

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**“IMPORTANCIA DE LA VENTILACIÓN EN LOS DIFERENTES  
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE POLLO DE ENGORDA”**

**MONOGRAFIA**

**POR:**

**JOSÉ GUSTAVO FUENTES RIVERA**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO  
DE:**

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREON, COAHUILA; MEXICO.**

**ABRIL DEL 2014**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**“IMPORTANCIA DE LA VENTILACIÓN EN LOS DIFERENTES  
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE POLLO DE ENGORDA”**

MONOGRAFIA

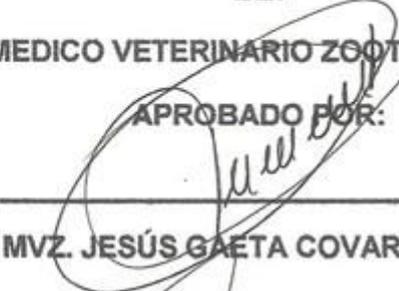
POR:

**JOSÉ GUSTAVO FUENTES RIVERA**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO  
DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADO POR:

  
\_\_\_\_\_  
MVZ. JESÚS GAETA COVARRUBIAS

ASESOR PRINCIPAL

  
\_\_\_\_\_  
MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO

COORDINADOR DE LA DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



División  
Regional de Ciencia Animal

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**“IMPORTANCIA DE LA VENTILACIÓN EN LOS DIFERENTES  
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE POLLO DE ENGORDA”**

MONOGRAFIA

POR:

**JOSÉ GUSTAVO FUENTES RIVERA**

QUE SE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADO POR:

\_\_\_\_\_  
MVZ. JESUS GAETA COVARRUBIAS

PRÉSIDENTE

\_\_\_\_\_  
MVZ. RODRIGO SIDRO SIMON ALONSO

VOCAL

\_\_\_\_\_  
MVZ. FEDERICO ANTONIO HERNÁNDEZ TORRES

VOCAL

\_\_\_\_\_  
MC. JOSÉ DE JESÚS QUEZADA AGUIRRE

VOCAL SUPLENTE

## AGRADECIMIENTOS

*A dios por haberme ayudado en estos años a cumplir una de mis metas que era primordial para mí y muy importante para mi vida gracias dios por toda la fuerza que me distes, fue un sacrificio muy grande sin estar al lado de la familia pero valió la pena.*

*A mis padres, José Gustavo Fuentes Sinecio. y a María del Rocío Rivera Arana. quienes fueron y siguen siendo el pilar más grande para mi educación y formación. Estoy muy orgulloso de ustedes por haberme dejado venir hasta Torreón a continuar mis estudios, sé que también fue un gran sacrificio para ustedes pero sé que aunque lejos para mi estuvieron siempre a mi lado gracias por todo su tiempo. Este triunfo también es para ustedes. Los quiero un buen.*

*A mi hermano Juan Carlos Fuentes Rivera. que con su carácter y nobleza estuvo siempre en mi mente y en mi corazón y más que nada su aliento a seguir adelante gracias hermano te quiero y también este triunfo es tuyo.*

*A mi abuelito José Rivera Montes a mi otro abuelito Domingo Fuentes Ruíz y a mi abuelita Teresa Sinecio Puebla por sus oraciones y cariño aparte de la motivación que me daban a seguir continuando. El éxito también es suyo.*

*A Brenda Lizeth Ramírez Matildes por aparecer en mi camino y compartir conmigo parte de este tiempo de en mis estudios, gracias por tus sentimientos paciencia y amor. Gracias Bren.*

*A mis tíos y mis tías en general por estar al pendiente de mi por recibirme con gran felicidad cuando estaba de regreso en casa y motivarme y darme alientos de continuar adelante gracias a toso ustedes.*

*A mis primos y primas que de igual modo me motivaron a continuar y a seguir adelante gracias.*

*A mis amigos de la universidad por hacer su amistad más grande y convertirla en una hermandad. Gracias por todos los momentos vividos y por vivir, siempre apoyándonos en las buenas y en las malas nunca nos dejamos gracias.*

*A mis maestros por ser la clave del éxito en este proceso, por ser la guía y enseñanza de cada una de mis materias, porque hoy me hacen ser una persona profesional y estoy más agradecido al M. V. Z. Jesús Gaeta Covarrubias por haberme apoyado en mi titulación gracias médico.*

*A las personas que ya no están conmigo en especial a mi abuelita María del Rosario Arana Borja que desde niño me consintió y también creyó en mí, sé que estas orgullosa de mi desde donde estas, también este triunfo es tuyo abuelita.*

*Y a la NARRO por haberme acogido todo este tiempo y echo de mí una persona profesional gracias, nunca olvidare que soy buitre, buitre de corazón. Y como dicen BUITRES BUITRES AL ATAQUE. Gracias Narro.*

## DEDICATORIAS

*Para mis padres por todo su apoyo que me brindaron y que siguen brindándome, por sus consejos, su confianza y por creer en mí siempre, sé que depositaron su confianza y fe en mi para realizar mis sueños y metas y perdonar mis caídas y errores que tuve. Pero más que nada por su amor y cariño y enseñarme a enfrentar lo que va presentando la vida y no darme por vencido, siempre ir adelante para lograr las metas que uno se propone y también siempre estar agradecido a Dios por todo. Todos sus valores que han hecho de mí una mejor persona.*

*Para mi hermano que siempre está ahí con su carácter y sonrisa apoyándome y dándome alientos. Gracias hermano por ser así como tueres.*

*Para Brenda por sus consejos, confianza y felicidad que ella depositó en mí. Por cuidarme y quererme tal y como soy gracias Mango.*

*Para toda mi familia por su constante apoyo, motivación y buenos deseos que siempre me han brindado.*

*Para mis amigos que caminamos juntos, aprendiendo y madurando y que ahora no son solo amigos, son como hermanos para mí, gracias por los momentos inolvidables.*

*Pero todo esto se lo dedico a Dios que si no fuera por él, por mis padres y mi hermano no lo hubiera logrado, gracias a Dios.*

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>I</b>
<b>DEDICATORIAS.....</b>	<b>II</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDECE DE IMÁGENES.....</b>	<b>VII</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>2</b>
<b>2. GENERALIDADES.....</b>	<b>3</b>
<b>3. TEMPERATURA Y FISIOLÓGÍA DEL POLLITO.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1. Utilización de la energía por parte de los animales.....</b>	<b>5</b>
<b>4. EL CALOR PRODUCIDO POR LAS AVES ESTÁ DETERMINADO POR     LOS SIGUIENTES FACTORES.....</b>	<b>5</b>
<b>4.1. El tipo de ave.....</b>	<b>5</b>
<b>4.2. La tasa de metabolismo basal.....</b>	<b>5</b>
<b>4.3. Incremento de calor por ingestión de alimento.....</b>	<b>6</b>
<b>4.4. Los procesos fisiológicos.....</b>	<b>6</b>
<b>4.5. Densidad de lote.....</b>	<b>6</b>
<b>4.6. La temperatura ambiental.....</b>	<b>7</b>
<b>4.7. La humedad relativa del aire.....</b>	<b>8</b>
<b>5. TRANSFERENCIA DE CALOR Y REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA     SOMÁTICA PROFUNDA.....</b>	<b>9</b>
<b>6. LOS MÉTODOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR SE DESCRIBEN A     CONTINUACIÓN.....</b>	<b>9</b>

<b>6.1. Conducción.....</b>	<b>9</b>
<b>6.2. Convección.....</b>	<b>9</b>
<b>6.3. Radiación.....</b>	<b>9</b>
<b>6.4. Pérdida latente de calor (jadeo y evaporación.....</b>	<b>10</b>
<b>7. TEMPERATURA Y RENDIMIENTO DEL POLLO.....</b>	<b>11</b>
<b>8. FACTORES QUE CONDICIONAN EL AMBIENTE.....</b>	<b>14</b>
<b>9. FUNCIÓN DE LA VENTILACIÓN.....</b>	<b>16</b>
<b>9.1. Objetivos de la ventilación.....</b>	<b>16</b>
<b>10. VELOCIDAD DEL AIRE.....</b>	<b>17</b>
<b>11. GASES NOCIVOS.....</b>	<b>18</b>
<b>12. GALPONES CONVENCIONALES CON VENTILACIÓN NATURAL.....</b>	<b>21</b>
<b>13. GALPONES CON VENTILACIÓN DINÁMICA.....</b>	<b>25</b>
<b>14. NECESIDADES DE VENTILACIÓN EN LOS GALPONES.....</b>	<b>27</b>
<b>15. FACTORES QUE DETERMINAN LA DISTRIBUCIÓN DE LA VELOCIDAD DEL AIRE EN GALPONES PARA POLLOS VENTILACIÓN DE TÚNEL.....</b>	<b>29</b>
<b>15.1. Aislamiento.....</b>	<b>29</b>
<b>15.2. Ventilación túnel.....</b>	<b>30</b>
<b>15.3. Sistema de enfriamiento evaporativo.....</b>	<b>32</b>
<b>15.4. Panel evaporador.....</b>	<b>33</b>
<b>15.5. Diseño del panel evaporador.....</b>	<b>33</b>
<b>15.6. Sistemas de aspersion.....</b>	<b>35</b>
<b>16. PRESIÓN ESTÁTICA Y EL FUNCIONAMIENTO DE LOS</b>	

<b>VENTILADORES.....</b>	<b>37</b>
<b>17. DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN.....</b>	<b>38</b>
17.1. Tipo de ventiladores.....	40
<b>18. VELOCIDAD DE ENTRADA DEL AIRE.....</b>	<b>41</b>
18.1. Eficiencia de los ventiladores y los extractores.....	41
18.2. Aberturas de entrada de aire.....	43
18.3. Velocidad del aire a la altura de los pollitos.....	44
<b>19. LA IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL MANEJO DE LA</b>	
<b>VENTILACIÓN.....</b>	<b>44</b>
<b>20. TASA DE CRECIMIENTO Y UTILIDAD.....</b>	<b>44</b>
<b>21. LOS EFECTOS DE LA VENTILACIÓN EN EL CRECIMIENTO Y LA</b>	
<b>CONVERSIÓN ALIMENTICIA.....</b>	<b>45</b>
<b>22. EFECTO SOBRE EL COSTO Y UTILIDAD.....</b>	<b>47</b>
<b>23. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>48</b>
<b>24. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>49</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1. Recomendaciones generales de densidades.....</b>	<b>7</b>
<b>Cuadro 2. Temperaturas de aire recomendadas de la fuente de calor durante la crianza de pollos de engorde.....</b>	<b>12</b>
<b>Cuadro 3. Límites de exposición a gases en alojamientos avícolas.....</b>	<b>18</b>
<b>Cuadro 4. Se indican los efectos producidos sobre las aves por estos gases tóxicos.....</b>	<b>19</b>
<b>Cuadro 5. Materiales aislantes y sus valores de R.....</b>	<b>29</b>
<b>Cuadro 6. Velocidad del aire basado en ancho del galpón.....</b>	<b>35</b>
<b>Cuadro 7. Opciones de ventilación dinámica en función de la anchura de la nave.....</b>	<b>39</b>
<b>Cuadro 8. Efecto de la velocidad del aire en la ganancia de peso semanal de pollos de engorde entre las 3 y 7 semanas de vida sujetos a temperatura cíclica 25-30-25°C.....</b>	<b>42</b>
<b>Cuadro 9. Efecto de la velocidad del aire por 12 a 24 horas en el rendimiento de pollos de engorde de Ross X Cobb de 37 a 51 días de edad sujetos a temperaturas cíclicas 25-30-25°C.....</b>	<b>42</b>

## INDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen 1. Humedad relativa.....</b>	<b>8</b>
<b>Imagen 2. Galpones convencionales con ventilación natural.....</b>	<b>21</b>
<b>Imagen 3. Ventilación natural.....</b>	<b>22</b>
<b>Imagen 4. Esquema del efecto chimenea en la ventilación natural.....</b>	<b>23</b>
<b>Imagen 5. Ventilación natural debida al efecto viento.....</b>	<b>23</b>
<b>Imagen 6. Instalación de cortinas.....</b>	<b>24</b>
<b>Imagen 7. Galpones con ventilación dinámica.....</b>	<b>25</b>
<b>Imagen 8. Diseño de un sistema LPV.....</b>	<b>26</b>
<b>Imagen 9. Ventilación túnel.....</b>	<b>32</b>
<b>Imagen 10. Diseño del panel evaporador.....</b>	<b>34</b>
<b>Imagen 11. Sistemas de aspersion según los galpones de 12 y 15 m de                   ancho.....</b>	<b>37</b>
<b>Imagen 12. Caseta completamente cerrada.....</b>	<b>40</b>
<b>Imagen 13. Tipos de ventiladores.....</b>	<b>40</b>
<b>Imagen 14. Aberturas de entrada de aire.....</b>	<b>43</b>

## RESUMEN

La avicultura moderna, como cualquier otra industria, tiene como meta de su actividad la rentabilidad, y en un mercado tan competido como el que ha impuesto la globalización de la economía, los productores no tienen opción distinta a la de buscar el máximo de eficiencia; por lo tanto, para que los pollos expresen al máximo el potencial productivo, es imprescindible manejar un entorno adecuado que les proporcione las condiciones ambientales adecuadas. La temperatura, humedad, calidad del aire, son algunos de los factores ambientales a tener en cuenta durante el periodo productivo de las aves domésticas.

**Palabras Clave:** Ventilación, Pollos de engorda, Ambiente natural, Ambiente controlado.

## 1. INTRODUCCIÓN

Una de las interacciones entre los componentes del sistema pecuario que más influencia tiene a escala productiva, es la relación entre el entorno y el ave. El entorno en el que el ave se desempeña está compuesto primordialmente por los factores ambientales o climáticos, el cual debe estar estructurado con el objetivo de brindarle bienestar. (Miguel L. 2009)

La avicultura moderna, cuenta con alta tecnología, excelentes programas de nutrición y de alimentación, con aves mejoradas genéticamente, las cuales son más sensibles a cualquier cambio en su entorno que genera una mayor exigencia en el control ambiental en los galpones. Los sistemas de manejo empleados por los productores avícolas son los recomendados por las casas genéticas que establecen parámetros y guías de producción para líneas comerciales. (Aviagen 2009)

Existen pocos estudios científicos que evalúen y determinen las zonas y los factores ambientales adecuados para el manejo de las líneas comerciales de pollos de engorde en nuestro país. (José A. 2011)

El presente trabajo, tiene el objetivo de resaltar las necesidades ambientales para la explotación del pollo de engorde en regiones con diferentes condiciones climáticas, con la intención de determinar la zona termo neutral en la cual el ave lleva a cabo pequeños cambios en la producción calórica, permitiendo así que modelos de producción sean adecuados a cada tipo de zona climática. (Delair B. 2007)

El control del ambiente dentro de los galpones de pollo, es todavía hoy un asunto pendiente en la avicultura moderna. Si bien en buena parte de los países con elevada producción avícola existen muchas formas de poder controlar el ambiente dentro de los galpones avícolas, La necesidad de nuevos tipos de control ambiental surge debido al mayor desarrollo de aves genéticamente mejoradas y mejor alimentadas. (Lahoz F. 2003)

En la actualidad se prefiere un ave de mayor tamaño que por lo tanto es más susceptible al estrés calórico, por lo cual existe una mayor exigencia para los sistemas de control ambiental en los galpones. (Cobb 2012).

31/03/2014 12:48

Hay que considerar que la temperatura varía en cada época del año con diferente humedad relativa, dependiendo también a su vez del lugar. Como consecuencia, los galpones habituales hoy en día se construyen mejor, incorporado aislamientos que permitan reducir las acumulaciones y pérdidas imprevistas de calor. Cada vez más se está utilizando hoy en día las ventilaciones de tipo túnel y el enfriamiento evaporativo para conseguir mantener a las aves en temperaturas cercanas al ideal posible. (Ross 2009)

Prácticamente en el control ambiental durante un periodo de estrés por calor, se enfoca casi en su totalidad en el manejo de la ventilación artificial y cabe mencionar que la ventilación natural es de poca ayuda durante un problema de estos, ya que este depende en su totalidad del movimiento natural del aire y en épocas calurosas, la temperatura del aire también se eleva. (Ross 2009)

De tal manera es necesario implantar un sistema de ventilación artificial mediante el uso de ventiladores y extractores y por última instancia, la implantación de un sistema de enfriamiento evaporativo, conforme lo requiera la situación. (Ross 2009)

## **2. GENERALIDADES**

### **3. TEMPERATURA Y FISIOLOGÍA DEL POLLITO**

En la crianza de pollitos es crítico mantener la temperatura correcta, especialmente durante sus dos primeras semanas de vida. Al nacer, el pollito está mal preparado para regular sus procesos metabólicos y controlar adecuadamente la temperatura de su cuerpo. (Brian 2012)

Como resultado, el pollito recién nacido depende de la temperatura ambiental para mantener la temperatura corporal óptima. Si la temperatura disminuye, también lo hará la temperatura corporal del pollito. Asimismo si aumenta la temperatura medioambiental, también aumentará la temperatura corporal del pollo. (Brian 2012)

Demasiado frío o calor durante este período crucial puede resultar en un pobre crecimiento, una mala conversión alimenticia y mayor susceptibilidad a enfermedades. Las prácticas adecuadas de crianza deben mantener la

31/03/2014 12:48

temperatura corporal del pollo para que no tenga que utilizar energía, para perder calor mediante el jadeo o para generar calor a través de su metabolismo. (Brian 2012)

Investigaciones han demostrado que el pollito desarrolla la capacidad de regular su temperatura corporal alrededor de los 12 y 14 días de edad. El pollo se puede estresar fácilmente si su temperatura corporal disminuye o aumenta tan solo un grado. Una vez que cambia su temperatura corporal, el ave tratará de compensarla y en muchos casos esto significa que tendrá un efecto negativo en el rendimiento. (Brian 2012)

La temperatura corporal de un pollito de un día de edad es de aproximadamente 103°F (39°C), pero cuando tiene cinco días de edad la temperatura corporal es 106°F (41°C), igual que el adulto. (Brian 2012)

Las temperaturas extremas (altas o bajas) a menudo provocan la mortalidad de los pollitos, pero incluso un leve enfriamiento o sobrecalentamiento puede afectar el rendimiento de los pollitos jóvenes sin causarles la muerte. (Brian 2012)

Los pollitos toleran las temperaturas altas mejor que las aves adultas, las temperaturas altas durante largos periodos de tiempo incrementan la mortalidad y tienen un impacto negativo en el rendimiento. (Brian 2012)

Investigaciones han demostrado que los pollitos sometidos a una temperatura fría tienen dificultades con sus sistemas inmunológico y digestivo. Como resultado, pollitos estresados por el frío crecen menos y tienen mayor susceptibilidad a las enfermedades. Los pollitos estresados por el frío exhibirán una mayor incidencia de ascitis, un trastorno metabólico que se traduce en menor rendimiento, mayor mortalidad y mayores decomisos en la planta de procesamiento. (Brian 2012)

En estudios de investigación, donde se criaron grupos de pollitos a 80°F o 90°F (27°C o 32°C), los pollitos criados bajo temperaturas más cálidas tuvieron mejores ganancias de peso, mejor conversión alimenticia y mejores condiciones de vida. Los pollitos criados debajo de 80°F (27°C) experimentaron

un menor crecimiento que el tratamiento de crianza con una temperatura más alta. (Brian 2012)

Los pollitos criados bajo esas temperaturas no alcanzaron el peso corporal y resultaron pesando menos en la edad de comercializarlos que las aves que se criaron correctamente. No solo que los pollos expuestos a bajas temperaturas de crianza tienen menores tasas de crecimiento, sino que también consumirán más alimento para mantenerse calientes, reduciendo la eficiencia de los alimentos y aumentando los costos de alimentación. (Brian 2012)

### **3.1. UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA POR PARTE DE LOS ANIMALES**

Las aves son generadoras de calor, la cantidad de calor producido es medida en unidades térmicas británicas (BTU) o calorías. Un BTU es la cantidad de calor requerida para elevar 1 libra de agua en 1°F, cuando la temperatura del agua es 39°F. Una caloría es la cantidad de calor requerida para elevar la temperatura de 1g de agua desde 3.5 a 4.5°C. Un BTU es igual a 252 calorías. (Mónica M. 2005)

## **4. EL CALOR PRODUCIDO POR LAS AVES ESTÁ DETERMINADO POR LOS SIGUIENTES FACTORES:**

### **4.1. EL TIPO DE AVE.**

Los pollos de engorde de igual peso que las gallinas ponedoras, producirán gran cantidad de calor porque crecen más rápido y consumen más alimento por unidad de peso, lo que aumenta la producción de calor corporal.(Mónica M. 2005)

### **4.2. LA TASA DE METABOLISMO BASAL.**

Es el calor desprendido por la realización de los procesos vitales. Es función del peso metabólico ( $PV^{2/3}$ ), que es una corrección del peso vivo según la superficie. Aumenta por tanto con la edad y el peso, y por ello es más elevada en machos que en hembras de la misma edad.(Mónica M. 2005)

### **4.3. INCREMENTO DE CALOR POR INGESTIÓN DE ALIMENTO.**

La realización de los procesos de digestión genera calor. Puede aumentar hasta un 20% del calor basal. El consumo de agua incrementa en climas cálidos y la sobrevivencia del ave depende del consumo de ésta en grandes cantidades. El consumo voluntario de alimento va disminuyendo en respuesta a la alta temperatura.(Mónica M. 2005)

La actividad de alimentación y el metabolismo causado por la digestión y la asimilación del alimento incrementa la producción de calor en el animal. El incremento de calor es mucho mayor cuando la proteína es fuente de energía que cuando se utiliza carbohidratos y grasa. Así mismo, el incremento calórico es mayor al consumir proteína si la temperatura ambiente es alta. Si el ambiente es frío la energía metabolizable es utilizada más eficientemente para los requerimientos de mantenimiento y producción. El incremento calórico se disminuye si el nivel de proteína en la dieta es bajo. Para los animales no rumiantes esto se podría lograr si se determinan los requerimientos exactos de los aminoácidos esenciales de la proteína ideal, la que debe producir un mínimo incremento calórico.(Mónica M. 2005)

### **4.4. LOS PROCESOS FISIOLÓGICOS.**

Estos mecanismos se ponen en marcha para compensar las variaciones de temperatura corporal, inducidas por los cambios de la temperatura ambiental también generan calor, en especial los necesarios para compensar las altas temperaturas (aumento del ritmo cardíaco y respiratorio), por lo que el ave puede emplearlos de forma limitada. A estos procesos básicos se debe añadir el calor generado por síntesis proteica en formación de tejido muscular y por actividad física, estimándose un aumento de calor hasta del 25%.(Mónica M. 2005)

### **4.5. DENSIDAD DEL LOTE**

Una densidad correcta del lote es esencial para el éxito en la producción de pollos de engorde. En adición a las condiciones de rendimiento y de margen económico, una correcta densidad del lote tiene también implicaciones de bienestar animal. Para evaluar la densidad del lote de una manera precisa

deben considerarse varios factores como clima, tipo de galpón, sistema de ventilación, peso de beneficio de las aves y regulaciones de bienestar animal. Errores en la determinación de una correcta densidad del lote traerá como consecuencias problemas de patas, rasguños de piel, hematomas y elevada mortalidad. Adicionalmente, la calidad de la cama se verá comprometida. (Cobb 2012)

El saque anticipado de una parte del lote es una forma de mantener una densidad óptima. En algunos países un elevado número de aves son alojadas en un galpón para ser criadas a dos diferentes pesos de mercado. Al ser alcanzado el peso menor, un 20 – 50% de las aves son removidas para venderse a un segmento comercial determinado. De esta manera, las aves restantes dentro del galpón tendrán más espacio y se pueden criar hasta alcanzar un peso superior. (Cobb 2012)

Muchas densidades de lote son empleadas en el alrededor de mundo. En climas cálidos, una densidad de lote de 30 kg/m<sup>2</sup> es cercana a lo ideal. Las recomendaciones generales son: (Cobb 2012)

Tipo de galpón	Tipo de ventilación	Equipos	Densidad <b>MÁXIMA</b> del lote
Lados abiertos	Natural	Ventiladores	30 kg/m <sup>2</sup> (6,2 lb/ft. <sup>2</sup> )
Lados abiertos	A presión positiva	Ventiladores de paredes a 60°	35 kg/m <sup>2</sup> (7,2 lb/ft. <sup>2</sup> )
Paredes sólidas	Ventilación cruzada	Configuración europea	35 kg/m <sup>2</sup> (7,2 lb/ft. <sup>2</sup> )
Paredes sólidas	Ventilación de túnel	Nebulizadores	39 kg/m <sup>2</sup> (8,0 lb/ft. <sup>2</sup> )
Paredes sólidas	Ventilación de túnel	Enfriamiento por evaporación	42 kg/m <sup>2</sup> (8,6 lb/ft. <sup>2</sup> )

Cuadro 1. Recomendaciones generales de densidades. (Cobb 2012)

#### 4.6. LA TEMPERATURA AMBIENTAL.

Las necesidades energéticas para la termorregulación aumentan a partir de 28°C. Por lo tanto, en los pollos que al final de la etapa de engorda soportan temperaturas altas, pueden darse situaciones de deficiencia energética por dos motivos: por la reducción del consumo de alimento y por el aumento de las necesidades energéticas para la termorregulación. En el caso de las

temperaturas bajas, la compensación es más fácil, incrementando el consumo de alimento y modificando el comportamiento (agrupándose).(Mónica M. 2005)

#### 4.7. LA HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE.

La humedad relativa del aire indica la relación entre el peso del vapor de agua contenido en el aire y el peso de vapor de agua máximo que este aire puede contener a la máxima temperatura. La humedad dentro del galpón depende casi exclusivamente de características propias del galpón como, el número y el tamaño de las aves alojadas y por consiguiente por su proceso respiratorio, la densidad, la ventilación y la temperatura. En menor medida depende de la humedad ambiente.(Mónica M. 2005)

Cuando la humedad relativa en el galpón excede el 70%, el volumen de humedad de la cama tiende a aumentar y conlleva a empeorar las condiciones ambientales. El objetivo debe ser mantener un nivel de humedad relativa en el galpón entre 50 y 70%, proporcionando aire suficiente y agregar calor cuando sea necesario. Una humedad del 60% sería adecuada.(Mónica M. 2005)

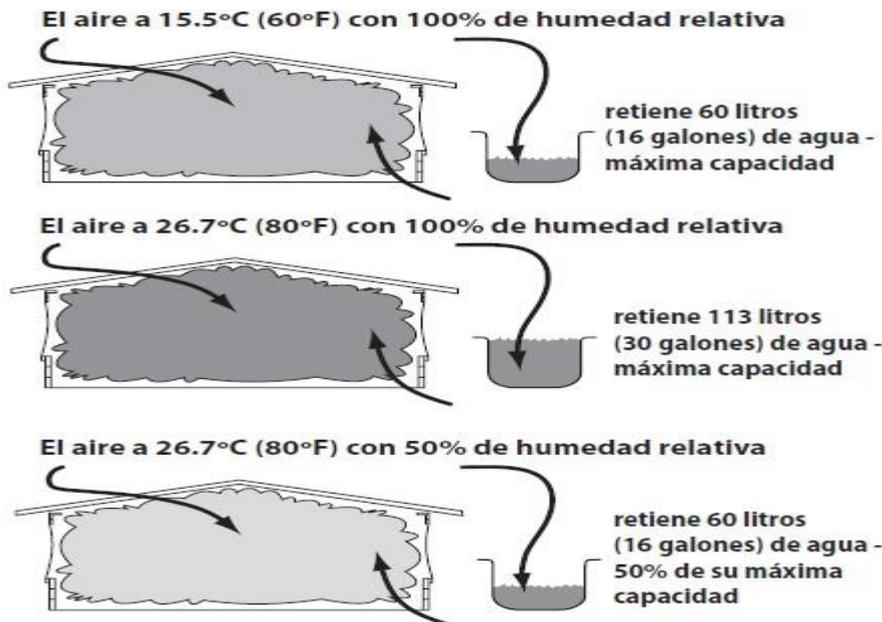


Imagen 1. Conforme se eleva la temperatura del aire, aumenta la cantidad de agua que una determinada cantidad de aire es capaz de retener. Una regla aproximada es que una elevación de 10°C de aumento en la temperatura del aire reduce a la mitad la humedad relativa. En otras palabras, elevar la temperatura del aire incrementa su absorbencia. A 26.7°C el aire es más absorbente y puede retener casi el doble de vapor de agua que la misma cantidad de aire a 15.5°C. (Aviagen 2009)

## **5. TRANSFERENCIA DE CALOR Y REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA SOMÁTICA PROFUNDA**

El ave produce calor constantemente mediante los procesos metabólicos y la actividad física. El calor debe ser disipado ya que de lo contrario la temperatura corporal profunda aumentaría. (Mónica M. 2005)

A diferencia de otros animales domésticos las aves no poseen glándulas sudoríparas para regular la temperatura corporal, de tal manera que la eliminación o transferencia de calor para llevar a cabo la termorregulación es por radiación, conducción, convección y evaporación de agua del tracto respiratorio. (Mónica M. 2005)

## **6. LOS MÉTODOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR SE DESCRIBEN A CONTINUACIÓN:**

### **6.1. CONDUCCIÓN.**

En las aves esta tiene lugar cuando un cuerpo caliente entra en contacto físico con otro frío. Se produce a través de las patas y el músculo pectoral cuando los pollos están tumbados, y se puede observar como escarban, se bañan en la cama o buscan zonas bajo los bebederos que están más húmedos para refrescarse. (Mónica M. 2005)

### **6.2. CONVECCIÓN.**

El intercambio de calor por convección ocurre cuando partículas relativamente calientes de un fluido se mezclan con partículas más frías. En el ave, esta pérdida de calor ocurre cuando el aire que entra en contacto con esta, se calienta y se eleva, permitiendo que el aire más frío descienda y se caliente a su vez. Se puede distinguir entre convección natural, originada por el gradiente térmico entre animal y el aire que lo rodea y convección forzada, originada por la fuerza del viento o artificialmente, a través de ventiladores. (Mónica M. 2005)

### **6.3. RADIACIÓN.**

Se refiere a la emisión continua de energía desde la superficie de todos los cuerpos y es transportada por ondas electromagnéticas. Es diferente de la

conducción y la convección. Sin embargo, eso no depende de la materia de separación que transporta la energía. En efecto, el material que ocupa el espacio intermedio impide o retrasa el proceso de transferencia por radiación. Además, en contraste a los procesos de transferencia de calor por conducción y convección los cuales son afectados por la diferencia de temperatura y muy poco por el nivel de temperatura, la emisión de calor por radiación aumenta rápidamente cuando aumenta el nivel de temperatura.(Mónica M. 2005)

Cuando la temperatura ambiente está entre los 28 y los 35°C la radiación, la conducción y la convección son suficientes para mantener la temperatura corporal del ave, ello se ve favorecido por un mecanismo de vasodilatación superficial, así como a nivel de las barbillas y de la cresta.(Mónica M. 2005)

La suma del calor perdido por los tres primeros sistemas se denomina calor sensible, es una medida de la energía que acompaña un cambio de temperatura y representa solamente una parte del calor intercambiado en el calentamiento de una sustancia dada, una parte del calor total puede ser absorbido como calor de vaporización o en un cambio de volumen de la sustancia.(Mónica M. 2005)

El calor sensible puede representar entre 50 – 75% de las pérdidas totales de calor, siendo más elevado cuanto más baja es la temperatura. La suma del calor perdido por los distintos medios de evaporación de agua se denomina calor latente o insensible. La disipación del calor sensible se produce especialmente a bajas temperaturas, mientras que la del calor latente adquiere su máxima importancia en época calurosa.(Mónica M. 2005)

#### **6.4. PÉRDIDA LATENTE DE CALOR (JADEO Y EVAPORACIÓN)**

A medida que la temperatura ambiente se va acercando a la temperatura del ave los tres mecanismos citados se muestran ineficaces para regular la temperatura corporal por lo que entra en marcha este cuarto mecanismo. La temperatura elevada provoca en el ave un aumento de la tasa respiratoria y el flujo sanguíneo para aumentar el enfriamiento por evaporación (por cada gramo de agua que se evapora se disipan 540 calorías de energía). La eliminación del calor por evaporación de agua del tracto respiratorio, puede

31/03/2014 12:48

inducir a una alcalosis respiratoria, pues el ave al expirar pierde el dióxido de carbono excesivo (CO<sub>2</sub>). Como resultado, los fluidos corporales se vuelven alcalinos, causando que los riñones excreten grandes cantidades de electrolitos.(Mónica M. 2005)

Cuando la temperatura ambiente asciende sobre los 28°C las aves comienzan a jadear para eliminar el calor por evaporación (calor latente). Este proceso es efectivo cuando el ambiente está seco. Si el aire circundante es húmedo la capacidad que tiene éste de absorber calor disminuye notablemente. A veces basta que la humedad se posicione en 70% para que se produzca este fenómeno, el ave no logra eliminar el exceso de calor, comienza a jadear en exceso abriendo el pico y finalmente muere.(Mónica M. 2005)

Como orientación para poder identificar en qué momento se inicia el estrés por calor, independientemente de la observación de los pollos, se establece en aquel en que la suma de la temperatura y de la humedad relativa es de 105, siendo así la temperatura superior a 27°C y una humedad relativa alrededor del 78%.(Mónica M. 2005)

## **7. TEMPERATURA Y RENDIMIENTO DEL POLLO**

Uno de los objetivos durante la crianza es mantener a los pollitos dentro de su zona de confort, es decir, que no utilicen energía para ganar o perder calor, para mantener la temperatura corporal. (Brian 2012)

Cuando las aves se mantienen en temperaturas ambientales por encima o por debajo de su zona de confort, deben gastar más energía para mantener la temperatura corporal. Esta energía extra se suministrará en última instancia a través de los alimentos consumidos. Por lo tanto, se utilizará la energía del alimento para mantener la temperatura corporal, en lugar de emplearla para el crecimiento y desarrollo, lo cual resultará en una mala conversión alimenticia. Así es como la temperatura del medioambiente juega un papel importante para determinar el costo de producir un kilo de carne o para criar una pollona reproductora. (Brian 2012)

La crianza adecuada no sólo consiste en mantener la temperatura debida, sino también en emplear las prácticas de buen manejo. Las temperaturas

empleadas en la crianza variarán dependiendo de si la fuente de calor es un calentador de aire, una criadora infrarroja convencional o una criadora radiante (Tabla 1). Tenga en cuenta que las temperaturas en la tabla 1 se refieren a temperaturas del aire diseñadas para proporcionar una temperatura de piso de 90°F (32°C). (Brian 2012)

Al criar pollitos la temperatura de la cama es crucial. Los estudios sugieren que la temperatura promedio del piso debe ser 90°F (32°C) el día se colocan los pollitos en el galpón. (Brian 2012)

Los calentadores de aire forzado requieren ajustes de temperatura más altos, ya que ellos calientan el aire que calienta el piso. Una criadora infrarroja convencional de campana dirige aproximadamente 40 por ciento de su calor al piso y 60 por ciento al aire. Las criadoras infrarrojas radiantes proyectan aproximadamente 90 por ciento de su calor al piso y 10 por ciento al aire. Debido a que las criadoras infrarrojas de campana y las criadoras radiantes dirigen más calor al piso, la temperatura del aire necesaria para lograr la temperatura deseada en la cama es menor que la requerida para los calentadores de aire forzado. (Brian 2012)

**Cuadro2. Temperaturas de aire recomendadas de la fuente de calor durante la crianza de pollos de engorde(Brian 2012)**

Temperatura del Aire			
Día	Calentador de Aire Forzado <sup>2</sup>	Criadora Infrarroja Convencional <sup>3</sup>	Criadora Infrarroja Radiante <sup>4</sup>
0	93°F (34°C)	90°F (32°C)	88°F (31°C)
3	90°F (32°C)	88°F (31°C)	86°F (30°C)
7	87°F (31°C)	86°F (30°C)	84°F (29°C)
14	83°F (28°C)	85°F (29°C)	82°F (28°C)
21	78°F (26°C)	80°F (27°C)	77°F (25°C)

<sup>1</sup>Temperaturas basadas en las empleadas actualmente por empresas de pollos de engorde

<sup>2</sup>Medido a la altura del pollito.

<sup>3</sup>Medido a la altura del pollito, a 30 cm del borde de la criadora.

<sup>4</sup>Medido a la altura del pollito, a 1.20 m del borde de la criadora.

31/03/2014 12:48

Los galpones de pollos están específicamente diseñados para permitir el estricto control del ambiente que está directamente alrededor del pollito. En operaciones de crianza de pollos comerciales, los galpones de los pollos están aislados y equipados con sistemas de ventilación mecánica para mantener las temperaturas del galpón dentro de cinco grados F de la temperatura deseada, independientemente de la temperatura exterior. Las temperaturas óptimas para la crianza de pollitos se han desarrollado a través de muchos años de investigación y experiencia en el campo.(Brian 2012)

Cuando se obtiene la temperatura adecuada de la caseta y los pollitos están bien administrados, ellos deben estar distribuidos en todo el galpón y no acurrucados unos con otros, o sentados mayormente en las bandejas de los comederos.(Brian 2012)

El mejor método para supervisar la comodidad del pollito es observar su comportamiento y regular la temperatura consecuentemente. Al observar un galpón de pollos de engorde, los pollitos deben estar distribuidos uniformemente en todo el galpón.(Brian 2012)

Cuando los pollitos tienen frío se les ve acurrucados (incluso pegados a la pared lateral) y tienden a sentarse en las bandejas de los comederos. Los pollitos que tienen calor se alejan de las criadoras infrarrojas y calentadores, jadean y se separan de la parvada tratando de enfriarse. (Brian 2012)

Muchos galpones tienen controles ambientales que observan la temperatura del galpón y prenden y apagan las criadoras infrarrojas y los calentadores según sea necesario. Los controles regulan también el tiempo que opera una fuente de calor. Esta información puede utilizarse para localizar áreas del medioambiente del pollito que pueden tener excesivas pérdidas de aire o corrientes de aire. (Brian 2012)

Si las criadoras infrarrojas o los calentadores cerca de la cortina del túnel funcionan más tiempo que otros en el galpón, puede indicar fugas de aire alrededor de la cortina o de la puerta al extremo de la pared.(Brian 2012)

En el momento en que se coloca el pollito dentro del galpón es necesario mantener la temperatura en un rango muy estrecho (entre 20oC y 31oC), tanto

31/03/2014 12:48

para evitar que el pollito muera por frío o por deshidratación. Durante la primera semana las aves comienzan a regular su temperatura corporal. Al finalizar la tercera semana el ave está totalmente emplumada y entra en una fase de crecimiento muy acelerado. A partir de estos momentos el control de la temperatura todavía es importante, pero entran a jugar otros factores como el nivel de humedad y de amoníaco. (David L. 2004)

Las cuatro últimas semanas de vida, el control ambiental consiste sobre todo en el enfriamiento del galpón, pero a medida que las aves crecen también aportan mucha más humedad al ambiente. El control ambiental debe extraer esta humedad del galpón, especialmente en tiempo de calor. (David L.2004)

Las aves convierten el alimento y agua en energía para el funcionamiento de sus órganos y músculos, para mantenerse calientes para crecer y aumentar de peso. No son máquinas perfectas con el 100% de rendimiento, es decir generan un exceso apreciable de calor y de humedad. Un galpón de 120 x 12 m que contenga 18000 aves de 7 semanas de edad producen aproximadamente casi 4000 litros de agua por día (eliminada por materia fecal y en respiración). Asimismo producen calor equivalente a unas 14 campanas de calefacción. (David L.2004)

La necesidad de nuevos tipos de control ambiental surge debido al mayor desarrollo de aves genéticamente mejoradas y mejor alimentadas. Hay que considerar que la temperatura varía en cada época del año con diferente humedad relativa, dependiendo también a su vez del lugar. Como consecuencia, los galpones habituales hoy en día se construyen mejor, reduciendo las acumulaciones y pérdidas imprevistas de calor. (Villalpando C. 2000)

## **8. FACTORES QUE CONDICIONAN EL AMBIENTE.**

El objetivo principal en la crianza de pollitos es proveer un medio ambiente eficaz y económico, que sea cómodo y sano para que las aves desarrollen. La temperatura, calidad del aire, humedad y luz son factores muy importantes a considerar. El no proveer el ambiente adecuado durante el período de crianza reducirá la rentabilidad, debido a un menor crecimiento y desarrollo, una

31/03/2014 12:48

conversión alimenticia más pobre y mayor propensión a enfermedades, decomisos y mortalidad. El correcto manejo del galpón y de los pollitos durante el período de crianza conducirá a los pollitos a un buen inicio. (Fernando E. 20013)

El control ambiental no debe enfocarse únicamente en alcanzar las temperaturas y humedades óptimas para las aves, sino también en mantener una adecuada calidad del aire. Así, es fundamental para los animales controlar la concentración de contaminantes en el ambiente, básicamente gases como el amoníaco (NH<sub>3</sub>) y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). (Cobb 2012)

Para conseguir las condiciones óptimas en el interior de la nave, se dispone de diversas herramientas: ventilación, aislamiento, calefacción y refrigeración. (Fernando E. 2013)

La ventilación es el factor más importante, dado que es clave para el control de todos los parámetros mencionados anteriormente. La calefacción y refrigeración tienen una implicación directa sobre la regulación de temperatura, aunque también influyen en la humedad relativa. Finalmente, el aislamiento, que afectará únicamente al control térmico, tendrá unas implicaciones clave en las otras tres herramientas (fundamentalmente en la reducción del costo de calefacción o refrigeración). (Fernando E. 2013)

El sistema climático de la nave está sujeto a rigurosas exigencias con vistas a lograr condiciones óptimas mediante un ajuste minucioso de la temperatura, humedad y velocidad del aire. Aves genéticas mejoradas y de producciones muy intensas requieren un clima interior adaptado al detalle. (Cobb 2012)

Un aumento de la humedad del aire se percibe en los animales como un aumento de temperatura, a pesar de que ésta se mantenga inalterada. De igual modo, cuando la humedad del aire es baja, los animales sienten que la temperatura es más baja, a pesar de no serlo. Por otra parte, los animales perciben un aumento de la velocidad del aire como un descenso de la temperatura, a pesar de que ésta se mantenga inalterada. Sólo hay una temperatura correcta; sin ella, la productividad no es óptima. (Cobb 2012)

## 9. FUNCIÓN DE LA VENTILACIÓN

Ventilación es introducir aire exterior adentro del galpón y sacar el aire que está dentro del galpón al exterior. Una ventilación adecuada significa remover la cantidad correcta de aire en el momento preciso y de manera tal que modifique la temperatura, la humedad y otras variables ambientales a valores óptimos para el desarrollo de las aves. (David L.2004)

Cuando las aves se someten a corrientes de aire con alta velocidad, se reduce la sensación térmica en las mismas, por lo que la velocidad del aire es un aspecto de suma importancia. Por ejemplo si el aire dentro de la caseta está a 32°C (a una humedad relativa normal), un flujo de aire con velocidad de 18.3 m por minuto hará que no tenga ningún efecto en las aves en la sensación en la temperatura. En cambio sí se provoca una circulación de 60.96 m por minuto las aves tendrán la sensación de estar a 26.7°C y si el aire posee una velocidad de 122 m por minuto, tendrán la sensación de estar a 24°C. La velocidad recomendada de verano debe ser de 60 m por minuto. (Banda 2001)

La ventilación incluye todas las épocas del año ya que los animales producen calor y evaporación agua durante todo el ciclo, siendo de mayor consideración en épocas de calor. (Aviagen 2009)

En cuanto a la humedad relativa, la óptima generalmente está ubicada entre el 50% y el 70%. El problema más común es el exceso de humedad tanto en el invierno, presentando camas húmedas, producción de amoniaco, etc. como en el verano, evitando el intercambio de calor por jadeo de las aves. En cualquiera de las dos casos, la ventilación es el único medio practico de reducir la humedad. (Lahoz 2004)

Además de que la ventilación ayuda a las aves para eliminar y remover el calor, también sirve para reponer oxígeno y eliminar otro tipo de gases nocivos para las aves, principalmente anhídrido carbónico y amoniaco. (Lahoz 2004)

### 9.1. OBJETIVOS DE LA VENTILACIÓN:

En todo momento (incluidas las épocas más frías), los alojamientos avícolas 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 por aire del exterior busca distintos objetivos para el medio ambiente del interior:(Antonio 2010)

- eliminación del exceso de vapor de agua;(Antonio2010)
- mantenimiento de los niveles de gases tóxicos (amoníaco, sulfuro de hidrógeno, monóxido de carbono) y de dióxido de carbono en valores aceptables;(Antonio2010)
- eliminación del polvo en suspensión.(Antonio2010)
- reducir los malos olores. (Antonio2010)

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.(Antonio 2010)

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 pollos obliga a enfriar el aire recurriendo a la refrigeración evaporativa.(Antonio 2010)

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 tci para animales jóvenes: en estos casos, es necesario recurrir a la calefacción de las dependencias ocupadas por dichos animales.(Antonio 2010)

## **10. VELOCIDAD DEL AIRE**

El objetivo de la ventilación es pues renovar el aire del galpón, disminuir la humedad y el polvo y expulsar los gases nocivos como amoniaco y otros compuestos orgánicos que irritan las mucosas y causan malos olores. Sin embargo, durante el verano, o en regiones calurosas, al aumentar la velocidad del aire también puede disminuirse la temperatura. (Villalpando 2002)

## 11. GASES NOCIVOS

Los principales gases producidos por los animales y sus límites de exposición en alojamientos avícolas se exponen en el cuadro 2. 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. (Antonio 2010)

Cuadro 3. Límites de exposición a gases en alojamientos avícolas. (Antonio 2010)

Gases (ppm)	Límites exposición animal (máximo nivel para exposición continua)	Límites de exposición para el hombre	
		Exp. Larga (8 h)	Exp. Corta (10 m)
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

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

- a) Una elevada densidad de animales. (Antonio 2010)
- b) Un mal sistema de ventilación. (Antonio 2010)
- c) Una limpieza deficiente. (Antonio 2010)
- d) Un inadecuado sistema de recogida de deyecciones. (Antonio 2010)

Cuadro 4. Se indican los efectos producidos sobre las aves por estos gases tóxicos. (Antonio 2010)

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  Causa la muerte en 30 minutos  Causa la muerte instantánea	Huevos podridos
	1.000 ppm		
	1.500 ppm		
CO <sub>2</sub>	2%	Aceleración de la respiración, somnolencia y síntomas de asfixia	Sin
	4%	Las gallinas lo toleran bien	olor

El amoníaco (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. (Antonio 2010)

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. (Antonio 2010)

Además de los factores anteriores citados como favorecedores del acúmulo de gases en los alojamientos, el aumento de la concentración de NH<sub>3</sub> se ve favorecido por:

- a) Una elevada humedad ambiental en la nave, que favorece el deterioro de la cama. (Antonio 2010)
- b) Todo proceso entérico que, incrementando el consumo de agua, favorezca las diarreas, con lo que la cama se humedece más rápidamente. (Antonio 2010)

31/03/2014 12:48

c) Los derrames de agua de los bebederos, ocasionando, como mínimo, zonas de cama húmeda alrededor suyo, con una alta producción de amoníaco.(Antonio 2010)

d) La colocación de una capa insuficiente de cama o, incluso, el no cambiarla entre una crianza y la siguiente.(Antonio 2010)

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. (Antonio 2010)

Una ventilación eficaz, ajustada correctamente, es sin duda el factor más importante para tener éxito en la engorda avícola. El objetivo en general de la ventilación, es obviamente renovar el aire en el gallinero para: (Villalpando 2002)

- Mantener una buena oxigenación de las aves. (Villalpando 2002)
- Eliminar los gases tóxicos producidos por los animales, las camas y los aparatos de calefacción. (Villalpando 2002)
- Eliminar los excesos de calor y de humedad mediante un barrido homogéneo y perfectamente controlado de la zona de las aves. (Villalpando 2002)

Toda la ventilación de una granja de engorda de aves debe de seguir tres reglas fundamentales: (Villalpando 2002)

1. Un flujo de renovación de aire preciso. (Villalpando 2002)
2. Una buena dilución de aire nuevo. (Villalpando 2002)
3. El control de una buena regulación de la temperatura y la humedad. (Villalpando 2002)

## 12. GALPONES CONVENCIONALES CON VENTILACIÓN NATURAL



**Imagen 2. GALPONES CONVENCIONALES CON VENTILACIÓN NATURAL(Antonio 2010)**

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.(Antonio2010)

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.(Antonio2010)
- La diferencia de temperatura entre el interior y el exterior.(Antonio)
- La pendiente de la cubierta.(Antonio2010)

31/03/2014 12:48

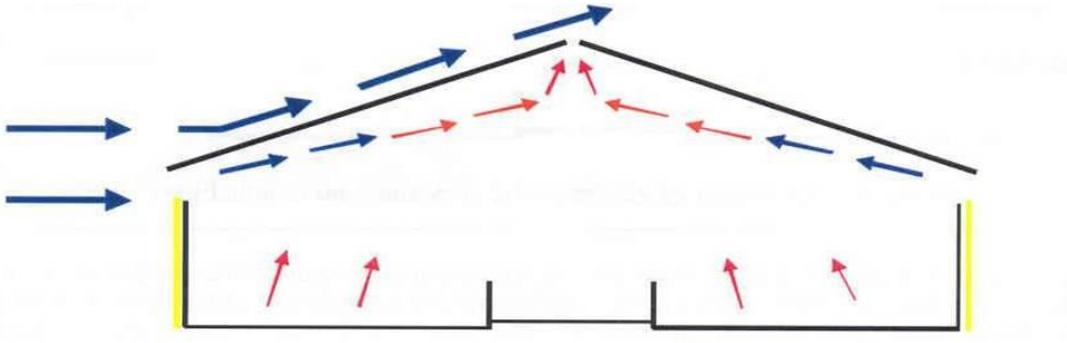
- La orientación del edificio con respecto a los vientos dominantes y la velocidad de éstos.(Antonio2010)
- La altura del edificio.(Antonio2010)
- La velocidad del aire en el interior del local y la exposición a estas corrientes de aire.(Antonio2010)



Imagen 3. Ventilación natural (Antonio 2010)

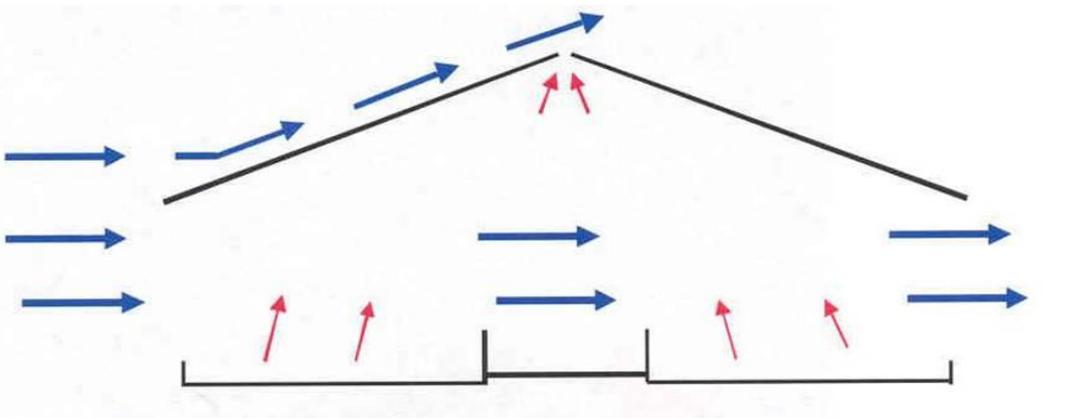
Una de las causas del movimiento natural del aire es el conocido como “efecto chimenea” o, por emplear términos más técnicos, el empuje térmico. Cuando el aire entra en el alojamiento, se calienta debido al calor disipado por los animales y la fermentación de las deyecciones: al disminuir su peso específico se eleva y sale al exterior por las aberturas dispuestas al efecto, bien sean chimeneas o, más habitualmente, una abertura continua en la cumbrera 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 imagen 4.(Antonio2010)

Imagen 4. Esquema del efecto chimenea en la ventilación natural. (Antonio 2010)



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 (imagen 5) y cuanto más similares son las temperaturas externa e interna (como sucede en verano), situación en la que el efecto chimenea tiene escasa importancia. (Antonio 2010)

Imagen 5. Ventilación natural debida al efecto viento. (Antonio 2010)



Requerimientos clave de diseño para la instalación de cortinas (Cobb 2012)

- La parte superior de la cortina debe tener un traslape con una superficie sólida para prevenir filtraciones de aire. Se recomienda un traslape de al menos 15 cm. (Cobb 2012)
- Una mini cortina de 25 cm instalada en el exterior del galpón a la altura del alero evitará aún más las filtraciones de aire por sobre la parte superior de la cortina. (Cobb 2012)

31/03/2014 12:48

- Las cortinas deben encajar en un sobre que es una mini cortina de 25 cm que sella verticalmente la cortina en ambos extremos. (Cobb 2012)
- Las cortinas deben tener un dobléz (dobladillo) triple en los bordes. (Cobb 2012)
- La base de la cortina debe sellarse para prevenir filtraciones de aire al nivel del suelo. (Cobb 2012)
- Los agujeros y rasgaduras de las cortinas deben repararse. (Cobb 2012)
- Las cortinas funcionan de una manera más eficiente si son controladas automáticamente usando temperatura y velocidad del viento como criterio para apertura y cerrado. (Cobb 2012)
- La altura óptima de la mini pared es de 50 cm (Cobb 2012)

El alero del techo debe ser de 1,25 m (Cobb 2012)



Imagen 6. Instalación de cortinas.(Cobb 2012)

### 13. GALPONES CON VENTILACIÓN DINÁMICA



Imagen 7. GALPONES CON VENTILACIÓN DINÁMICA. (Antonio 2010)

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. (Antonio2010)

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;(Antonio2010)
- 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;(Antonio2010)

- 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.(Antonio2010)

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.(Antonio2010)

## El diseño de un sistema LPV

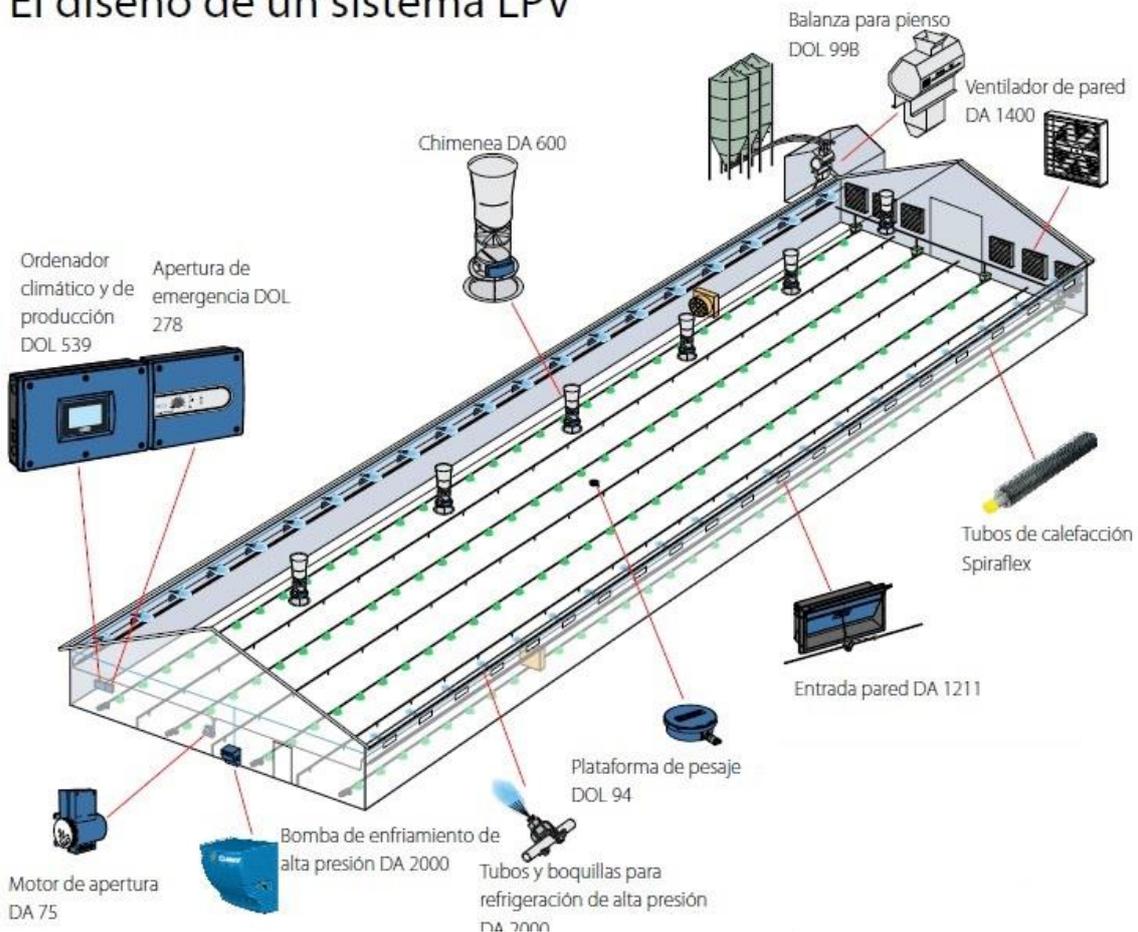


Imagen 8. Diseño de un sistema LPV. (Antonio 2010)

## 14. NECESIDADES DE VENTILACIÓN EN LOS GALPONES

Determinar las necesidades de ventilación (caudal, en m<sup>3</sup>/h) en una explotación avícola es una tarea compleja dado que, como se ha visto anteriormente, el objetivo de la ventilación es múltiple (control de la temperatura, humedad y control de las concentraciones de CO<sub>2</sub> y NH<sub>3</sub>). Por tanto, las necesidades de ventilación serán diferentes en función del parámetro que se desee controlar, por lo que es necesario establecer diferentes criterios de cálculo. (Fernando E. 2013)

El cálculo de las necesidades de ventilación para controlar la temperatura en el interior de las naves se fundamenta en los balances de calor sensible en las mismas. Así, es necesario equilibrar el balance entre pérdidas y ganancias de calor sensible. La principal fuente de calor en las explotaciones avícolas son las propias aves.(Fernando E. 2013)

La transmisión de calor a través de los cerramientos (paredes, puertas, cubierta, suelo, etc.) puede materializarse en una pérdida de calor (cuando la temperatura interior es superior a la exterior) o en una ganancia (en el caso contrario). Este fenómeno ocurre también con la ventilación, que puede hacer ganar o perder calor de la nave en función de las temperaturas exteriores e interiores.(Fernando E. 2013)

De forma similar al caso anterior, el cálculo de las necesidades de ventilación para controlar la humedad en el interior de las naves se fundamenta en los balances de vapor de agua en las mismas. Así, para conseguir establecer unas condiciones de humedad estables en la nave es necesario equilibrar el balance entre pérdidas y ganancias de agua. En este caso, el balance es más sencillo: las fuentes de humedad en la nave son los animales y su estiércol, mientras que la única vía de intercambio de humedad con el exterior de la nave se produce mediante la ventilación. El caudal de aire necesario para eliminar la humedad producida en la granja estará determinado por la producción de humedad de los animales y sus deyecciones, además de las humedades absolutas (gramos H<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup> aire) del aire exterior e interior. Es crucial en este punto considerar que la humedad absoluta se relaciona con la temperatura y la humedad relativa del aire.(Fernando E. 2013)

31/03/2014 12:48

Finalmente, para eliminar el exceso de gases nocivos (CO<sub>2</sub> y NH<sub>3</sub>) en la nave, será necesario determinar un caudal de ventilación apropiado, que será distinto para cada gas. De igual forma que en el caso anterior, la producción de estos gases procederá de los animales y su estiércol, y deberán ser eliminados a través de una correcta ventilación. La producción de CO<sub>2</sub> por parte de las aves y sus deyecciones han proporcionado valores bastante ajustados. En el caso del NH<sub>3</sub>, dado que está afectado por una gran cantidad de parámetros (velocidad del aire, humedad de la cama, tipo de alimentación, etc.), es muy complicado proporcionar un valor ajustado a cada situación. A pesar de ello, se puede trabajar con los rangos propuestos en los numerosos estudios publicados en este ámbito.(Fernando E. 2013)

De este modo, las necesidades de ventilación en la nave en un momento dado (expresadas en m<sup>3</sup>/h) corresponderán al mayor de los cuatro valores determinados para cumplir con las cuatro necesidades descritas anteriormente (temperatura, humedad relativa, CO<sub>2</sub> y NH<sub>3</sub>). En muchos casos, las necesidades de ventilación vendrán determinadas por los requerimientos de control de las concentraciones de gases, que no tienen por qué ser equivalentes a las necesidades determinadas para controlar la humedad, y este es un error que se comete frecuentemente en las explotaciones. En condiciones frías, las necesidades de ventilación vendrán determinadas por el control de la humedad o concentración de gases, lo cual conllevará un coste adicional de calefacción. En cualquier caso, éste coste debe asumirse si se pretende conseguir una calidad ambiental óptima en la nave.(Fernando E. 2013)

La gran mayoría de las explotaciones comerciales de aves en la actualidad están equipadas con sistemas de ventilación mecánica o forzada, por lo que en este trabajo no se tratarán los sistemas de ventilación natural. La ventilación mecánica presenta la ventaja de conseguir un mayor control sobre los parámetros ambientales, especialmente en las condiciones más desfavorables, a costa de un mayor costo energético.(Fernando E. 2013)

En cuanto a las disposiciones de los sistemas de ventilación forzada en granjas, a pesar de su gran variabilidad, la mayor parte de los sistemas

actuales se pueden clasificar en dos: ventilación transversal y ventilación de tipo túnel.(Fernando E. 2013)

## 15. FACTORES QUE DETERMINAN LA DISTRIBUCIÓN DE LA VELOCIDAD DEL AIRE EN GALPONES PARA POLLOS VENTILACIÓN DE TÚNEL

### 15.1. AISLAMIENTO

La clave para maximizar el rendimiento de las aves es el suministro de un ambiente constante dentro del galpón. Amplias fluctuaciones en la temperatura del galpón causaran estrés en los pollitos y afectarán el consumo de alimento. Adicionalmente, las fluctuaciones de temperatura del galpón resultarán en un uso de energía superior por parte de las aves para mantener la temperatura corporal. Esto ayudará a ahorrar costos de calefacción, reducir la penetración de energía solar y prevenir la condensación. (Cobb 2012)

Los requerimientos de aislamiento más importantes están en el techo. Un techo bien aislado reduce la penetración del calor solar dentro del galpón durante los días calurosos reduciendo la carga de calor en las aves. En climas fríos un techo bien aislado reduce la pérdida de energía y el consumo de energía requerida para mantener un ambiente correcto para los pollitos durante la etapa de crianza, que es la fase más importante para el desarrollo del pollito. (Cobb 2012)

El techo debería estar aislado a un valor mínimo de R de 20-25 (depende del clima). (Cobb 2012)

Material	Valor de R por 2.5 cm (1")
Plancha de esferas de poliestireno	Promedio - R-3 por 2,5 cm
Celulosa o vidrio aplicado com bombas	Promedio - R-3,2 por 2,5 cm
Rollos de fibra de vidrio	Promedio - R-3,2 por 2,5 cm
Poliestireno simple o extruido	Promedio - R-5 por 2,5 cm
Espuma de poliuretano	Promedio - R-6 por 2,5 cm

Cuadro 5. Materiales aislantes y sus valores de R. (Cobb 2012)

**Nota** Valor de U (coeficiente de transmisión de calor) es una medida de la pérdida o ganancia de calor (no solar) a través de un material determinado. Los valores de U estiman la cantidad de calor que un material deja pasar a través de él. Los valores de U generalmente son entre 0,20 y 1,20. A menor valor de U, mayor es la resistencia que el material ofrecerá al paso de calor y por lo tanto su calidad de aislación es superior. Lo inverso del valor de U es el valor de R. (Cobb 2012)

Para el techo, el valor requerido de R es 20 (Sistemas Internacional Métrico 3,5) y el valor de U es de 0,05. Esto ayudará a ahorrar costos de calefacción, reducir penetración de energía solar y prevenir condensación. (Cobb 2012)

## 15.2. VENTILACIÓN TÚNEL.

Se utiliza cuando necesitamos además mantener unas condiciones térmicas óptimas para el pollo. El aire es extraído por un extremo de la nave y es un sistema válido para ventilar con temperaturas superiores a 24-26°C y pollos mayores de 20 días, pero inadecuado por debajo de esas especificaciones. (José 2011)

El sistema de ventilación de túnel se utiliza para moderar los efectos estacionales de variación de temperatura y es particularmente efectivo durante las estaciones calurosas. En el sistema de ventilación de túnel todos los ventiladores de extracción están instalados en un extremo del galpón y las entradas de aire en el extremo opuesto. Como guía general, el aire viaja a través del galpón a una velocidad de 3,00m/s (600 ft/min) a lo largo de todo el galpón removiendo calor, humedad y polvo. (Cobb 2012)

Aproximadamente el 80% del enfriamiento que se produce en un galpón moderno con ventilación de túnel de la velocidad del viento que se mueve por encima de las aves. Las velocidades del aire en la intersección de un galpón pueden variar un 30% o más como resultado de diferencias significativas en el enfriamiento de las aves en diferentes zonas del galpón (las paredes laterales en comparación con el centro). (Brian F. 2013b)

31/03/2014 12:48

En las nuevas construcciones, las velocidades de aire van desde los 600 pies a los 900 pies por minuto. (3.048 a 4.572 metros por segundo – m/s). Se han hecho pocos estudios que documenten los factores que afectan a la velocidad del aire en los galpones con ventilación de túnel.(Brian F. 2013b)

El objetivo de este trabajo fue determinar qué factores afectan a la distribución de la velocidad del aire transversal en los galpones para pollos de engorde con ventilación de túnel.(Brian F. 2013b)

En el pasado, los perfiles de velocidad del aire en los alojamientos para aves se han medido en un solo nivel. Este estudio usó una red de 15 anemómetros (del techo al suelo y de pared a pared) situados a 50 pies (15.2 m) en frente de los ventiladores del túnel para medir la velocidad del aire transversal.(Brian F. 2013b)

Se instalaron sensores de presión en las almohadillas húmedas, entradas, al primer cuarto del galpón y a los tres cuartos del galpón para medir la presión estática. La velocidad del aire y la presión estática se monitorearon con varias capacidades del ventilador que variaban con tener entre el 100 y el 50 por ciento de todos los ventiladores del túnel en funcionamiento.(Brian F. 2013b)

Las mediciones se hicieron en un total de 27 galpones (con menos de dos años de edad) de cuatro empresas, que incluyeron 24 galpones de pollos de engorde, un galpón de ponedoras comerciales, un galpón de pollonas y uno de reproductoras.(Brian F. 2013b)

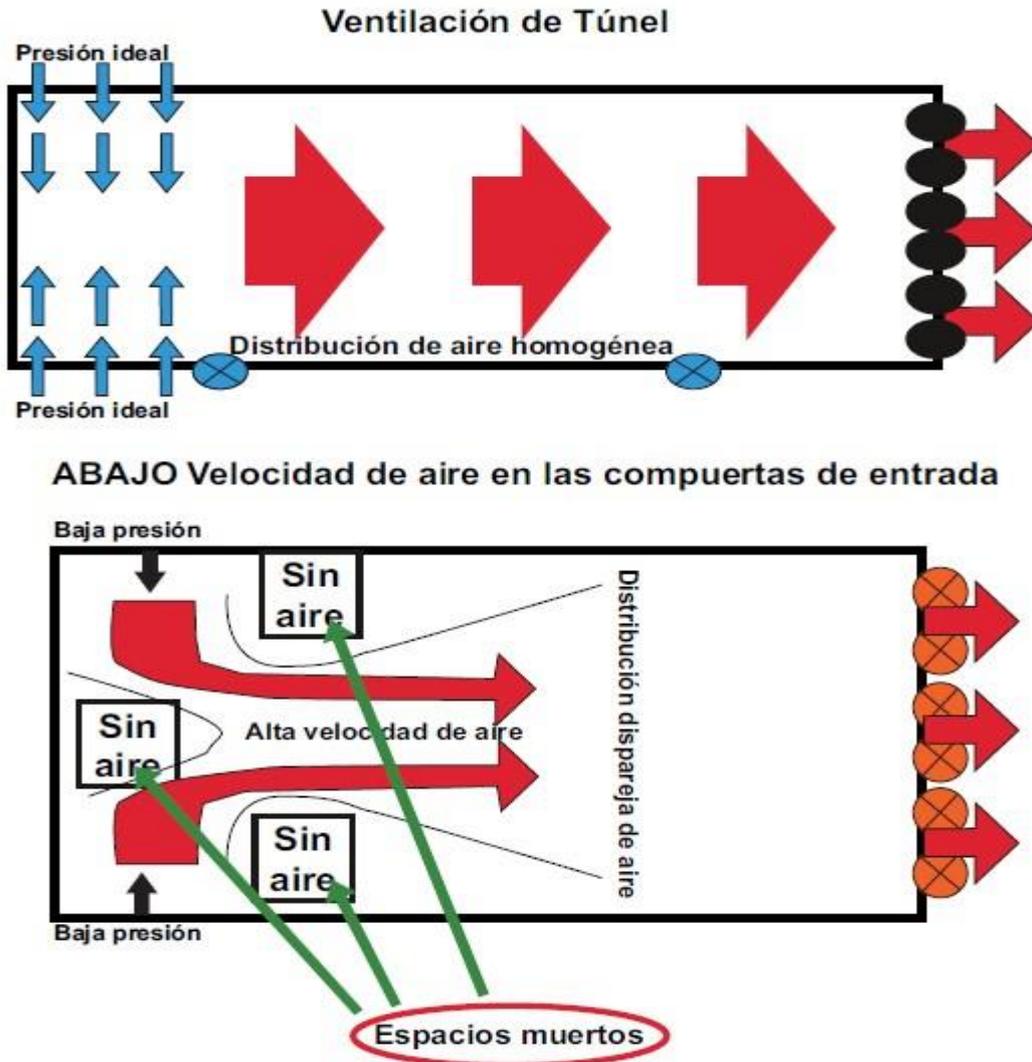


Imagen 9. Ventilación túnel. (Cobb 2012)

### 15.3. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO.

Los paneles de enfriamiento por evaporación están diseñados para crear una restricción del aire entrante y para evaporar humedad de la superficie de los paneles. La evaporación se logra por calor y por velocidad de aire. La energía cinética de una molécula es proporcional a su temperatura; la evaporación es más rápida entre más alta sea la temperatura. A medida que las moléculas con mayor velocidad escapan las moléculas que quedan tendrán una energía cinética promedio menor y la temperatura del agua disminuye. Este fenómeno se llama enfriamiento por evaporación. La energía liberada por medio de la

evaporación reduce la temperatura de aire. Esto es extremadamente efectivo a baja humedad relativa. (Cobb 2012)

En conjunto con la ventilación de túnel, paneles enfriadores por evaporación y/o sistemas de aspersión se incorporan para reducir la temperatura del galpón. Los paneles deben estar 100% húmedos y el cuarto del panel evaporativo también debe estar aislado. (Cobb 2012)

#### **15.4. PANEL EVAPORADOR**

La evaporación máxima se logra sin el bombeo constante de agua a los paneles. Las bombas sólo deben funcionar para entregar suficiente humedad a los paneles para generar la capacidad máxima de evaporación de agua. Esto se logra al operar la bomba con un termostato y con un sensor de humedad que controla la adición de humedad (y que impida acumulo de excesos de humedad). Si se agrega más agua de la que el sistema de ventilación es capaz de remover se tendrá como resultado una cama húmeda, alta humedad relativa y mayores temperaturas efectivas. (Cobb 2012)

Los sensores de temperatura deben estar en el último tercio del galpón (salida de aire por los ventiladores) a la altura de las aves. Los sensores de humedad deben localizarse en el primer tercio del galpón (donde se localizan los paneles enfriadores) a 1,3 m sobre el nivel del suelo. (Cobb 2012)

Niveles muy bajos de humedad favorecen la evaporación y por lo tanto enfriamiento. Las bombas nunca deben funcionar el 100% del tiempo. Cuando la humedad relativa exterior es elevada las bombas deben funcionar por un periodo corto de tiempo solo para humedecer los paneles. Las bombas deben apagarse hasta que los paneles comiencen a secarse. Este mismo ciclo debe repetirse. A medida que la humedad relativa exterior baja, las bombas pueden funcionar más frecuentemente y por un periodo de tiempo más prolongado. (Cobb 2012)

#### **15.5. DISEÑO DEL PANEL EVAPORADOR**

Para conseguir un buen flujo de aire y una buena evaporación, la superficie del panel evaporador debe correlacionarse con la capacidad de los ventiladores.

Hay tres tipos de paneles evaporadores que se usan frecuentemente. (Cobb 2012)

- Paneles de aspersión de 5 cm. (Cobb 2012)
- Paneles de recirculación de 10 cm (ocasionalmente usado en sistemas de aspersión) (Cobb 2012)
- Paneles de recirculación de 15 cm. (Cobb 2012)

El siguiente es un galpón con un diseño óptimo del panel evaporador. La velocidad de aire a través de las entradas de aire se basa en un galpón de 12m de ancho (velocidad del aire basado en ancho del galpón). (Cobb 2012)

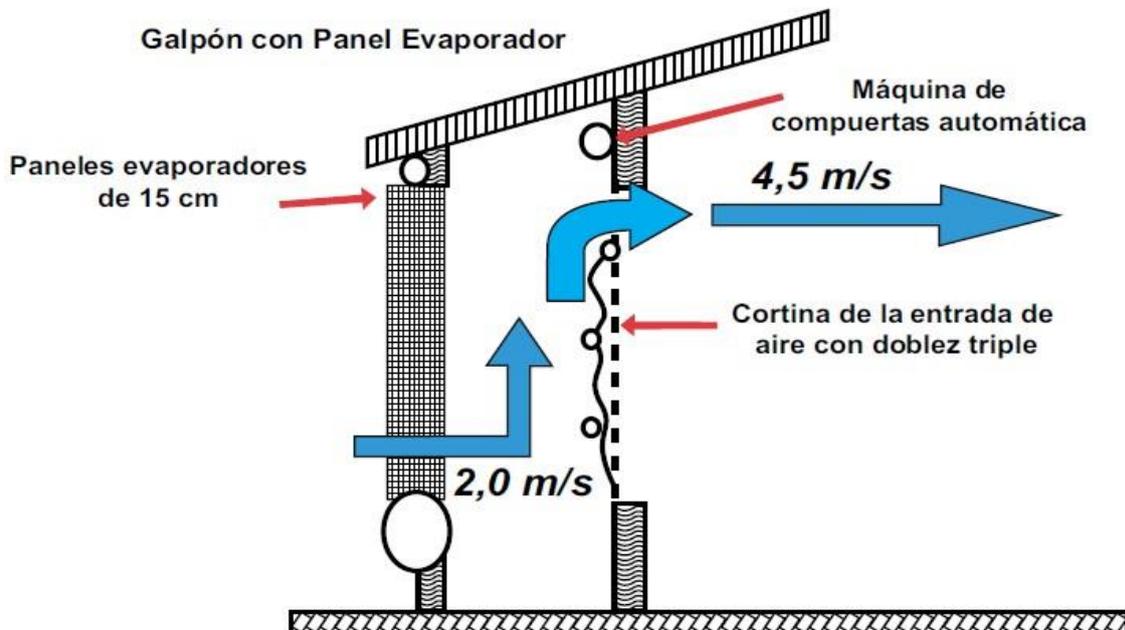


Imagen 10. Diseño del panel evaporador. (Cobb 2012)

Pulgadas de agua	Ancho del galpón (m/pies)	Velocidad de aire
0,03	10,0 m (33 pies)	700 ft/min 3,50 mps
0,04	12,0 m (39 pies)	800 ft/min 4,00 mps
0,08	15,0 m (50 pies)	1100 ft/min 5,00 mps
0,10	18,0 m (60 pies)	1250 ft/min 6,35 mps
0,15	21,0 m (69 pies)	1480 ft/min 7,50 mps
0,17	24,0 m (79 pies)	2360 ft/min 8,00 mps

Cuadro 6. Velocidad del aire basado en ancho del galpón. (Cobb 2012)

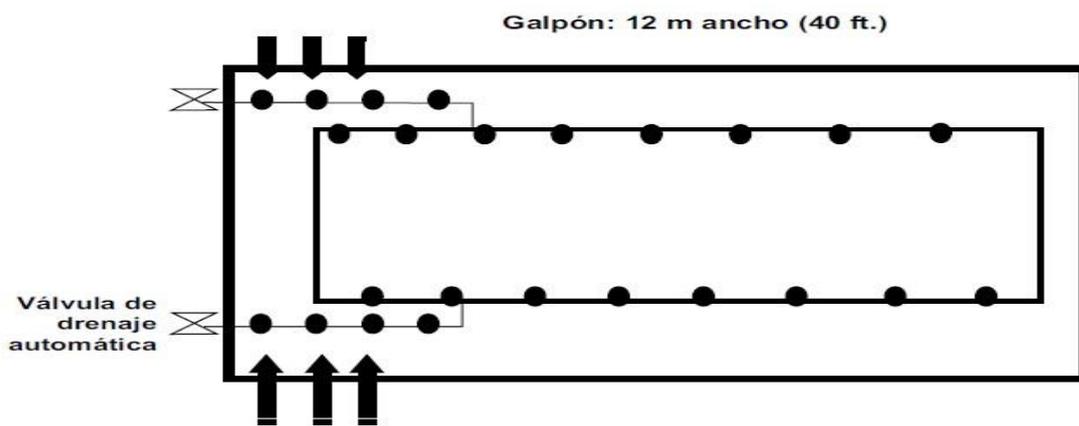
## 15.6. SISTEMAS DE ASPERSIÓN

- En galpones que tienen menos de 14 m de ancho, debe haber dos filas de boquillas a lo largo del galpón y cada línea debe estar a 1/3 de distancia de los muros laterales (las dos líneas deben dividir el galpón en tres partes iguales). (Cobb 2012)
- Los sistemas de aspersión de baja presión operan a 7,6 L/h. (Cobb 2012)
- Las boquillas se instalan apuntando directamente hacia abajo a 3,1 m al centro de cada línea y escalonados de lado a lado a lo largo del galpón. (Cobb 2012)
- Las líneas de aspersión se deben instalar en “anillo” a lo largo del galpón. (Cobb 2012)
- Se debe instalar una válvula automática de drenaje para drenar el agua hacia el exterior del galpón cuando el sistema no esté operando. Esto previene el goteo de agua cuando el sistema no esté funcionando. (Cobb 2012)
- En galpones con sistemas de ventilación por túnel, una línea en “T” debe salir desde las dos líneas principales en frente de las entradas de aire del túnel; a 1,2 m de la abertura de entrada de aire instalar boquillas de 7,6 L/h y espaciarlas utilizando una distancia de 1,5 metros. (Cobb 2012)

31/03/2014 12:48

- Debe haber una línea de suministro de agua de un diámetro de 2 cm desde la bomba a la línea principal de aspersión. (Cobb 2012)
- Las bombas deben controlarse por temperatura y humedad. (Cobb 2012)
- Los aspersores deben empezar a funcionar a los 28°C (Cobb 2012)
- Los sistemas de aspersión de baja presión operan a una presión de 7 a 14 bar y producen gotas de diámetro mayor a los 30 micrones. (Cobb 2012)
- Los sistemas de aspersión de alta presión operan a una presión de 28 a 41 bar y producen gotas de 10 a 15 micrones de diámetro. Este sistema funciona mejor en condiciones de alta humedad. (Cobb 2012)

Humedad nunca debe agregarse a la apertura de entrada cuando la velocidad de aire es mayor que 3 m/s. Las boquillas del área de entrada deben instalarse donde la velocidad del aire sea menor a 3 m/s para prevenir que se mojen el piso y las aves. Si la niebla de una boquilla se combina con el de la siguiente boquilla es probable que haya demasiadas boquillas o que el sistema no debería estar funcionando. Esta situación producirá alta humedad y posiblemente aumentara la mortalidad de aves en el extremo del galpón en que están instalados los ventiladores. (Cobb 2012)



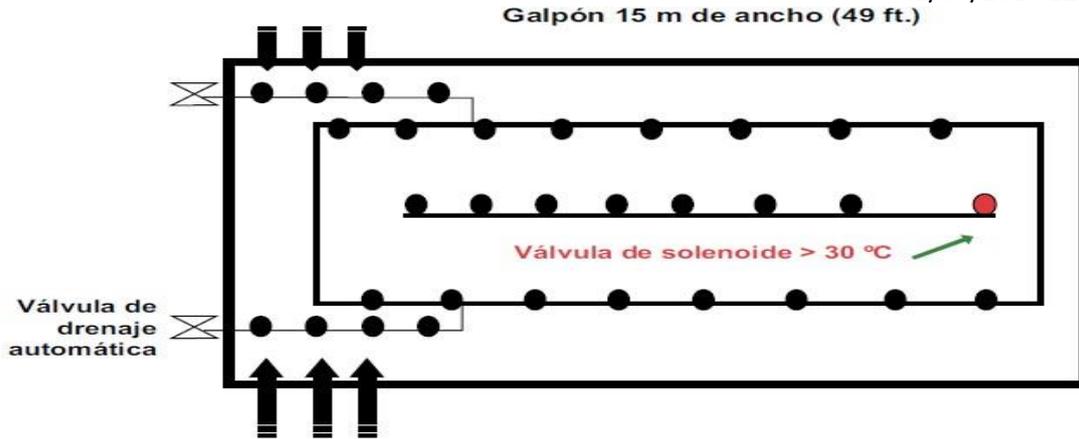


Imagen 11. Sistemas de aspersión según los galpones de 12 y 15 m de ancho. (Cobb 2012)

## 16. PRESIÓN ESTÁTICA Y EL FUNCIONAMIENTO DE LOS VENTILADORES

Una presión estática alta hace que los ventiladores trabajen más duro pero muevan menos aire. Por lo tanto, la presión estática se ha mantenido tan baja como ha sido posible en el pasado para que los ventiladores funcionaran con una eficacia óptima.(Brian F. 2013b)

En estudios, los datos muestran que la presión estática aumenta según aumenta la velocidad del aire en el galpón. En las nuevas construcciones, la velocidad del aire transversal no varía más de un 10% en la anchura del galpón. Esto se debe a la uniformidad de las paredes laterales de la construcción y a unas pocas obstrucciones en la parte de abajo de la longitud del galpón. En galpones con paredes laterales uniformes, la media de la velocidad del aire en el galpón se puede estimar al medir el movimiento del aire en las líneas de alimentación laterales.(Brian F. 2013b)

A medida que se introducen más obstrucciones y la uniformidad de la pared lateral disminuye, se necesitarán medidas adicionales en la anchura del galpón para estimar la media de la velocidad del aire en el galpón. La presión estática aumentó según el aire se movió a lo largo del galpón.(Brian F. 2013b)

Aunque la presión estática normalmente se mide en el centro del galpón, es importante recordar que el total de la presión contra la que trabajan los

ventiladores es un poco mayor cuando se mide en el fondo del galpón, cerca de los ventiladores.(Brian F. 2013b)

En galpones más antiguos (con velocidades de aire entre 400 y 500 pies por minuto (2.032 y 2.54 m/s), el factor más grande para la presión estática era la entrada del túnel. Si la entrada era demasiado pequeña, la presión era alta. En esos casos, el productor aumentaba el tamaño de la entrada del túnel para mantener una presión estática baja.(Brian F. 2013b)

En galpones modernos con velocidades de aire altas, la entrada del túnel no es el factor fundamental en el aumento de la presión estática. En lugar de eso, la presión temporal donde el aire da la curva y entra al galpón es la principal contribución a la presión estática total.(Brian F. 2013b)

Esto quiere decir que en los galpones con una velocidad de aire de 600 pies por minuto (3.048 m/s) o más, el aumento del tamaño de la entrada del túnel no tendrá como resultado una disminución en las velocidades del aire. De hecho, sobredimensionar la entrada del túnel (normalmente en su longitud) puede en realidad hacer que la distribución de la velocidad del aire a lo largo de la longitud de la entrada del túnel empeore.(Brian F. 2013b)

## **17. DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN**

Cuando una nave está subdividida en salas independientes dispuestas como vagón de tren, 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. (Antonio 2010)

En las demás situaciones caben distintas opciones, dependiendo de la ancho de la nave (cuadro 7). (Antonio 2010)

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.*

Cuadro 7. Opciones de ventilación dinámica en función de la anchura de la nave. (Antonio 2010)

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).(Antonio 2010)

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.(Antonio 2010)

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.(Antonio 2010)



Imagen 12. Caseta completamente cerrada. (Antonio 2010)

### 17.1. TIPO DE VENTILADORES



Imagen 13. Tipos de ventiladores. (Antonio 2010)

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. (Antonio 2010)

## **18. VELOCIDAD DE ENTRADA DEL AIRE**

### **18.1. EFICIENCIA DE LOS VENTILADORES Y LOS EXTRACTORES.**

Los ventiladores y los extractores pasan a ser parte principal del sistema de enfriamiento del galpón, estos sistemas de ventilación requieren entradas y salidas controladas de aire. La mayor parte de la eficiencia de los sistemas de enfriamiento por túnel o de aire forzado se pierde por entradas incontroladas de aire en el galpón debido a flujos de aire incontrolados, orificios en las cortinas o ventanas, trampillas o entradas semiabiertas o grietas en las paredes laterales o en las uniones con los ventiladores. Es importante sellar estas grietas, reparar todos los boquetes en las ventanas o cortinas y eliminar las aberturas entre las cortinas o ventanas y las paredes del galpón. (Edgar O. 2013)

También es necesario cubrir o sellar todos los ventiladores y otras aberturas del galpón que no se utilizan. Los ingenieros avícolas calculan que cada grieta de sólo 0,3 cm en un galpón de 150 m diseñada para tener ventilación por túnel, permite entrar tanto aire externo cuando los ventiladores están trabajando, como si existiera una abertura de 1 m<sup>2</sup> de cortina o ventana de superficie abierta. (Edgar O. 2013)

El incremento del flujo continuo de aire en el galpón, es decir, conseguir que el aire entre solamente por las entradas de aire predeterminadas o siga el flujo deseado en el sistema y no por entradas imprevistas en el galpón, puede economizar un 15% de combustible y reducir el uso de electricidad al mejorar la eficiencia de los ventiladores extractores además de mejorar el rendimiento de los pollos. (Edgar O. 2013)

En estudios comparativos se ha demostrado que aumentar la velocidad del aire de 0,32 m/s a 0,82 m/s aumenta el crecimiento en pollos de 42 días en 30 g. En épocas de calor la ventilación nocturna ayuda a disipar el calor del día y permite que los pollos sobrevivan más al calor el día siguiente. El trabajo de Simmons, demostró que velocidades de 2 o 3 m/s (120 m/min o 180 m/min vs.

31/03/2014 12:48

15 m/min) pueden mejorar la ganancia de peso y la conversión alimenticia de pollos Ross entre 3 y 7 semanas de vida sometidos a temperaturas cíclicas (25-30-25°C), en un galpón cuya temperatura máxima en el día llega a 30°C (Cuadro 8) y la más baja es de 25°C durante la noche. En este trabajo no se observaron beneficios de la ventilación entre la 3ª y 4ª semana, pero si las temperaturas son mayores a las evaluadas en este estudio, se debería también aumentar la velocidad del viento día y noche.(Edgar O. 2013)

Periodo de pesaje	Velocidad del aire (metros / segundo)			
	<0,25	2	3	Error estándar de la media
Ganancia de peso (g)				
3 a 4 semanas	526 <sup>a</sup>	545 <sup>a</sup>	552 <sup>a</sup>	8
4 a 5 semanas	579 <sup>b</sup>	653 <sup>a</sup>	666 <sup>a</sup>	9
5 a 6 semanas	489 <sup>b</sup>	620 <sup>a</sup>	650 <sup>a</sup>	22
6 a 7 semanas	366 <sup>c</sup>	504 <sup>b</sup>	592 <sup>a</sup>	18
Conversión alimenticia (g:g)				
3 a 4 semanas	1,54 <sup>a</sup>	1,54 <sup>a</sup>	1,55 <sup>a</sup>	0,02
4 a 5 semanas	1,76 <sup>a</sup>	1,69 <sup>b</sup>	1,71 <sup>b</sup>	0,02
5 a 6 semanas	2,26 <sup>a</sup>	2,01 <sup>b</sup>	1,99 <sup>b</sup>	0,07
6 a 7 semanas	2,96 <sup>a</sup>	2,57 <sup>b</sup>	2,13 <sup>c</sup>	0,06

Cuadro 8. Efecto de la velocidad del aire en la ganancia de peso semanal de pollos de engorde entre las 3 y 7 semanas de vida sujetos a temperatura cíclica 25-30-25°C

Los beneficios de la velocidad del aire en el rendimiento son muy importantes y más notorios si se mantiene la velocidad del aire durante 24 horas especialmente entre la 5ª y 7ª semana de vida. Reducir la ventilación durante la noche o durante periodos más frescos del día reduce los beneficios (Cuadro9). Sólo es posible obtener estas velocidades cuando se puede controlar bien el flujo de aire en el galpón o se tienen galpones en las que se pueda realizar una ventilación tipo túnel.(Edgar O. 2013)

Tratamientos	Ganancia de peso (g)	Conversión alimenticia (g:g) <sup>1</sup>	Mortalidad (%)
Control (sin movimientos de aire)	964 <sup>a</sup>	242 <sup>a</sup>	8,2
12 h de alta velocidad del aire <sup>2</sup>	1,166 <sup>b</sup>	2,31 <sup>b</sup>	4,9
24h de alta velocidad del aire <sup>3</sup>	1,278 <sup>a</sup>	2,16 <sup>c</sup>	4,8
SEM	25	0,02	1,6

Cuadro 9. Efecto de la velocidad del aire por 12 a 24 horas en el rendimiento de pollos de engorde de Ross X Cobb de 37 a 51 días de edad sujetos a temperaturas cíclicas 25-30-25°C

31/03/2014 12:48

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 las aves. 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).(Antonio 2010)

## 18.2. ABERTURAS DE ENTRADA DE AIRE



Imagen 14. ABERTURAS DE ENTRADA DE AIRE (Antonio 2010)

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.(Antonio 2010)

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.(Antonio 2010)

### **18.3. VELOCIDAD DEL AIRE A LA ALTURA DE LOS POLLITOS**

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.(Antonio 2010)

### **19. LA IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL MANEJO DE LA VENTILACIÓN**

Una ventilación inadecuada afectará el crecimiento del pollo de engorde y los resultados económicos.El equipo técnico de Aviagen se ha focalizado en la importancia de la variación del ambiente dentro del galpón en relación al rendimiento del pollo de engorde. (John R. 2009)

El período de tiempo requerido por pollos de engorde para alcanzar un determinado peso objetivo ha sido considerablemente reducido, debido a las mejoras en genética, nutrición y manejo. Al mismo tiempo, los requerimientos de peso corporal en el procesado se han vuelto más precisos en respuesta a la demanda del mercado. Aunque estos dos factores parecerían promover un simple camino para una mejora del producto final, produciendo un pollo de engorde con un peso objetivo en una cantidad de tiempo reducida, esto puede representar un gran desafío para el productor. Por ejemplo, un lote con diferencias de peso de 115 g y 230 g son comúnmente encontrados en pesos objetivos de 1815 g y 3405 g respectivamente. Estas desviaciones en el peso del lote ocurren aun cuando se esté usando la misma genética y el mismo alimento dentro de un complejo de producción, afectando significativamente el rendimiento económico. Entonces, ¿por qué ocurren estas diferencias en el peso objetivo?(John R. 2009)

Las variaciones en el ambiente dentro del galpón, el cual está ampliamente influenciado por la ventilación, afecta significativamente el rendimiento de los pollos de engorde. El productor es responsable del manejo de la ventilación.(John R. 2009)

### **20. TASA DE CRECIMIENTO Y UTILIDAD**

Una forma común para comparar las tasas de crecimiento entre lotes de diferentes edades es calcular el promedio de ganancia diaria (GD), lo cual es

31/03/2014 12:48

simplemente el peso corporal promedio dividido por la edad (en días) al momento de procesado. Al comparar estos resultados se descubren diferencias entre productores. Por ejemplo, en un complejo de aves pequeñas, algunos lotes alcanzarán una GD de 45g, mientras que otros obtendrán 50g por día. Las diferencias en estas cifras significan que un productor enviará pollos de engorde a la planta de procesado alcanzando un peso corporal promedio a los 39 días de 1770g, mientras que el segundo productor procesará aves que pesan un promedio de 1950g. El primer productor para igualar al segundo necesitaría cuatro días adicionales de crecimiento.(John R. 2009)

Generalmente, las diferencias de tasa de crecimiento encontradas en los pollos de engorde más pesados son también significativas. Por ejemplo, en un lote, los pollos de engorde han sido criados a 3180g y pueden alcanzar una GD de 50g, mientras otro lote puede alcanzar una GD de 59g. Si ambos lotes son procesados a los 60 días, un lote pesaría un promedio de 2995g por ave, mientras que el otro lote promediaría 3540g. A estas tasas de crecimiento, el primer lote tendía que ser llevado a los 70 días de vida a procesado para igualar el peso promedio final del segundo lote – una diferencia en la edad de procesado de 10 días.(John R. 2009)

En realidad, los lotes son usualmente procesados a edades muy similares. Cuando esto ocurre, no se pone en práctica el permitir “días adicionales” para que los lotes de crianza más lenta puedan “alcanzarlos”. Los productores que experimentan lotes de pollos de engorde con menores ganancias de peso recibirán significativamente menos ingresos, al igual que las compañías que los contratan. Estos ejemplos demuestran que pequeñas diferencias en la tasa de crecimiento pueden tener un fuerte efecto en toda la productividad.(John R. 2009)

## **21. LOS EFECTOS DE LA VENTILACIÓN EN EL CRECIMIENTO Y LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA.**

Los cambios en los pollos de engorde modernos han incrementado la importancia de los factores ambientales dentro del galpón. En respuesta a las necesidades del mercado, los genetistas han aumentado, no solo la tasa de crecimiento, sino también el rendimiento de los componentes de la canal. El

31/03/2014 12:48

rendimiento extra de carne en estas aves, el cual mayormente se encuentra concentrado en la pechuga, hace al pollo de engorde más sensible a las altas temperaturas; a pesar de eso, la mayor diferencia en rendimiento de estas aves puede ser atribuido a cuan bien el productor maneja la temperatura ambiental.(John R.2009)

Las líneas genéticas de pollos de engorde han sido seleccionadas por la tasa de crecimiento, la cual está mayormente determinada por el mayor deseo de comer que presentan estas aves. Si las temperaturas son demasiado altas, los pollos de engorde no comerán tanto como podrían o puede que no coman absolutamente nada. Las condiciones internas de manejo del galpón están mayormente en función de la optimización del programa de ventilación. Esto se puede realizar evaluando el manejo de la ventilación por parte del productor y el consecuente rendimiento de las aves.(John R. 2009)

Si la ventilación (temperatura) no es la ideal en algún momento del día, el crecimiento potencial para esta parte del día se pierde y nunca puede ser recuperado.(John R. 2009)

Por ejemplo, un pollo de engorde de 38 días tiene 912 horas de tiempo de crecimiento. Si la tasa de crecimiento se desvía del objetivo de 1815g en 115g, o 6.3%, esto significa que 6.3% del tiempo, o 57 horas, el pollo de engorde no creció tan bien como debía. Generalmente, este crecimiento deprimido resulta de numerosos periodos, de muchas horas de tiempo, durante los cuales las condiciones no fueron las ideales.(John R. 2009)

Además de una tasa de crecimiento decreciente, los problemas de temperatura pueden también afectar el rendimiento, elevando la conversión alimenticia (CA). Si los problemas de ventilación resultan en temperaturas más frías que las ideales, los pollos de engorde aún comerán lo suficiente y crecerán, sin embargo, proporcionalmente más de la energía consumida se irá para mantener la temperatura corporal normal en vez de ir dirigida al crecimiento. En este caso, a pesar que la ganancia de peso estará en el objetivo buscado, el costo de producción es más alto por la elevada CA. Temperaturas más frías que las deseables, aún por pocas horas, incrementan los requerimientos de alimento y resultará en menores rendimientos.(John R. 2009)

## 22. EFECTO SOBRE EL COSTO Y UTILIDAD

Los problemas de ventilación influyen fuertemente en el costo de producción, ya que afectan el desempeño del pollo de engorde bajando el índice de crecimiento y elevando la CA, por lo tanto, las consecuencias de una ventilación inapropiada son, que tanto el productor como la compañía integradora pierden dinero.(John R. 2009)

La ventilación inapropiada por una cantidad de tiempo tiene un efecto adverso en el rendimiento del pollo de engorde. Para un ave de 38 días de edad, la diferencia en el peso esperado en condiciones ambientales óptimas y temperaturas más altas durante 2 horas de las 24 horas es de 160g, y la diferencia entre condiciones ambientales óptimas y temperaturas más altas durante 4 horas de las 24 horas es de 320g. Esto representa, por ejemplo, 4762kg de pérdida de peso potencial, cuando la ventilación óptima no se mantiene durante 2 de 24 horas, para sólo un galpón de 30.000 aves.(John R. 2009)

Si se asume que un millón de aves por semana son procesadas, con 75% de rendimiento de carcasa y un precio de venta de US\$1.56/kg. A los 38 días de edad, las pérdidas son US\$9.7 millones y US\$19.4 millones, si las temperaturas han sido inadecuadas durante 2 y 4 horas al día, respectivamente. En lotes de más edad, estas pérdidas serán mayores. Basados en esta información, y asumiendo que sólo 10% de los lotes de pollos de engorde alojados en una granja que experimenta estas condiciones “no óptimas”, las pérdidas aún son significativas.(John R.2009)

## 23. CONCLUSIÓN

Las condiciones ambientales dentro del galpón desempeñan un papel fundamental en el bienestar, salud, rendimiento y calidad microbiológica de los lotes de pollos de engorde. Es fundamental garantizar la temperatura adecuada de acuerdo al desarrollo de los pollos y con la mínima variación posible durante cada día. El aislamiento térmico del galpón especialmente a nivel del techo, y la correcta dirección de las entradas de aire son el método más efectivo para conseguir temperaturas más constantes y confortables para los pollos. Aumentar la velocidad del viento es el método más efectivo para reducir el estrés calórico. En la mayoría de las circunstancias, las inversiones en mejorar el control sobre las condiciones ambientales de los galpones tienen mejores retornos económicos a largo plazo que modificar nutrición, manejo o programas sanitarios.

## 24. BIBLIOGRAFÍA

1.- ANTONIO C. R. (2010). Condiciones Ambientales (Ventilación y Calidad del Aire).

[http://ocw.upm.es/produccion-animal/produccion-avicola/contenidos/TEMA\\_3/3-3-condiciones-ambientales-ventilacion/?searchterm=3.3%20Condiciones%20ambientales%20\(ventilaci%C3%B3n%20y%20calidad%20del%20aire\)](http://ocw.upm.es/produccion-animal/produccion-avicola/contenidos/TEMA_3/3-3-condiciones-ambientales-ventilacion/?searchterm=3.3%20Condiciones%20ambientales%20(ventilaci%C3%B3n%20y%20calidad%20del%20aire))

2.- AVIAGEN (2009) Manejo del Ambiente En el Galpón de Pollo de Engorde. Estados Unidos de América.

[http://www.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/Aviagen-Manejo-Ambiente-Galpn-Pollo-Engorde-2009.pdf](http://www.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Aviagen-Manejo-Ambiente-Galpn-Pollo-Engorde-2009.pdf)

3.- BANDA C. A. (2001) Estrés por Calor en Aves de engorde, Los Avicultores y su Entorno. México Distrito Federal.

4.- BRIAN F. (2012). Temperaturas y Fisiología del Pollito, los Efectos de la Temperatura y el Rendimiento del Pollito. Universidad de Georgia, Estados Unidos de América. <http://www.elsitioavicola.com/articles/2187/control-de-factores-ambientales-en-la-crianza-de-pollitos-1>

5.- BRIAN F. (2013b). Factores que determinan la distribución de la velocidad del aire en galpones para pollos con ventilación de túnel. Universidad de Georgia, Estados Unidos de América.

<http://www.elsitioavicola.com/articles/2385/factores-que-determinan-la-distribucion-de-la-velocidad-del-aire-en-galpones-para-pollos-con-ventilacion-de-taonel>

6.- COBB (2012). Guía de Manejo del Pollo de Engorde. Estados Unidos de América. <http://67.43.0.82/docs/default-source/guides/cobb-broiler-management-guide---spanish.pdf?Status=Temp&sfvrsn=0>

7.- DAVID L. (2004). Control Ambiental en Galpones de Pollos. Universidad de La Almunia, Zaragoza, España. <http://www.engormix.com/MA-avicultura/manejo/articulos/control-ambiental-galpones-pollos-t210/124-p0.htm>

8.- DELAIR B. (2007) NUEVAS ESTRATEGIAS PARA MEJORAR EL VALOR Y EL RENDIMIENTO DE LAS AVES. Florida, Estados Unidos de América. <http://www.thepoultrysite.com/intestinalhealth/contents/issue7.pdf>

9.- EDGAR O. (2013). Efecto de la temperatura y de la velocidad del aire en galpones de pollos. Universidad Estatal de Carolina del Norte. <http://mundoagropecuario.com/?s=Efecto+de+la+temperatura+y+de+la+velocidad+del+aire+en+galpones+de+pollos>

10.- FERNANDO E. (2013) et al. Climatización y Control Ambiental en Avicultura. Artículo. Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universidad Politécnica de Valencia, España 2013. Disponible en: <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/12220/ARTICULOS-AVES/Climatizacion-y-control-ambiental-en-avicultura.html>

11.- JOHN R. (2009). La importancia económica del manejo de la ventilación. Universidad de Auburn, Alabama, Estados Unidos de América. [http://www.apa.cl/index/tendencias\\_det.asp?id\\_tendencia=81](http://www.apa.cl/index/tendencias_det.asp?id_tendencia=81)

31/03/2014 12:48

12.- JOSÉ A. M. (2011) INSTALACIONES PARA POLLO DE ENGORDE.  
<http://www2.avicultura.com/sa/013-020-Instalaciones-pollo-engorde-Moreno-SA201107.pdf>

13.- LAHOZ F. (2004). Control Ambiental en Galpones de Pollos. Universidad de La Almunia, Zaragoza, España. <http://www.engormix.com/MA-avicultura/manejo/articulos/control-ambiental-galpones-pollos-t210/124-p0.htm>

14.- MÓNICA M. (2005). Interacción de los factores ambientales con la respuesta del comportamiento productivo en pollos de engorde. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, Universidad de Antioquia, Colombia.  
<http://www.redalyc.org/pdf/2950/295022964006.pdf>

15.- VILLALPANDO C. S. (2000). Conceptos Operativos de la Ventilación en Casetas Avícolas. Tecnología Avípecuaria.