

# Manejo Ambiental

En el Galpón de Desarrollo de las Reproductoras Pesadas

### **Agradecimientos**

El Profesor James O. Donald, de la Universidad de Auburn, EE.UU. es el autor de la mayor parte del contenido de esta publicación. Como ingeniero agrónomo, el Profesor Donald es ampliamente reconocido como una autoridad en el manejo de instalaciones avícolas y del medio ambiente. Expresamos nuestra gratitud por su permiso para utilizar estos materiales. El autor de la Introducción es el Doctor en Filosofía (Ph.D.) Bryan I. Fancher.

Gracias también a John Blakely, Jerry Garmon y Bob Rochelle por su ayuda en la creación y edición de esta publicación.

Derechos de Autor 2005, Aviagen, Inc., todos los derechos reservados

# INDICE

Introducción: Valor Económico del Manejo Correcto del Ambiente .....	1
Factores Ambientales Críticos para el Desarrollo de las Reproductoras Pesadas .....	4
Revisión General del Manejo Ambiental .....	5
Fundamentos de la Ventilación .....	6
Ventilación con Presión Negativa .....	6
Hermetismo del Galpón .....	6
Modo de Ventilación – Generalidades .....	7
Ventilación Mínima .....	7
Ventilación de Transición .....	9
Ventilación de Túnel .....	9
Opciones de Enfriamiento en Túnel .....	10
Ventilación sin Túnel en los Galpones de Levante – Pros y Contras .....	11
Consideraciones sobre el Equipo Especial para los Galpones de Desarrollo .....	12
Entendimiento de las Trampas de Luz .....	12
Entendimiento de la Capacidad de Movilización de Aire de los Extractores y la Presión Estática .....	13
Operación de las Ventililas o Entradas .....	15
Claves de Manejo para la Ventilación de los Galpones Modernos de Desarrollo de Reproductoras.....	16
¿Qué Modo de Ventilación se Necesita? .....	16
Importancia de Permanecer en las Temperaturas Objetivo .....	16
Preparación el Día Uno .....	17
Claves para Manejar la Ventilación Mínima.....	17
Claves para el Manejo de la Ventilación de Transición .....	18
Claves para el Manejo de las Entradas de Aire Perimetrales .....	18
Claves para Manejar la Ventilación Tipo Túnel.....	20
Claves para Manejar el Enfriamiento de Túnel + Evaporativo .....	21
El Manejo Incluye “Monitoreo” .....	22
Ejemplo del Diseño de un Galpón de Desarrollo para Reproductoras Pesadas.....	24
Factores Útiles de Conversión.....	26

## INTRODUCCIÓN: VALOR ECONÓMICO DEL MANEJO CORRECTO DEL AMBIENTE

Ya sea que produzcamos carne, huevos, leche u otros productos de origen animal, se ha establecido claramente que el manejo efectivo de las condiciones ambientales reduce el costo total de la producción. En el negocio de la producción de carne de pollo todos los componentes del proceso, desde el inicio de cría de *pedigree* hasta la progenie de engorde, se benefician si controlamos su medio ambiente con efectividad. Dadas las implicaciones económicas, el manejo ambiental para la producción de carne de pollo ha recibido mucha más atención de la que se ha dado a la producción del huevo incubable de las reproductoras pesadas. Por consiguiente, existe mucho menos información tangible sobre el manejo adecuado del ambiente de las naves de reproductoras, tanto en desarrollo como en postura; no obstante, esta información es crítica, pues la producción de huevo incubable de buena calidad es el punto de partida para la producción de carne de pollo de manera económica. Es por ello que la presente publicación tiene tres propósitos:

1. Aclarar los criterios ambientales y las condiciones necesarias para lograr la expresión del potencial genético del pie de cría moderno.
2. Describir los factores más importantes del diseño de las construcciones para el desarrollo de las reproductoras pesadas modernas, a fin de poder proporcionarles las condiciones ambientales óptimas.
3. Proporcionar los lineamientos operativos básicos para estas instalaciones durante la fase de desarrollo y levante.

La energía es el primer nutriente limitante para las reproductoras pesadas y, por ende, es la clave que determina la cantidad de alimento que debemos proporcionarles. Durante el período de desarrollo el requerimiento de energía de las aves tiene dos componentes principales: la energía requerida para el crecimiento y la que necesitan los animales para mantener su temperatura y sus funciones corporales. Desde el nacimiento, el requerimiento de energía para el mantenimiento de las hembras constituye el principal componente del requerimiento energético total y esto es válido incluso en el nivel máximo (“*pico*”) de producción de huevo, donde su requerimiento de energía para mantenimiento representa cerca del 75% del requerimiento total de energía de estas hembras cada día. Por su parte, el requerimiento de energía para el mantenimiento de los machos es un componente todavía mayor del requerimiento total de energía. De hecho después de las 30 semanas de edad, representa aproximadamente el 98% del requerimiento energético total del gallo.

Durante la fase de desarrollo de las aves reproductoras pesadas, debemos criar machos y hembras saludables, que logren sus objetivos de peso corporal de manera uniforme, al tiempo de proporcionarles cantidades costeables de alimento para prepararlos adecuadamente para un desempeño reproductivo óptimo. Un ambiente inadecuado ejercerá un impacto negativo sobre estas metas. Por ejemplo, si permitimos que la temperatura del galpón descienda demasiado incrementaremos los requerimientos de alimento, pues estas aves necesitarán energía adicional para mantener su temperatura corporal. Esto da como resultado un aumento en el costo de alimentación (véase el ejemplo en la siguiente página). No obstante, el mayor costo de alimentación es sólo una de las posibles consecuencias de permitir temperaturas subóptimas. Si no se proporciona alimento adicional a la Parvada B, el resultado será todavía peor, toda vez que se afectará adversamente el crecimiento de las aves y su rendimiento reproductivo futuro, pues la energía para mantenimiento es prioritaria sobre las funciones de crecimiento y reproductivas.

Por el contrario, durante las temporadas de calor el consumo de alimento se reduce excesivamente a menos que se proporcione a las aves la ventilación adecuada para su enfriamiento. En las aves sometidas a estrés por calor se afecta adversamente el sistema inmune, en parte debido a las influencias hormonales inducidas por dicho estrés y lo mismo puede ocurrir con los procesos digestivos. Es por ello que cuando las condiciones ambientales son adversas se crea una situación en la que los machos y las hembras en desarrollo presentan problemas de ganancia de peso, uniformidad, utilización del alimento y respuesta inmune, siendo probable que queden fisiológicamente imposibilitadas cuando se les dé el estímulo con luz, dando como resultado mala uniformidad de la madurez sexual y graves problemas del desempeño reproductivo.

◀ **Está bien establecido que el manejo efectivo de las condiciones ambientales reduce el costo de producción.**

◀ **Los requerimientos de energía para mantenimiento representan una gran parte de las necesidades totales de energía de las aves, porque es necesario cubrir las necesidades para mantenimiento antes de que el ave pueda dedicar la energía a crecer o reproducirse.**

◀ **El objetivo es proporcionar cantidades costeables de alimento mientras se prepara a las hembras y machos jóvenes para un rendimiento reproductivo óptimo.**

◀ **Si no se mantienen las temperaturas óptimas, las hembras y los machos no alcanzarán el rendimiento reproductivo óptimo.**

**El aumento en la demanda de carne deshuesada crea una mayor necesidad de impedir que se eleve excesivamente la temperatura dentro del galpón.**

Con el aumento en la demanda de carne deshuesada, se han seleccionado muchas estirpes modernas para un rendimiento significativamente mayor en carne de pechuga. En estos productos genéticos se ha aumentado la masa muscular y se ha reducido la grasa corporal, dando como resultado una mayor producción de calor metabólico corporal. Dada esta característica es todavía más crítico impedir que ocurran temperaturas excesivas. Cuando se exponen a temperaturas excesivas, las hembras reproductoras con alto rendimiento en carne de pechuga reducen todavía más rápido su consumo de alimento debido al estrés por calor, generando un desempeño reproductivo todavía peor, con aumento en la incidencia de huevo de piso, mortalidad y costo de producción del huevo incubable. No obstante, con un buen control ambiental, estos productos genéticos pueden tener un muy buen desempeño. Es por ello que es imperativo que, conforme la industria avanza hacia la elaboración de más productos deshuesados, se practique un buen manejo del control ambiental para explotar con éxito las estirpes con alto rendimiento en carne de pechuga.

**Las inversiones inteligentes en galpones y manejo de las reproductoras mejora los costos de producción de carne de pollo.**

Es evidente que la calidad del pollo de engorde de un día, su desempeño vivo subsecuente y su rendimiento al procesamiento se verán fuertemente influenciados por la manera como se trate a las reproductoras. Por ello, es prudente renovar las consideraciones y cuidados en el diseño y manejo de los galpones para las reproductoras, tal como hemos venido haciéndolo durante algún tiempo con los pollos de engorde. En términos porcentuales sobre el costo total, el componente de producción de las reproductoras es más pequeño que el del pollo de engorde, pero a la larga, las inversiones realizadas con sabiduría en los albergues y el manejo de las reproductoras pesadas mejorarán el costo de producción de la carne de pollo.

**Los requerimientos de energía para mantener la temperatura y las funciones corporales de las aves se ven influenciados grandemente por la temperatura.**

**Ejemplo:** El manejo de dos galpones de pollas es idéntico, excepto en lo que se refiere a la temperatura ambiental que experimentan las aves. En la nave A, la temperatura después de las 4 semanas de edad se mantiene mediante fuentes de calor suplementario a 20-21°C (a 68-70°F). En el galpón B no se proporciona calor suplementario después de las 4 semanas de edad, haciendo que la temperatura interna fluctúe según lo hace la temperatura externa. Véase la Figura 1 que muestra los perfiles diarios de temperatura de las dos naves.

Asumiendo que se sirva el alimento para lograr el mismo peso meta en las dos parvadas, la Figura 2 muestra los requerimientos calculados de energía para ambos grupos, considerando mantenimiento, crecimiento y requerimiento total. La energía para mantenimiento es la que se requiere para conservar la temperatura corporal constante, la actividad y el metabolismo corporal normal. Este componente está influenciado directamente por la temperatura ambiental, lo cual no ocurre con la energía que se requiere para crecimiento. Es por ello que las líneas de energía para crecimiento (*Eg*, por sus siglas en inglés) se traslapan en la Figura 2. La energía del alimento se puede utilizar para crecer sólo después de haber satisfecho todas las necesidades para mantenimiento. De ahí en adelante, las necesidades de energía para crecimiento son proporcionales a la tasa de ganancia de peso.

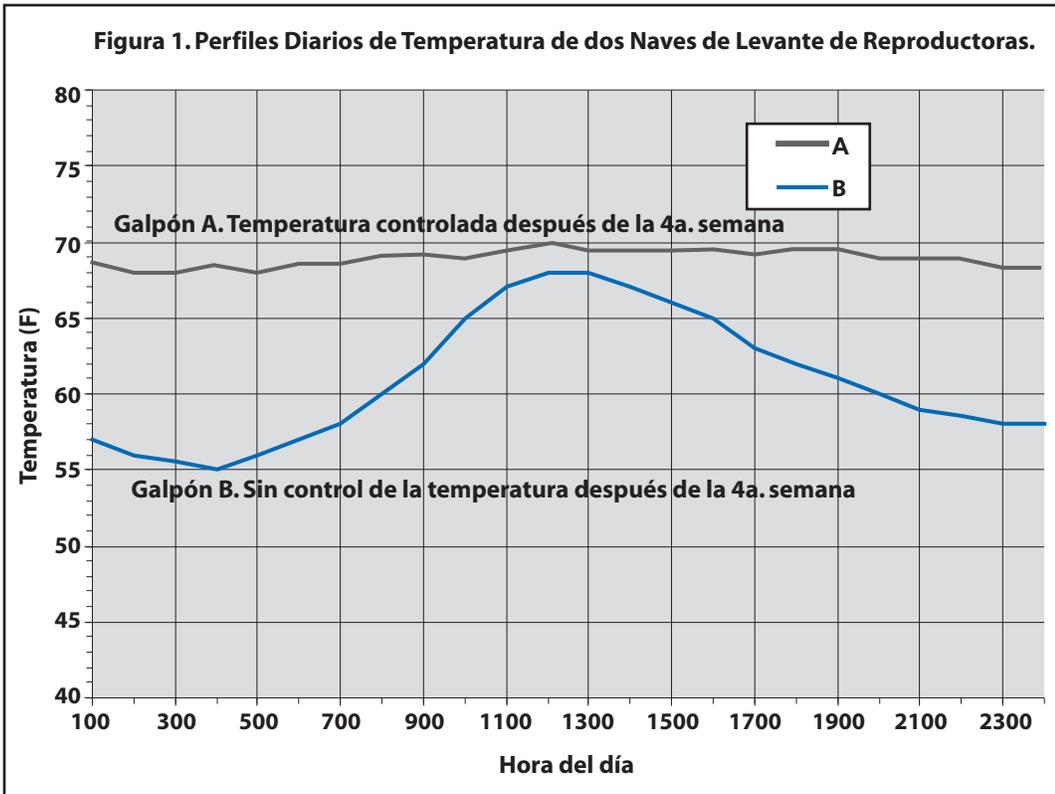
Podemos ver que la temperatura general más baja del edificio B produce un aumento en el requerimiento de energía para mantenimiento, causando un incremento en la necesidad total de energía, por lo que será necesario servir más alimento si no se modifica su nivel de energía.

**El ejemplo muestra que si no se mantiene la temperatura óptima se pueden incrementar los costos de alimentación de la parvada en US\$1.612.**

¿Qué significado económico tiene esta situación? Asumiendo que se esté utilizando un nivel de energía en la dieta de 1,300 Kcal de energía metabolizable (EM)/lb y que ambas parvadas se manejen para lograr el mismo perfil de peso corporal, la Parvada B requeriría aproximadamente 760 g (1.67 lb) más de alimento por polla capitalizada. Asumiendo un costo promedio del alimento de US\$175/Ton con 11.000 pollas iniciadas por galpón y capitalizadas a las 25 semanas, la Parvada B tendría un costo mayor de alimentación de aproximadamente US\$1.612.

En este ejemplo, si no se proporcionase alimento adicional a la Parvada B, sería imposible que alcanzara el perfil adecuado de crecimiento, las pollas presentarían falta de peso y se vería afectada su uniformidad de peso corporal, todo lo cual impactaría negativamente su desempeño reproductivo en el futuro. Las parvadas no pueden lograr picos de producción muy altos ni un desempeño reproductivo óptimo si su peso corporal y su madurez sexual no presentan gran uniformidad.

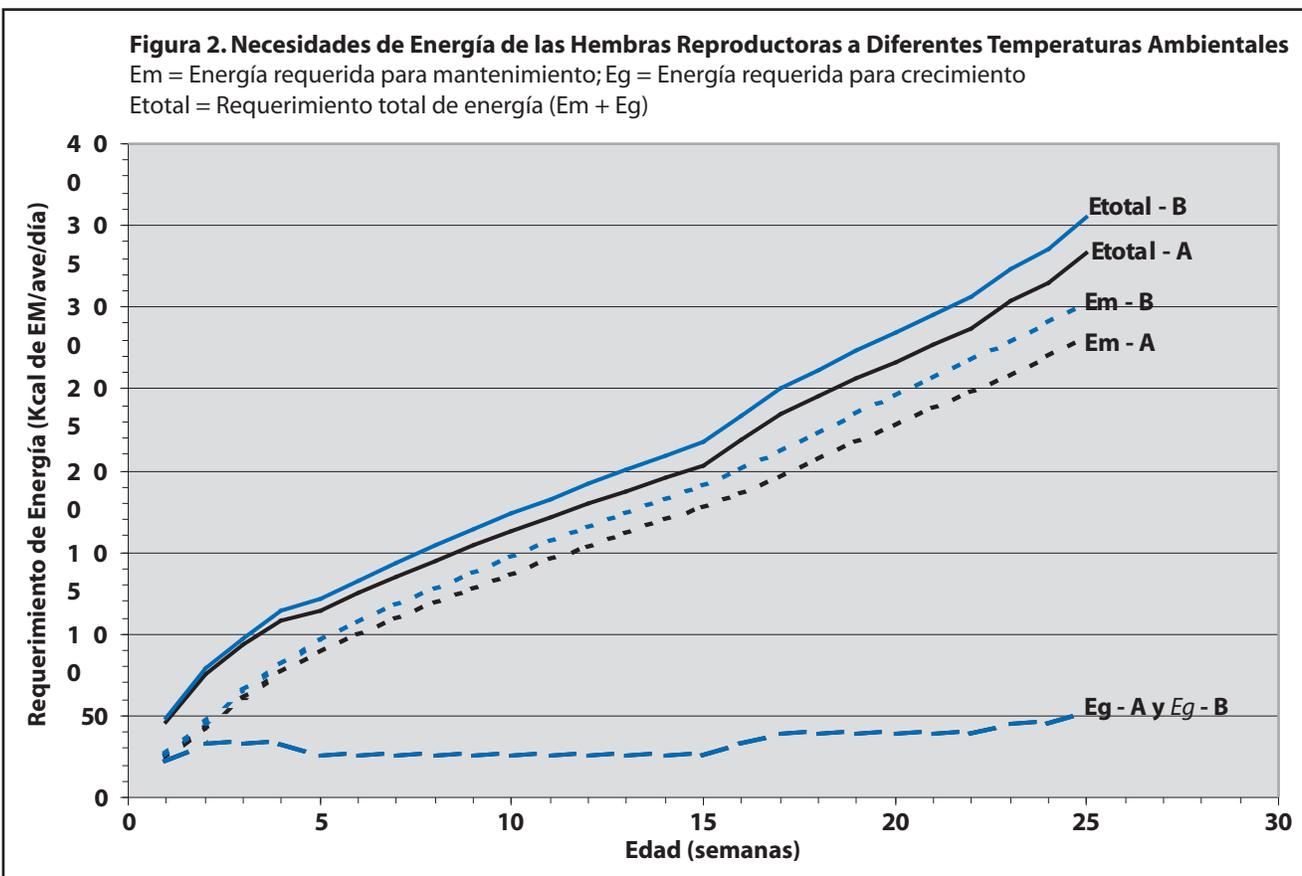
**Figura 1. Perfiles Diarios de Temperatura de dos Naves de Levante de Reproductoras.**



Estas dos gráficas presentan los beneficios de controlar el ambiente interior de las naves de parvadas que por todo lo demás son idénticas. En el Galpón A con calor suplementario después de la 4a. semana para mantener la temperatura interna entre 20 y 21°C (entre 68 y 70°F), las aves requirieron mucho menos alimento (abajo: Etotal-A vs. Etotal-B). Para mantener el peso meta, las aves del Galpón B sin control de la temperatura requirieron 1.67 lb más de alimento por polla, para un costo total del alimento de US\$1.612.

**Figura 2. Necesidades de Energía de las Hembras Reproductoras a Diferentes Temperaturas Ambientales**

Em = Energía requerida para mantenimiento; Eg = Energía requerida para crecimiento  
 Etotal = Requerimiento total de energía (Em + Eg)



# FACTORES AMBIENTALES CRÍTICOS PARA EL DESARROLLO DE LAS REPRODUCTORAS PESADAS

Como indicamos en la Introducción, la clave para producir una polla de calidad con uso eficiente del alimento y la energía es proporcionarle un ambiente óptimo. Los factores ambientales críticos son la temperatura, la humedad, la calidad del aire y la luz.

**Cuadro 1. Objetivos de Temperatura en el Piso Cerca de Comederos y Bebederos**

Edad (Días)	Temperatura Meta	
	°C	°F
1 - 3	32.8	91
4	32.2	90
5	31.1	88
6	30.0	86
7	28.9	84
14	26.1	79
21	22.8	73
28 en adelante	21.1	70

## Temperatura

Cada día de desarrollo del ave tiene su propia zona óptima de temperatura en la que el animal utiliza mejor la energía del alimento y eleva al máximo su desarrollo muscular. El Cuadro 1 muestra las temperaturas óptimas del piso donde se encuentran los comederos y bebederos para el desarrollo deseable de las aves y se basa en niveles de humedad relativa (HR) del orden del 50 al 70%. En los lugares con HR extremadamente bajo, tal vez las temperaturas deban ser ligeramente más altas. Por el contrario, en sitios con humedad relativa sumamente elevada las temperaturas tal vez deban ser ligeramente inferiores. El comportamiento de las aves es el mejor indicador de la temperatura ambiental correcta.

## Humedad

Las aves contribuyen continuamente a aumentar la humedad ambiental del galpón, tanto con la respiración como con sus excretas. Si se permite que la humedad se acumule dentro de la nave se generará amoníaco y otros problemas de calidad del aire, cama húmeda y apelmazada, y esto puede afectar adversamente la salud de las aves. Los niveles óptimos de HR en las naves de desarrollo van del 50 al 70%. Si se rebasa este límite máximo, las aves tendrán dificultad para disipar el calor corporal excesivo, mientras que si la HR es sumamente baja es más difícil que los pollos jóvenes puedan mantener la temperatura corporal óptima.

## Calidad del Aire

Dado que las aves inspiran oxígeno y exhalan bióxido de carbono, se les debe proporcionar aire fresco para restablecer el equilibrio entre estos dos gases en el aire interno de la galera. El aire fresco también impide que se acumule el amoníaco resultante de la materia fecal. Dado que la HR elevada favorece la acumulación de amoníaco, también se le considera como un factor de la calidad del aire.

## Luz

Al principio de la vida de las aves es muy importante proporcionarles luz con la intensidad adecuada, siendo necesario mantener un mínimo de 4 pies candela (fc, por sus siglas en inglés) en los lugares donde se encuentre el agua y el alimento durante las semanas 0 a 3 para las hembras y durante las semanas 0 a 4 para los machos, siendo particularmente importante durante la primera semana. Esta intensidad de luz estimula el consumo de agua y alimento, con lo cual las aves logran un buen arranque. En el campo, muchos galpones no tienen luz con la intensidad suficiente durante las primeras etapas de la crianza. Los sistemas de iluminación que se utilicen durante esta etapa también deben ser capaces de atenuar la intensidad en un rango de 0.50 a 0.75 pies candela. Posteriormente durante la fase de desarrollo, debemos ser capaces de lograr la oscuridad total dentro de la nave, con una intensidad de luz inferior a 0.04 pies candela en TODOS los lugares del edificio. Se debe tener cuidado de eliminar todas las fugas de luz en las construcciones de desarrollo, pues casi en todo el mundo los programas de desarrollo de aves en galpones semioscurecibles están llegando a su fin.

## Otros Factores

Aunque están fuera del alcance de esta publicación, la limpieza, la desinfección y la calidad del agua se deben tener en mente como factores críticos para el éxito del desarrollo de las reproductoras pesadas. Los programas de limpieza y desinfección deben incluir el control adecuado de roedores, buen mantenimiento y prevención efectiva de enfermedades. La buena calidad del agua no sólo es importante para la bebida sino también para la correcta operación del equipo de enfriamiento evaporativo.

**Aun cuando la temperatura suele ser el factor ambiental más crítico, también es muy importante manejar la humedad, la calidad del aire y la luz.**

**EL éxito en el desarrollo de las reproductoras pesadas requiere luz con la intensidad adecuada las primeras semanas y oscuridad total después.**

**El control de roedores y la prevención de enfermedades también son importantes, al igual que proporcionar agua de buena calidad.**

## REVISIÓN GENERAL DEL MANEJO AMBIENTAL

En los últimos diez años han ocurrido grandes cambios en la manera de desarrollar machos y hembras de buena calidad. Las mayores demandas de las aves, junto con el aumento en los costos del combustible, han obligado a la mayoría de las operaciones de levante a utilizar naves completamente cerradas. Esto ha simplificado la tarea de controlar la luz interior, pues un galpón completamente cerrado tiene menos lugares por donde puede penetrar la luz. Las naves deben tener sistemas adecuados de iluminación para las primeras etapas del crecimiento, debiendo instalarse además trampas de luz para impedir que ésta penetre por las entradas y salidas del sistema de ventilación, logrando así asegurar la oscuridad total en las fases posteriores del desarrollo.

El mantenimiento de la temperatura correcta requiere el uso racional de los sistemas de calefacción y ventilación. Las criadoras de campana o radiantes son la fuente preferida de calor entre las 0 y 4 semanas de edad. De la 5a. semana en adelante tal vez sea necesario utilizar calentadores ambientales para mantener la temperatura deseada dentro del galpón en clima extremadamente frío. Para aves de mayor edad y/o para clima más cálido, el sistema de ventilación se utiliza para impedir que la temperatura interna del galpón se eleve demasiado. Sin embargo, aun durante la crianza o en caso de calefacción en clima frío, también se necesita el sistema de ventilación tanto para regular la temperatura como para mantener niveles correctos de humedad y calidad del aire.

Durante los períodos de calentamiento, el sistema de ventilación de los galpones modernos debe estar en marcha para echar fuera el aire caliente, viciado y cargado de humedad, y para mezclar el aire fresco de entrada con el fin de obtener aire de buena calidad, la humedad relativa adecuada y el control preciso de la temperatura. En clima caluroso se puede utilizar el sistema de ventilación para producir viento de alta velocidad y lograr con éste el enfriamiento de las aves, eliminando así más rápidamente el calor del cuerpo de los animales de lo que sería posible con un ambiente estático y sin ventilación de túnel. El sistema de ventilación también es el vehículo mediante el cual se puede utilizar el efecto de enfriamiento evaporativo.

Un propósito importante de la ventilación es eliminar la humedad del galpón de desarrollo, manteniendo así el rango adecuado de HR para la buena salud de las aves. En clima caluroso el sistema de ventilación elimina la humedad y al mismo tiempo proporciona el manejo de la temperatura; sin embargo, en clima frío o durante la crianza, cuando no hay necesidad de sacar el calor excesivo del edificio, es necesario que la ventilación se ponga en marcha dependiendo de un reloj programable ("timer") y no de un termostato, ajustando el tiempo a la edad de las aves de tal manera que se elimine adecuadamente el exceso de humedad y se mantenga la calidad del aire. Esto generalmente se denomina ventilación mínima.

En la mayoría de los casos, en las casetas modernas de levante, si la ventilación se ajusta correctamente para manejar los depósitos diarios de humedad, también se mantendrá la calidad correcta del aire; no obstante, con base en las condiciones climáticas, la situación de la cama y otros factores, puede ser necesario tener en funcionamiento la ventilación mínima durante períodos más prolongados para asegurar que las pollas se desarrollen en un ambiente con aire de buena calidad.

Como ya indicamos, el manejo de la temperatura probablemente sea el factor más crítico para el desarrollo óptimo de los animales. Dado que la necesidad de ventilación es constante en un galpón totalmente cerrado y debido a que la ventilación desempeña un papel primario en el manejo de la temperatura, la calidad del aire y la humedad dentro del galpón, el manejo de la temperatura es la principal herramienta para controlar el ambiente de la galera.

◀ **El mantenimiento de la temperatura correcta requiere el uso racional de los sistemas de calefacción y ventilación.**

◀ **La ventilación se requiere tanto para enfriar en clima caluroso como para controlar la humedad durante la crianza y en clima frío.**

◀ **El manejo de la ventilación es la herramienta primaria para el control del ambiente dentro del galpón.**

## FUNDAMENTOS DE LA VENTILACIÓN

Debido a que la ventilación es tan importante para proporcionar un ambiente óptimo en el interior del galpón para el desarrollo de las reproductoras pesadas, resulta esencial comprender los principios básicos de la ventilación para el diseño y el manejo correctos de una construcción.

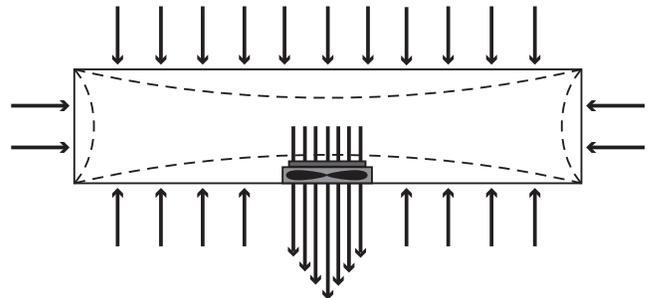
### Ventilación con Presión Negativa

En la mayoría de los galpones modernos para pollas se utiliza la ventilación con presión negativa, lo cual significa que se utilizan extractores para jalar el aire, sacándolo de la nave y esto hace que ingrese el aire fresco a través de las entradas instaladas con este propósito (Figura 3). Este sistema se conoce como ventilación con presión negativa porque funciona creando un vacío parcial dentro de la construcción. Es necesario que las naves estén bien selladas de tal manera que todo el aire de nuevo ingreso penetre a través de las entradas deseadas. Tanto la ventilación con entradas en las paredes laterales como la ventilación tipo túnel son formas de ventilación con presión negativa.

**La ventilación con entradas en los costados del galpón y la ventilación tipo túnel son dos formas de ventilación con presión negativa.**

La cantidad de aire que es necesario que el sistema de ventilación movilice hacia adentro y hacia afuera del galpón depende de las condiciones climáticas externas y de la edad de las aves. Por lo general, mientras más calor haga y mientras mayores sean las aves, más aire deberá movilizar el sistema de ventilación (o sea que deberá ser mayor el recambio de aire). En clima caluroso tal vez necesitemos cambiar completamente el aire del galpón cada minuto o menos, mientras que en clima frío y/o con aves jóvenes, la tasa de ventilación puede recambiar el aire cada cinco o diez minutos, o incluso una vez por hora

**Figura 3. En la ventilación con presión negativa, los extractores sacan el aire interior hacia afuera de la nave. Cuando existe armonía entre los extractores y las entradas de aire (en un galpón hermético), se crea un vacío parcial dentro del galpón. Con ello, el aire penetra uniformemente a la misma velocidad a través de las entradas diseñadas para este fin. Al seleccionar cuáles entradas usar (de túnel o en paredes laterales), podemos controlar el patrón de flujo del aire dentro del galpón.**



### Hermetismo del Galpón

Los galpones modernos ventilados con presión negativa deben ser herméticos. En el pasado, era frecuente encontrar naves con ventilación natural, por lo que el hermetismo no tenía mayor importancia. Pero con ventilación con presión negativa la clave es tener el control total de la manera como ingresa el aire al galpón, por lo que el hermetismo se reviste de gran importancia. Durante la operación en clima frío, el aire que ingresa por debajo de las puertas, alrededor de las mismas o por roturas de las cortinas, sólo sirve para enfriar e incomodar a las aves, crear problemas de humedad y afectar adversamente la temperatura ambiental óptima para el período de desarrollo. Si hay escapes de aire durante la ventilación de túnel, se destruye el patrón de movilización único del aire de un extremo del galpón a otro, reduciendo la velocidad del aire y el enfriamiento por efecto de viento.

**El hermetismo del galpón es esencial, porque las fugas o aberturas cortan y alteran los patrones de flujo del aire para cuya creación está diseñada la ventilación con presión negativa.**

Una prueba de hermetismo del galpón que se ha utilizado en la industria avícola durante muchos años para los galpones de 12 x 120 m (40 x 400 pies) o de 12 x 150 m (40 x 500 pies) consiste en poner en marcha dos extractores de 36 pulgadas de buena calidad o uno de 48 pulgadas con todas las entradas de aire y las puertas completamente selladas. La lectura diferencial de presión estática entre el interior de la nave y el ambiente externo proporcionará una indicación del nivel de presión negativa que logran los extractores. Mientras más alta sea la presión negativa lograda, más hermética estará la nave. El objetivo para todas las construcciones de pollas deberá ser una presión negativa mínima de 0.15 pulgadas en columna de agua. Para instalaciones más nuevas, la presión estática debe ser muy superior a 0.20 pulgadas de columna de agua.

## Modo de Ventilación – Generalidades

Los sistemas modernos de ventilación de las instalaciones avícolas por lo general están diseñados para operar en tres modos diferentes:

**Ventilación mínima.** Los ventiladores llevan el aire hacia adentro del galpón a través de entradas instaladas en las paredes laterales o en el techo, de tal manera que el aire de nuevo ingreso no golpea directamente a las aves. La ventilación está regulada por un reloj y no por un termostato ni por un sensor de temperatura. Su propósito es mantener el aire de buena calidad y eliminar el exceso de humedad durante clima frío o en la crianza.

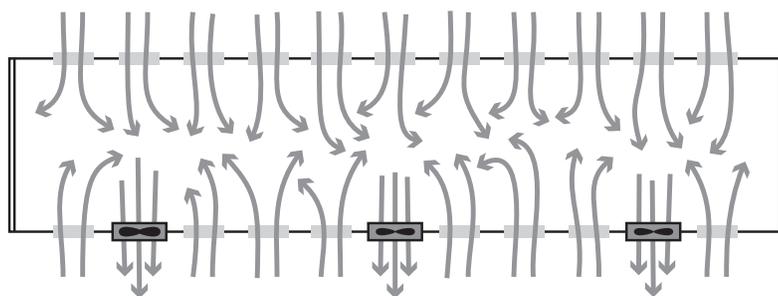
**Ventilación de transición.** Los extractores de la ventilación de túnel llevan el aire hacia el interior del galpón a través de entradas de aire colocadas en las paredes laterales o en el techo y la ventilación está regulada por un termostato o por un sensor de temperatura. Su propósito es el control primario de la temperatura. Este modo se usa cuando es necesario sacar el calor excesivo del galpón, pero no se requiere o no se desea el enfriamiento por viento.

**Ventilación tipo túnel.** Los extractores llevan el aire hacia el interior de la nave a través de las entradas de aire de túnel instaladas en el extremo opuesto del galpón. Funciona con termostato o con un sensor de temperatura y su propósito es crear un flujo de aire de alta velocidad que saca el calor de la nave a una mayor velocidad y también fluye sobre las aves para proporcionarles enfriamiento por viento. La ventilación de túnel también puede servir como vehículo para el enfriamiento evaporativo.

### Ventilación Mínima

Incluso en clima frío es esencial ventilar para remover la humedad del galpón, proporcionar aire fresco y oxígeno y eliminar los gases nocivos. Esto significa que es necesario mantener una cierta tasa de ventilación mínima aun cuando el termostato no ordene que se ponga en marcha la ventilación e incluso si es necesario sacar una pequeña cantidad del calor del galpón durante el proceso. Por lo general, el diseño de ventilación mínima utiliza extractores de 36 pulgadas y/o uno o varios extractores de 48 pulgadas para túnel, para introducir aire a la nave a través de las entradas colocadas en altura sobre las paredes laterales (Figura 4).

La ventilación mínima está regida por un reloj, usando preferentemente uno de cinco minutos, pues los relojes de intervalos más prolongados crean altibajos de temperatura demasiado amplios en la nave. El tiempo, el número y el tamaño de los extractores determinan la tasa de recambio de la ventilación. La tasa que se requiere se eleva conforme crecen las aves, variando de aproximadamente 0.10 pies<sup>3</sup> por minuto (cfm) por ave la primera semana, a aproximadamente 0.35 cfm por ave después de las 16 semanas.



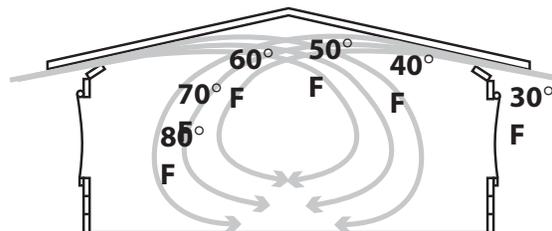
**Figura 4.** El diseño de la ventilación mínima utiliza varias combinaciones de extractores de 36 ó de 48 pulgadas, dependiendo de la tasa de ventilación que se necesite. El objetivo es hacer que el aire ingrese a través de las ventilas o entradas, para mezclarse con el aire caliente del interior, evitando así enfriar a las aves. Nota: La ilustración no muestra las trampas de luz ni el muro falso.

La clave del éxito de la ventilación mínima en el galpón de pollas en etapa de levante es crear el vacío parcial correcto para que el aire ingrese con velocidad suficiente y a la misma velocidad por todas las entradas. Para lograr esto se requiere que el galpón sea hermético, pues las fugas de aire se contraponen con el patrón deseado de movimiento del aire. Con una buena presión negativa y con las entradas de aire distribuidas homogéneamente a todo lo largo de la galera, el flujo del aire será uniforme en toda el área. Igualmente importante es el hecho de que el aire frío del exterior ingrese al galpón a una velocidad suficientemente alta para mezclarse con el aire caliente que se encuentra en el interior de la construcción por encima de la parvada, en vez de caer directamente sobre las aves, enfriándolas o causando apelmazamiento de la cama.

◀ **Los tres modos básicos de ventilación utilizan diferentes tipos y posiciones de los extractores y de las entradas de aire para crear las tasas de intercambio de aire y los patrones de flujo del aire necesarios.**

◀ **La ventilación mínima, usada durante la crianza o en clima frío, está controlada por un reloj programable (“timer”) y no por un sensor de temperatura ni por un termostato.**

**Figura 5. Sistema de ventilación mínima que utiliza varias combinaciones de extractores de 36 y 48 pulgadas, dependiendo de la tasa necesaria de ventilación. El objetivo es introducir el aire a través de las ventilas de cajón para que se mezcle con el aire caliente interno, evitando así enfriar a las aves. Nota: La ilustración no muestra las trampas de luz ni el muro falso.**



La cantidad de calor que pierde el galpón durante la ventilación mínima correcta es insignificante comparada con los beneficios que brinda. Aún cuando el amoníaco no representa problema (como ocurre con cama nueva o cama tratada), si no se proporciona aire fresco y si no se destruye la estratificación del aire dentro del galpón, esto puede generar graves problemas de salud y crecimiento de las aves.

**La mejor manera de asegurar el logro del flujo de aire adecuado para ventilación mínima es usar entradas tipo ventila dependientes de un controlador de presión estática.**

Es importante darnos cuenta que la ventilación mínima se puede y se debe mantener aun cuando afuera esté lloviendo y haga frío. Al ingresar el aire frío y húmedo se calentará y se secará mientras fluye a través del área del techo (Figura 5) lo cual permite que el aire al moverse recoja la humedad de la cama y la saque del galpón gracias a los extractores. Si no se proporciona la ventilación mínima correcta se producirán problemas de humedad elevada dentro del galpón y ésta genera otros problemas asociados.

Para obtener el patrón necesario de flujo transversal del aire con el sistema de ventilación mínima, es necesario que la capacidad del área de entradas de aire sea acorde a la de los extractores que se estén utilizando, pues si el área de entradas es muy pequeña en comparación con el número de extractores que estén en marcha, éstos deberán trabajar contra una presión estática demasiado alta y no proporcionarán el intercambio de aire necesario. Si la abertura de las entradas de aire es demasiado amplia, la presión estática caerá a niveles muy bajos y el aire ingresará principal o solamente por las entradas más cercanas a los extractores, creando un flujo de aire no uniforme y condiciones desfavorables para las aves. El uso de entradas de aire de ventila con cajón dependientes de un controlador de presión estática ajusta automáticamente el área de entradas de aire.

**Ejemplo: Determinación del tiempo de funcionamiento de los extractores para ventilación mínima.**

Encuentre el tiempo correcto de los extractores en un galpón de levante con ventilación a base de presión negativa, para 10,000 aves, durante la semana 10 del ciclo de desarrollo. Los extractores regidos por el reloj son uno de 36 pulgadas a 7,000 *cfm* y uno de 48 pulgadas a 16,000 *cfm*, dependientes de un reloj de 5 minutos (300 segundos).

- Paso 1: El cuadro de la derecha muestra que cada ave requiere 0.25 *cfm*.
- Paso 2: Determine el aire total necesario  
 $0.25 \text{ cfm/ave} \times 10,000 \text{ aves} = 2,500 \text{ cfm}$
- Paso 3: Divida los *cfm* necesarios entre la potencia del extractor  
 $2,500 / 23,000 = 0.108 \text{ (10.8\%)}$
- Paso 4: Determine el tiempo real de funcionamiento del ventilador  
 $0.108 \times 300 \text{ segundos} = 32 \text{ segundos cada 5 minutos}$

**CFM's Mínimos Aproximados por Ave y por Semana**

Edad	CFM/ave
1 - 8 semanas	0.10
9 - 15 semanas	0.25
16 semanas - transfer	0.35

¿Por qué preferimos relojes de 5 minutos sobre los de 10 minutos? Muchos galpones antiguos de levante cuentan con relojes de 10 minutos para controlar a los extractores de ventilación mínima, pero tienen el problema de que causan variaciones extremas en la temperatura y la calidad del aire al principio de la etapa de crecimiento. Por ejemplo, con un reloj de 10 minutos, el ciclo de ventilación mínima necesario para las hembras y machos jóvenes puede requerir el funcionamiento de un extractor de 36 pulgadas y uno de 48 pulgadas durante 1 minuto, permaneciendo apagados 9 minutos. Durante los 9 minutos que están apagados los extractores, se acumula calor, humedad, amoníaco y polvo en el galpón, con el resultado neto de que el ambiente presentará ciclos de calor y aire estático seguidos de frío y aire fresco.

Estas variaciones extremas en la temperatura y la calidad del aire se pueden evitar si utilizamos un reloj de duración más corta, como son los de 5 minutos. El funcionamiento de un reloj de 5 minutos durante 30 segundos seguido de 4 1/2 minutos apagado durante dos ciclos, es exactamente la misma cantidad de ventilación que un reloj de 10 minutos que funcione 1 minuto y permanezca apagado 9 minutos; no obstante, el ambiente de las aves mejora grandemente y presenta altibajos de temperatura menos drásticos, menos cambios en la HR y, en general, un mejor ambiente para las aves en desarrollo.

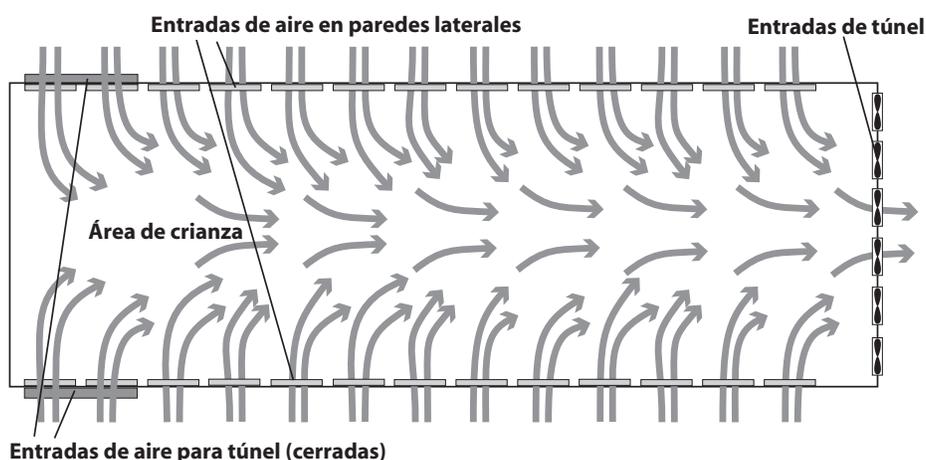
◀ **La operación de la ventilación mínima con un reloj de 5 minutos minimiza los extremos de temperatura y HR y proporciona un mejor ambiente para las aves en desarrollo.**

### Ventilación de Transición

Esta ventilación se utiliza cuando se requiere eliminar el calor del galpón, pero no se desea que el aire frío del exterior fluya directamente sobre las aves. El sistema de transición es el mismo que para ventilación mínima, con la excepción de que la tasa de funcionamiento está controlada por un termostato y no por un reloj. En la ventilación de transición por lo general se utiliza hasta la mitad de los extractores instalados para ventilación de túnel (ya sea solos o en combinación con los extractores colocados en las paredes laterales) para introducir el aire al galpón mediante las entradas colocadas en el perímetro en vez de hacerlo por las entradas de aire para ventilación de túnel, las que permanecen cerradas. El aire externo ingresa y se mezcla con el aire del interior del galpón de una manera muy similar a la que ocurre con el sistema de ventilación mínima y presión negativa, pero con la gran diferencia de que la mayor capacidad de los extractores genera un volumen mayor de recambio de aire. Por ejemplo, la puesta en marcha de cuatro extractores para ventilación de túnel en el sistema de transición, genera la misma tasa de ventilación que si se utilizara la ventilación de túnel con cuatro extractores, pero sin viento directamente sobre las aves.

◀ **La ventilación de transición, que utiliza los extractores de la ventilación de túnel con entradas de aire en las paredes laterales, permite sacar el aire del galpón sin lanzar aire frío directamente sobre las aves.**

El sistema de diseño del sistema de ventilación de transición (Figura 6) permite al avicultor dedicado a la crianza de pollas proporcionarles una efectiva ventilación con presión negativa bajo condiciones en las que no sería recomendable ni la ventilación mínima ni la de tipo túnel. Esto por lo general ocurre cuando las aves alcanzan un tamaño tal que lanzan niveles significativos de calor al ambiente del galpón, pero el aire del exterior está demasiado frío como para permitirle fluir directamente sobre las aves. Como ocurre con la ventilación mínima, el área de entradas de aire debe ajustarse a la capacidad de los ventiladores que se utilicen. Es necesario proporcionar suficiente área de entradas de aire en las paredes laterales para que opere aproximadamente la mitad de los extractores de túnel instalados en el modo de transición sin crear una presión estática excesiva. Para lograr la operación más eficiente se utilizan máquinas Power Vent que controlan las entradas de aire en base a presión estática, al igual que con la ventilación mínima.

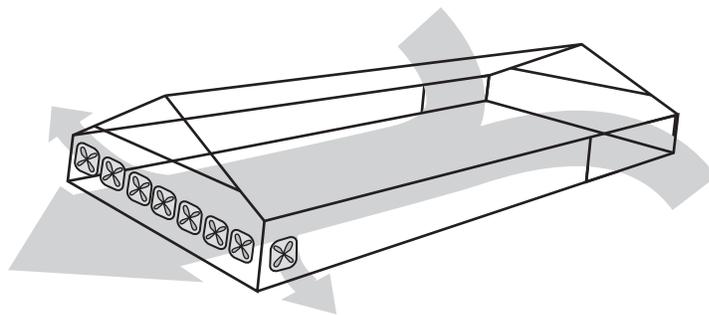


**Figura 6. La ventilación de transición utiliza el mismo equipo básico que la ventilación mínima. La diferencia es que en el modo de transición la ventilación está regida por un termostato y no por un reloj automático. Nota: Este diagrama no muestra las trampas de luz ni el muro falso en el extremo de los extractores de la ventilación de túnel.**

### Ventilación de Túnel

Los sistemas de túnel utilizan extractores de 48 pulgadas o más en un extremo de la nave para sacar el aire a través de las entradas por el extremo opuesto (Figura 7). La ventilación de túnel primero maneja la eliminación del calor proporcionando la tasa de recambio de aire necesaria para echar fuera el exceso de calor del galpón en clima caluroso. El diseño de la ventilación tipo túnel también proporciona enfriamiento por efecto del viento que resulta al movilizar el aire como si se tratara realmente de un túnel a todo lo largo de la nave.

**Figura 7. La ventilación de túnel moviliza un gran volumen de aire a lo largo del galpón, a gran velocidad. El efecto del enfriamiento por viento hace que las aves completamente emplumadas sientan como si el aire estuviese de 5 a 6°C (10 a 12° F) más frío. No es posible medir la caída de la temperatura efectiva, sino que sólo la podemos estimar a través del comportamiento de las aves. Precaución: El efecto del enfriamiento por viento es mucho más pronunciado en las aves jóvenes.**



**En clima caluroso la ventilación de túnel puede reducir la temperatura “efectiva” en 5 a 6°C (10 a 12°F), pero se debe usar con cuidado en aves jóvenes.**

Se considera como aceptable una velocidad mínima de 120 metros (400pies) por minuto para un enfriamiento adecuado por viento en las pollas. El efecto del enfriamiento por viento creado por el aire a gran velocidad puede reducir la temperatura que sienten realmente las aves totalmente emplumadas hasta en 5 a 6°C (10 a 12°F). Ésta es una importante herramienta de control ambiental que usamos con pollas maduras en clima caluroso.

Es necesario tener precaución al utilizar la ventilación de túnel con aves más jóvenes, pues el efecto de enfriamiento por viento es mayor en ellas ante una misma velocidad del aire. Nótese que la temperatura “efectiva” sólo se puede estimar y no leer en un termómetro ni calcularla. El comportamiento de los animales debe ser la guía para juzgar el número correcto de ventiladores que hay que poner en marcha para crear la velocidad del aire y el recambio necesario para mantener cómodas a las pollas.

**El enfriamiento evaporativo puede agregar de 5 a 8°C (10 a 15°F) de enfriamiento real al efecto del enfriamiento por viento en el túnel, manteniendo así a las aves confortables incluso ante calor extremo.**

La alta velocidad del flujo del aire con la ventilación de túnel la hace adecuada para agregarle enfriamiento evaporativo, lo cual se puede hacer ya sea con nebulizadores o rociadores dentro de la caseta o con cortinas o tableros húmedos colocados por fuera de las entradas del aire para la ventilación de túnel. Este sistema por lo general reduce la temperatura real del aire de 5 a 8°C (10 a 15°F). Este enfriamiento real del aire de nuevo ingreso, adicional al enfriamiento “efectivo” que produce el viento, puede mantener a las aves cómodas aun en clima muy caluroso. Si se utiliza solo, el efecto del enfriamiento que genera la ventilación de túnel es menos pronunciado cuando la temperatura del aire rebasa los 32.2 °C (90 °F) y por encima de los 37.8 °C (100 °F) el aire comienza a calentarse a las aves en lugar de enfriarlas. Si usted deberá operar con un túnel con nebulizadores o con tableros o cortinas húmedas, esto estará determinado por la ubicación geográfica y la intensidad de la temperatura durante el clima cálido. Ambos tipos de sistemas proporcionan confort adicional para las aves durante el calor más extremo.

### Opciones de Enfriamiento en Túnel

**Los sistemas de enfriamiento evaporativo con nebulizadores en el túnel pueden proporcionar un enfriamiento aceptable pero se deben manejar con cuidado para lograr el enfriamiento sin humedecer el galpón.**

Opción de Túnel con Nebulizadores. Esta opción de enfriamiento evaporativo se encuentra en muchos galpones de levante contruidos en climas que no logran justificar el gasto de instalar los tableros, paneles o “cortinas” de enfriamiento con agua recirculante. Una de las ventajas de la opción del túnel con nebulizadores es la reducción del costo del sistema, pero una de sus principales desventajas es que requiere de un manejo minucioso para evitar que se humedezca el interior del galpón. Si se desea lograr el enfriamiento máximo durante el clima de mayor calor pero sin estresar demasiado el manejo de la nave, se recomienda utilizar sistemas de enfriamiento evaporativo con tableros húmedos.

El secreto para el buen funcionamiento de la ventilación de túnel con nebulizadores es poner en marcha las boquillas por etapas, pues si se activan todas tan pronto se detecte por primera vez la necesidad del enfriamiento evaporativo, resultará imposible evaporar toda el agua lanzada al aire, humedeciendo el piso. Muchos galpones de desarrollo equipados con nebulizadores, los tienen cuando menos en dos etapas, por lo que el primer grupo se puede encender aproximadamente a los 27.8°C (82°F) para luego arrancar los de la segunda etapa aproximadamente a los 30°C (86°F). Al diseñar los galpones con la opción de nebulización en túnel, si los equipamos con suficiente capacidad de agua y boquillas para el día más caliente del año, entonces en cualquier día que no sea tan severo no podremos poner en marcha la cantidad máxima de boquillas existentes en el galpón.

Opción de Túnel con Tableros Húmedos. Son muchas las maneras diferentes de equipar los galpones de levante con sistemas de tableros evaporativos. El más deseable utiliza los de recirculación con 6 pulgadas de espesor. Una ventaja de ellos es que toda el agua que no se evapora se captura y se recicla, por lo que prácticamente no hay desperdicio de agua. Además, los sistemas de recirculación con tableros de 6 pulgadas requieren menos atención al manejo y tienen una eficiencia de enfriamiento evaporativo extremadamente alta. En otras palabras, más del 70% del potencial de enfriamiento disponible en un día determinado, por lo general se puede lograr con los sistemas de alta eficiencia y recirculación con tableros de 6 pulgadas. Al comparar estos sistemas con los de nebulización, es frecuente ver que estos últimos están diseñados para proporcionar de 5 a 6°C (10 a 12°F) de enfriamiento en el día más caluroso, mientras que los sistemas de recirculación con tableros de 6 pulgadas pueden proporcionar hasta 9°C (18°F) de enfriamiento. En climas demasiado calurosos, el sistema de enfriamiento más aceptable para hembras y machos de mayor edad utiliza tableros evaporativos de 6 pulgadas con recirculación de agua.

◀ **Los sistemas de enfriamiento recirculantes con tableros de 6 pulgadas reciclan el agua, requieren menos atención al manejo y tienen una eficiencia de enfriamiento evaporativo extremadamente alta.**

### **Ventilación sin Túnel en los Galpones de Levante – Pros y Contras**

En los lugares de clima frío es frecuente que los galpones de desarrollo no estén equipados con ventilación de túnel y generalmente utilizan sistemas de ventilación con presión negativa, siendo capaces de intercambiar el aire aproximadamente una vez cada dos minutos. Este tipo de construcciones hace posible mover cantidades extremas de aire por todo el galpón, pero no ofrece la opción ni la ventaja del enfriamiento directo por viento, que sólo puede ser proporcionado mediante ventilación tipo túnel.

Durante años, éste fue el galpón preferido para clima caluroso y en los climas más frescos tal vez no sea económicamente justificable el costo del enfriamiento en túnel. Al diseñar los sistemas de ventilación con presión negativa para situaciones de clima cálido, es extremadamente importante apegarse a los buenos principios en la selección de los extractores para alto flujo del aire y una buena proporción de dicho flujo. Las entradas de aire para la operación de este tipo de sistemas con presión negativa se deben calcular cuidadosamente, toda vez que no estén trabajando con presiones estáticas excesivas. Se deberán hacer diferentes cálculos para asegurar que se cuente con la instalación de un área adecuada de trampas de luz para manejar la capacidad total de los extractores para clima caluroso sin rebasar los niveles de presión estática aceptables para los extractores. Véanse los ejemplos de cálculo en la Página 24: Ejemplo del diseño de un galpón de desarrollo para reproductoras pesadas.

◀ **En los galpones de levante sin ventilación tipo túnel es especialmente importante asegurar que los extractores, las entradas de aire y las trampas de luz permitan tasas de intercambio de aire suficientemente altas.**

## CONSIDERACIONES SOBRE EL EQUIPO ESPECIAL PARA LOS GALPONES DE DESARROLLO

A diferencia de la mayoría de las otras operaciones avícolas, los galpones de desarrollo para reproductoras pesadas deben ser capaces de oscurecerse completamente durante una parte de la fase de crecimiento. Esto significa que tanto los extractores como las aberturas de las entradas de aire deben contar con trampas efectivas de luz. Dado que dichas trampas inevitablemente representan cuando menos una carga adicional para el flujo del aire, es necesario que los ventiladores y las entradas de aire sean capaces de manejar las demandas que impone la ventilación en estos galpones oscurecibles para pollas.

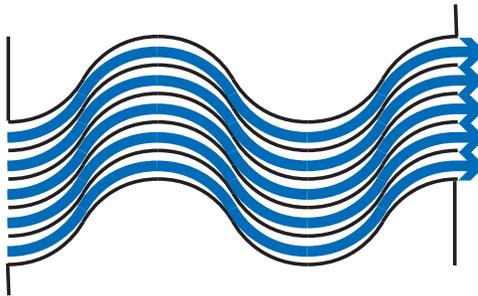
### Entendimiento de las Trampas de Luz

En los galpones modernos para pollas se utilizan trampas para impedir que penetre la luz en todas las entradas de aire y en las aberturas de los extractores. Es necesario colocarlas en los extractores y las entradas de ventilación tipo túnel así como en los extractores y las entradas de aire de las paredes laterales en la ventilación mínima.

**Una buena trampa de luz debe bloquear la luz con efectividad sin restringir demasiado el flujo del aire.**

El dilema con las trampas de luz es que no sólo restringen el paso de ésta, sino también limitan la cantidad de aire que ingresa al galpón. Existen en el comercio diversos productos para usarlos como trampas de luz, algunos de los cuales funcionan bien para bloquear la luz pero son muy deficientes para el paso del aire, mientras que otros permiten un buen flujo de aire pero dejan pasar un cierto resplandor. Considerando todas las trampas que existen en el comercio, piense cuidadosamente su compra. La clave es escoger las que funcionen bien para bloquear la luz sin restringir demasiado el flujo del aire. Una segunda clave es instalar suficientes de estas trampas de luz (para contar con suficiente área total de trampa) para no forzar demasiado a los extractores ni bloquearlos al grado que no puedan realizar su función.

Existen comúnmente dos tipos de trampas de luz que se utilizan en la actualidad, a saber: La trampa de hoja o paleta en forma "S" o "W" (Figura 8) y la trampa tipo panel. Este último material funciona bien en las entradas pero tiende a taparse cuando se colocan en los extractores.



**Figura 8. Un tipo de trampa de luz comercial se denomina de "hoja" "paleta" o "veleta" en "S" o "W". Si se diseña bien, esta trampa puede bloquear bien la luz sin restringir demasiado el paso del aire.**

**Una trampa de luz que no tiene un factor de reducción de la luz de 1.000.000 ó más no permite la oscuridad.**

El Cuadro 2 (página 13) presenta una lista de las trampas de luz que se utilizan comúnmente, junto con su capacidad de bloquear la luz y permitir el paso del aire. Una trampa que no tenga factor de reducción de la luz de 1.000.000 o más no permite la oscuridad. Las columnas de los requerimientos de extractores y área de entradas muestran la capacidad de la trampa de permitir el paso del aire. A mayor flujo de aire por unidad de área mayor facilidad de movilizar el aire a través de la trampa. Esto es muy importante porque cualquier restricción en el flujo del aire eleva la presión estática contra la cual deben luchar los extractores, lo cual, hasta cierto punto, reduce la cantidad de aire que movilizan dichos ventiladores. Si éstos no logran movilizar el volumen de aire requerido se puede contraponer todo el propósito de la ventilación. Nótese que los números de flujo de aire por unidad de área que aparecen en el cuadro sólo se deben usar con fines comparativos, pues existen otros factores que afectan la cantidad real de trampas de luz que se deben instalar en un galpón de pollas de reemplazo.

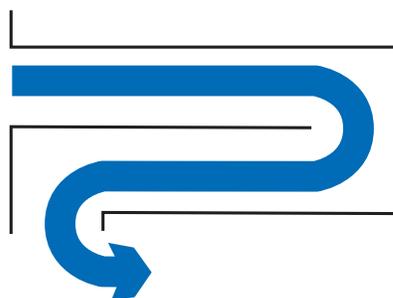
Es frecuente que los avicultores o los constructores de galpones traten de economizar en los costos de construcción, fabricando sus propias trampas caseras, según se muestra en la Figura 9. Dado que estos cajones no están diseñados para permitir el paso libre del aire, la presión estática a la que someten los extractores es frecuentemente tan grande que casi no permiten el paso del aire en lo absoluto. Los estudios han demostrado, que a la larga, el uso de trampas caseras le puede costar más dinero al avicultor durante la vida del galpón al considerar el costo de operación de los extractores. Compre sólo trampas comerciales de buena calidad.

**Cuadro 2. Características de Reducción de la Luz y Flujo del Aire de las Trampas Comunes de Luz**

Trampa de Luz	Factor de Reducción de la luz	Requerimientos de Trampas de Luz en los Extractores ( <i>cfm por pie<sup>2</sup></i> )	Requerimientos de Trampas de Luz en las Entradas Aire ( <i>cfm por pie<sup>2</sup></i> )
Dandy (Black Air®)	2.300	850	575
Acme (Metal)	8.000	800	550
Dandy (MaxFlow)	2.010.000	700	525
Munters (Mi-T-Dark®)	2.100.000	750	500
Dayton	180.000	700	500
Acme (Plastic)	21.000.000	700	475
New Dandy Black Air®	107.000.000	625	425
W.W.F. Light Deflector	11.000	600	425
Gigola (Night Air-97)	5.000	550	375
Dandy (Black Magic®)	3.100.000	500	350
Gen Shelters (Light Eliminator®)	4.700.000	400	275

Nota: Las trampas que se adjuntan ilustran la gama de características de bloqueo de luz y paso del aire que han existido en dichas trampas durante los últimos 15 a 20 años. Algunas ya no se fabrican. En el pasado, el oscurecimiento total no se consideraba tan crítico como ahora. Los requerimientos de paso del aire de las trampas (*cfm por pie<sup>2</sup>*) indican la capacidad de la trampa de permitir el paso del aire en las aplicaciones de extractores o entradas de aire. Los números mayores de *cfm/pie<sup>2</sup>* indican que se necesita menos área total de trampa para mantener la presión estática aceptable de 0.15 a 0.18 pulgadas en los extractores. Para el diseño de un galpón determinado, la necesidad total de área de trampas se obtiene dividiendo el flujo total de aire del galpón por el requerimiento de *cfm por pie<sup>2</sup>* que aparece en la lista. Por ejemplo, si el flujo total de aire del galpón es de 152,000 *cfm*, usando una trampa con un requerimiento de 700 *cfm/pie<sup>2</sup>* en los extractores, requeriría  $152,000 \div 700 = 218$  pies<sup>2</sup> de tablero; una trampa con un requerimiento de entrada de aire de 525 *cfm/pie<sup>2</sup>* como trampa de entrada de aire requeriría  $152,000 \div 525 = 290$  pies<sup>2</sup> de tablero. Si se usara un área de trampa menor se produciría una presión excesiva sobre los extractores. *Este cuadro se basa en una investigación publicada por el Colegio de Ciencias Agrícolas y Ambientales de la Universidad de Georgia, Marzo de 1998.* Las marcas y nombres comerciales se usan sólo con propósitos de información y no tienen la intención ni la aplicación de aprobación ni respaldo.

**Figura 9. Los cajones de trampas de luz hechizos permiten el paso de demasiada luz y al mismo tiempo restringen severamente el paso del aire y elevan la presión estática al obligar al aire a dar vueltas muy forzadas.**



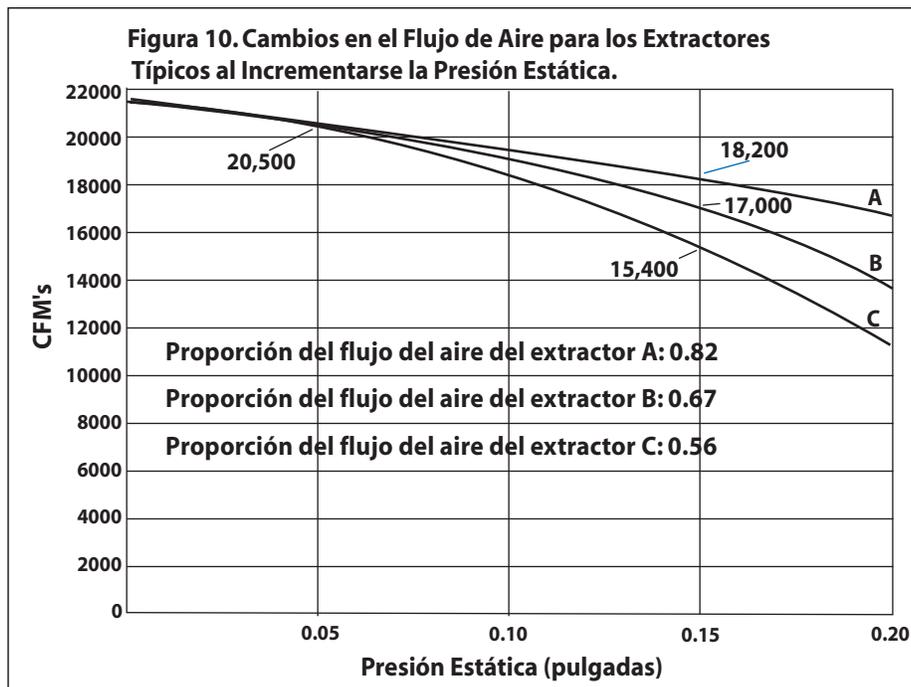
### Entendimiento de la Capacidad de Movilización de Aire de los Extractores y la Presión Estática

Como ya indicamos, la presión estática contra la que deben luchar los extractores puede limitar severamente su capacidad de movilizar el aire. Los extractores de los galpones avícolas están calculados para mover un determinado volumen de aire por unidad de tiempo, pero sólo ante una presión estática dada, normalmente de 0.05 pulgadas de columna de agua. Debido a que los extractores de ventilación de los galpones de pollas de reemplazo casi siempre deben trabajar contra un exceso de presión estática, es importante contar con extractores de alta calidad con una alta proporción de flujo del aire. En otras palabras, que mantengan un alto porcentaje de su capacidad calculada aunque se eleve la presión estática. La proporción de flujo del aire es el porcentaje de aire que un extractor puede movilizar con 0.20 pulgadas de presión estática (SP, por sus siglas en inglés) en comparación con la que moviliza a 0.05 pulgadas. Mientras más grande sea el número menor será la caída en la capacidad de movilización de aire que un extractor tendrá al trabajar contra una presión estática cada vez más alta. Los conos sobre los extractores mejoran su eficiencia de movilización del aire, por lo que generalmente se les prefiere en los galpones de levante de pollas.

◀ **Los galpones de oscurecimiento total requieren extractores con alta proporción del flujo del aire que puedan mantener un mayor porcentaje de su capacidad de fábrica al trabajar contra niveles elevados de presión estática.**

No todos los extractores son iguales, según lo muestran las curvas de flujo del aire en la Figura 10, donde puede verse cómo tres extractores pueden tener exactamente la misma característica de *cfm* a 0.05 pulgadas de presión estática, pero diferente capacidad de movilización del aire al incrementarse ésta. El extractor A, con la mayor proporción de flujo del aire, mantiene una mayor movilización del aire al incrementarse la presión.

Los tres extractores movilizan la misma cantidad de aire a 0.05 de presión estática, pero el extractor A mueve mucho más aire al aumentar dicha presión. Para una buena ventilación, los galpones de pollas necesitan extractores de buena calidad con alta proporción de flujo de aire.



Mientras mayor sea el área de trampas de luz menor será la caída de la presión estática al atravesar la trampa y menor será la carga sobre el extractor. Un cuarto de extractores del túnel con muro falso permite el uso de una mayor área de trampas de luz para una menor presión estática.

Debido a la necesidad de impedir que la presión estática aumente demasiado ha existido la tendencia de construir galpones para pollas de reemplazo con ventilación tipo túnel, que cuentan con cuartos de extractores en un extremo de la construcción, de tal suerte que todo el aire del túnel es sacado a través de un muro falso en el extremo de los extractores (Figura 11) esta es, con mucho, la manera mejor y más eficiente de diseñar un galpón para pollas con ventilación tipo túnel porque permite una mayor disponibilidad de área de trampas de luz para cada extractor, en comparación con el diseño en el que las trampas se fijan directamente a los extractores. Mientras mayor sea el área de trampas de luz menor será la caída en la presión estática al atravesar la trampa. La práctica de construir un cuarto de extractores también facilita grandemente al criador mantener bien ajustadas las bandas y las persianas, y las trampas de luz limpias. Con frecuencia estos aspectos se olvidan o incluso se ignoran por completo en los galpones en que las trampas están fijadas directamente a los extractores.

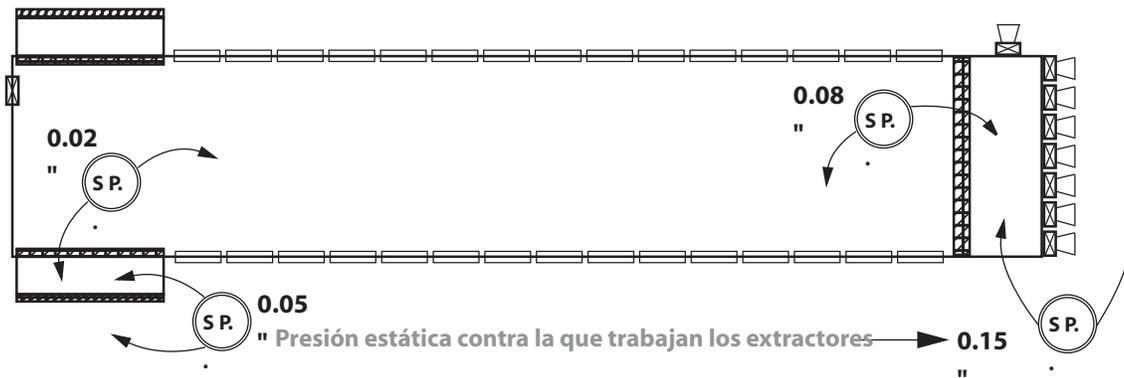
Si es necesario montar las trampas sobre los extractores de la ventilación de túnel, éstas deberán ser las más grandes disponibles, colocándolas del lado de la entrada del aire.

Muchos galpones construidos hace años todavía están equipados con una trampa de luz por cada extractor. En este caso debemos hacer todo lo que esté a nuestro alcance para instalar trampas de luz lo más grandes posible. Éstas se deben instalar del lado de la entrada del aire del extractor y no del lado de la salida. Una regla que han usado muchos encargados con cierto grado de éxito es asignar a cada extractor de 36 pulgadas un valor no superior a 7,000 *cfm* y a cada extractor de 48 pulgadas un valor no superior a 16,000 *cfm*. Hay que ajustar estos valores, reduciéndolos dependiendo de las deficiencias que se encuentren en la instalación de las trampas de luz y de las persianas.

Si el galpón tiene un cuarto de extractores con muro falso para el montaje de las trampas de luz, la presión estática contra la que deben luchar los extractores se mide entre el cuarto de extractores y el exterior.

Muchos encargados de campo tienen dificultad para decidir el nivel que habrán de asignar a sus extractores existentes en galpones construidos hace años y resulta difícil proporcionarles un método fácil o una regla general para determinar los valores de movilización del aire de sus extractores. La experiencia es la mejor maestra. Si las bandas se resbalan y las persianas están caídas, esto indica claramente que los extractores no están movilizandando mucho aire.

La Figura 11 también muestra las caídas en la presión estática de un galpón típico de desarrollo de pollas de reemplazo con ventilación de túnel utilizando un diseño de muro falso y cuarto de extractores. Mientras que en la mayoría de galpones para pollas se mide la presión estática entre la cámara de las aves y el exterior, en el caso del diseño que aparece en la Figura 11 la presión estática para los extractores de túnel se mide entre el cuarto de extractores y el exterior. Nótese que aun cuando la presión estática de trabajo de 0.15 pulgadas es bastante alta, ésta sería todavía mayor en un galpón de pollas con trampas de luz instaladas directamente sobre los extractores de túnel (y no sobre el muro falso).



**Figura 11. El cuarto de extractores de túnel con muro falso facilita grandemente el mantenimiento de los extractores y permite utilizar un área mucho mayor de trampas de luz instaladas en el muro falso, de tal manera que se reduce la carga de presión estática sobre los extractores. La presión estática contra la que deben luchar los extractores en un galpón con un cuarto de este tipo se debe medir entre el interior de dicho cuarto y el exterior, y es la diferencia total de presiones a través de los tableros de enfriamiento (si se utilizan), y las trampas de las entradas de luz y las trampas de luz de los extractores del muro falso. La presión estática entre la cámara de las aves y el exterior en este galpón es de sólo 0.07 pulgadas, pero los extractores de túnel deben trabajar contra una presión de 0.15 pulgadas, de todas maneras menor de lo que sería si las trampas de luz se atornillaran directamente a los extractores de túnel.**

### Operación de las Ventilaciones o Entradas

Las ventilas y las entradas perimetrales son nuestras maneras de introducir aire a los galpones con presión negativa. En clima frío la operación y el manejo de las ventilas son aspectos críticos para la uniformidad del galpón. En clima caliente es muy importante la operación de las entradas de túnel.

Para la ventilación en clima frío, muchas casetas de desarrollo tienen de 15 a 20 ventilas a cada lado de los galpones de 120 a 150 m (de 400 a 500 pies). Estas ventilas están operadas por una máquina de poder que es sensible a la presión estática. Al incrementarse la necesidad de ventilación, las ventilas se ajustan a una posición más abierta dependiendo de la máquina de control sensible a la presión estática. Por lo tanto, si sólo se requieren dos extractores para la ventilación se logra una abertura adecuada de las ventilas, acorde a los dos extractores. Si la ventilación requiere tres extractores, la abertura de las ventilas será también correspondiente a ellos. Se recomienda equipar las ventilas con pasadores de seguridad o con algún otro dispositivo para mantener cerrada la compuerta cuando no se necesiten. El número de entradas de los galpones se determina de acuerdo con las necesidades máximas de ventilación tipo no túnel. De esta manera, si sólo se requiere ventilación mínima con sólo una porción de los extractores de ventilación, será recomendable cerrar muchas de las entradas de aire para lograr una buena velocidad de este aire a través de las entradas que permanezcan en uso. Este es un importante concepto de manejo que a muchos encargados se les olvida.

Uno de los problemas más comunes con ventilación de entradas perimetrales controladas por máquinas sensibles a la presión estática es la falta de uniformidad de la abertura de las ventilas. Cuando dicha abertura es de media pulgada en un extremo del galpón de pollas y dos pulgadas en el otro extremo, esto causará grandes desbalances en la temperatura de la nave. Es imperativo que las compuertas de las ventilas se ajusten para la velocidad correcta del aire, necesaria para lanzar el aire a la parte superior central del galpón y ajustar todas las compuertas de las ventilas del galpón para que logren resultados similares. Un sistema de entradas no uniforme producirá condiciones desuniformes de temperatura y esto afecta en gran medida el desarrollo de la parvada.

◀ **Los controladores dependientes de la presión estática son muy efectivos para ajustar correctamente la abertura de las ventilas dependiendo de los extractores que se enciendan. De esta manera se mantiene el flujo adecuado del aire en todo momento durante las ventilaciones mínima y de transición.**

◀ **Es necesario revisar frecuentemente las compuertas de las ventilas y los cables para asegurarse que las ventilas abran uniformemente. Si las compuertas no se abren todas parejas, las condiciones desuniformes del galpón afectarán adversamente el desarrollo de la parvada.**

## CLAVES DE MANEJO PARA LA VENTILACIÓN DE LOS GALPONES MODERNOS DE DESARROLLO DE REPRODUCTORAS

En los galpones modernos para pollas existen tres modos de ventilación: la ventilación mínima para clima frío y aves pequeñas, la ventilación de transición para clima moderado y aves de tamaño intermedio y la ventilación tipo túnel para el clima cálido. El manejo de un galpón durante todo el año para lograr el máximo confort y desarrollo de las aves requiere primeramente que seamos capaces de juzgar cuál de los tres modos de ventilación es el mejor para las aves en cualquier momento dado, para luego hacer los ajustes finos y mantener así la temperatura y los demás factores de calidad del aire lo más cercanos posible a lo óptimo.

**Los controladores electrónicos integrados facilitan el manejo del galpón de desarrollo, pero es necesario que las personas comprendan los principios del manejo y proporcionen una supervisión inteligente.**

Los sistemas integrados de control electrónico ahora facilitan mucho el trabajo de los encargados, pues pueden cambiar de modo automáticamente y ajustar las tasas de ventilación conforme cambian las condiciones. No obstante, ni siquiera los mejores controladores son infalibles, por lo que es necesario supervisarlos o “monitorearlos”. Todavía más importante es el hecho de que los puntos de ajuste de los controladores deben ser determinados por un ser humano conocedor. Nada puede sustituir a un buen supervisor avícola que esté en el galpón con frecuencia observando a las aves y haciendo los ajustes necesarios a los controles para lograr el mejor crecimiento y desarrollo de las aves.

### ¿Qué Modo de Ventilación se Necesita?

La clave para tomar la decisión correcta sobre el modo de ventilación es conocer cuánto calor hay que sacar del galpón (tal vez no haya que sacarlo en lo absoluto) y si es necesario permitir que el aire del exterior fluya directamente sobre las aves. Los fundamentos son:

**La ventilación mínima es para mantener la calidad del aire y para eliminar la humedad durante la etapa de crianza y el clima frío.**

Ventilación mínima. No tenemos que sacar el calor del galpón ni deseamos que el aire externo tenga contacto directo con las aves. Las aves están muy pequeñas y/o el aire externo está muy frío. Los extractores dependen de un reloj arrancador y no de un termostato, y el objetivo de la ventilación es impedir que se acumule la humedad y proporcionar aire fresco. Necesitamos permanecer con la ventilación mínima siempre que sea posible para mantener a las aves confortables de esta manera.

**La ventilación de transición comienza cuando empezamos a necesitar sacar el calor del galpón pero no deseamos que el aire frío tenga contacto con las aves.**

Ventilación de transición. Se inicia cuando las aves aumentan de tamaño y/o cuando la temperatura del aire externo se eleva de tal manera que se calienta el interior del galpón y comenzamos a necesitar sacar el exceso de calor de la construcción. Necesitamos un mayor recambio de aire, pero todavía no queremos que el aire del exterior tenga contacto directo con las aves. Al utilizar un cierto número de extractores de la ventilación de túnel en combinación con los extractores de las paredes laterales introducimos aire a través de las ventilas de cajón de las paredes laterales, para lograrlo. Necesitaremos permanecer en este modo de transición siempre y cuando podamos extraer el exceso de calor del galpón de esta manera.

**La ventilación de túnel se enciende sólo cuando el recambio de aire de la ventilación de transición no puede mantener a las aves confortables, de tal manera que se necesita el enfriamiento por viento.**

Ventilación tipo túnel. Cambiamos al modo de túnel sólo cuando ya no es posible mantener a las aves cómodas usando el diseño de transición. En otras palabras, ahora necesitamos enfriar a las aves usando el efecto de enfriamiento por viento derivado de la ventilación de túnel. Debemos ser muy cuidadosos al cambiar entre el modo de transición y el de túnel cuando las aves tienen menos de cuatro semanas de vida, pues ellas experimentan un mayor enfriamiento por viento y se pueden estresar a causa de la caída drástica en la temperatura efectiva. Debemos estar y permanecer en el modo de túnel sólo cuando las aves necesiten el enfriamiento por viento para permanecer dentro de su rango de confort.

### Importancia de Permanecer en las Temperaturas Objetivo

Cada día determinado durante la crianza, es necesario que el operador conozca cuál debe ser la temperatura objetivo para dicho día específico y manejar el sistema de ventilación para mantenerla. Una buena idea es colocar un afiche con las temperaturas objetivo en la pared cerca del controlador cada día. Para las pollas de reemplazo, la temperatura óptima por lo general comienza cerca de los 32.8°C (91°F) el día uno y va bajando gradualmente hasta cerca de 21.2°C (70°F) hacia la 4a. semana. Alguien deberá estar comparando las temperaturas reales contra el objetivo a intervalos regulares a lo largo de cada día durante la fase de desarrollo o levante, haciendo los ajustes necesarios.

Importante: Cuando un galpón se cambia al modo de ventilación de túnel, la temperatura que experimentan las aves no es la misma que indica la lectura del termómetro. En el modo de túnel el objetivo del manejo es mantener la temperatura equivalente al nivel objetivo. No queremos ni necesitamos bajar la temperatura del termómetro al nivel objetivo cuando las aves están experimentando el enfriamiento por viento.

### Preparación el Día Uno

Es extremadamente importante impedir que las aves jóvenes se enfríen, pues incluso un enfriamiento leve durante la crianza disminuye el peso e incrementa la conversión alimenticia, las reacciones posvacunales y la mortalidad. Para el “monitoreo” de los termómetros y termostatos, éstos se deben instalar al nivel de las aves y no debemos permitir que el aire frío del exterior fluya directamente hacia ellas. También resulta crítico precalentar el galpón y la cama antes de la llegada de los animales. Una buena regla general es que la cama idealmente debe estar a 27.8°C (85°F) a la llegada de la parvada. Esto sólo se puede lograr si las criadoras se elevan 24 horas antes de la llegada. Si sólo se cuenta con calefactores de aire forzado como única fuente de calor para la crianza, se deben encender 48 horas antes de la recepción de las pollas. Los costos de no precalentar se ilustran en un estudio con una integración en el que se encontró que las mejores diez parvadas, con la menor mortalidad a siete días (0.7%) fueron recibidas con la cama a la temperatura recomendada. Las diez parvadas peores, que fueron recibidas con cama a una temperatura promedio de 22.5°C (72.5°F), alcanzaron mortalidades de 4.0% a los siete días.

### Claves para Manejar la Ventilación Mínima

El objetivo de la ventilación mínima es mantener la calidad del aire en cualquier momento en que no sea necesario sacar el calor de la nave. Esto significa introducir suficiente aire fresco para proporcionar el oxígeno adecuado, impedir que se acumule la humedad y evitar problemas asociados con el amoníaco.

**CLAVE 1.** Siempre que haya aves presentes es imperativo ventilar cuando menos durante un tiempo mínimo, sin importar cuál sea la temperatura exterior, e incluso cuando no se necesite sacar calor del galpón. Podemos y debemos operar con ventilación mínima aunque afuera esté lloviendo y haciendo frío todo el día.

**CLAVE 2.** Una buena regla es que la tasa mínima de ventilación necesaria para la iniciación de las aves es de aproximadamente 0.10 a 0.20 cfm por ave, dependiendo de la temperatura del aire exterior. Conforme van creciendo las aves y generan más humedad y calor, se deberá incrementar el tiempo de funcionamiento del sistema y/o el número de extractores. La humedad relativa dentro del galpón y la humedad de la cama, junto con el comportamiento de las aves, sirven como guía para determinar la tasa de ventilación mínima.

**CLAVE 3.** Un factor crítico para el éxito en la ventilación mínima es asegurarse que el aire frío de entrada se mezcle uniformemente y se caliente mediante el aire que existe dentro del galpón antes de entrar en contacto con las aves. Las ventilas ajustables conectadas a controladores sensibles a la presión estática son, con mucho, la mejor manera de lograr esto de manera consistente y continua. Si el área de entradas no está ajustada de manera acorde con los pies cúbicos por minuto de aire que movilizan los extractores que se encuentran en uso, la tasa de ventilación será muy inferior a la necesaria o bien cabe la posibilidad de que el aire frío de nuevo ingreso caiga directamente sobre las aves, produciéndoles estrés por frío.

**CLAVE 4.** El cambio al modo de ventilación de transición se debe hacer cuando las aves estén produciendo demasiado calor y éste ya no puede ser manejado por los extractores de ventilación mínima. Mientras más frío sea el aire externo y mientras más jóvenes sean las aves más tiempo nos tardaremos en llegar al punto en que sea necesario cambiar del modo de ventilación mínima al modo de ventilación de transición. Mientras más calor haga afuera y más grandes sean las aves, más pronto habrá que hacer este cambio.

◀ **Es importante permanecer en la temperatura objetivo, pero tenemos que darnos cuenta que durante la ventilación de túnel las aves experimentarán una temperatura efectiva más baja.**

◀ **Si no se precalienta el galpón con suficiente anticipación al arribo de la parvada, la cama fría puede estresar a las aves dañando gravemente su desarrollo.**

◀ **Podemos y debemos operar la ventilación mínima aunque afuera esté lloviendo y haga frío todo el día.**

◀ **Es crítico que la velocidad del aire en las entradas sea suficientemente alta para que el aire frío de nuevo ingreso se mezcle con el aire caliente del interior por encima de las aves y así el aire frío de afuera no caiga directamente al nivel de los animales.**

**Los tratamientos de la cama son efectivos para mantener el amoníaco bajo control, pero definitivamente no constituyen una licencia para apagar la ventilación mínima.**

**CLAVE 5.** Los tratamientos de la cama que inhiben la formación de amoníaco a causa de la materia fecal o los que se aplican a la cama usada, han demostrado ser de gran ayuda y ahora se emplean ampliamente en las principales áreas de producción avícola. Estos tratamientos simplifican el manejo de la ventilación mínima pues reducen grandemente la amenaza de acumulación de amoníaco en el galpón. Permiten a los criadores ventilar durante la crianza verdaderamente en base a las necesidades mínimas de las aves, sin tener que eliminar el amoníaco. Sin embargo, no constituyen una licencia para apagar completamente la ventilación mínima, pues sigue existiendo la necesidad de introducir aire fresco y controlar la humedad. No obstante, cuando se utilizan correctamente estos tratamientos reducen los costos del combustible y mejoran la salud de las aves de muchos productores.

### **Claves para el Manejo de la Ventilación de Transición**

El propósito de la ventilación de transición es sacar suficiente calor para mantener la temperatura interna del galpón dentro del rango de confort de las aves, al tiempo de impedir que el aire del exterior fluya directamente sobre las aves.

**CLAVE 1.** Para tener éxito con la ventilación de transición, es esencial conectar las entradas de aire de las paredes laterales a un controlador sensible a la presión estática, pues es muy difícil o imposible ajustar manualmente la abertura de las entradas para mantener la presión estática correcta, toda vez que el número de extractores en funcionamiento va cambiando.

**Nunca conviene cambiar a la ventilación de túnel mientras sea posible mantener el confort de las aves con el modo de ventilación de transición.**

**CLAVE 2.** Conforme aumenta la edad de las aves y éstas generan más calor por unidad de peso corporal, o en la medida en que aumenta la temperatura del clima exterior, debemos sacar cada vez más calor del galpón. Sin embargo, nunca debemos cambiar a la ventilación de túnel mientras sea posible mantener el confort de las aves con el modo de ventilación de transición. Para aves grandes en un galpón bien diseñado, si la temperatura exterior es más de 5°C (10°F) inferior a la meta interior, debemos ser capaces de mantener la temperatura objetivo con la ventilación de transición. No deberíamos estar utilizando la ventilación de túnel. Si las aves son aún pequeñas debemos poder mantener la temperatura meta con la ventilación de transición aunque exista una diferencia de menos de 10°F entre la meta interior y la temperatura externa. El cambio al modo de túnel demasiado pronto también tiene posibilidades de producir una gran diferencia de temperaturas entre los dos extremos del galpón lo que causará aglomeraciones y afectará la salud de las aves. Ésta es una razón más para permanecer en el modo de ventilación de transición durante el mayor tiempo posible.

**CLAVE 3.** Para juzgar el momento y la necesidad de cambiar al modo de túnel, debemos tener en mente el efecto del enfriamiento por viento. Si estamos usando la ventilación de transición a su máxima capacidad, digamos poniendo en marcha cuatro extractores de túnel, y cambiando al modo de ventilación de túnel, las aves experimentarán una caída en la “temperatura equivalente” que puede ser bastante más baja de lo que indica la lectura del termómetro. Cuando las aves son jóvenes y más sensibles al enfriamiento por viento, la caída en la temperatura efectiva la pueden sentir como un golpe de aire frío, siendo muy difícil que logren manejarlo.

**No hay problema con cambiar de un modo de ventilación a otro según se modifiquen las condiciones, pero hay que tener cuidado de no enfriar a las aves jóvenes con un cambio prematuro a la ventilación tipo túnel.**

**CLAVE 4.** Con las precauciones anteriores en mente no hay problema al cambiar de un modo de ventilación a otro: mínimo, de transición o de túnel, conforme cambien las condiciones. Una parvada puede necesitar ventilación de transición durante la noche y las primeras horas de la mañana, pero alguna forma de ventilación de túnel durante las horas calurosas del día. La pregunta es: “¿cuál mantendrá a las aves más confortables?”.

### **Claves para el Manejo de las Entradas de Aire Perimetrales**

Tanto en los sistemas de ventilación mínima como de transición, es esencial lograr el flujo de aire correcto a través de las entradas perimetrales, las cuales controlan la dirección del aire en movimiento y su velocidad al entrar al galpón, controlando con ello también su mezcla. En clima frío, las entradas de aire son la herramienta que ayuda a revolver el aire frío del exterior con el aire caliente del interior del galpón para ahorrar combustible y mantener la temperatura precisa. El buen manejo de las entradas de aire impide que todo el aire caliente se mantenga en la parte superior de la nave. Si no se manejan bien las entradas, se pueden observar diferencias hasta de 7 a 10°C (15 a 20°F) entre las temperaturas del piso y la del techo. El buen manejo de las entradas de aire puede mantener esta diferencia al nivel de 2.5°C (5°F).

Los beneficios económicos de un buen manejo de las entradas de aire comienzan con el ahorro en los costos del combustible. Los galpones con mezclado deficiente del aire utilizan de 20 a 25% más combustible. Las temperaturas extremas pueden ser devastadoras, particularmente durante la crianza. Las condiciones demasiado frías impactan dramáticamente la capacidad de las aves jóvenes de consumir suficiente agua y alimento. Si se frena el crecimiento en un principio, las pérdidas no se podrán recuperar durante las etapas subsiguientes de la vida de la parvada. La conclusión es que el buen manejo de las entradas de aire es absolutamente esencial para brindar a las aves la temperatura y la calidad del aire que necesitan.

**CLAVE 1.** El manejo de las entradas de aire comienza asegurándose que el galpón sea hermético y no tenga fugas de aire alrededor de puertas, cortinas, roturas del material aislante, etc. lo cual haría ineficientes a las entradas de aire.

**CLAVE 2.** El siguiente paso es asegurarse que la abertura de las entradas sea correcta, la cual se debe ajustar para lograr tanto la presión estática deseada como el flujo de aire necesario a través de ellas. Para que las entradas de aire perimetrales hagan que fluya el aire correctamente deben tener una abertura mínima de 2 a 3 pulgadas si se trata de entradas en las paredes o de 1 a 1 1/2 pulgadas para las entradas del techo. Si las entradas se abren más allá de su posición “completamente abierta” (abertura en la punta de la tapa igual a la abertura de la garganta de la entrada) esto no incrementa el flujo del aire. Las tapas demasiado abiertas tienden a dirigir el aire hacia abajo, o sea hacia las aves. Sólo se puede lograr el flujo correcto del aire cuando la abertura de las entradas es adecuada.

**CLAVE 3.** El manejo manual de las entradas de aire es una tarea casi imposible, pues se requeriría hacer ajustes cada vez que un ventilador se encienda o se apague. Para esto se inventó la máquina controladora de las entradas de aire con sensibilidad a la presión estática, las cuales abren o cierran las entradas de aire para lograr la abertura correcta y producir la presión estática deseada. Con ello generan el patrón correcto de flujo del aire. Estas máquinas funcionan muy bien y han beneficiado mucho a nuestra industria.

**CLAVE 4.** Existe un aspecto del manejo de las entradas de aire que se debe cuidar manualmente y que es decidir cuántas de las entradas de aire instaladas se utilizarán en realidad. Una nave típica de desarrollo tendrá suficientes entradas instaladas para manejar aproximadamente 3 de los extractores de la ventilación de túnel. Durante la crianza no necesitamos usar todas las entradas. Esto se debe a que si estuvieran funcionando demasiadas entradas en comparación con el número de extractores que estén funcionando, la máquina de presión estática tendría que cerrar demasiado las aberturas de las entradas para conservar la presión estática y no se lograría el flujo de aire necesario a través de ellas.

Si se utilizaran todas las entradas de aire y sólo funcionase un extractor de 48 pulgadas, la máquina sensora de la presión estática abriría dichas entradas sólo aproximadamente de 0.25 a 0.5 pulgadas y el aire apenas entraría al galpón cayendo directamente al piso. En esta situación sería imposible un buen mezclado del aire pues no existe una corriente real y el aire no tendría velocidad. Esto causa cama húmeda, elevación de la humedad ambiental, amoníaco, alto uso de combustible y mala calidad del aire.

Para lograr un buen flujo del aire durante los primeros días de la fase de desarrollo cuando se utiliza sólo un extractor de 48 pulgadas (o dos de 36 pulgadas), por lo general necesitamos asegurar con pasador cerrando una entrada de aire sí y otra no, alternadamente, en la cámara de cría (y todas las entradas del extremo posterior). Esto permite lograr la distribución homogénea de las entradas de aire en la cámara de cría que responderán a la máquina que las controla. Quitaríamos el seguro de más entradas de aire en la cámara de cría sólo si hubiera necesidad de poner en marcha extractores adicionales. Conforme las aves son más activas se quita el seguro de más entradas de aire del extremo posterior del galpón, en la medida en que se utilicen más extractores.

Una buena regla general en un galpón de pollas es contar aproximadamente con 10 entradas de aire operativas por cada extractor de 48 pulgadas que se encenderá durante dicha fase o durante la prevalencia de ese clima. Esto varía dependiendo del tamaño de las entradas que se utilicen.

◀ **El mantenimiento y el manejo adecuados de las entradas de aire perimetrales reducen el costo del combustible y permiten el desarrollo óptimo de las aves.**

◀ **Para que las entradas perimetrales tengan el flujo correcto del aire deben abrir cuando menos de 2 a 3 pulgadas si son perimetrales y de 1 a 1 1/2 pulgadas si están en el techo.**

◀ **El número de entradas perimetrales a las que se les quita el seguro y se habrán de utilizar, depende de la capacidad total de los extractores en uso. Durante la crianza deben abrirse menos entradas, aumentándolas conforme crecen las aves y necesitan mayores tasas de ventilación.**

**Una buena regla a aplicar en los galpones de desarrollo es tener aproximadamente 10 entradas de aire en operación por cada extractor de 48 pulgadas que se ponga en marcha.**

**La temperatura efectiva que experimentan las aves durante la ventilación de túnel varía con su edad y con la temperatura real del aire. No es posible medir el efecto del enfriamiento por viento, pero hay que estimarlo.**

**CLAVE 5.** Evitar toda obstrucción al paso del aire directamente frente a la entrada. Por ejemplo, es frecuente que las tuberías de agua o electricidad se fijen con cinta al techo precisamente en la ruta de flujo del aire desde las entradas. Cuando la corriente de aire choca con estos obstáculos, se rompe y se desvía hacia abajo, aniquilando el objetivo de tener una corriente de aire de alta velocidad que fluya suavemente a lo largo del techo y hasta el centro del galpón.

### Claves para Manejar la Ventilación Tipo Túnel

El objetivo de la ventilación de túnel es el enfriamiento y entramos a este modo sólo cuando ya no es posible mantener a las aves confortables sacando el calor del galpón. En este punto las aves necesitan el efecto del enfriamiento por viento y, en clima muy caluroso, necesitan la reducción real de la temperatura mediante enfriamiento evaporativo.

**CLAVE 1.** Para tener éxito al manejar la ventilación tipo túnel debemos comprender la temperatura efectiva o equivalente. Para determinar la temperatura equivalente de un ave, usted deberá tomar la lectura del termómetro dentro del galpón y restarle el número de grados de enfriamiento por viento que estime que están experimentando las aves. El Cuadro 3, a la izquierda, muestra el efecto estimado aproximado del enfriamiento por viento para varias velocidades de aire sobre las aves de diferentes edades. La determinación de la temperatura equivalente no es una ciencia exacta, pues la temperatura que experimentan las aves se ve afectada grandemente por su edad (o sea su emplume y su tamaño corporal) y la velocidad del aire. Si todo lo demás permanece igual, la caída de la temperatura efectiva será:

Mayor en las aves jóvenes y menor en las aves de mayor edad;

Mayor para las temperaturas más bajas y menor para las más altas.

El efecto del enfriamiento por viento disminuye conforme nos acercamos a los 35°C (95°F) y desaparece completamente al aproximarnos a los 37.8°C (100°F).

<b>Cuadro 3. Reducción Estimada en la Temperatura Efectiva Cuando la Temperatura del Aire es de 29.4 a 32.2°C (de 85 a 90°F)</b>			
<b>Velocidad del Aire</b>	<b>Edad de las Aves</b>		
	<b>1 sem.</b>	<b>4 sem.</b>	<b>7 sem.</b>
<b>pies/min.</b>			
<b>100</b>	<b>-4°F</b>	<b>-2°F</b>	<b>--</b>
<b>200</b>	<b>-12°F</b>	<b>-5°F</b>	<b>-2°F</b>
<b>300</b>	<b>-22°F</b>	<b>-10°F</b>	<b>-4°F</b>
<b>400</b>	<b>--</b>	<b>-15°F</b>	<b>-7°F</b>
<b>500</b>	<b>--</b>	<b>-18°F</b>	<b>-10°F</b>
<b>100</b>	<b>-2°C</b>	<b>-1°C</b>	<b>--</b>
<b>200</b>	<b>-6°C</b>	<b>-2.5°C</b>	<b>-1°C</b>
<b>300</b>	<b>-11°C</b>	<b>-5°C</b>	<b>-2°C</b>
<b>400</b>	<b>--</b>	<b>-7.5°C</b>	<b>-3.5°C</b>
<b>500</b>	<b>--</b>	<b>-9°C</b>	<b>-5°C</b>

**CLAVE 2.** Se debe tener extrema precaución al someter a las aves jóvenes a ventilación de túnel. Como lo indican los números del Cuadro 3, el efecto del enfriamiento por viento en las aves de 4 semanas puede ser el doble que en aves de 7 semanas. Con frecuencia los avicultores tienen problemas cuando intentan usar la ventilación de túnel con aves jóvenes si el clima es demasiado frío.

**CLAVE 3.** Para determinar el efecto del enfriamiento por viento en una situación dada, usted deberá observar la conducta de las aves para detectar cualesquier signos de demasiado calor o demasiado frío. No hay manera de predecir ni calcular con precisión cuál será el efecto del enfriamiento por viento. El Cuadro 3, a la izquierda, proporciona sólo una guía para propósitos de planeación.

Los signos clave de falta de confort en las aves que debemos buscar son: Cuando tienen demasiado calor se mueven hacia las áreas más frías o con mayor flujo de aire, conservan las plumas más cerca del cuerpo, bajan o levantan las alas para permitir mayor enfriamiento por circulación del aire, beben más y comen menos. Si dejan de comer y comienzan a jadear, y especialmente si las áreas de la piel de color rosa se tornan rojo oscuro, definitivamente están sobrecalentadas.

Cuando las aves tienen demasiado frío tienden a echarse para tratar de evitar las corrientes de aire frío, se alejan de la dirección del movimiento del aire, se agrupan y esponjan las plumas para incrementar su valor aislante.

**CLAVE 4.** A continuación presentamos algunos lineamientos adicionales que sirven de ejemplo para juzgar si se debiera utilizar el modo de túnel o de transición. Precaución: éstos son sólo lineamientos generales y se deben verificar contra la conducta de los animales.

Si la temperatura afuera es inferior a 21.2°C (70°F) y las aves tienen cuatro semanas de edad, hay que continuar con el modo de transición.

Si la temperatura externa es de 18.4°C (65°F) y las aves tienen de 8 a 16 semanas de edad, continuar en el modo de transición.

Si la temperatura exterior es de 15.6°C (60°F) o menos y las aves tienen 16 semanas de edad, continuar en el modo de ventilación de transición. De hecho, si la temperatura fuera del galpón es demasiado baja la ventilación de túnel hace más daño que beneficio.

Bajo condiciones normales, no considere poner en marcha menos de la mitad de los extractores con la ventilación de túnel, pues esto produce más daño que beneficio, especialmente con respecto a la uniformidad de la temperatura. Si usted puede lograr su objetivo con menos de la mitad de los extractores, continúe en el modo de transición.

**CLAVE 5.** Hay que supervisar y llevar un registro o “monitorear” la diferencia de temperaturas entre el extremo del galpón donde están las entradas de aire y el extremo donde están los extractores. Esto nos puede indicar dos cosas, dependiendo de la situación:

Durante la ventilación de túnel en clima caluroso, una diferencia de temperaturas muy superior a 2.5°C ó 5°F (normal) puede indicar insuficiente flujo de aire o bien entrada de aire caliente por rendijas al galpón. En esta situación habrá que verificar la velocidad del aire y buscar extractores, persianas y/o tableros sucios. Revisar que no haya puertas abiertas y otras fugas.

Particularmente en clima frío y con aves pequeñas, una elevación de más de 2.5°C (5°F) entre ambos extremos del galpón durante la ventilación tipo túnel, puede indicar que mejor debiéramos estar en el modo de transición y no en el de túnel. Bajo estas condiciones, la elevación de la temperatura entre un extremo y otro nos puede indicar que el aire de nuevo ingreso está demasiado frío y al ir avanzando por el galpón está recogiendo más calor del deseado. Esto no ocurre con el modo de transición porque el aire está ingresando uniformemente a través de las ventilas perimetrales del galpón.

**CLAVE 6.** Las divisiones o cercas antimigratorias se deben colocar tan pronto como pasemos de la fase de crianza a la de ventilación de todo el galpón. Cuando se utilice la ventilación de túnel para enfriamiento, las aves tenderán a moverse hacia el extremo más frío del galpón que es donde están las entradas de aire, produciendo aglomeración. Estas cercas ayudarán a mantenerlas bien distribuidas y, al lograrlo uniformemente, se asegura que las condiciones de crecimiento sean iguales en todo el galpón. Las cercas bien instaladas son vitales para la operación correcta de los galpones con ventilación de túnel.

**CLAVE 7.** Si usted observa cualquier signo que indique que las aves tienen demasiado calor durante la ventilación total de túnel y el sistema está operando correctamente, llegó la hora de encender el enfriamiento evaporativo.

### Claves para Manejar el Enfriamiento de Túnel + Evaporativo

El propósito del enfriamiento evaporativo en todo galpón moderno tipo túnel es que trabaje en combinación con el enfriamiento por viento para ampliar la gama de condiciones bajo la cual podemos mantener confortables a las aves. El sistema de enfriamiento evaporativo no tiene que reducir la temperatura del aire a la lectura real meta del termómetro, sino que sólo debe hacerlo dentro del rango en que la caída adicional de la temperatura efectiva, producida por el flujo del aire de túnel, pueda mantener a las aves dentro de su zona de confort.

Por ejemplo, si afuera la temperatura es de 35°C (95°F) y con el sistema podemos reducir 12 grados F con el enfriamiento evaporativo, la temperatura real del aire que ingresa al galpón es 28.4°C (83°F). Si el efecto del enfriamiento por viento obtenido con una velocidad de aire de 120 m (400 pies) por minuto es de otros 10 grados F, la temperatura que sienten efectivamente las aves será de 22.8°C (73°F), muy cercana al nivel óptimo para las aves completamente emplumadas.

◀ **Bajo condiciones normales, no considere poner en marcha el modo de túnel con menos de la mitad de los extractores para este tipo de ventilación.**

◀ **Hay que supervisar el diferencial de temperaturas entre el extremo de las entradas de aire y el extremo de los extractores del galpón. Si es más de 2.5°C (5°F) se estará utilizando un modo incorrecto de ventilación o bien hay algún problema con el sistema de ventilación o existen fugas de aire.**

◀ **Debemos colocar cercas o divisiones transversales tan pronto como pasemos de la fase de crianza a la fase de ventilación en todo el galpón.**

◀ **Con clima de 35°C (95°F), si logramos reducir 12°F con el enfriamiento evaporativo y el enfriamiento por viento es de 10°F, las aves experimentarán una temperatura efectiva de 22.8°C (73°F).**

**Es necesario encender el enfriamiento evaporativo antes de que las aves comiencen a sentir falta de confort por calor. En las aves completamente emplumadas este rango puede ser de 27.8-29.5°C (82-85°F).**

**CLAVE 1.** El enfriamiento evaporativo se debe encender, o programarlo para que encienda, antes que las aves comiencen a sentir incomodidad por calor. Para las aves completamente emplumadas éste puede ser el rango de 27.8-29.5°C (82-85°F) de temperatura del aire. Es más fácil y mejor impedir que se acumule el calor en el galpón que reducirlo después de que ha aumentado demasiado.

**CLAVE 2.** Una buena regla es no utilizar los sistemas de enfriamiento evaporativo una vez que haya oscurecido ni antes de las 9 A.M. La humedad relativa durante las horas de la noche es tan alta que casi no se logra el enfriamiento, pero por lo general rara vez existen las condiciones durante las horas del día en las que se necesita apagar los nebulizadores o los tableros húmedos si es que sus etapas están bien planeadas. El enfriamiento evaporativo brinda poco beneficio si la humedad relativa está muy por encima del 80%. Sin embargo, conforme avanza el día de calor y se incrementa la temperatura, la humedad relativa cae de tal manera que se incrementa el beneficio potencial que podemos obtener con el enfriamiento evaporativo.

**Para ser efectivos, los sistemas de enfriamiento con tablero húmedo deben recibir buen mantenimiento, monitoreándolos para asegurarse que estén completamente húmedos y que el galpón sea hermético.**

**CLAVE 3.** Los sistemas de enfriamiento evaporativo con tableros húmedos trabajan bien sólo cuando el aire de ingreso los atraviesa estando completamente húmedos y limpios, lo cual implica que es especialmente importante dar buen mantenimiento y supervisar tanto el sistema como el galpón. No puede haber puertas abiertas ni se permite que haya fugas. Las cortinas laterales deben estar herméticamente ajustadas contra el galpón. Las tasas de bombeo del agua deben ser correctas y no se debe permitir que se tapen los paneles de los tableros. Resulta de ayuda reducir los ciclos de encendido y apagado y lo mismo ocurre si se deja que los tableros se sequen completamente durante la noche apagando el agua pero manteniendo los ventiladores encendidos.

### **El Manejo Incluye “Monitoreo”**

Probablemente la parte más difícil para lograr una ventilación correcta es que por lo general usted no podrá ver el movimiento del aire. El comportamiento de las aves es el primer aspecto que debemos monitorear y el más importante. Si las aves están comiendo y bebiendo normalmente y están distribuidas homogéneamente por todo el galpón, no tienen problema. De lo contrario usted tendrá que investigar cuál es la causa. También es importante mantenernos atentos a otros indicadores. El monitoreo de la temperatura, del movimiento del aire, de la humedad relativa y de la presión estática le pueden mostrar costosos problemas que desconocía, ayudándole a resolverlos antes de que ocurran. He aquí algunas maneras de mantenerse alerta:

**El monitoreo de la temperatura es un elemento importante del manejo. Asegúrese de contar con termómetros precisos en los lugares correctos.**

Temperatura. Los termómetros grandes que encontramos en la mayoría de los galpones son fáciles de manejar pero inexactos. Los termómetros de mercurio que registran los límites alto y bajo son más precisos y le permiten ver y llevar una bitácora de los altibajos de temperatura. Los termómetros y los humidistatos de registro (que llevan automáticamente una bitácora de los datos) imprimen un registro de los cambios de temperatura y humedad relativa del galpón, que pueden resultar sumamente valiosos. Monte los termómetros en posiciones altas y bajas dentro del galpón para ver cuánta estratificación de aire y temperatura tiene. La lectura crítica es la temperatura a nivel de las aves. Usted necesitará cuando menos tres termómetros a dicho nivel de las aves: Uno enfrente, otro a la mitad y el otro en la parte posterior del galpón.

Las combinaciones digitales de termómetro y humidistato para manejo manual no son demasiado caras, reaccionan con rapidez y se pueden usar para calibrar los termómetros de mercurio. Un termómetro infrarrojo le muestra la temperatura de cualquier superficie hacia la que apunte y no la temperatura del aire. Éstos son más caros pero le pueden revelar costosos problemas que de lo contrario tal vez usted pasaría por alto (roturas en el material aislante del techo, pisos fríos, motores con sobrecalentamiento, temperatura excesiva en los interruptores de circuito, etc.).

**El monitoreo de la velocidad del aire y de su patrón de flujo le permite detectar rápidamente problemas con el sistema de ventilación.**

Movimiento del Aire. Actualmente existen medidores electrónicos de la velocidad del aire que son fáciles de usar, precisos y económicos. Resultan de gran utilidad para monitorear las condiciones del galpón. Un modelo manual que incluye un termómetro, resulta especialmente útil, fácil y práctico. Si se colocan estratégicamente, algunos listones ligeros colgados en lo alto resultan útiles como indicadores del flujo del aire. Por lo general los podemos utilizar a lo largo del techo y al nivel de las aves. Una banderola de ondeo no le indica que el movimiento del aire en ese lugar sea perfecto, sino que sólo muestra que hay cierto movimiento del aire cuando la banderola colgante está inmóvil, mientras debiera estar flameando, definitivamente nos indica un problema.

Humedad Relativa. El monitoreo de la HR también requiere algunos instrumentos. No hay manera de “sentir” las diferencias de HR. Para revisar fácilmente las tendencias de la HR para aumentar o disminuir, utilice un humidistato, que es un medidor digital de la humedad relativa de poco costo, con una precisión aproximada de  $\pm 5\%$ . Los humidistatos digitales de alta precisión cuestan bastante más pero su margen de error es de  $\pm 2\%$ . Aquí también, es deseable que usted sepa lo que está ocurriendo a nivel de las aves, de tal manera que debe realizar las mediciones a la altura de las pollas.

Presión Estática. El monitoreo de la presión estática con el tiempo y bajo condiciones dadas resulta especialmente útil para detectar problemas como fugas de aire, persianas que no abren completamente, rendimiento decreciente de los extractores, etc. Existen en el mercado manómetros de pared o manuales que resultan fáciles de usar y cuestan poco. Los medidores tipo Magnehelic son un poco más caros pero resultan más precisos.

Consiga la ayuda de un experto: El personal de servicio de las empresas integradas tiene buen equipo de monitoreo o puede tener acceso a él. Le pueden dar asesoría ayudándole a verificar su galpón con periodicidad, mostrándole cómo lo puede hacer usted mismo. Además, el personal de servicio técnico de Aviagen le puede ayudar en el manejo del medio ambiente de sus reproductoras pesadas.

◀ **La humedad relativa puede marcar la diferencia en el desarrollo de una parvada. Existen en el mercado humidistatos digitales a precios razonables.**

◀ **La presión estática puede ser crítica para la ventilación efectiva, por lo que el poder monitorearla le ayuda a identificar problemas con facilidad y rapidez.**

# EJEMPLO DEL DISEÑO DE UN GALPÓN DE DESARROLLO PARA REPRODUCTORAS PESADAS

Hemos mencionado muchos de los factores que afectan el diseño de un galpón oscurecible para pollas de reemplazo. Tal vez la mejor manera de tener una idea más clara de los factores involucrados sea analizar de cerca el diseño típico de un galpón. A continuación presentamos las especificaciones básicas que consideramos que usted debe tomar en cuenta al construir un nuevo galpón para el desarrollo de sus reproductoras pesadas.

## Diseño recomendado de la Ventilación para un Galpón Típico de Levante

(para un clima muy cálido en el verano, por ejemplo en Alabama con 37.8°C (100°F) en el verano y -6.7 °C ( 20°F) en el invierno)

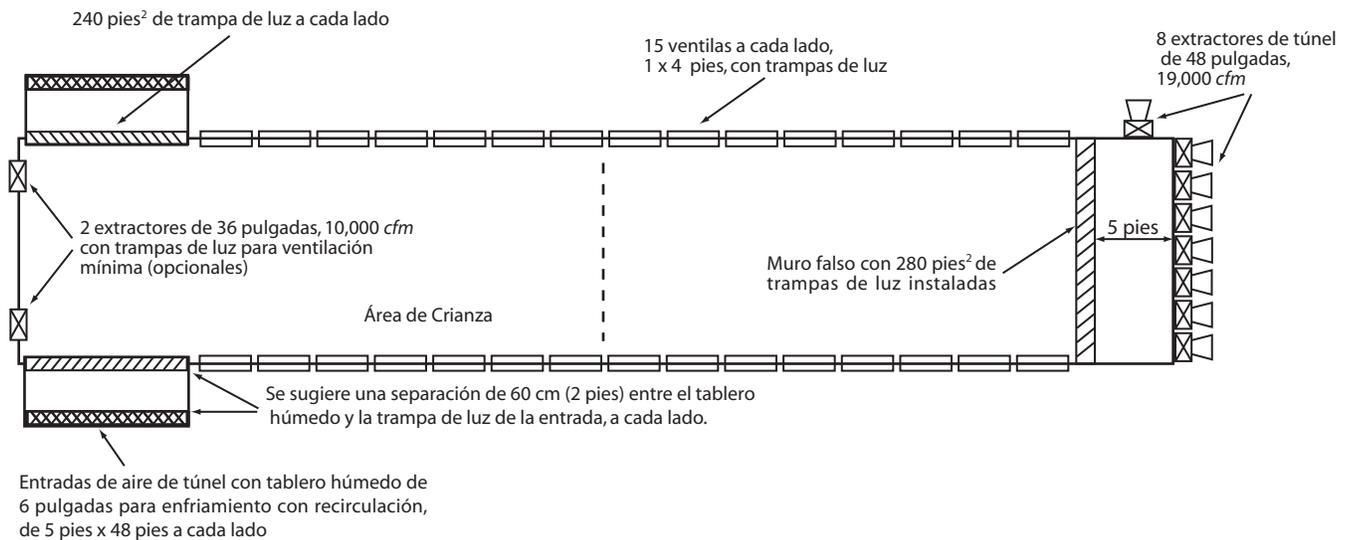
1. Galpón oscurecible para pollas de 12x120 M. (40x400 pies)
2. 11,000 aves con un peso máximo de 2.1 Kg (4.6 lb)
3. El techo está aislado con material mínimo R-11, de preferencia R-19 el techo puede ser inclinado o de dos aguas. En este último caso el edificio debe ser de perfil bajo. La altura de la pared lateral es de 2.4 m (8 pies) la altura central del techo es de 3.30 m (11 pies) y la altura promedio del techo es 2.85 m (9.5 pies).
4. Paredes laterales con cortina exterior – es deseable el oscurecimiento total. El galpón se debe equipar con una cortina en la pared lateral negra sobre blanco con un sáculo de cortina de 30 cm (12 pulgadas) instalado para bloquear las fugas de luz y aire.
5. Si desea la ventilación tipo túnel con tableros de enfriamiento evaporativo, la velocidad mínima del viento es de 120 m (400 pies) por minuto.
6. Se recomienda usar extractores de 48 pulgadas o más para la ventilación de túnel.
7. La ventilación mínima se logra usando extractores de 36 pulgadas ubicados en el muro del extremo de crianza y usar extractores adicionales de 48 pulgadas para ventilación de túnel.
8. Las entradas de aire en las paredes laterales para ventilación mínima serán del tipo oscurecimiento total con luz atrapada y a espacios iguales sobre las paredes laterales del galpón, para permitir la operación de tres extractores de ventilación de túnel con las entradas de túnel cerradas. Es posible reducir u omitir las entradas para ventilación mínima en climas muy benignos (nunca por debajo de los 10°C, 50°F). En tales lugares es posible modificar las entradas de túnel como entradas de aire para ventilación mínima.
9. Se construirá un muro falso en el extremo de los extractores de túnel del galpón para permitir el montaje fácil de las trampas de luz. El muro falso estará a cuando menos 1.5 m (5 pies) de distancia de la pared del extremo. La caída máxima de la presión estática a través de la trampa de los extractores no será superior a 0.10 pulgadas de presión estática cuando estén funcionando todos los extractores de la ventilación de túnel.
10. El enfriamiento evaporativo será recirculante con tableros de 6 pulgadas y con suficiente área de tableros para una máxima caída de la presión estática a través del tablero de 0.05 pulgadas cuando esté operando en su totalidad la ventilación de túnel. La velocidad del aire por diseño a través del tablero húmedo será de 105 m (350 pies) por minuto.
11. La trampa de las entradas de aire para la ventilación de túnel tendrá la misma área y dimensiones que el tablero de enfriamiento usando una trampa de transmisión de mayor altura (menor calidad), pues la trampa estará sombreada por el tablero húmedo de 6 pulgadas para enfriamiento evaporativo. La caída máxima de la presión estática a través de la trampa de entrada será 0.02 pulgadas de presión estática cuando la ventilación de túnel esté funcionando en su totalidad.

## Cálculos de Diseño

1. Velocidad del aire en túnel  
Se desean 120 m (400 pies) por minuto; seleccione un extractor que lo produzca a 0.15 pulgadas de presión estática.  
 $400 \text{ pies} \times 9.5 \text{ pies} \times 40 \text{ pies} = 152,000 \text{ pies}^3$   
 $152,000 \text{ pies}^3 \text{ por minuto} \div 8 \text{ extractores} = 19,000 \text{ cfm}$  de capacidad tasada para cada extractor a 0.15 pulgadas de requerimiento mínimo de presión estática.
2. Determinación de los tableros de enfriamiento evaporativo  
 $152,000 \text{ cfm} \div 350 \text{ fpm}$  de velocidad frontal = 434  $\text{pies}^2$  necesarios para 0.05 pulgadas de caída de la presión estática o menos a través del tablero. Se sugiere instalar 480  $\text{pies}^2$  de tablero total pues el área debe ser igual al área de la trampa. Usar tableros de 5 pies, con 48 pies a cada lado.
3. Determinación de las trampas de luz en las entradas de aire  
Si se utilizan 480  $\text{pies}^2$  de trampas de luz en las entradas de aire, la velocidad frontal será  $152,000 \text{ pies}^3 \text{ por minuto} \div 480 \text{ pies}^2 = 316 \text{ pies}$  por minuto.  
Se sugiere una trampa en las entradas de aire con una caída de presión de 0.015 a 0.020 pulgadas. Verificar las curvas de presión del fabricante. Con frecuencia se utilizan trampas de oscurecimiento total en conjunto con los tableros de enfriamiento evaporativo.
4. Tamaño de la trampa de luz en el muro falso y caída de presión en los extractores  
Instale suficiente área de trampas en el muro falso de tal manera que la caída de la presión estática a través de dicha trampa sea inferior a 0.10 pulgadas.  
El muro falso sólo soportará un área de trampas de luz 12 x 1.8 m (40 x 6 pies) o sea 72 m (240 pies) a menos que las trampas estén traslapadas.  
 $152,000 \text{ pies}^3 \text{ por minuto} \div 240 \text{ pies}^2 = 633 \text{ pies}$  por minuto de velocidad frontal.  
Se sugiere traslapar las trampas para obtener 280  $\text{pies}^2$  sobre el muro falso, lo cual reducirá la velocidad frontal y la presión estática:  
 $152,000 \text{ pies}^3 \text{ por minuto} \div 280 \text{ pies}^2 = 542 \text{ pies}$  por minuto de velocidad frontal, lo cual produce una menor caída de la presión estática en el extractor.

- Verificación de la presión total  
 Tableros de 0.05 pulgadas + trampas en las entradas (o trampas de oscurecimiento parcial) 0.02 pulgadas + trampas de escape de 0.08 pulgadas = 0.15 pulgadas de presión estática.  
 Cuando se esté operando en su totalidad con 8 extractores deberemos poder lograr enfriamiento total con tableros de recirculación de 6 pulgadas y velocidad de viento en túnel de 120 m (400 pies) por minuto operando adecuadamente a 0.15 pulgadas de presión estática. Con menos de 8 extractores funcionando, este diseño será más que adecuado.
- Número y tamaño de las ventilas para ventilación mínima y de transición  
 Diseñarlas con base en la capacidad de tener en operación tres extractores de 48 pulgadas con las entradas de túnel completamente cerradas, a una presión estática de 0.10 pulgadas.  
 $3 \text{ extractores} \times 21,086 \text{ pies}^3 \text{ por minuto} = 63,258 \text{ cfm}$   
 $63,258 \text{ cfm} \div 600 \text{ pies por minuto de velocidad frontal} = 105 \text{ pies}^2 \text{ como mínimo}$   
 Se sugieren 120 pies<sup>2</sup> ó 30 ventilas de 1 pie x 4 pies, a cada lado del galpón a espacios iguales

### Galpón típico de desarrollo de reproductoras pesadas de 12 x 120 m (40 x 400 pies) 11,000 aves, 2.1 Kg (4.6 lb) máximo (no a escala)



#### Ejemplo del cálculo de los tableros para enfriamiento evaporativo con recirculación para un galpón típico de desarrollo:

Un galpón de desarrollo tiene instalada una capacidad de extractores de 152,000 cfm para ventilación tipo túnel. Se desea instalar tableros húmedos de 6 pulgadas para recirculación en este galpón. Aproximadamente ¿cuánto tablero húmedo se debe colocar en el galpón para lograr una buena eficiencia de enfriamiento sin aplicar una carga extrema de presión estática sobre los extractores?. Todos los tableros de enfriamiento evaporativo tienen una curva de velocidad del aire contra la presión estática y una eficiencia de enfriamiento que se deben usar para ayudar a realizar el cálculo. Para muchos de los tableros de enfriamiento evaporativo de 6 pulgadas con panel pequeño, una velocidad del aire a través del tablero de aproximadamente 350 pies por minuto, brindará una eficiencia de enfriamiento de aproximadamente 70 a 75% sin ejercer una carga indeseable de presión estática sobre los extractores. Entonces, el cálculo de la cantidad de tableros húmedos a instalar en el galpón de este ejemplo sería de la siguiente manera:

- Capacidad instalada de extractores de 152,000 cfm ÷ velocidad frontal deseada 350 fpm = se necesitan 434 pies<sup>2</sup> de tablero.
- Los tableros normalmente tienen una altura de 1.5 m (5 pies), entonces  $434 \div 5 = 86$  pies lineales.
- Instalar 43 pies de tablero de 5 pies de alto o más a ambos lados de este galpón, para un máximo enfriamiento.

#### Ejemplo del cálculo de las boquillas de nebulización necesarias para un galpón típico de desarrollo:

Un galpón de desarrollo tiene una capacidad de extractores de 152,000 cfm instalados para la ventilación de túnel. Determine el número aproximado de boquillas de nebulización de 1 galón/hora que se deberán instalar en este galpón para un enfriamiento real de 10°F. Asumamos que las boquillas de nebulización de 1 gal/hora realmente lanzan 1.5 gal de agua/hora cuando operan con presiones de bomba para nebulización de 160 a 180 libras por pulgada<sup>2</sup> (psi).

- Galones de agua necesarios/hora = (capacidad de extractores en cfm x .125 x grados diseñados de enfriamiento) ÷ 1,000 Cálculo:  
 $152,000 \times .125 \times 10 = 190,000 \div 1,000 = 190$  galones/hora que se deben evaporar.
- $190 \text{ galones} \div 1.5 \text{ galones/boquilla} = 126$  boquillas necesarias en el galpón.
- Hay que tener cuidado al seleccionar el plano de distribución de las boquillas y de las líneas de nebulización para no humedecer el galpón.

## FACTORES ÚTILES DE CONVERSIÓN

A continuación presentamos factores de conversión aproximados entre el sistema inglés y sistema métrico decimal, y viceversa, para las medidas y unidades que se encuentran comúnmente en las discusiones sobre consideraciones para la ventilación de galpones avícolas comerciales.

Velocidad del aire	en pies por minuto $\div 197 =$ metros por segundo en metros por segundo $\times 197 =$ pies por minuto
Área	en pies <sup>2</sup> $\div 10.76 =$ metros <sup>2</sup> en metros <sup>2</sup> $\times 10.76 =$ pies <sup>2</sup>
Flujo del aire	en pies <sup>3</sup> por minuto $\div 2,119 =$ metros <sup>3</sup> por segundo en metros <sup>3</sup> por segundo $\times 2,119 =$ pies <sup>3</sup> por minuto
Presión Estática	en pulgadas de agua $\times 249 =$ Pascales en Pascales $\div 249 =$ pulgadas de agua
Volumen	en galones $\times 3.785 =$ litros en litros $\div 3.785 =$ galones
Calor	en Btu's $\times 1.055 =$ Kilojoules en Kilojoules $\div 1.055 =$ Btu's
Pérdida de calor	en Btu's por hora por libra $\times 2.323 =$ Kilojoules por hora por kilogramo en Kilojoules por hora por kilogramo $\div 2.323 =$ Btu's por hora por libra
Longitud	en pulgadas $\times 2.54 =$ centímetros en centímetros $\div 2.54 =$ pulgadas en pies $\times 0.305 =$ metros en metros $\div 0.305 =$ pies
Peso	en libras $\div 2.2 =$ kilogramos en kilogramos $\times 2.2 =$ libras
Intensidad de luz	en lux $\div 0.093 =$ pies candela en pies candela $\times 10.764 =$ lux

<b>Cuadro de Conversión de Temperaturas</b>			
De Fahrenheit a Centígrados (°F-32)÷ 1.8		De Centígrados a Fahrenheit 1.8°C + 32	
°F	°C	°C	°F
105	40.56	40	104
100	37.78	35	95
95	35.00	30	86
90	32.22	25	77
85	29.44	20	68
80	26.67	15	59
75	23.89	10	50
70	21.11	5	41
65	18.33	0	32
60	15.56	-5	23
55	12.78	-10	14
50	10.00	Nota: Al convertir diferencias o intervalos de temperatura no se utiliza la constante de $\pm 32^\circ$ . Por ejemplo, un intervalo de 15°F es igual a un intervalo de 8.3°C: 15 (F) $\div 1.8 = 8.333$ (C)	
45	7.22		
40	4.44		
35	1.67		
30	-1.12		
25	-3.90		
20	-6.68		