

## 3.3 Condiciones ambientales (ventilación y calidad del aire)

Autores: Antonio Callejo Ramos

En todo momento (incluidas las épocas más frías), los alojamientos ganaderos deben ser ventilados para que la atmósfera de su interior responda a los requerimientos de los animales que los ocupan. La renovación del aire de las naves ganaderas por aire del exterior busca distintos objetivos para el medio ambiente del interior:

- eliminación del exceso de vapor de agua;
- mantenimiento de los niveles de gases tóxicos (amoníaco, sulfuro de hidrógeno, monóxido de carbono) y de dióxido de carbono en valores aceptables;
- eliminación del polvo en suspensión.
- reducir los malos olores

La renovación del aire interior también permite que su contenido en oxígeno sea adecuado: en la práctica, no obstante, raramente hay problemas por falta de oxígeno.

En épocas calurosas, la ventilación es, además, una de las herramientas que permiten evitar situaciones de estrés térmico. Cabe señalar, sin embargo, que la temperatura del aire interior siempre es mayor (en, al menos, 1,5-2,0 °C) que la del aire que penetra en el alojamiento: si la temperatura exterior es excesiva, el logro de un ambiente térmico correcto para los animales obliga a enfriar el aire recurriendo a la refrigeración evaporativa.

Sobre todo en las épocas frías, y aunque el caudal de ventilación preciso para los objetivos apuntados sea muy pequeño, la temperatura interior puede situarse por debajo de la  $t_{ci}$  para animales jóvenes: en estos casos, es necesario recurrir a la calefacción de las dependencias ocupadas por dichos animales.

### GASES NOCIVOS

Los principales gases producidos por los animales y sus límites de exposición en alojamientos ganaderos se exponen en el cuadro 1. Son gases relativamente estables aunque pueden dar lugar a otros compuestos como resultado de su degradación anaeróbica (ácidos orgánicos, alcoholes, aldehídos, amidas, aminas y sulfuros) que pueden causar malos olores. El grado de descomposición depende de la humedad, del pH y de la temperatura.

*Cuadro 3. Límites de exposición a gases en alojamientos ganaderos*

| Gases (ppm) | Límites exposición animal | Límites de exposición para el hombre |                   |
|-------------|---------------------------|--------------------------------------|-------------------|
|             |                           | Exp. Larga (8 h)                     | Exp. Corta (10 m) |

|                 | <b>(máximo nivel para exposición continua)</b> |       |        |
|-----------------|--|-------|--------|
| NH <sub>3</sub> | 20   | 25    | 35     |
| CO <sub>2</sub> | 3.000  | 5.000 | 15.000 |
| CO              | 10   | 50    | 300    |
| SH <sub>2</sub> | 5  | 10    | 15     |

*Fuente: Wathes, 1994*

El acúmulo de gases en los alojamientos se ve favorecido por:

- a) Una elevada densidad de animales
- b) Un mal sistema de ventilación
- c) Una limpieza deficiente
- d) Un inadecuado sistema de recogida de deyecciones

En el Cuadro 4 se indican los efectos producidos sobre los animales por estos gases tóxicos.

**Cuadro 4. Efecto sobre los animales de los gases tóxicos presentes en los alojamientos**

| Gas             | Concentración | Efectos   | Olor            |
|-----------------|---------------|---|-----------------|
| NH <sub>3</sub> | 10 ppm        | Irritación de la mucosa respiratoria  | Picante         |
|                 | 80-150 ppm    | Espasmos bronquiales, hemorragias, rotura de alveolos pulmonares, infecciones respiratorias                         |                 |
| SH <sub>2</sub> | 150 ppm       | Sofocación, irritación de los ojos y de la mucosa nasal, excitación de los animales, vértigo y espasmos bronquiales | Huevos podridos |
|                 | 1.000 ppm     | Causa la muerte en 30 minutos   |                 |
|                 | 1.500 ppm     | Causa la muerte instantánea   |                 |
| CO <sub>2</sub> | 2%            | Aceleración de la respiración, somnolencia y síntomas de asfixia  | Sin             |
|                 | 4%            | Las gallinas lo toleran bien  | olor            |

El NH<sub>3</sub> proviene de la descomposición de las deyecciones de las aves, cuyo nitrógeno se combina con la humedad del medio para formar este gas, siendo esta reacción directamente proporcional a la cantidad de agua contenida en la yacija o cama.

Es un gas incoloro, de olor fuerte, sabor cáustico e irritante de las mucosas. Aunque es más ligero que el aire, en los gallineros su mayor concentración se da a nivel del suelo, por diluirse luego el que se eleva gracias a la ventilación.

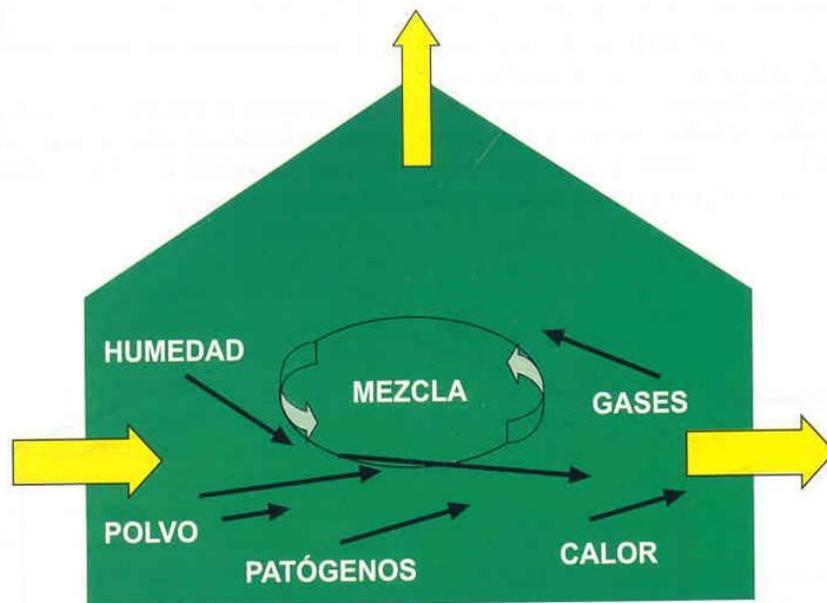
Además de los factores anteriores citados como favorecedores del acúmulo de gases en los alojamientos, el aumento de la concentración de  $\text{NH}_3$  se ve favorecido por:

- a) Una elevada humedad ambiental en la nave, que favorece el deterioro de la yacija
- b) Todo proceso entérico que, incrementando el consumo de agua, favorezca las diarreas, con lo que la yacija se humedece más rápidamente.
- c) Los derrames de agua de los bebederos, ocasionando, como mínimo, zonas de yacija húmeda alrededor suyo, con una alta producción de amoníaco.
- d) La colocación de una capa insuficiente de yacija o, incluso, el no cambiarla entre una crianza y la siguiente.

En este tema nos referimos al tercer factor de confort ambiental: la ventilación.

El principio de la ventilación es simple. El aire fresco del exterior entra en el alojamiento, se mezcla con el existente en el interior, toma calor, humedad y elementos en suspensión y sale del local gracias a las diversas fuerzas que provocan que el aire se mueva y que explicaremos posteriormente (figura 1).

**Figura 1. Esquema de funcionamiento de la ventilación**



Precisamente son los elementos que producen estas fuerzas los que sirven para diferenciar los dos sistemas principales de ventilación: la ventilación dinámica o forzada y la ventilación estática o natural.

## VENTILACIÓN NATURAL

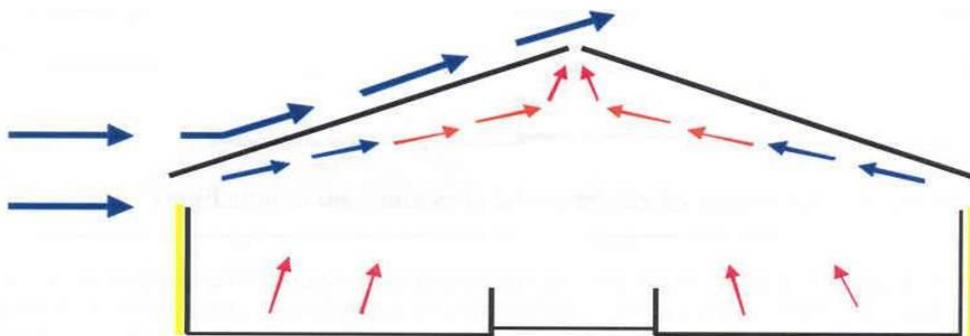
En este sistema el movimiento del aire se produce gracias a los gradientes de presión derivados de fenómenos naturales como son las diferencias de temperatura o la acción del viento entre una y otra zona del alojamiento y entre el exterior y el interior del mismo, y que dependen de las condiciones atmosféricas, el diseño y orientación del edificio, existencia de obstáculos en las proximidades del mismo, etc.

De lo expuesto podemos deducir que la ventilación natural tiene numerosos condicionantes y limitaciones y sus resultados dependerán, entre otros factores, de:

- La colocación y diseño de las aberturas del edificio por donde entra y sale el aire
- La diferencia de temperatura entre el interior y el exterior
- La pendiente de la cubierta
- La orientación del edificio con respecto a los vientos dominantes y la velocidad de éstos
- La altura del edificio
- La velocidad del aire en el interior del local y la exposición a estas corrientes de aire

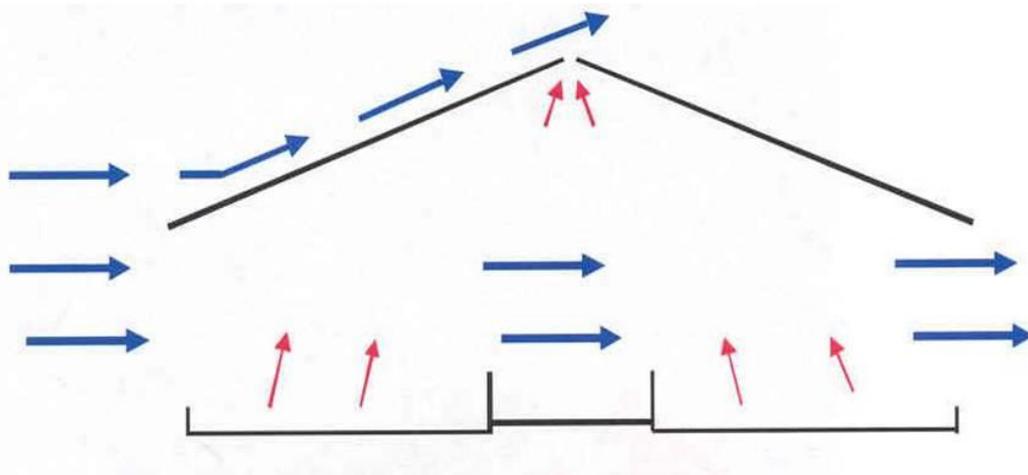
Una de las causas del movimiento natural del aire es el conocido como “**efecto chimenea**” o, por emplear términos más técnicos, el empuje térmico. Cuando el aire entra en el alojamiento, se calienta debido al calor disipado por los animales y la fermentación de las deyecciones: al disminuir su peso específico se eleva y sale al exterior por las aberturas dispuestas al efecto, bien sean chimeneas o, más habitualmente, una abertura continua en la cumbre de la cubierta o caballete. El aire, al salir, crea una ligera depresión en el interior que provoca la entrada del aire desde el exterior al tener en este punto una presión ligeramente superior a la que existe dentro. Este fenómeno se ilustra en la figura 2.

*Figura 2. Esquema del efecto chimenea en la ventilación natural*



El **efecto viento** es la segunda de las fuerzas que actúa en la ventilación natural, de forma que su efecto es mayor que el efecto chimenea cuanto mayor es su velocidad (figura 3) y cuanto más similares son las temperaturas externa e interna (como sucede en verano), situación en la que el efecto chimenea tiene escasa importancia.

*Figura 3. Ventilación natural debida al efecto viento*



## VENTILACIÓN DINÁMICA

En este sistema, el aire es introducido o extraído de la nave por ventiladores con un caudal determinado y, la mayor parte de las veces, con un funcionamiento dirigido por sistemas de control más o menos sofisticados

Existen tres tipos de ventilación dinámica (también denominada forzada o mecánica) que difieren en la presión relativa del aire dentro del alojamiento en relación con la presión atmosférica externa:

- ventilación por **extracción**: los ventiladores extraen aire del alojamiento creando una ligera depresión respecto al exterior lo que conlleva que el aire fresco penetre por las entradas dispuestas al efecto;
- ventilación por **inyección**: los ventiladores inyectan aire fresco en el alojamiento provocando una cierta sobrepresión respecto al exterior, sobrepresión que expulsa el aire interior a través de las salidas existentes;
- ventilación **equilibrada**: unos ventiladores inyectan aire fresco y otros extraen el del interior del alojamiento en cuantía similar, con lo que la presión interior es igual a la atmosférica.

La inyección de aire exige conductos perforados que garanticen una adecuada distribución del mismo en el espacio ocupado por los animales. La ventilación por extracción es la más habitual.

### Diseño de los sistemas de ventilación

Cuando una nave está subdividida en salas independientes dispuestas en *vagón de tren* (maternidad, transición y cebo, en ganado porcino), la solución razonable es aquella en la que el aire entra a cada sala desde el pasillo general y sale al exterior por la fachada opuesta.

En las demás situaciones caben distintas opciones, dependiendo de la anchura de la nave (cuadro 5).

*Cuadro 5. Opciones de ventilación dinámica en función de la anchura de la nave*

| Anchura de nave (*) | Circulación del aire en la nave | Ubicación de entradas de aire | Ubicación de salidas de aire |
|---------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| < 8 m               | Transversal                     | Una fachada                   | Fachada opuesta              |
| 8-17 m              | Transversal                     | Ambas fachadas (**)           | Una fachada (**)             |
| > 17 m              | Longitudinal                    | Un extremo de la nave         | Extremo opuesto              |

(\*) *Son valores orientativos.*  
(\*\*) *Para evitar cortocircuitos en la circulación del aire, la distancia entre entradas y salidas en la fachada en que coinciden debe ser, al menos, de 2,5 m.*

Para que la ventilación sea eficaz, es conveniente que las entradas de aire se sitúen en la parte superior de los cerramientos, y las salidas, relativamente bajas, al margen de que el aire pueda ser liberado al exterior incluso por el tejado (mediante chimeneas, por ejemplo).

La elección de los ventiladores debe tener en cuenta su caudal efectivo en las condiciones en que van a trabajar, tomando en consideración las pérdidas de carga que sufra el aire.

Si el diseño de las entradas y salidas de aire no posibilita que, en caso de fallo en el suministro eléctrico, el alojamiento se ventile transitoriamente mediante ventilación estática, deben instalarse equipos de emergencia (ventanas o chimeneas) que aseguren cierta renovación de aire mientras no se reinicie el funcionamiento de los extractores.

### **Tipo de ventiladores**

Para que el caudal de ventilación real se ajuste a las cambiantes necesidades de renovación de aire (que pueden variar en un amplio rango en función de las circunstancias concretas de cada momento), es aconsejable el empleo de ventiladores de caudal regulable. La utilización de ventiladores de caudal fijo provocaría saltos bruscos del caudal de ventilación, originando importantes oscilaciones de las condiciones ambientales en el interior de los alojamientos, que raramente se corresponderían con las buscadas.

### **Velocidad de entrada del aire**

La velocidad con que el aire penetra en el alojamiento condiciona sus trayectorias en el interior, afectando a la eficiencia de la ventilación y a la velocidad y la temperatura del aire a la altura de los animales. Cuando la entrada del aire en los alojamientos es horizontal (situación habitual), deben buscarse velocidades de admisión elevadas: 4-5 m/s (e incluso mayores en naves muy anchas).

### **Aberturas de entrada de aire**

Teniendo en cuenta el amplio rango de variación de los caudales de ventilación de un alojamiento determinado, y para garantizar que la velocidad de entrada del aire sea siempre aceptable, es preciso que las aberturas por las que el aire penetra sean de sección variable y regulada en función de los caudales de cada momento.

Asimismo, resulta preferible que la sección total de las entradas de aire se distribuya entre varias pequeñas aberturas que entre pocas y grandes: la ventilación será más uniforme y mejorarán la temperatura y la velocidad del aire a la altura de los animales.

### **Velocidad del aire a la altura de los animales**

La velocidad del aire a la altura de los animales influye, por un lado, sobre la pérdida de calor de los mismos (aumentando ésta al aumentar aquélla) y, por otro, sobre la incidencia de patologías respiratorias.