

Alojamientos para ganado porcino

Areas de confort, temperatura y humedad relativa

Emilio García-Vaquero Vaquero

Prof. Titular de la Universidad Politécnica de Madrid

En el desarrollo de los seres vivos y, en particular, de los animales domésticos, influyen un incontable número de variables. Excluidos los puramente genéticos, así como la alimentación y el estado sanitario, ese desarrollo se ve afectado por las siguientes condiciones ambientales: temperatura, humedad relativa, nivel de ventilación, sistema de alojamiento, espacio disponible, número de individuos que conviven en el mismo ambiente, nivel de iluminación, etc.... Pero tal cantidad de variables no es fácil de manejar simultáneamente, de modo que es preciso limitar los estudios a dos —todo lo más tres— de ellas. En concreto, lo habitual es analizar el comportamiento de las especies ganaderas frente a la temperatura y a la humedad relativa de sus alojamientos, para una velocidad del aire de renovación controlada, según las condiciones climáticas exteriores que se consideren.

Cualquier especie animal presenta unas circunstancias más favorables de desarrollo, así como unos ciertos valores críticos de ellas que, si son rebasados, pueden, no sólo afectar al crecimiento, sino incluso a su salud.

Aunque lo anterior es cierto para casi todas las variables antes citadas, si se limita el estudio a la observación del comportamiento del ganado respecto a la temperatura y humedad relativa ambientales, es fácil obtener unas representaciones gráficas, en un plano de coordenadas — en abscisas temperaturas y en ordenadas humedades relativas, por ejemplo — que expresen valores de ambas variables para los cuales la especie ganadera que se considere se desarrolla — en el sentido más amplio de la expresión — sin grandes diferencias. Dichos valores configuran superficies a las que se denominan AREAS DE CONFORT, o también, CAMPOS DE BIENESTAR,

nombres tomados, como es lógico, de los estudios de climatización del hábitat humano, sobre el que existe una información considerable, mucho más rigurosa y precisa que sobre los alojamientos animales.

LA VERACIDAD DE LOS DATOS

La mayor dificultad para definir las AREAS DE CONFORT reside en la estimación de los datos. Para darse una idea de ese inconveniente, basta fijarse en lo problemática que es su obtención, incluso en la especie humana, donde ha de acudir a análisis estadísticos, como el efectuado por la American Society of Heating and Air Conditioning Engineers en diversas localidades de USA, con objeto de averiguar las condiciones ideales de confort de la población. En esa encuesta, los resultados fueron del siguientes tenor:

Temperatura	Humedad relativa	Nivel de Aceptación
23 °C	70%	98%
24 °C	55%	
25 °C	40%	
25 °C	65%	84%
26 °C	50%	
27 °C	38%	
26 °C	65%	50%
27 °C	52%	
28 °C	40%	

lo que pone de manifiesto la subjetividad de las cifras.

Y si hay dificultades en la estimación de datos en la especie humana, en la que, prácticamente, su confirmación es simultánea al establecimiento de las condiciones ambientales, al ser posible la comunicación de los sujetos experimentados con el in-



Es habitual analizar el comportamiento de las especies ganaderas frente a la temperatura y humedad relativa de sus alojamientos.

investigador, qué será con el ganado, donde dicha comunicación no existe y los datos sólo pueden obtenerse al cabo del tiempo, en función de los resultados observados.

Sin embargo, esta circunstancia no debe conducir al pesimismo sobre la veracidad de la información existente en la materia. Tan sólo obliga a una adecuada prudencia en su estimación. Por lo demás, hay numerosas experiencias que permiten aproximarse bastante a situaciones reales, si bien ha de advertirse que casi toda procede de investigadores extranjeros, por lo que resulta conveniente realizar en nuestro país el correspondiente contraste.

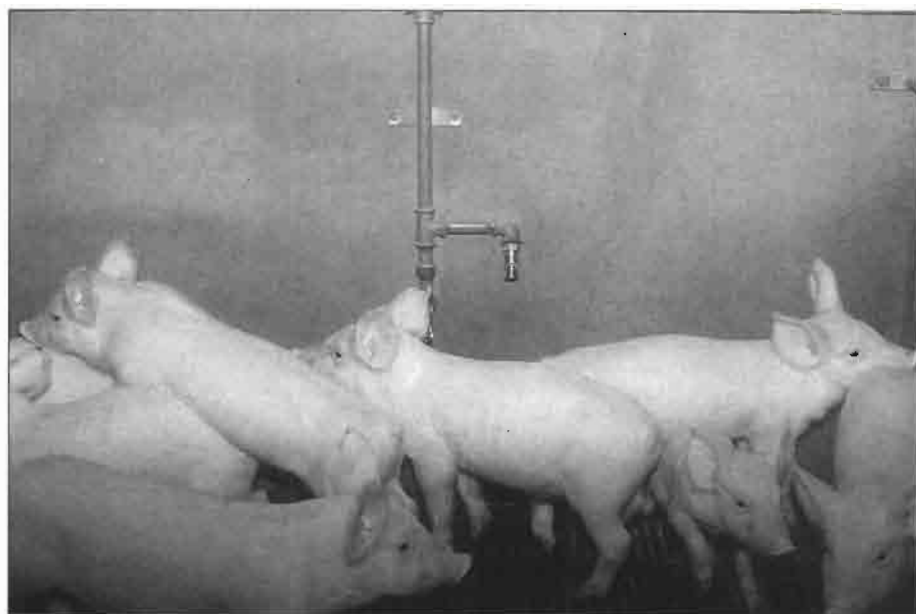
RELACION TEMPERATURA-HUMEDAD RELATIVA

Resulta obvia la afirmación de que las sensaciones de incomodidad —por frío o por calor— se agudizan cuando la humedad relativa del aire ambiental es alta.

Pero alterar por sí sola la humedad relativa del aire presenta importantes limitaciones, ya que es una variable climática muy íntimamente ligada a las modificaciones de temperatura mediante instalaciones de calefacción o de refrigeración. Además, es muy amplia su banda de aceptación.

Se dice, por ejemplo, que para la especie humana, la humedad relativa de los espacios interiores debe estar comprendida entre el 30 y el 65% (Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria, Instrucción IT. IC. 02.4), mientras que para temperaturas, ese Reglamento establece unos valores de TEMPERATURA RESULTANTE —no confundir con temperatura ambiental— comprendidos entre 18 y 24 °C. Es fácil apreciar la gran diferencia de precisión entre las estimaciones de la humedad relativa y de la temperatura. Esa misma situación, más agudizada, se da en los alojamientos ganaderos, ya que como arriba se ha expuesto, es bastante difícil en ellos ajustar los valores de ambas variables.

Aparte de todo lo indicado, hay que precisar que las AREAS DE CONFORT no son únicas para cada especie ganadera ya que dentro de ellas



La resistencia a condiciones ambientales extremas se ha perdido en las razas porcinas que hoy se explotan industrialmente.

hay gran variabilidad según la fase de desarrollo que se considere, e incluso, según el tipo de albergue donde vivan los animales.

En definitiva, será posible definir varias AREAS DE CONFORT, para una misma especie, según su forma de ser alojada.

LAS GRANJAS PORCINAS ACTUALES

Las razas que hoy se explotan industrialmente son fruto de numerosos cruces realizados para hallar animales de gran precocidad. Pero, a cambio, se sacrifican características especiales que las razas autóctonas poseen. Entre otras, la resistencia a condiciones ambientales extremas.

Por ello, en las granjas intensivas de hoy es preciso, al menos en teoría, disponer de medios con los que poder regular la temperatura y la humedad relativa interiores, así como la velocidad del aire de renovación.

Si se analizan las condiciones ambientales de un alojamiento ganadero y se da por supuesto que:

a) La humedad relativa del aire interior no va a superar el 75% —un límite inferior, por ejemplo, menos de 40%, no es de temer en ese tipo de edificios, dada la abundancia de líquidos que en ellos existen (orines, aguas de limpieza, o fosos de puri-

nes, bajo pisos enrejillados).

b) La velocidad del aire de renovación en invierno no superará el valor usual de 0,2 m/s para el que se suelen calcular los equipos de ventilación.

c) Los planos que configuran el espacio interior del local —paredes, suelo y techo— están adecuadamente aislados ($K \leq 0,8 \text{ kcal} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$).

Si todas esas condiciones se cumplen, será el factor temperatura quien domine las características de confort del alojamiento.

De hecho esas condiciones no son muy difíciles de lograr, ya que:

1º En cuanto a la humedad relativa se refiere, si en invierno existe algún medio de calefacción, no es probable que se alcance el valor máximo señalado del 75%. Por el contrario, es en verano cuando se llega a los valores mínimos de HR; pero esa circunstancia resulta favorable sobre todo si van a instalarse equipos de refrigeración evaporativa.

2º La velocidad del aire de renovación no superará 0,2 m/s en invierno, lo cual no suele ser materia de difícil logro, ya que en esa estación puede ser suficiente la renovación natural —sin empleo de ventiladores— en edificios provistos de ventanas u otros huecos adecuados (en esas circunstancias se supone que la velocidad del aire es inferior a 0,1 m/s). Para edificios ciegos, con ventilación asistida permanente, es en esa época



En la maternidad se observa como la temperatura ambiental no debe superar los 19 °C.

cuando las necesidades de ventilación son mínimas y, por tanto, también será cuando la velocidad de giro de los equipos es menor —debe recordarse que en su elección se fijará, precisamente, que para esa estación la velocidad de aire no supere 0,2 m/s.

3º Alcanzar la condición de aislamiento térmico ($K \leq 0,8 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$) es, quizá, más difícil de lograr, dado el criterio impuesto por la realidad económica, que restringe las inversiones de implantación. Si así fuera, es conveniente volver a lo dicho en 3 sobre empleo del dato TEMPERATURA RESULTANTE —la que sienten los seres vivos— en lugar de temperatura ambiente. Como esta circunstancia es muy frecuente, conviene detenerse en el análisis de ese concepto.

TEMPERATURA RESULTANTE de un local es la del aire de otro recinto similar que, con aire en calma y teniendo paredes, suelo y techo a la misma temperatura que el aire, producen igual sensación térmica.

Es bien conocido el fenómeno de sensación térmica de dos locales que, con la misma temperatura ambiente, resulta más agradable el que está bien aislado térmicamente, que el que no lo está.

El valor de la TEMPERATURA RESULTANTE viene dado por una expresión empírica.

$$T_{\text{res}}^{\circ} = \frac{T + T_{\text{ms}} \sqrt{10 \mu}}{1 + \sqrt{10 \mu}}, \text{ en la que}$$

T = temperatura ambiente del local, en °C.

T_{ms} = temperatura media de paredes, suelo y techo, en °C.

Es decir, $T_{\text{ms}} = \sum T_{\text{si}} \cdot A_i / \sum A_i$; siendo:

T_{si} = temperatura superficial del plano considerado, cuya evaluación, a falta de un equipo adecuado —radiómetro—, puede estimarse mediante la ecuación:

$$T_{\text{si}} = T - K \delta t / r_i,$$

en la que K = coeficiente de transmisión térmica, en $\text{kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$.

δt = diferencia de temperaturas interior-exterior, en °C.

r_i = resistencia térmica del aire en contacto con los planos citados. Su valor aproximado es de: $8 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$, en superficies verticales, y $9,5 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$, en superficies horizontales.

A_i = superficie del plano considerado, en m^2 .

Por último, u = velocidad del aire en m/s. Para condiciones de aire en calma, se valora $u = 0,1 \text{ m/s}$, lo que permite simplificar el valor de $T_{\text{res}} = (T + T_{\text{ms}})/2$.

Un ejemplo puede servir para aclarar lo expuesto y ver la diferencia entre ambas mediciones de temperatura (ambiente y resultante).

Cálculo de la TEMPERATURA RESULTANTE de un departamento de recría de lechones (< 20 kg de peso vivo) cuyos datos son:

— Temperatura ambiente (termómetro seco) $T = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$.

— Temperatura media mínima exterior $T_e = 4 \text{ } ^\circ\text{C}$.

— Paredes: a) 60 m^2 con $K = 0,8 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$.

b) 24 m^2 con $K = 2,5 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$.

— Techo: 40 m^2 con $K = 1 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$.

— Suelo: 40 m^2 con $K = 4 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$.

— Velocidad del aire de renovación: $u = 0,2 \text{ m/s}$, como máximo.

Cálculo de $T_{\text{si}} = T - K \cdot \delta t / r_i$

— Paredes a): $T_{\text{sa}} = 25 - 0,8 \times 21/8 = 22,9 \text{ } ^\circ\text{C}$.

— Paredes b): $T_{\text{sb}} = 25 - 2,5 \times 21/8 = 18,4 \text{ } ^\circ\text{C}$.

— Techo: $T_{\text{st}} = 25 - 1 \times 21/9,5 = 22,8 \text{ } ^\circ\text{C}$.

— Suelo: $T_{\text{ss}} = 25 - 4 \times 21/9,5 = 16,2 \text{ } ^\circ\text{C}$.

VALOR DE T_{ms} :

$$T_{\text{ms}} = \frac{60 \times 22,9 + 24 \times 18,4 + 40 \times 22,8 + 40 \times 16,2}{164} = 20,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

VALOR DE T_{res} :

$$T_{\text{res}} = \frac{25 + 20,6 + \sqrt{10 \times 0,2}}{1 + \sqrt{10 \times 0,2}} = 22,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Este debe ser el valor de la temperatura del local que ha de considerarse y no los $25 \text{ } ^\circ\text{C}$ que muestra el termómetro seco interior o a que están regulados los termostatos del sistema de calefacción.

Puede observarse que en estos cálculos no se tiene en cuenta la humedad relativa ambiental, que se supone incluida entre valores aceptables —no críticos—.

TEMPERATURAS EN LOS DIVERSOS LOCALES DE LA GRANJA PORCINA

Las explotaciones intensivas, en ciclo completo, de ganado porcino, distribuyen sus espacios del siguiente modo:

a) Área de reproductores.

— Alojamiento de los verracos.

— Área de cerdas vacías y de cubriciones.

— Área de cerdas gestantes.

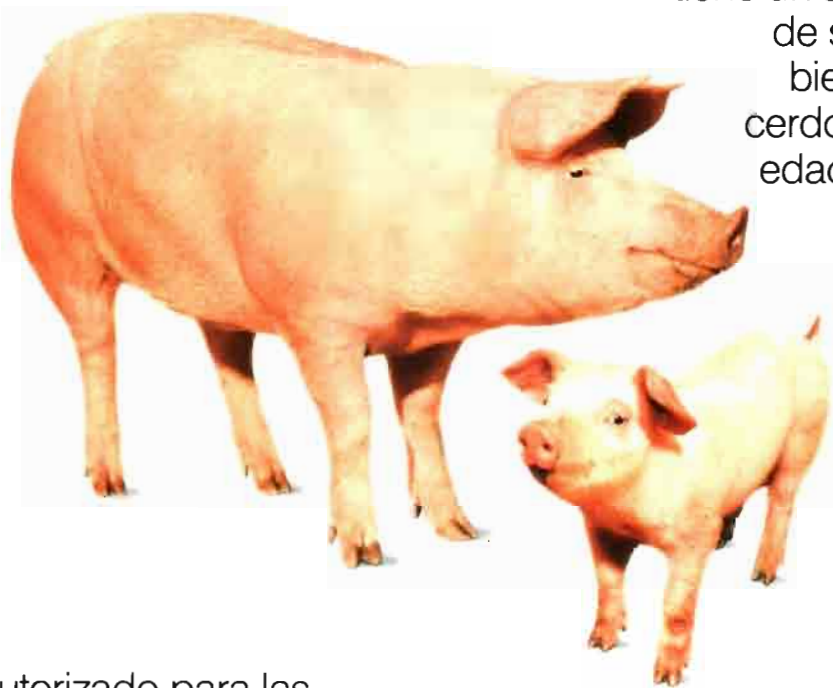
Un nuevo concepto
en la cría y engorde del porcino

Salocin®

120 microGranulate

Estabiliza la flora intestinal mejorando así el engorde y la conversión del pienso. Salocin 120 microgranulado no produce

polvo y puede mezclarse sin problemas con todo tipo de pienso. Salocin tiene un amplio margen de seguridad y es bien tolerado por cerdos de todas las edades a las dosis autorizadas.



1er ionóforo autorizado para las
2 edades. Acorta en seis días el cebo con
0 días de retirada.

Calidad para expertos exigentes

Solicite información a:
Laboratorios Veterin, s.a.
División Aditivos
Travessera de Gràcia, 47-49
08021 Barcelona Tel. (93) 419 8111

Hoechst 

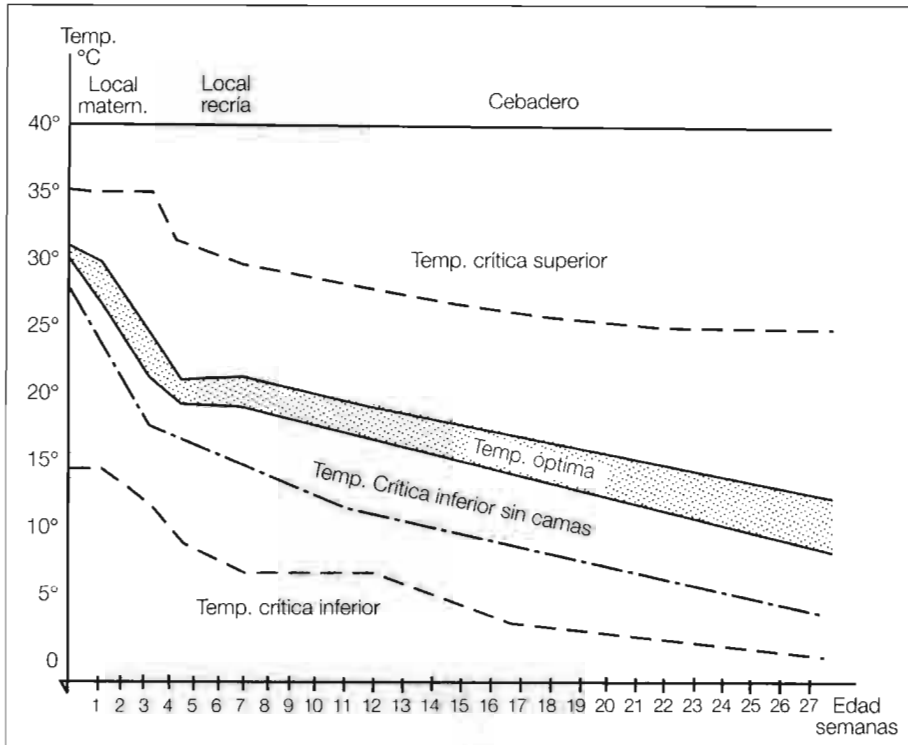


Fig. 1. Cebadero.

- b) Maternidad o locales de parto y cría.
- c) Locales de destete o recría.
- d) Cebadero.

Las temperaturas y humedades relativas óptimas y críticas de la especie, según la fase de desarrollo, son: **(Cuadro I)**

Estos datos permiten una representación gráfica recogida en la **figura**

1, en la que se relacionan: edad en semanas - temperaturas óptimas y críticas.

He aquí algunas explicaciones complementarias a la figura anterior:

1º La representación de temperaturas críticas queda referida a cuando los valores de la humedad relativa están comprendidos entre el 45 - 80%, señalados como críticos.

2º Las temperaturas críticas inferiores, durante las primeras semanas de vida de los lechones —maternidad y recría— sólo pueden aceptarse para los valores más bajos si los cerditos disponen de cama de paja abundante. De otro modo, esos valores críticos se alcanzarán a solo 3 - 5 °C por debajo del límite inferior de la temperatura óptima, en esas dos fases iniciales (línea intermedia).

3º La temperatura crítica superior, tal como se representa, no supone que a ella vaya a producirse la muerte de los animales. Pero sí que aparecerán notables trastornos en su crecimiento. Cuando se superan los 25 °C, tanto los reproductores como los cerdos en la última etapa de cebo, tratan de enfriar su piel con agua o, en su ausencia, co la propia orina. Los inconvenientes se palián algo si la ventilación es adecuada.

4º Aunque los datos de temperatura, reseñados en el **Cuadro I**, vienen referidos a valores del termómetro ambiental, se insiste en la conveniencia de que esas mediciones sean las correspondientes a la **TEMPERATURA RESULTANTE** del local que se considere, principalmente en invierno, y si los planos que lo delimitan no están muy bien aislados. En el ejemplo desarrollado en 4 se veía que para conseguir en aquel local una temperatura de ≈ 22 °C, la ambiental debía ser de 25 °C.

AREAS DE CONFORT

Así pues, según desprende el **cuadro I**, pueden definirse las **AREAS DE CONFORT** de los diversos alojamientos que componen la explotación porcina. En la **figura 2**, queda representada la correspondiente a reproductores.

En la **figura 3** se dibujan las de los locales de maternidad, según el desarrollo de los lechones. En la **figura 4** aparece la de un local de recría. Por último, en la **figura 5** se incluyen las de un cebadero, según el desarrollo de los cerditos.

También sería posible representar, en los gráficos anteriores el espacio climático que queda entre las **AREAS DE CONFORT** y las críticas —lo que no se ha hecho para no complicar los dibujos—. En realidad, se trata de una zona ambiental en la que permanece el ganado gran parte del tiempo, sobre todo en las explotaciones sin climatización asistida.

CUADRO I						
Fase	Local	Peso medio	T. ópt.	T. crít.	HR ópt.	HR crít.
Reprod.	Cerda Verrac.	70 - 150 80 - 200 kg	15 - 19°C	0 - 30°C	70%	50 - 80%
Cría	Al nacer	1 - 1,2 kg	32 - 30°C	15 - 35°C	60%	50 - 80%
Cría	1ª sem.	1,2 - 2,2 kg	30 - 27°C	15 - 35°C	60%	50 - 80%
Cría	2ª sem.	2,2 - 3,4 kg	27 - 27°C	13 - 35°C	70%	50 - 80%
Cría	3ª sem.	3,4 - 6,6 kg	24 - 22°C	12 - 35°C	70%	50 - 80%
Recría	4ª sem.	6,6 - 8 kg	22 - 20°C	10 - 31°C	70%	45 - 80%
Recría	5ª-8ª sem.	8 - 20 kg	22 - 20°C	8 - 30°C	70%	45 - 80%
Cebo	9ª-13ª sem.	20 - 35 kg	20 - 18°C	8 - 28 °C	70%	45 - 80%
Cebo	14ª-18ª sem.	35 - 60 kg	18 - 15°C	5 - 27°C	70%	45 - 80%
Cebo	19ª-27ª sem.	60 - 100 kg	15 - 12°C	3 - 27°C	70%	45 - 80%

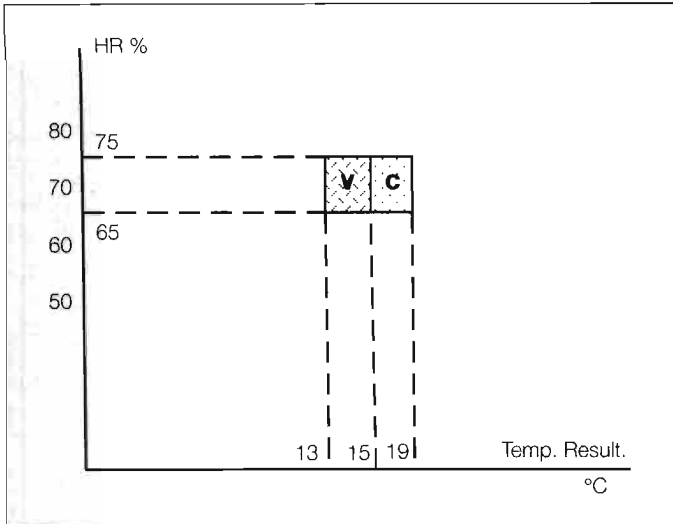


Fig. 2. Reproductores.

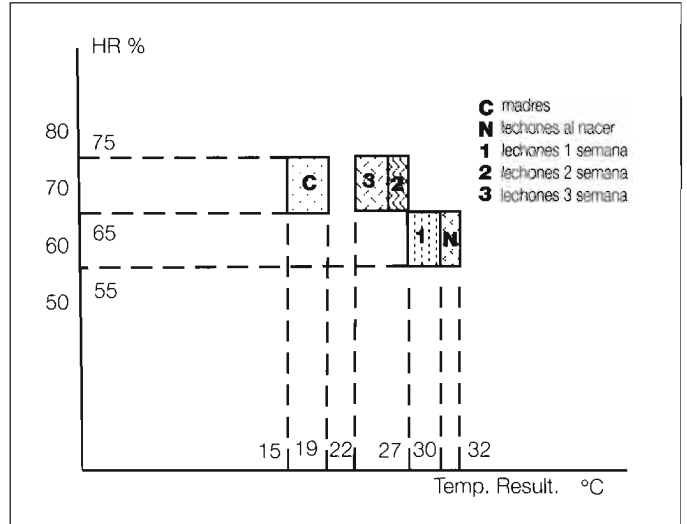


Fig. 3. Maternidad.

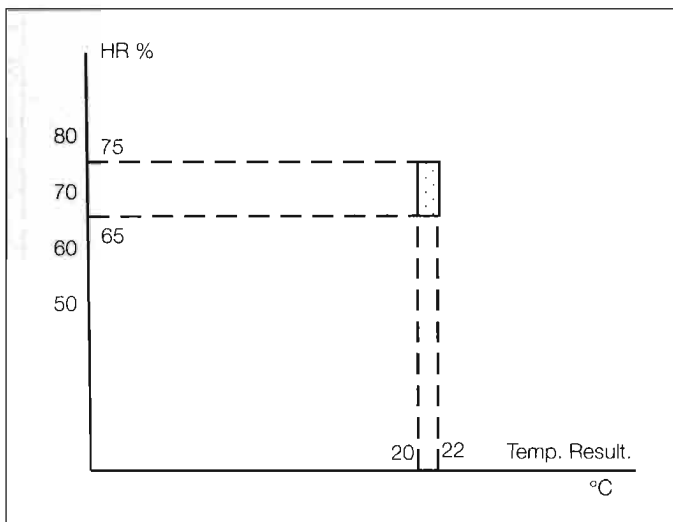


Fig. 4. Local de recría.

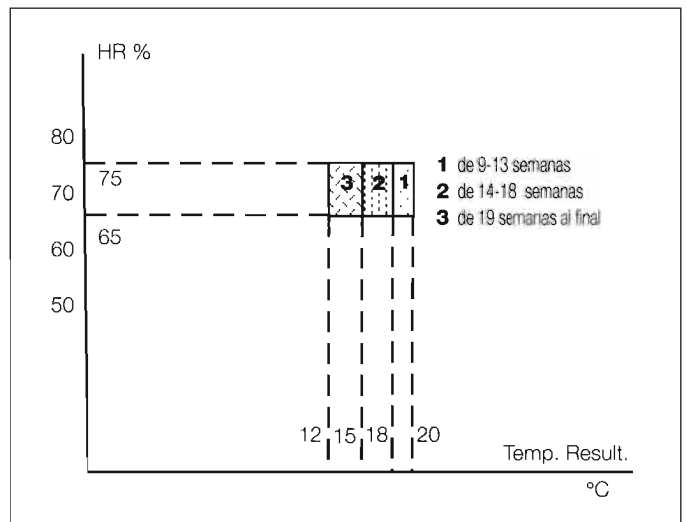


Fig. 5. Cebadero.

CONCLUSIONES

1ª Las AREAS DE CONFORT de la especie porcina son extraordinariamente reducidas, ya que para la fase y etapa que se considere, hay unas oscilaciones mínimas de temperatura y humedad relativa que definen dicho área.

2ª El alojamiento de REPRODUCTORES —si es común para cerdas y verracos— tiene unos límites de temperatura entre 10 y 19 °C que no deben rebarsarse.

3ª En la MATERNIDAD se observa como la temperatura ambiental no debe superar los 19 °C —máxima admisible para las madres— por lo que los lechones precisarán puntos de calor complementarios hasta alcanzar los valores adecuados, según su grado de desarrollo.

4ª En los locales de RECRÍA son

bien patentadas las mínimas oscilaciones tolerables.

5ª Por último, en CEBADEROS se observa que la temperatura óptima oscila entre 12 y 20 °C, lo que explica que, por regla general, este alojamiento no disponga de instalación de calefacción, aunque resulte aconsejable contar con algún sistema complementario para calentar estos locales en épocas muy rigurosas.

Será en CEBADEROS, así como en el alojamiento de REPRODUCTORES, donde se apreciará mejor la necesidad de instalaciones de refrigeración para días calurosos —tan frecuentes en muchas regiones españolas— con las que evitar un alejamiento excesivo del límite superior (≈ 20 °C) de las temperaturas óptimas. A ese fin, aunque no sea la solución ideal, resulta práctica una instalación de refrigeración mediante paneles evaporativos,

dado su menor coste inicial, así como sus reducidos gastos de funcionamiento. Sin embargo, tienen la importante limitación de precisar un alto consumo de agua.

BIBLIOGRAFIA

AGRI PACION BIOTER, S.A. (1975). *Manual de la explotación porcina*.
 ANDRES, J.A., AROCA, y OTROS. (1988). *Climatización*. UNED.
 BUNADE CARBO, C. (1984). *Ganado Porcino*. Mundi-Prensa, S.A.
 CASTRO PEON, (1979). *Manual del porcicultor*.
 DAZA, A. (1980). *Bases para el diseño de alojamientos e instalaciones ganaderas*. Asociación Ingenieros Agrónomos de Cataluña.
 GARCIA-VAQUERO. (1987). *Diseño y construcción de alojamientos ganaderos*. Mundi-Prensa, S.A.
 GER. *Manual de refrigeración evaporativa*.
 LOPEZ PALAZON. (1973). *Ganado porcino*. MAPA.
 MATON. (1975). *Construcciones para el ganado*. Mundi-Prensa, S.A.
 RABANAL, M. Y RABANAL, S. (1974). *Explotación porcina intensiva*. Ediciones Pedrell.
 SAINSBURY. (1967). *Alojamiento y salud de los animales*. Technipel.