

## 3.2 Condiciones ambientales (T<sup>a</sup> y HR)

Autores: Antonio Callejo Ramos

Las condiciones ambientales en una instalación cerrada como lo son la mayoría de los edificios que albergan aves representan la suma de todas las variables del estado físico y de la composición del aire. Que los animales dispongan de unas condiciones ambientales óptimas es fundamental para alcanzar un correcto status sanitario. Los animales, en un ambiente óptimo, tienen una mejor respuesta inmunitaria. Este “ambiente interno” depende de:

- Del clima exterior existente
- De la clase y del número de animales alojados
- De las características de la construcción y
- De la forma de explotación que se siga

En el ambiente del alojamiento intervienen dos tipos de factores:

a) *Factores físicos*: temperatura, humedad relativa y ventilación

b) *Factores químicos*: composición del aire

### TEMPERATURA

Es el factor ambiental más importante. Cada especie animal posee una temperatura ambiental óptima (en el cuadro 1 figuran las de las aves). Esta temperatura es la que exige el mínimo consumo de alimento para mantener la temperatura del organismo dentro de los límites normales. Para que las tres funciones orgánicas principales (mantenimiento, crecimiento y producción) sean posibles en un nivel óptimo, el animal debe encontrarse expuesto a una temperatura ambiental incluida en el *intervalo termoneutro* o *zona de confort térmico*. Este intervalo está limitado por la *temperatura crítica superior* ( $t_{cs}$ ) y por la *temperatura crítica inferior* ( $t_{ci}$ ). Las temperaturas superiores a  $t_{cs}$  o inferiores a  $t_{ci}$  dan lugar a situaciones de estrés térmico (por calor o frío, respectivamente).

*Cuadro 1. Temperaturas óptimas para gallinas y pollos*

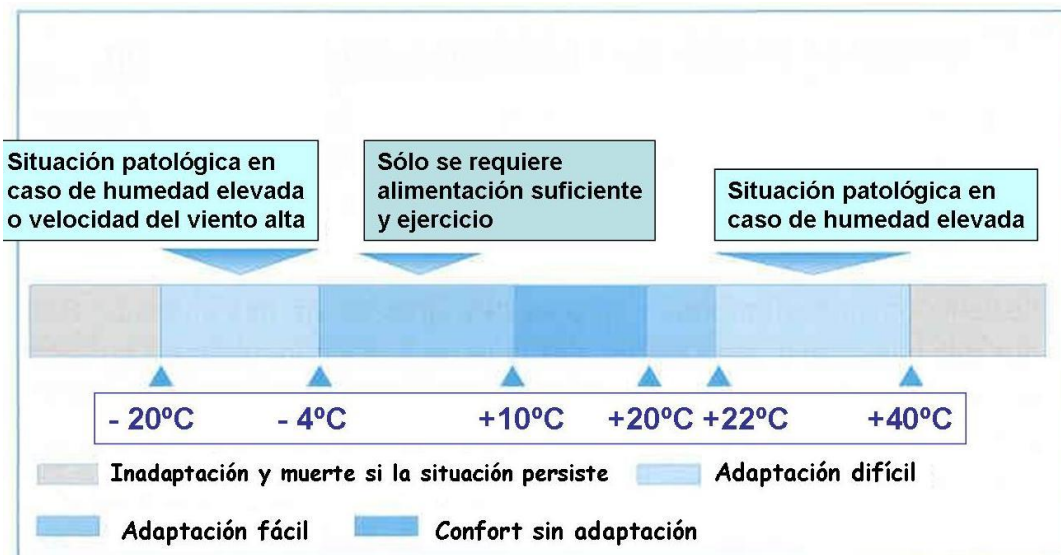
Animal	Temperaturas más adecuadas (°C)			
Gallinas ponedoras	12-21			
Pollos de carne (edad en días)	Máx	Mín.	Ambiente	Focal
	35	33	28	38
· 0-3	32	31	28	35
· 3-7	31	29	28	32

· 7-14	29	27	27	29
· 14-21	27	24	24	27
· 21-28	24	21	22	24
· 28-35	21	18	22	24
· > 35				

*Fuente: Cedó, 2002*

Otros factores como la humedad relativa (HR), la velocidad del aire, la posición del animal (levantado o acostado) y el grado de humedad de la piel, contribuyen a la definición del cuadro de temperaturas críticas que se exponen en la figura 1.

**Figura 1: Capacidad de adaptación de los bovinos a la temperatura ambiente**



Fuente: Institut de l'Élevage, 1995

Grandes variaciones de temperatura respecto a la óptima, tanto por exceso como por defecto, así como la duración de las mismas, pueden ocasionar graves alteraciones. En estas circunstancias, los animales ponen en funcionamiento su mecanismo termorregulador para que la temperatura del cuerpo se mantenga constante.

**EFFECTOS DEL ESTRÉS TÉRMICO SOBRE LA SALUD, LA PRODUCCIÓN Y EL COMPORTAMIENTO**

*Respuestas adaptativas de las aves a las bajas temperaturas: **augmentar producción de calor y disminuir pérdidas***

Vasoconstricción periférica	Agrupamiento de animales	Disminución eficiencia del alimento (aumento IC) y disminución de la GMD
-----------------------------	--------------------------	--

Erección de las plumas	Búsqueda de microclimas más cálidos	Disminución de la producción de huevos
Cambios hormonales:	Aumento del consumo de alimento.	Aumento espesor tejido adiposo
Aumento actividad tiroidea		Aumento del nivel de AGL en sangre
Mayor mortalidad en pollitos		Aumento del nivel de glucosa en sangre
<b>MODIFICACIONES FISIOLÓGICAS</b>	<b>MODIFICACIONES ETOLÓGICAS</b>	<b>MODIFICACIONES METABÓLICAS</b>
<i>Respuestas adaptativas de las aves a las altas temperaturas: <b>disminuir producción de calor y aumentar pérdidas</b></i>		
Vasodilatación a nivel cutáneo	Orientación a zonas frescas o ventosas	
Incremento ritmo cardíaco	Búsqueda de sombras	Reducción actividad física
Aumento del ritmo respiratorio	Adopción de posturas abiertas, de pie o tumbadas (alas extendidas)	Disminución de la producción de huevos
	Contacto con superficies frías	Menor calidad del calostro
	Dispersión entre animales	Reducción del crecimiento
	Cambio hábitos alimenticios	Problemas reproductivos Desequilibrio hormonal.
	Consumo nocturno	Disminuye calidad y poder fecundante del semen
	Reducción de la ingestión	
	Mayor consumo de agua	

Los principales mecanismos de que disponen los animales para eliminar el exceso de calor, en situaciones de estrés por calor, son el jadeo y, en su caso, la sudoración, al aprovechar la propiedad del agua de absorber calor cuando se evapora (539,6 cal/g). Estos mecanismos surten efecto sólo cuando el aire que rodea al animal es capaz de absorber el agua que se evapora de la superficie de las mucosas de las vías respiratorias y de la superficie corporal. Por ello, el proceso se ve favorecido cuanto más baja es la HR y más alta es la velocidad del aire a la altura de los animales.

Por todo lo expuesto, debe cuidarse celosamente la temperatura ambiental en los alojamientos, evitándose las variaciones térmicas importantes, especialmente si son bruscas.

Desde el punto de vista técnico, pueden obtenerse buenos resultados en la mayor parte de las ocasiones: **luchar contra el frío** es relativamente fácil (naves bien orientadas, aislamiento térmico en paredes y techos, calefacción, etc.); **luchar contra el calor** es más difícil y caro (refrigeración evaporativa, ventilación, aislamiento térmico, etc.).

## HUMEDAD RELATIVA

**Fundamentos.** El aire está constituido por una mezcla de gases, entre los cuales se encuentra el vapor de agua, que es el que le confiere la condición de húmedo. El aire no puede contener una cantidad ilimitada de vapor de agua: cuando ya no puede contener más, se dice entonces que el aire está **saturado** de humedad. La cantidad de vapor de agua que exceda de esta capacidad (**valor de saturación**) se condensa, produciendo agua líquida o hielo (escarcha), según que la temperatura esté, respectivamente, por encima o por debajo del punto de congelación. El valor de saturación varía con la temperatura: cuanto más caliente está el aire, mayor cantidad de vapor de agua puede contener.

La **Humedad Relativa (HR)** es la cantidad de vapor de agua contenido en el aire, con relación a la cantidad máxima que podría contener a esa misma temperatura y presión. Una HR del 60 % indica que el aire contiene 60 partes de vapor de agua de las 100 partes que sería capaz de contener si estuviera saturado.

**Ejemplo:** Un m<sup>3</sup> de aire a 20 °C se satura con 17,7 g de agua. Si a esa temperatura contiene 12,4 g de agua, su humedad relativa será:

$$x = (12,4 \times 100) / 17,7 = 70\%$$

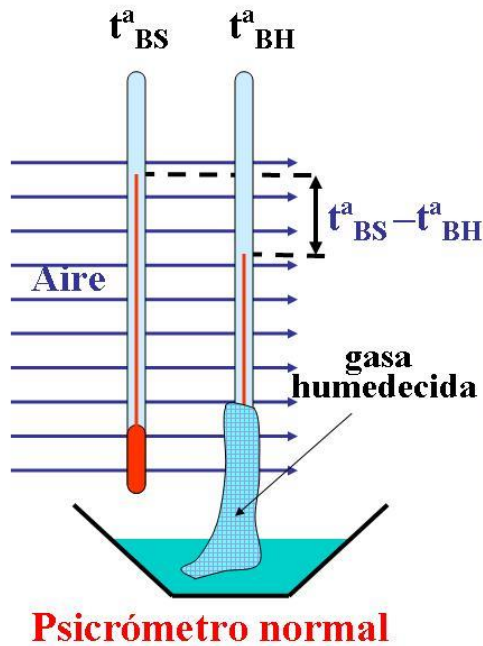
**Presión de saturación:** Es la presión parcial que alcanza el vapor de agua cuando éste se condensa. La humedad relativa también se puede definir como el cociente entre la presión parcial del vapor de agua a una determinada temperatura y la presión de saturación a esa misma temperatura. Cuando la temperatura desciende, disminuye el valor de saturación del vapor de agua en la atmósfera y también la presión de saturación.

**Punto o temperatura de rocío:** Es la temperatura a la cual se alcanza el punto de saturación. La condensación empieza, por tanto, cuando la temperatura desciende hasta un valor inferior del punto de rocío. Esto puede ocurrir cuando una masa de aire contiene una determinada cantidad de vapor de agua y desciende la temperatura

**Medida de la HR. Los aparatos utilizados para medir la humedad relativa del aire se llaman higrómetros, como el que figura en el KCA. Otro aparato usado para medir la HR es el psicrómetro** (figura 2), que consta de dos termómetros iguales, uno con el depósito de mercurio seco (termómetro de bulbo seco) y el otro con el bulbo recubierto por una gasa humedecida (**termómetro de bulbo húmedo**). El termómetro seco marcará la t<sup>a</sup> del aire y el húmedo, enfriado por la evaporación del agua que le rodea, marca una temperatura inferior: la t<sup>a</sup> de saturación o t<sup>a</sup> de bulbo húmedo) Unas tablas que van anejas al aparato nos dan la humedad relativa en función de las diferencias de temperatura entre los dos termómetros.

*Figura 2. Representación esquemática de un psicrómetro*

## Psicrómetro



❖  $t^a_{BS} \rightarrow t^a$  de bulbo seco

❖  $t^a_{BH} \rightarrow t^a$  de bulbo húmedo

$t^a_{BS} = t^a_{BH} \rightarrow$  aire saturado

$t^a_{BS} - t^a_{BH} \rightarrow$  aire no saturado

Mirando en tablas  $\rightarrow$  HR

$t^a_{BS} \gg t^a_{BH} \rightarrow \uparrow (t^a_{BS} - t^a_{BH})$

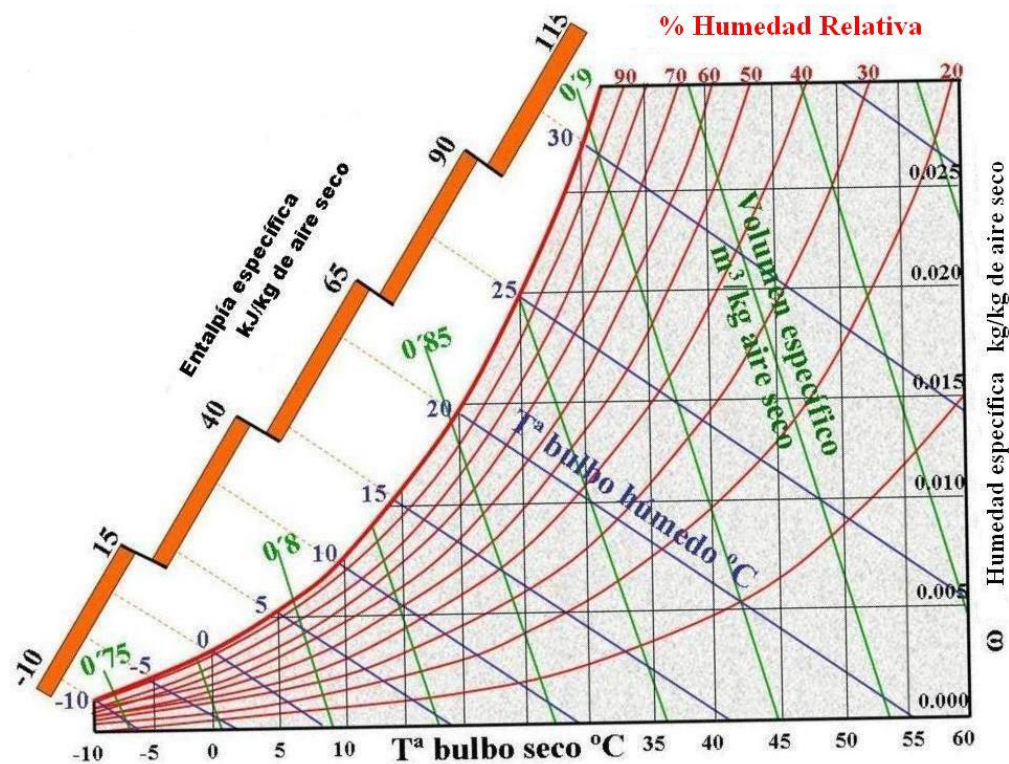
**HR disminuye**

$t^a_{BS} > t^a_{BH} \rightarrow \downarrow (t^a_{BS} - t^a_{BH})$

**HR aumenta**

Los parámetros que se han definido anteriormente pueden relacionarse fácilmente mediante el uso del diagrama psicrométrico de Mollier, el cual permite determinar una propiedad del aire húmedo a partir de otras dos propiedades conocidas. Aparentemente complejo, la figura 3 permite entender el significado de cada una de las líneas.

*Figura 3. Diagrama psicrométrico de Mollier*



El vapor de agua existente en un alojamiento ganadero proviene del que contiene el aire que entra el local, del eliminado por medio de la respiración (y, en su caso, de la sudoración) y del procedente de la evaporación de las aguas de bebida, limpieza, orina y heces. Si la temperatura ambiental es correcta, la HR aceptable en los alojamientos ganaderos se sitúa entre el 40 y el 70 %, aproximadamente, y la más aconsejable, entre el 50 y el 60%.

**La HR excesivamente baja** da lugar a un ambiente demasiado seco y aumenta el riesgo de problemas respiratorios (polvo en suspensión), incluso para los operarios.

#### **La HR excesivamente alta:**

- Agrava los problemas de estrés por calor cuando coincide con temperaturas elevadas, al reducir las posibilidades de eliminación del calor corporal a través del incremento del ritmo respiratorio (y, en animales que sudan, de la sudoración).
- Origina condensaciones y, en su caso, camas húmedas, lo que favorece la proliferación de microorganismos desencadenantes de enfermedades respiratorias.
- Favorece el desarrollo microbiano y está en el origen de las mamitis, metritis y cojeras
- Aumenta el riesgo de degradación y envejecimiento acelerado del alojamiento (por las condensaciones sobre sus estructuras y cerramientos)

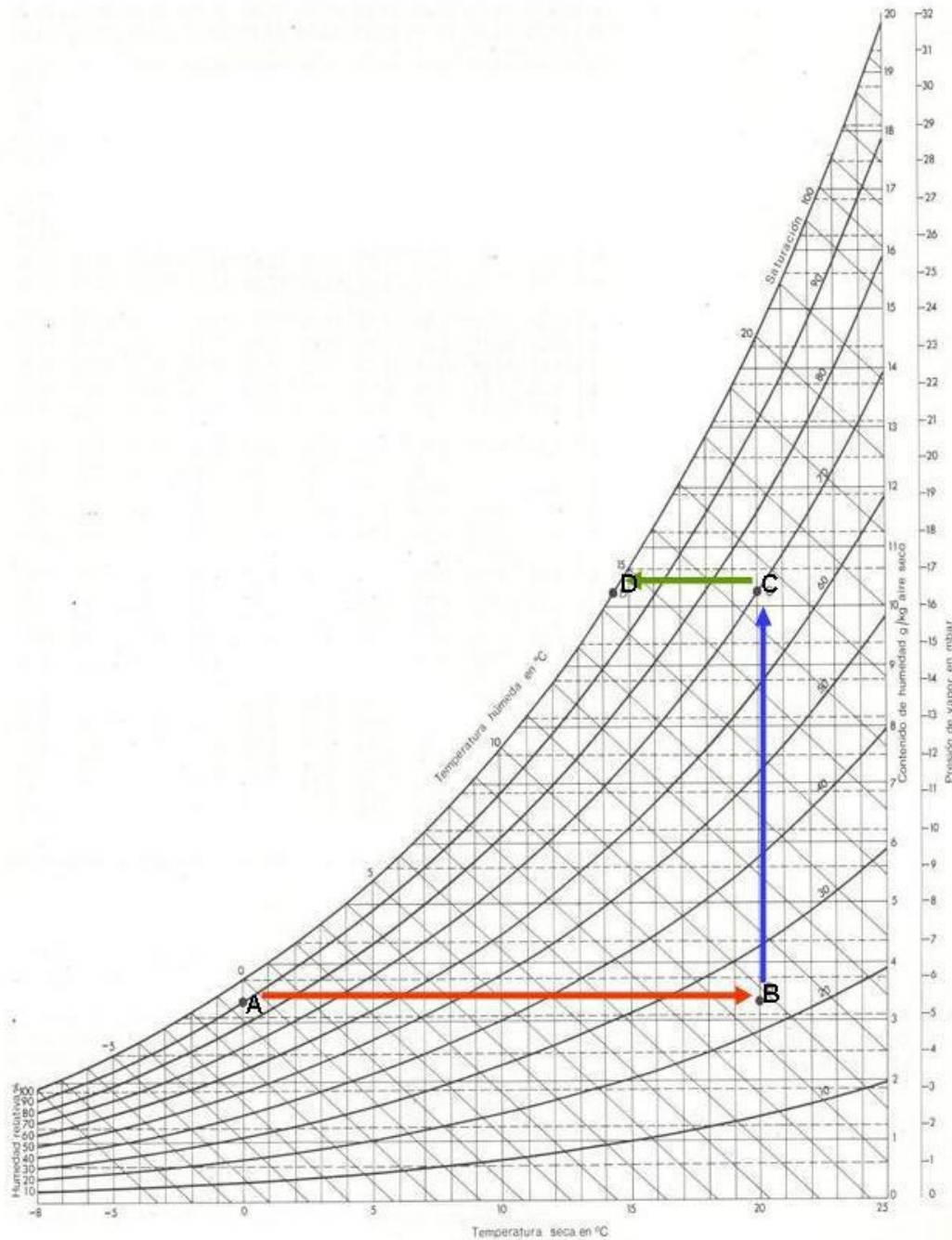
- Si coincide con temperaturas bajas, el confort térmico de los animales es peor que con HR menores: el aire húmedo tiene una capacidad aislante inferior que el seco, por lo que aquél aumenta, en situaciones de frío, la pérdida de calor de los animales.
- Para evitar la condensación en las superficies del alojamiento, la temperatura de éstas deben ser superiores a la temperatura o punto de rocío, por lo que deben contar con aislamiento térmico suficiente.

Asimismo, una ventilación correcta reduce el nivel de humedad ambiental.

Si aparecen condensaciones sólo en determinados puntos, significa que su temperatura superficial es inferior por ausencia de aislamiento o la existencia de lo que se denomina puente térmico, que permite una mayor transmisión de calor con el aire frío del exterior. El diagrama psicrométrico nos ayuda a entender este fenómeno (figura 4).

*Figura 4*





**Ejemplo:** Si la temperatura seca exterior del aire es 0°C y el aire contiene 3,4 kg de aire seco (*humedad específica*), la HR es del 90%. Condición típica del aire en invierno. **Punto A.** Este mismo aire, con idéntica humedad específica, calentado a 20 °C, pasa a tener humedad relativa del 23%, que es lo que sucede cuando se introduce este aire exterior para ventilación y se calienta. **Punto B.** Si a este aire se le aportan 7 g de agua/kg de aire seco como resultado de la producción de vapor de agua por los animales, su HR ascenderá al 70% y la humedad específica será de 10,4 g/kg de aire seco. **Punto C.** Si en alguna zona de la superficie del alojamiento, la temperatura baja de 14,5 °C, se alcanzará el punto de saturación y el vapor de agua se condensará sobre dicha zona. **Punto D**



## **VENTILACIÓN Y CALIDAD DEL AIRE**

Dada la importancia y extensión de este factor de confort ambiental, se recoge en un nuevo subtema.