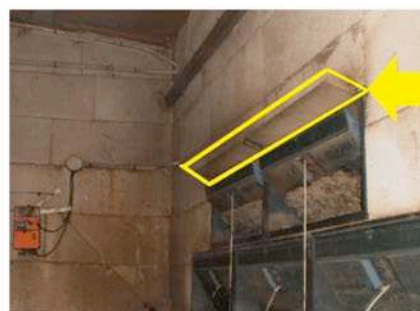
marco
collell



Regulación

“Algo más que una entrada de aire”

5.2. Entrada de aire



5. Equipos eficaces y eficientes

marco
collell

5.2. Entrada de aire

Consecuencias de una mala regulación

Presión estática (Pa)	Caudal (m ³ /h)	Eficiencia (m ³ h /W)
0	8036	20,9
12	7646	20,1
25	7172	18,9
37	6813	17,5
50	6337	16,7
62	5828	15,5
75	4774	13,1



Ventilador de 50 cm . Test certificado por BESS Lab (Bioenvironmental & Structural Systems Laboratory)



- **Regulación correcta:** 35% + eficiente y 38% + caudal
- **Regulación incorrecta:** mayor consumo, riesgo de avería y mal confort de los animales

5. Equipos eficaces y eficientes

marco
collell

5.2. Entrada de aire

Ejemplos de lo que no debe ser una entrada de aire



Foto: marco collell

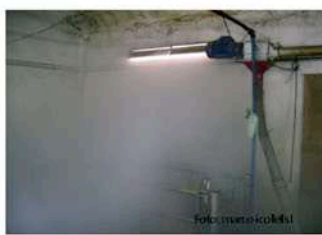


Foto: marco collell



Foto: marco collell

- **LA INSTALACIÓN MÁS BARATA PERO LA QUE PUEDE PROVOCAR MUCHOS PROBLEMAS :**
 - INCREMENTO DE CONSUMOS (VENTILADOR + CALEFACCIÓN)
 - MAL CONFORT EN LOS ANIMALES



Foto: marco collell



Foto: marco collell



Foto: marco collell

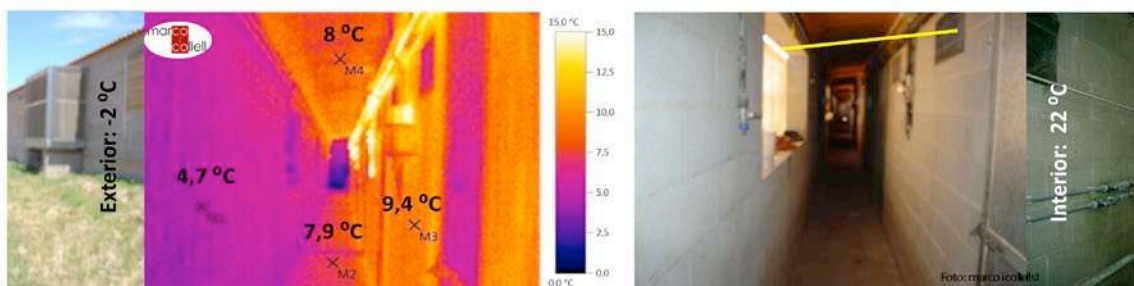
5. Equipos eficaces y eficientes

marco
collell

5.2. Entrada de aire

“Con pasillo de precalentamiento de aire”

- EL OBJETIVO ES EVITAR QUE EL AIRE FRÍO EN INVIERNO ENTRE DIRECTAMENTE EN LA SALA
- SI CALENTAMOS MUCHO ESTAMOS DERROCHANDO MUCHA CALEFACCIÓN Y EL AIRE CIRCULA MAL EN EL INTERIOR



- Tª ENTRE 5 -10 °C EN INVIERNO, CUANDO EN EL EXTERIOR HACE MUCHO FRÍO (<0°C)
- SI TENEMOS < 5°C PODEMOS TENER PROBLEMAS DE HELADAS Y DEBEREMOS CALENTARLO (CALEFACCIÓN)

5. Equipos eficaces y eficientes

marco
collell

Diseño

5.2. Entrada de aire

Sala de transición con 380 lechones y 4 entradas de aire



$$\text{Caudal} = \text{Velocidad} \times \text{sección}$$

$$\text{Sección} = \text{Caudal} / \text{Velocidad}$$

$$\text{Apertura} = \text{Sección} / \text{longitud}$$

Necesidades de ventilación por lechón (m³/h)	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6
ventilación mínima (m³/h)	3	4	5	6	7	8
ventilación máxima (m³/h)	12	14	16	18	21	24

$$\text{Sección} = 3 \text{ m}^3/\text{h} \times 380 / 1,5 \text{ ms} \times 3600 = 0,211 \text{ m}^2$$

$$\text{Sección} = 24 \text{ m}^3/\text{h} \times 380 / 1,5 \text{ ms} \times 3600 = 0,1689 \text{ m}^2$$

Necesidades de apertura	SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		SEMANA 5		SEMANA 6	
	POR SALA	POR ENTRADA	POR SALA	POR ENTRADA	POR SALA	POR ENTRADA	POR SALA	POR ENTRADA	POR SALA	POR ENTRADA	POR SALA	POR ENTRADA
Con v. mínima (m²)	0,211	0,053	0,282	0,070	0,352	0,088	0,422	0,106	0,493	0,123	0,563	0,141
con v máxima (m²)	0,844	0,211	0,985	0,246	1,126	0,282	1,267	0,317	1,478	0,369	1,689	0,422

Velocidad de entrada de 1,5 m/s, no existen fugas de aire en la sala y los ventiladores están correctamente calibrados

Si elevamos la velocidad de entrada, aumentaremos el caudal sin aumentar sección de ventana

5. Equipos eficaces y eficientes

marco
collell

Instrumentos:

5.3. Calefacción



Cálculos



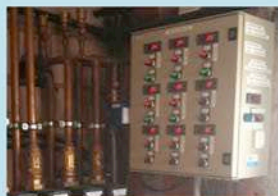
Termómetro por infrarrojos



Cámara Termográfica

Comprobaciones :

- Necesidades de calefacción
- Diseño y funcionamiento del sistema
- Temperatura de funcionamiento
- Regulación y consumos
- Observación y sentido común



Regulación



Observación (general)



Observación (localizada)

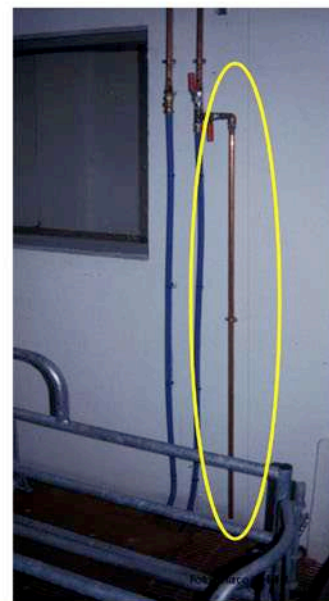
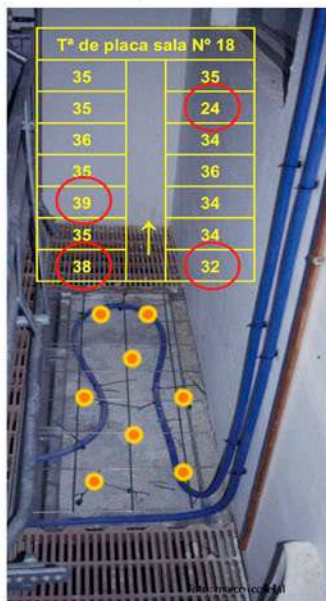
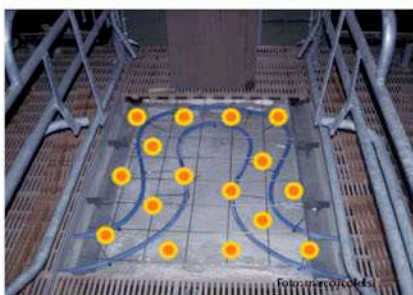
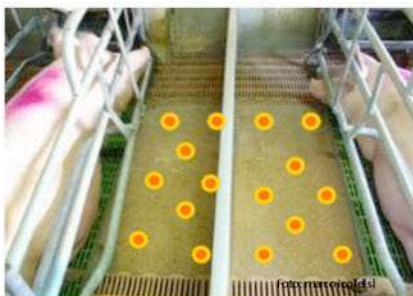
5. Equipos eficaces y eficientes

marco
collell



5.3. Calefacción

Monitorización objetiva del funcionamiento



Distribución uniforme del calor, rendimiento por placa, desviaciones, regulación, etc.

5. Equipos eficaces y eficientes

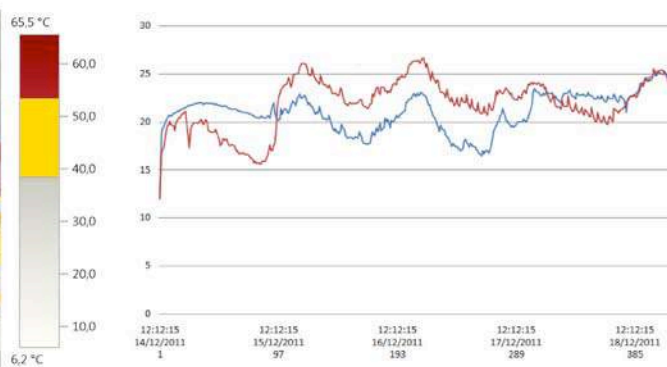
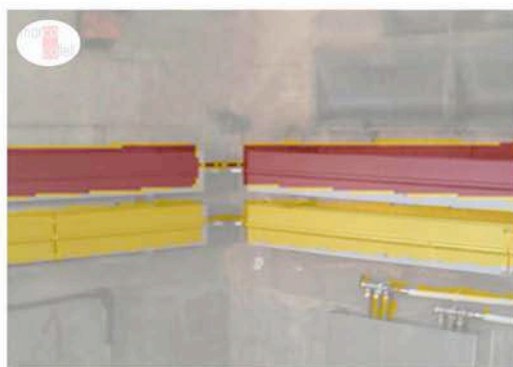
marco
collell



5.3. Calefacción

Monitorización objetiva del funcionamiento

- Calefacción ambiente por convección mediante tubo de aleta simple. Capaz de suministrar unos 150 w por cada m lineal de tubo (si la Tª del agua >70 °C).



- Vemos que ambas líneas quedan cortas, sobretodo la inferior. La solución no es instalar más tubo sino hacer que la Tª del agua aumente.

5. Equipos eficaces y eficientes

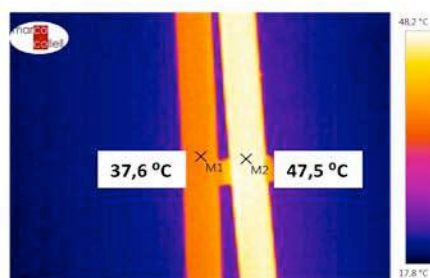
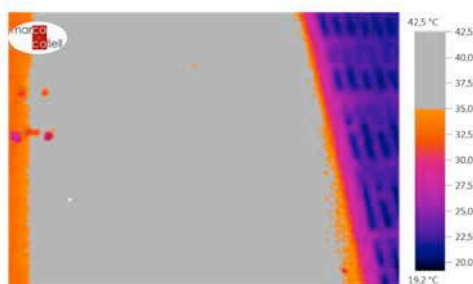


5.3. Calefacción

Monitorización objetiva del funcionamiento



- Distribución de la Tª en la placa.
- Regulación de la Tª a las necesidades.
- Regulación de caldera y Tª de entrada/retorno
- Presencia de fugas y obstrucciones
- Patrón de funcionamiento de todas las placas



5. Equipos eficaces y eficientes



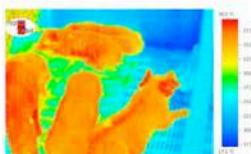
5.3. Calefacción

1º determinar las necesidades de calefacción a instalar:

“TÉCNICO” → “Balance de calor”

$$Q_{\text{calefacción}} = Q_{\text{ventilación}} + Q_{\text{cerramientos}} - Q_{\text{animales}}$$

“PRÁCTICO” →



“Mantener la temperatura óptima (ZCT)

Tª ambiental ± factores ambientales

“NECESIDADES” →

- **Calefacción AMBIENTE** (Cálculo Base Lechón): 40 W/lechón
 - 35 W/ lechón (clima templado y/o buen aislamiento)
 - 50 W/lechón (clima frío y/o mal aislamiento)
- **Calefacción LOCAL** (Cálculo Base Lechón):
 - Placas en el suelo (conducción): 20 W/lechón
 - Radiantes a 1 m altura (radiación): 30 W/lechón

5. Equipos eficaces y eficientes

marco
collell

5.3 Calefacción

2º Elegir fuentes de calor eficientes

Pensando en la eficiencia y confort



3º Generar eficiencia y confort

Combinar calefacción ambiente y local



Regulación independiente (ambiente-local, por salas...)



5. Equipos eficaces y eficientes

marco
collell

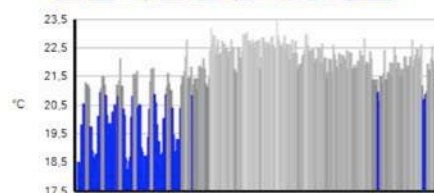
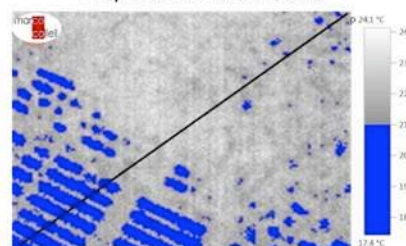
5.3 Calefacción

4º Introducir sistemas "low cost" que generan eficiencia y confort

Sistema doble clima en destete: ambiente estable y confort



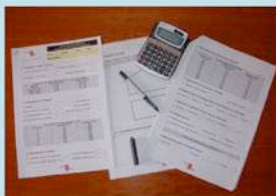
Papel en maternidad



5. Equipos eficaces y eficientes

marco
collell

Instrumentos:



Cálculos



Termómetro por infrarrojos



Cámara Termográfica

5.4. Refrigeración

Comprobaciones :

- Necesidades de refrigeración
- Diseño y funcionamiento del sistema
- Temperatura de funcionamiento
- Regulación y consumos
- Observación y sentido común



Visual



Regulación



Observación

5. Equipos eficaces y eficientes

marco
collell

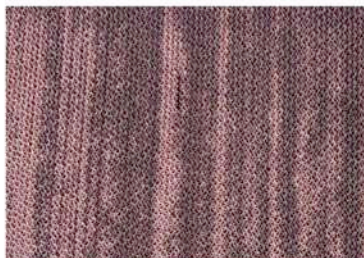


5.4. Refrigeración

“Diagnóstico visual”



El ventilador trabaja con más resistencia (Pa) por lo tanto el consumo es mayor.



El ventilador consume algo menos, pero no reduce la Temperatura ambiente



Presión estática de trabajo, ejemplo en paneles humidificadores:

20-100 Pa

ASAE STANDARDS 2002 American Society of Agricultural Engineering

5. Equipos eficaces y eficientes

marco
collell



5.4. Refrigeración

Diagnóstico con cámara termográfica



“Áreas secas” (reducen confort)

“Incrustaciones de cal” (mayor consumo ventilador)

- La T^a de superficie no es lo suficiente baja para el proceso de enfriamiento interior.
- Este panel necesita mantenimiento o simplemente debe ser sustituido.

5. Equipos eficaces y eficientes

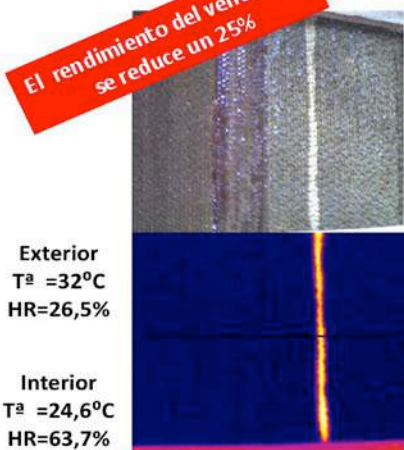
marco
collell



5.4. Refrigeración

Funcionamiento

El rendimiento del ventilador se reduce un 25%



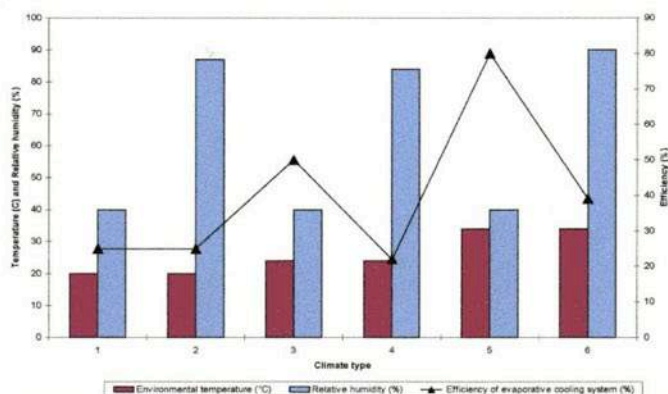
Exterior
 $T^a = 32^{\circ}\text{C}$
HR=26,5%

Interior
 $T^a = 24,6^{\circ}\text{C}$
HR=63,7%

Mínimo: 15,3 °C Máximo: 26,9 °C Valor medio: 16,1 °C



Eficiencia de los sistemas de refrigeración evaporativos en función del clima



1 = normal dry; 2= normal humid; 3= warm and dry; 4= warm and humid; 5=hot and dry; 6=hot and humid

Adaptado de Romijn y Lothorst,(1966)

5. Equipos eficaces y eficientes

marco
collell

Puntos críticos

5.4. Refrigeración

Velocidad de aire seco



V. Forzada



V. Natural

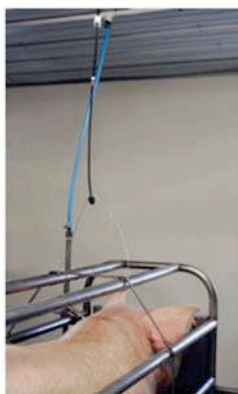
Pérdidas de calor sensible por convección

T^a del aire $> 32^{\circ}\text{C}$: -4°C T^a efectiva

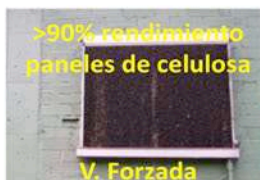
T^a del aire $< 32^{\circ}\text{C}$: -6°C T^a efectiva

Existe riesgo de estrés térmico

Enfriamiento directo



Refrigeración evaporativa:



$>90\%$ rendimiento
paneles de celulosa

V. Forzada



60-65% rendimiento
Alta presión 3000 kPa

V. Natural



V. Forzada



V. Natural

Mejor método contra el estrés por calor

Más eficaz : elevada T^a de aire y baja HR

HR elevada: no enfría y aumenta la HR de la sala

El estrés térmico se agrava

5. Equipos eficaces y eficientes

marco
collell

Puntos críticos

5.4. Refrigeración

Paneles humidificadores: diseño

La capacidad de enfriamiento del panel humidificador depende de:

1. Las características climáticas de la zona
2. El material
3. El espesor
4. El rendimiento comercial
5. La altura
6. La densidad
7. La velocidad del aire



5. Equipos eficaces y eficientes

marco
collell

Diseño

5.4. Refrigeración

Material	Espesor (cm)	Velocidad por el panel (m/s)	Caudal mínimo de agua por m lineal de panel (l/min/m)	Capacidad mínima del depósito de agua por m ² de panel (l/m ²)
Celulosa tratada	10	1,25	6	30
	15	1,75	10	40

Hellickson y Walker (1983)

$$\text{SECCIÓN} = \frac{\text{CAUDAL}}{\text{VELOCIDAD}}$$

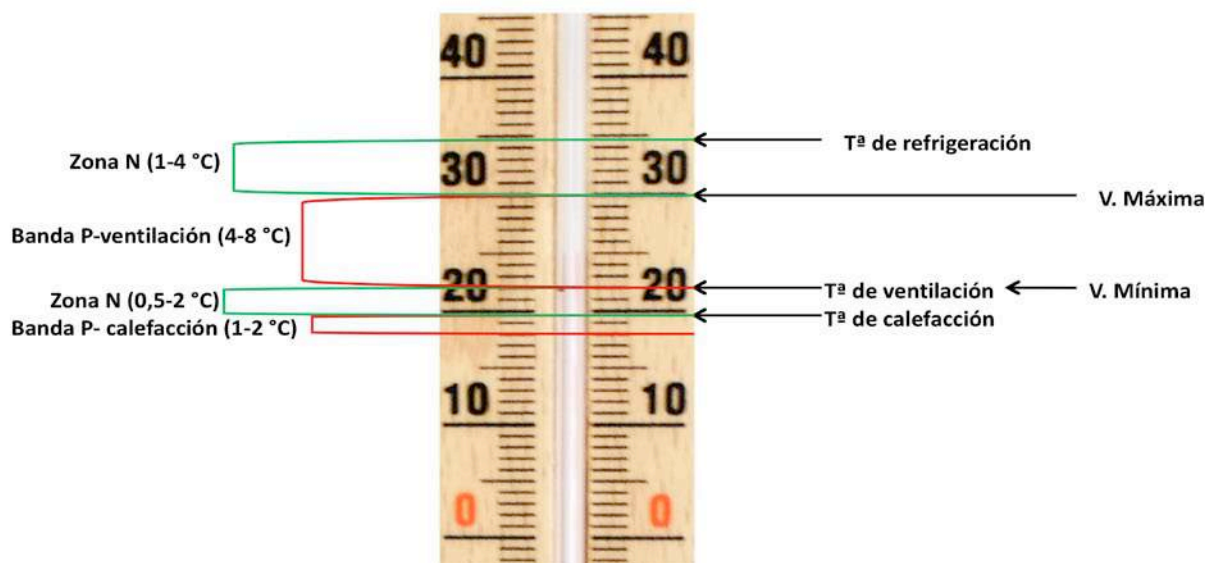
PV (kg)	Mínima (m ³ /h)	Máxima (m ³ /h)
10	5	13
15	7	19,5
20	9	26
25	11	32,5
35	13	35
55	15	55
75	19	75
100	23	100
120	23	120

VENTILADOR = 25-30% DE CAPACIDAD EXTRA

6. Control del sistema

marco
collell

6.1 Regulación

“Regulación por T^a”

¿Están confortables los animales?

6. Control del sistema



6.1 Regulación

“Algunos consejos prácticos”

- Evitar “Infra-ventilación” en invierno → Reducir la Tª ventilación
- Evitar “Sobre-ventilación” en verano → Elevar la Tª ventilación
- “Amplitud térmica” en primavera/otoño → Sonda Tª exterior (↑↓ “Banda”)
- “Banda” en invierno → Corta, 4-6 °C (pocas variaciones de Tª)
- “Banda” en primavera, verano y otoño → Larga, 6-8 °C (variaciones de Tª)
- Ventilación mínima → 2500 ppm CO₂ (medir también %HR)
- Ventilación máxima → % aire nominal en función de las necesidades
- Tª de ventilación → En función del tipo de animal y peso
- Tª de calefacción → zona neutra de 0,5-2 °C (según sistema de calefacción)

¿Están confortables los animales?

6. Control del sistema



6.1 Regulación

La sonda de temperatura dirige el sistema

Posición:

- ✓ Entrada de aire simple (1): 1/3 de la sala
- ✓ Doble entrada de aire (2): 1/2 de la sala
- ✓ Lejos de fuentes de calor (sol, calefacción,...)
- ✓ Lejos de corrientes de aire externas (entrada)

Altura: 1-1,5 m (zona ocupada)

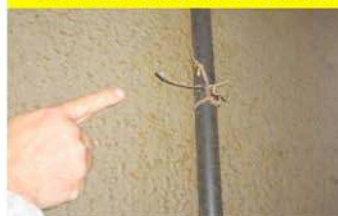
Mantenimiento periódico:

- ✓ Ajuste
- ✓ Limpieza
- ✓ Estanqueidad



Posición y ajuste

>1m cerramiento-sonda



“La radiación influye en la regulación”

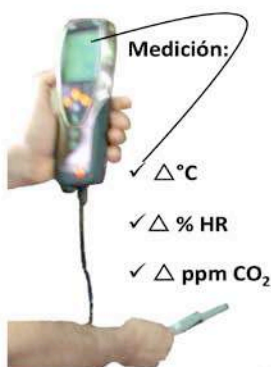
6. Control del sistema

marco
collell



6.1 Regulación

Error de la sonda (por debajo de la real):
“Ventilación sub-óptima”



Confort del lechón

Tª AMBIENTE, %HR EN SALA Y SENSIBILIDAD DE LA SONDA DE TEMPERATURA										
Número de sala	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Temperatura real (°C)	26,8	26,1	27,0	27,0	26,0	25,4	-	25,5	26,6	25,2
Temperatura sonda(°C)	27,7	26,0	27,1	26,0	23,0	25,7	-	25,3	25,3	26,0
Humedad (%HR)	88,2	87,3	77,3	82,3	77,0	76,6	-	76,4	75,8	72,8
Sensibilidad sonda	-0,9	0,1	-0,1	1,0	3,0	-0,3	-	0,2	1,3	-0,8

6. Control del sistema

marco
collell



6.1 Regulación

Error de la sonda (por encima de la real):
“Sobre-ventilación”

Confort del lechón y consumos

La sobre-ventilación y sus consecuencias en una nave de 1000 cerdos de 23 kg.

% sobre-ventilación respecto al control (regulación correcta)	Incremento del coste de propano por encima del control (regulación correcta)	% incremento en el coste de propano por encima del control (regulación correcta)
10% sobre-ventilación	\$1.049 de incremento	27%
20% sobre-ventilación	\$1.960 de incremento	51%
30% sobre-ventilación	\$1.049 de incremento	77%
40% sobre-ventilación	\$2.970 de incremento	105%
50% sobre-ventilación	\$5.130 de incremento	132%
59% sobre-ventilación	\$ 6030 de incremento	156%

Fuente: Sorensen 2009

Fuente: “What you should know about decreasing heating and ventilation costs”. Western Hog Journal Winter 2011 Issue. Volume 32, Number 3, p 30-34

marco
collell

- ✓ Anti – asfixia
- ✓ Generador eléctrico
- ✓ Alarma (GSM,...)

COMPROBACIÓN SEMANAL DEL SISTEMA

marco
collell[illegible]

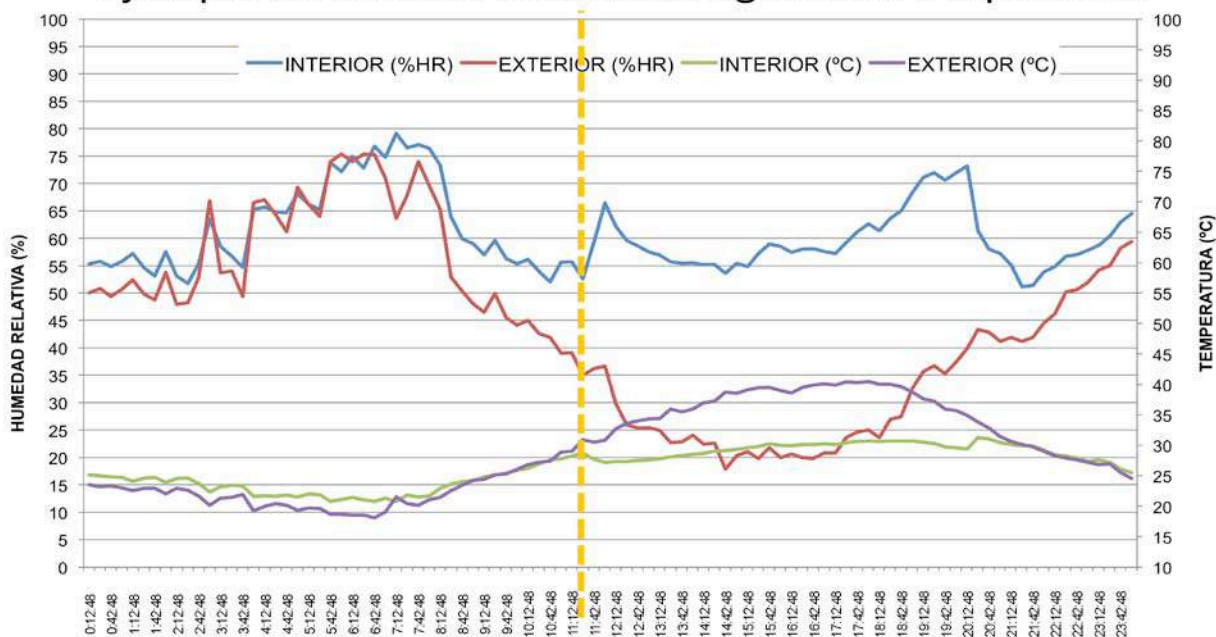
ENCUESTA SOBRE EL USO DE LA ENERGÍA

6. Control del sistema



6.2 Monitorización

Ejemplo de monitorización: Refrigeración evaporativa



6. Control del sistema

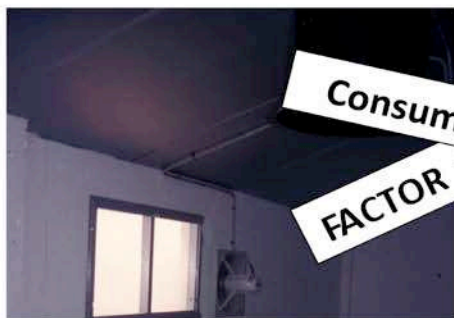


6.3. Mantenimiento

“La monitorización debe priorizar el mantenimiento preventivo en detrimento de la reparación de emergencia constante”

AÑO 1995, EFICIENCIA 8,2 m³h/W a 25 Pa

AÑO 2010, EFICIENCIA 6,7 m³h/W a 75 Pa



Consumo = 5490 €/sala
FACTOR 3,12 (x 1,22)

EFICIENCIA COMPRA* (F 2): 120 días/año (150 €/año) → x 2 (300 €/año) → x 15 años (4.500 €)

EFICIENCIA MANTENIMIENTO** (F 1,22): x 1,22 (183 €/año) → x 2 (366 €/año) → x 15 años (5.490 €)

* Bess lab (0,10 €/kWh)
** ASAE (0,10 €/kWh)

6. Control del sistema



6.3. Mantenimiento

Importancia de la presión estática de trabajo



Presión estática de trabajo	
Ventilador	Pa
Funcionando (aire libre)	0
Extracción en sala (sin viento ni obstáculos)	10-25
Extracción (panel evaporativo)	20-100
Extracción (ventilación por fosa)	40-100
Extracción (presión debido al viento)	20-100

Fuente: American Society of Agricultural Engineering (ASAE)

Mayor resistencia (Pa)=más consumo



25-30 Pa



40-100 Pa

6. Control del sistema



6.3. Mantenimiento

Ejemplo de mantenimiento: Paneles humidificadores

"mantener los equipos limpios es la base para un correcto funcionamiento"

"mejorar la calidad del agua reducirá el coste de mantenimiento"

Puntos críticos:

- Calidad del agua
- Limpieza.
- Regulación.
- Flujo de agua.
- Evitar crecimiento de algas
- Evitar áreas secas.
- Evitar pérdidas de agua en el sistema de distribución



6. Control del sistema

marco
collell

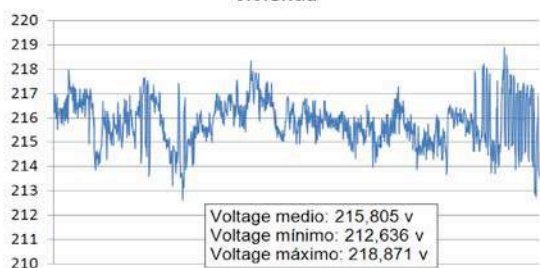


6.3. Mantenimiento

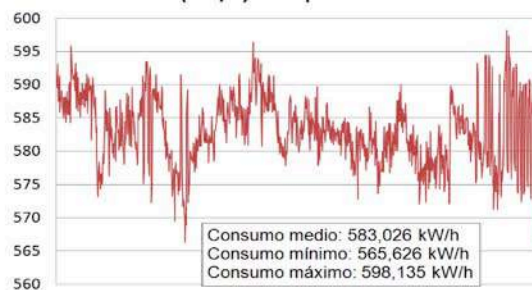
“no es lo mismo en casa que en granja”

“Pérdida/caída de voltaje” diámetro y longitud del cableado para soportar el consumo eléctrico de toda la instalación.

Tensión (V) de 1 placa funcionando en vivienda



Consumo (kW/h) de 1 placa en vivienda



Temperatura de superficie de la placa eléctrica > 100 °C

6. Control del sistema

marco
collell



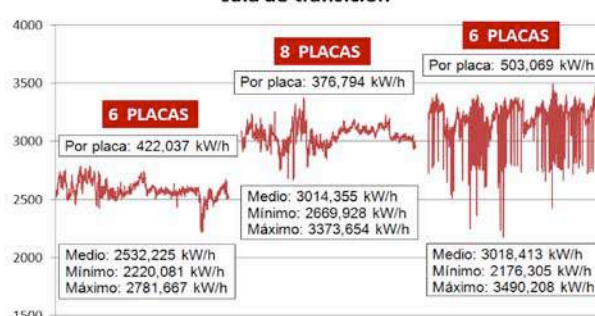
6.3. Mantenimiento

“no es lo mismo en casa que en granja”

Tensión (V) con 6 y 8 placas funcionando en sala de transición



Consumo (kW/h) con 6 y 8 placas funcionando en sala de transición



6. Control del sistema

marco
collell



6.3 Mantenimiento

“no es lo mismo en casa que en granja”

Por placa: 0 kW



Por placa: 377 kW



Por placa: 422 kW



Por placa: 503 kW



6. Control del sistema

marco
collell

“Plan de revisión”

6.3 Mantenimiento

	Revisión	Periodicidad
Confort y ambiente	Observar el nivel de confort. En caso de no poder solucionarlo, realizar una revisión completa midiendo T ^a , HR%, Gases, velocidad y circulación del aire.	Diario
Diseño constructivo*		
Aislamiento	Revisión del nivel de aislamiento objetivo	Anual
Puentes térmicos	Detección de puentes térmicos significativos	Anual
Estanqueidad	Revisión de infiltraciones de aire	3 veces al año
Equipos*		
Ventilador	Limpieza. Comprobar caudal, ventilación mínima y motor.	Cada lote-3 veces al año
Entrada de aire	Limpieza. Comprobar regulación y caudal. Realizar pruebas de humo	Cada lote-3 veces al año
Calefacción	Comprobar regulación y funcionamiento /Revisar estado de uso y conservación	Diario/ 3 veces al año
Refrigeración	Comprobar regulación y funcionamiento/Revisar estado de uso y conservación	Diario/ 2 veces al año
“Data logger”	“Control Energético”, Comprobar 24 h consumos y trazabilidad	3 veces al año
Control del sistema*		
Regulación	Comprobar parámetros del regulador observando el comportamiento de los animales	Diario
Sonda	Limpieza. Comprobar funcionamiento y sensibilidad	Cada lote-3 veces al año
“Data logger”	“Control Ambiental”, Comprobar 24 h parámetros ambientales (T ^a , HR%, gases)	3 veces al año
Sistema emergencia	Revisión y funcionamiento	Semanal

*En caso de instalación nueva o reforma de una antigua deberemos revisarlo siempre