



BREEDING **SUCCESS** TOGETHER

Fisiología de las aves: la importancia del control del ambiente para garantizar el rendimiento de las aves en épocas de clima adverso



Fisiología de las aves: la importancia del control del ambiente para garantizar el rendimiento de las aves en épocas de clima adverso

Isabella de Camargo Dias¹, Alex Maiorka², Rodrigo Tedesco Guimarães³,
Ivan Fábio Filippini⁴

Las aves son animales homeotérmicos, es decir, tienen la capacidad de regular y mantener la temperatura corporal dentro de un rango limitado de variación. El mantenimiento de la homeostasis térmica se modula a partir del estado fisiológico y de las condiciones ambientales a las que se expone el animal. Entre los principales mecanismos involucrados en este proceso se encuentran el intercambio de calor no evaporativo o sensible (conducción, convección y radiación) y la disipación evaporativa latente, principalmente por medio de la respiración.

Cuando las condiciones ambientales se alejan de la zona de confort térmico de las aves, ya sea por calor o por frío, se activan los termorreceptores sensoriales periféricos y centrales, que envían señales al hipotálamo.

Este, a su vez, actúa como centro integrador: procesa la información térmica y envía respuestas a los sistemas efectores con el objetivo de restablecer el equilibrio térmico corporal y mantener al animal dentro de la zona de termoneutralidad (Rocha et al., 2004).

El desarrollo del sistema termorregulador en las aves se controla con mecanismos neurales e interacciones hormonales complejas, que actúan de forma coordinada para mantener la homeotermia. En cuanto al aspecto endocrino, se destacan el eje hipotálamo-hipófisis-tiroides (*hypothalamic-pituitary-thyroid*, HPT) y el eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal (*hypothalamic-pituitary-adrenal*, HPA), fundamentales para la regulación metabólica y las respuestas adaptativas al estrés térmico. En estudios, se demostró que las hormonas tiroideas

tiroxina (T4) y triyodotironina (T3) tienen una función central en la respuesta térmica de los pollitos durante las primeras semanas después de la eclosión, una fase que se caracteriza por la falta de madurez funcional del sistema termorregulador y por la maduración progresiva de los mecanismos neuroendocrinos que colaboran en el mantenimiento de la homeotermia. Además, la hormona liberadora de tirotropina (*thyrotropin-releasing hormone*, TRH), producida por el hipotálamo, es capaz de inducir respuestas termorreguladoras cuando se administra por vía intracerebroventricular en aves recién nacidas. Esto demuestra el papel clave del sistema neuroendocrino en el control térmico.

Las condiciones ambientales a las que se exponen las aves influyen directamente en la eficiencia de esos mecanismos endocrinos. Algunos factores, como la temperatura ambiente fuera de la zona de termoneutralidad, la elevada humedad relativa del aire, la alta radiación solar y la baja velocidad del aire, comprometen los procesos de disipación del calor y sobrecargan los sistemas de control térmico. Bajo esas condiciones, la capacidad limitada de termorregulación puede causar desequilibrios homeostáticos, y eso causará estrés térmico y la activación exacerbada del eje HPA.

En ese contexto, la termoneutralidad puede definirse como el rango de temperatura ambiente en el que la tasa metabólica es mínima y la homeotermia se mantiene con un gasto energético mínimo (figura 1).

¹ Doctora en ciencias veterinarias por la Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.

² Profesor titular por la Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.

³ Médico veterinario por la Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁴ Técnico agrícola con habilitación en zootecnia por la Escola Agrotécnica Federal Rio do Sul, Dois Vizinhas, Paraná, Brasil.

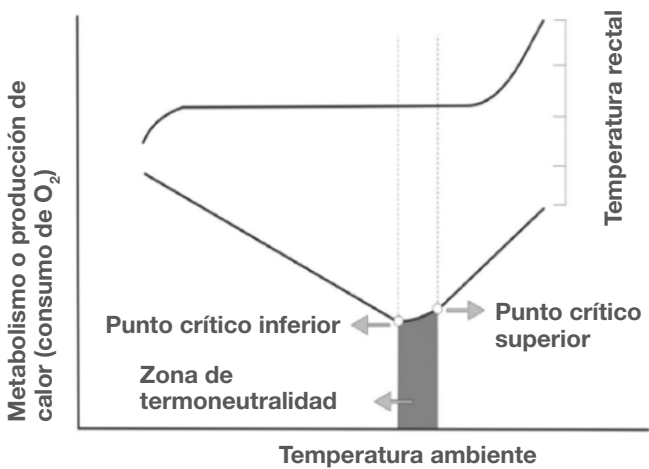


Figura 1. Representación esquemática de la curva metabólica de los pollos de engorde en función de la temperatura ambiente. Se observa una zona de termoneutralidad, en la que el metabolismo es mínimo y la productividad se maximiza. La temperatura crítica inferior corresponde al punto por debajo del cual aumenta la producción de calor metabólico para mantener la temperatura corporal. En oposición, la temperatura crítica superior representa el límite térmico a partir del cual los mecanismos de disipación del calor se tornan insuficientes para mantener la homeotermia. Se observa estrés por calor (Rocha et al., 2024).

Si bien esos mecanismos permiten mantener la homeotermia, los pollos de engorde actuales tienen limitaciones fisiológicas frente a los desafíos térmicos intensos. El crecimiento rápido, asociado a la producción elevada de calor metabólico y la baja capacidad de disipación térmica, hace que estas aves sean particularmente susceptibles al estrés térmico, con un impacto directo en el rendimiento, la salud y el bienestar.

Estrés por frío

La exposición de los pollitos a temperaturas por debajo de la zona de confort térmico, aunque sea por períodos cortos, puede generar una serie de alteraciones fisiológicas y metabólicas con impacto directo sobre el rendimiento productivo. Durante las primeras semanas de vida, las temperaturas inferiores a 32 y 35 °C pueden reducir el consumo de alimento, aumentar el movimiento de las reservas corporales para la termogénesis, comprometer la respuesta inmunitaria y aumentar la mortalidad (Vieira et al., 2016).

Además, en los estudios, se ha demostrado que el

estrés por frío está asociado a alteraciones en el metabolismo energético intestinal. Esto perjudica la eficiencia en la utilización de los nutrientes ingeridos. El ambiente inicial tiene una función determinante en la modulación del desarrollo de los mecanismos fisiológicos de control térmico durante toda la vida productiva de las aves. El estrés térmico por frío durante las primeras semanas puede comprometer el crecimiento uniforme de la parvada, principalmente en función de la reducción del consumo de alimento durante un período crítico de crecimiento intenso y maduración del sistema digestivo (Randall et al., 2000). Además, durante esta fase inicial, se produce el desarrollo rápido de los tejidos muscular y esquelético, y del sistema inmunitario, procesos que dependen de una adecuada disponibilidad de energía y nutrientes.

Estrés por calor

La capacidad de las aves para tolerar las condiciones de estrés por calor tiende a variar durante el desarrollo. En las aves jóvenes, la termorregulación se ve limitada debido a la falta de madurez del sistema nervioso central y de los ejes neuroendocrinos. Esto las deja particularmente sensibles a las variaciones térmicas.

A medida que el crecimiento avanza, se produce una maduración progresiva de los mecanismos termorreguladores. Sin embargo, el aumento del peso corporal y de la tasa metabólica genera una mayor producción de calor endógeno, y esto reduce la tolerancia de las aves a ambientes con temperaturas elevadas.

Por lo tanto, las condiciones térmicas a las que se exponen las aves suelen clasificarse en diferentes zonas: zona de confort, zona crítica, zona

crítica superior y zona letal. No obstante, estos rangos no son absolutos, ya que existen factores, como el linaje genético, la edad, el sexo, la densidad de alojamiento, el estado fisiológico, la humedad relativa del aire y la velocidad del viento, que influyen directamente en la tolerancia térmica de las aves (Chaiyabutr, 2004).

Bajo condiciones de estrés por calor, las aves activan mecanismos comportamentales y fisiológicos a fin de aumentar la disipación térmica, especialmente por medios no evaporativos. Entre estas respuestas, se destacan la adopción de posturas corporales específicas, como agacharse y alejar las alas del cuerpo —lo que deja expuesta la región ventral, con alto nivel de vascularización—, el erizamiento de las plumas y la vasodilatación periférica. Esos ajustes intensifican el flujo sanguíneo hacia la superficie corporal y hacia las áreas no cubiertas con plumas, como los pies, la cresta y la barbilla, lo que potencia la transferencia de calor hacia el ambiente.

La eficiencia de esos mecanismos no evaporativos de disipación de calor, como la vasodilatación periférica y las alteraciones en la postura, está directamente asociada al sistema cardiovascular, responsable de la redistribución del flujo sanguíneo hacia los tejidos periféricos, ya que se produce una reducción relativa en el suministro a los órganos internos para priorizar la disipación térmica. A medida que la temperatura se eleva y los mecanismos no evaporativos se tornan insuficientes, se observa un aumento de la frecuencia respiratoria, caracterizada por jadeo, que intensifica la circulación de aire por el sistema respiratorio y promueve la pérdida de calor latente por evaporación. Como consecuencia de la frecuencia respiratoria elevada, las aves pueden generar un desequilibrio ácido-base, caracterizado por alcalosis respiratoria, la cual tiene efectos negativos en el rendimiento productivo y compromete el consumo de alimento, la eficiencia alimentaria, la tasa de crecimiento y la supervivencia.

Cuando las aves se exponen a temperaturas elevadas, reducen el consumo de alimento como estrategia para minimizar la producción de calor metabólico. Esa reducción en la ingesta compromete la disponibilidad de sustratos energéticos y nutricionales esenciales, lo que limita el metabolismo productivo y, como consecuencia, el rendimiento. De manera paralela, el estrés por calor promueve el aumento de la concentración plasmática

de corticosterona. Esto altera el recambio proteico y favorece la degradación de la proteína muscular. La intensificación de la proteólisis muscular no solo eleva la producción de calor endógeno, sino que también contribuye a la reducción del aumento de peso y de la eficiencia productiva. Además, se produce un redireccionamiento del uso de la energía hacia los mecanismos fisiológicos a cargo del mantenimiento de la homeotermia, considerada una función básica prioritaria del organismo, en detrimento del sistema productivo. Las respuestas comportamentales y fisiológicas, como el jadeo y la apertura de las alas, aumentan el gasto energético de mantenimiento. Como consecuencia, se observa una reducción de la eficiencia en la utilización de los nutrientes y la energía de la dieta. Esto se traduce en una peor conversión alimenticia, generalmente observada a partir de valores más elevados de ese índice en ambientes de estrés térmico.

La integración de la fisiología de las aves con el manejo ambiental muestra que el mantenimiento de la homeotermia no depende solo de los mecanismos internos de regulación, sino principalmente de las condiciones externas del aviario. Ante situaciones de desafío térmico, los sistemas fisiológicos y neuroendocrinos se activan intensamente para mantener el equilibrio corporal, pero con un costo energético elevado y un impacto negativo en el rendimiento. En ese contexto, el manejo adecuado del ambiente —principalmente el control de la ventilación, la temperatura y la humedad relativa— se torna esencial para reducir la carga de estrés térmico. Esto permite que las aves permanezcan dentro de la zona de termoneutralidad. Así, al combinar el conocimiento sobre los procesos fisiológicos con las prácticas eficientes de ventilación y control del comportamiento de las aves, es posible optimizar el confort, preservar la salud y maximizar la eficiencia productiva de las parvadas, en particular ante condiciones climáticas desafiantes.

Con el objeto de minimizar los factores estresores detallados previamente y su impacto en las aves, se debe usar como referencia la tabla que sigue, relacionando siempre las variables de peso corporal, humedad relativa del aire (%HR) y temperatura de bulbo seco.

Principios relacionados con la manera en que la temperatura ideal del bulbo seco en pollos de engorde puede cambiar ante la variación de la humedad relativa (HR). Las temperaturas del bulbo seco con una HR ideal para un peso inferior a 200 g (0,44 lb) aparecen en verde.

Peso Corporal g (lb)	Temperatura del Bulbo Seco °C (°F)			
	40% HR	50% HR	60% HR	70% HR
44 (0,10)	36.0 (96,8)	33.2 (91,8)	30.8 (87,4)	29.2 (84,6)
100 (0,22)	33.7 (92,7)	31.2 (88,2)	28.9 (84,0)	27.3 (81,1)
180 (0,40)	32.5 (90,5)	29.9 (85,8)	27.7 (81,9)	26.0 (78,8)
290 (0,64)	31.3 (88,3)	28.6 (83,5)	26.7 (80,1)	25.0 (77,0)
425 (0,94)	30.2 (86,4)	27.8 (82,0)	25.7 (78,3)	24.0 (75,2)
590 (1,30)	29.0 (84,2)	26.8 (80,2)	24.8 (76,6)	23.0 (73,4)
790 (1,74)	27.7 (81,9)	25.5 (77,9)	23.6 (74,5)	21.9 (71,4)
1015 (2,24)	26.9 (80,4)	24.7 (76,5)	22.7 (72,9)	21.3 (70,3)
1260 (2,78)	25.7 (78,3)	23.5 (74,3)	21.7 (71,1)	20.2 (68,4)
>1530 (3,37)	24.8 (76,6)	22.7 (72,9)	20.7 (69,3)	19.3 (66,7)

(Tabla 2.5 del Manual de pollos de engorde 2025 - Aviagen (página 30)

El manejo adecuado de la ventilación en los aviaros es una de las herramientas más importantes para garantizar el confort, el rendimiento productivo, la salud y el bienestar de las aves. El sistema de ventilación —compuesto por el aviaro, los equipamientos y el controlador— debe proyectarse teniendo en cuenta las variaciones ambientales locales durante el día y las diferentes estaciones del año. El objetivo central es brindar un ambiente estable, adaptándose tanto a las condiciones de clima frío como a las de calor intenso y humedad alta.

La ventilación tiene varias finalidades: mantener el confort térmico, brindar aire fresco, quitar el exceso de humedad, eliminar gases nocivos (como el amoníaco y el dióxido de carbono), controlar la temperatura, preservar la calidad de la cama y distribuir el aire de manera uniforme. Durante los períodos fríos, la prioridad es eliminar la humedad y mantener la calidad del aire sin perder calor excesivo. Por otro lado, en los períodos cálidos, lo importante pasa a ser la eliminación del calor y la promoción del enfriamiento de las aves por medio del efecto de enfriamiento por viento y, de ser necesario, el enfriamiento evaporativo.

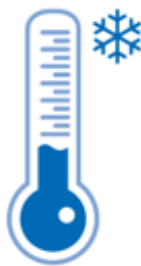
Un concepto fundamental es la temperatura efectiva —es decir, la temperatura que realmente sienten las aves—, que depende de la humedad relativa (HR).

- Con una HR baja, las aves sienten más frío.
- Con una HR elevada, sienten más calor, ya que

disminuye la capacidad de disipar calor por evaporación (jadeo).

Por lo tanto, la temperatura de ajuste del aviaro debe considerar no solo el termómetro, sino también la humedad y, principalmente, el comportamiento de las aves. El comportamiento es el indicador más confiable para evaluar si el ambiente es adecuado:

Si las aves se amontonan, significa que tienen frío:



Ambiente muy frío:

Las aves se amontonan o permanecen bajo una fuente de calor, y pueden mostrarse ruidosas e inquietas. Esto significa que tienen frío.

Acción
Aumentar la
temperatura

Si las aves jadean y se alejan de las fuentes de calor, significa que tienen demasiado calor:



Ambiente muy caliente:

Las aves se alejan de la fuente de calor, se muestran silenciosas y jadean, e inclinan la cabeza y las alas. Esto significa que tienen calor.

Acción
Reducir la temperatura



Si las aves están bien distribuidas, están cómodas:



Ambiente correcto:

Las aves están distribuidas de manera uniforme, y el sonido que producen demuestra que están cómodas. Esto significa que la temperatura es correcta.

Acción
No es necesaria ninguna acción



(Figuras de la página 3 - AviagenEssentialVentilationManagement-2019-PT)

La mayoría de los aviarios modernos opera con presión negativa. Eso significa que los extractores retiran el aire del interior para reducir la presión interna en relación con el exterior. Eso fuerza el ingreso controlado de aire por las entradas de aire. Cuanto mayor sea la diferencia de presión, mayor será la velocidad de ingreso del aire. Un aviario bien aislado es primordial para mantener esa

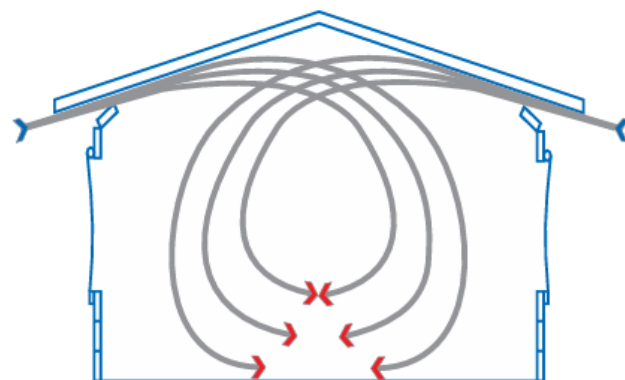
presión negativa con eficacia y para garantizar que el aire entre por los lugares correctos.

El manejo de la ventilación se divide en tres modos principales: ventilación mínima, ventilación de transición y ventilación de tipo túnel.

La ventilación mínima se usa principalmente con climas fríos y durante la fase inicial de cría. El objetivo es renovar el aire para controlar la humedad y los gases manteniendo el calor interno. Funciona con temporizadores de ciclo (encendido/apagado), generalmente con intervalos de cinco minutos.

Las entradas de aire laterales (inlets) deben distribuirse de manera uniforme y direccionar el aire frío hacia el techo, donde se mezcla con el aire caliente acumulado antes de descender al nivel de las aves, como se muestra en la figura que sigue:

VENTILACIÓN MÍNIMA



(Figura de la página 5 - AviagenEssentialVentilationManagement-2019-PT)

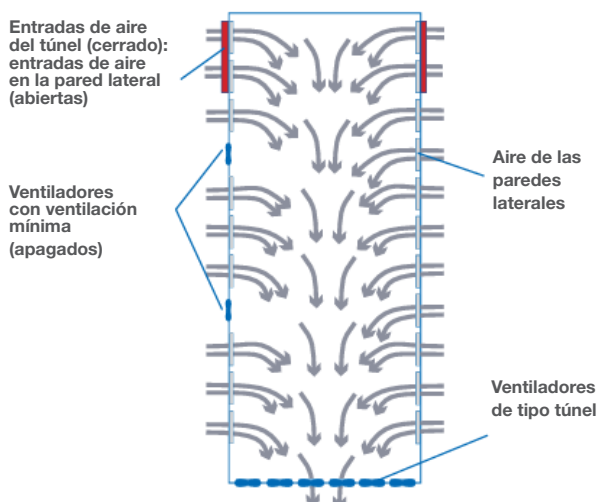
- ✓ Su uso es más común durante el calentamiento (pollitos) y durante los períodos de clima frío, o bien cuando la temperatura del aviario esté por debajo del punto de ajuste.
- ✓ El proceso se orienta con ciclos de tiempo (temporizadores).
- ✓ Las entradas de aire están distribuidas de manera uniforme.
- ✓ Las entradas de aire funcionan con "presión negativa".
- ✓ Ayuda a que ingrese aire fresco del exterior al aviario.
- ✓ El aire frío que ingresa se direcciona hacia el techo.

- ✓ Se usa para eliminar el exceso de humedad a fin de controlar la HR.
- ✓ Ayuda a eliminar gases internos.
- ✓ Se necesita que el calor esté bien distribuido.
- ✓ El movimiento del aire al nivel de las aves es muy bajo.

La apertura mínima recomendada de las entradas (inlets) es de 3 a 5 cm. El equilibrio entre la apertura de las entradas y la presión negativa es esencial para garantizar que el aire recorra la distancia adecuada antes de llegar a las aves. Las pruebas con humo o con cintas finas ayudan a verificar si el flujo es correcto.

La ventilación mínima debe ajustarse según la calidad del aire y el comportamiento de las aves. Algunas señales, como el sofocamiento, la humedad alta, la condensación y la cama húmeda, indican falta de ventilación. Por otro lado, una cama excesivamente seca, polvareda y dificultad para mantener la temperatura pueden indicar exceso de ventilación. El manejo correcto exige inspecciones diarias y ajustes graduales. La ventilación de transición se activa cuando la temperatura interna supera la temperatura deseada y todavía no es adecuado usar la ventilación de tipo túnel, ya sea por el clima externo o por la edad de las aves (de 1 a 2 grados por encima de la temperatura deseada). De ese modo, los extractores operan constantemente y aumentan el volumen de aire que se renueva para eliminar el calor. Las entradas continúan funcionando bajo presión negativa y deben direccionar el aire hacia arriba. Vale la pena destacar nuevamente que todo el aire debe ingresar únicamente por las entradas laterales (inlets), como se muestra en la figura que sigue:

VENTILACIÓN DE TRANSICIÓN



(Figura de la página 5 - AviagenEssentialVentilationManagement-2019-PT)

- ✓ Se usa cuando la temperatura del aviario supera la temperatura del punto de ajuste cuando hace demasiado frío o cuando las aves son muy jóvenes para la ventilación de tipo túnel.
- ✓ El proceso se orienta con la temperatura.
- ✓ La función principal es eliminar el exceso de calor.
- ✓ Ingresa un gran volumen de aire fresco del exterior.
- ✓ Las entradas de aire funcionan con presión negativa.
- ✓ El aire se direcciona hacia el techo.

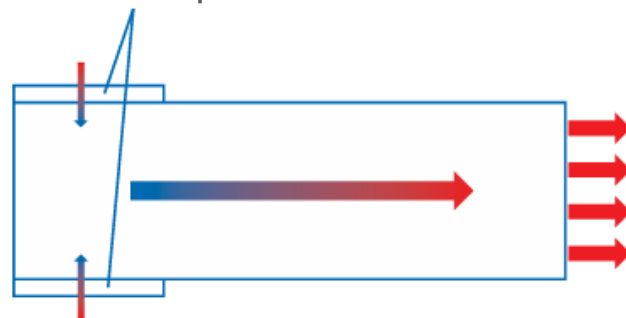
Los ajustes deben basarse en el confort de las aves. Los sistemas de calefacción no deben usarse durante esta fase.

La ventilación de tipo túnel se usa con climas cálidos, especialmente con aves de mayor edad. El aire ingresa por un extremo del aviario y sale por el otro. Esto crea un flujo de alta velocidad al nivel de las aves. Este flujo genera el efecto de enfriamiento por viento y reduce la temperatura efectiva que sienten las aves. La decisión sobre la cantidad de extractores encendidos debe basarse exclusivamente en el confort de las aves y no solo en la lectura del termómetro. Una diferencia de temperatura superior a 3 °C entre los extremos (frente y fondo) indica un problema, como filtraciones o falta de capacidad de ventilación.

El enfriamiento evaporativo complementa la ventilación de tipo túnel cuando no alcanza con solo aumentar la velocidad del aire. Los paneles evaporativos reducen la temperatura del aire porque permiten que se transfiera el calor hacia el agua durante la evaporación.

VENTILACIÓN DE TIPO TÚNEL

Entrada de aire con enfriamiento evaporativo



(Figura de la página 5 - AviagenEssentialVentilationManagement-2019-PT)

- ✓ Se usa con climas cálidos (o cálidos con HR elevada).
- ✓ Suele usarse cuando las aves tienen más edad (plumaje completo).
- ✓ La función principal es eliminar el exceso de calor.
- ✓ Se usa cuando la ventilación de transición ya no logra mantener frescas a las aves.
- ✓ Crea un flujo de "alta velocidad" al nivel de las aves.
- ✓ Crea un efecto de enfriamiento por viento que ayuda a mantener frescas a las aves.
- ✓ Es importante tener una tasa rápida de recambio de aire.

La eficiencia depende de la humedad relativa externa: cuanto más seco esté el aire, mayor será el potencial de enfriamiento, como se muestra en la tabla que sigue:

Sin embargo, el proceso aumenta la humedad interna, por lo que será imprescindible un control meticuloso para evitar una oscilación excesiva de temperatura. Lo ideal es que el sistema mantenga la temperatura cerca del punto en el que fue activado para evitar descensos bruscos y fluctuaciones frecuentes.

Temperatura ambiente del área externa	Porcentaje de humedad relativa						
	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
20 °C	12,0	13,0	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5
25 °C	16,0	17,0	18,5	20,0	21,0	22,0	23,0
30 °C	19,5	21,0	22,5	24,0	25,0	26,5	28,0
35 °C	23,0	25,0	26,5	28,5	30,0	31,5	32,5
40 °C	26,5	29,0	31,0	32,5	34,5	36,0	-
45 °C	29,0	32,5	35,0	-	-	-	-

La tabla anterior muestra la temperatura aproximada y la temperatura más baja del aire en el aviario. Se mide del lado del panel evaporativo considerando la temperatura externa y el porcentaje de HR. Los valores se basan en una eficiencia de enfriamiento de aproximadamente 75 %, que es el promedio para un panel evaporativo de 15 cm de espesor.

(Tabla de la página 17 - AviagenEssentialVentilationManagement-2019-PT)

Conclusión

La capacidad de las aves para mantener la homeotermia depende de mecanismos fisiológicos, comportamentales y neuroendocrinos estrechamente integrados. Una situación de estrés térmico eleva los costos energéticos de mantenimiento, y esto desvía los nutrientes y la energía —necesarios para el crecimiento— a la producción y al fortalecimiento del sistema inmune. Por lo tanto, el control adecuado del ambiente es fundamental para garantizar un desarrollo pleno de las aves y así promover una mejora en el rendimiento y la eficiencia alimentaria. Entender los mecanismos fisiológicos involucrados en la termorregulación refuerza la importancia de las estrategias integradas de manejo, ambiente y nutrición como herramientas esenciales para la sostenibilidad y la rentabilidad de los sistemas de producción avícola.

En síntesis, el manejo eficiente de la ventilación exige una integración entre un proyecto estructural adecuado, equipamientos en buen estado, un control preciso

y, principalmente, una observación constante del comportamiento de las aves. El éxito no depende solo de seguir números fijos, sino también de la capacidad de interpretar las señales del ambiente y realizar ajustes graduales, con la prioridad puesta en el confort y la uniformidad de la parvada.

BIBLIOGRAFÍA

CHAIYABUTR, N. Physiological reactions of poultry to heat stress and methods to reduce its effects on poultry production. Thai Journal of Veterinary Medicine 2004; 34(2): 1730.

RANDALL, D., BURGGREN, W., FRENCH, K. Fisiologia Animal. Mecanismos e Adaptações. 4.ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan. p. 729, 200.

ROCHA, C.; PIRES, P.G.S.; MAIORKA, A. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica. En: Produção de frangos de corte, 2024.

VIEIRA, A.M.C., VIEIRA, F.M.C., SILVA, J.O., BARBOSA FILHO, J.A.D. The influence of thermal conditions from an environmentally controlled preslaughter lairage on mortality of broiler chickens. Arq. Bras. Med. Vet. Zootecnia, v. 68, 2016.

AVIAGEN: Princípios Básicos do Manejo de Ventilação, 2019.

AVIAGEN: Manual de Manejo - Frango de Corte, 2025.

