

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVSIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICOVETERINARIAS



Ambiente controlado en granjas de pollo de engorda

Por:

KRISTHIAN ZABALLA PEREZ

MEMORIAS DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México

Diciembre 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Ambiente controlado en granjas de pollo de engorda.

Por:

KRISTHIAN ZABALLA PEREZ

MEMORIAS DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

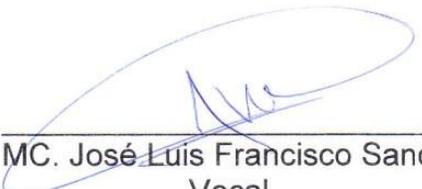
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial
para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:


MVZ. Rodrigo Isidro Simón Alonso
Presidente


MVZ. Jesús Alfonso Amaya González
Vocal


MC. José Luis Francisco Sandoval Elías
Vocal


ING. Martín Castillo Ramírez
Vocal Suplente


MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2019



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Ambiente controlado en granjas de pollo de engorda.

Por:

KRISTHIAN ZABALLA PEREZ

MEMORIAS DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



MVZ. Rodrigo Isidro Simón Alonso
Asesor Principal



MVZ. Jesús Alfonso Amaya González
Coasesor



MC. José Luis Francisco Sandoval Elías
Coasesor



MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2019



AGRADECIMIENTOS

A MI HIJO:

KRISTHIAN EMILIO ZABALLA VILLEGAS: Quiero agradecerte hijo mío porque inconscientemente me llenas de fuerzas para luchar mucho y esforzarme cada día más para poder ser un padre ejemplar para ti, muchas gracias hijo espero que el día que puedas leer esto te sientas tan orgulloso de mí como yo me siento de ti, **TE AMO BEBESITO.**

A MIS PADRES:

VELIA AURORA PEREZ CHAVEZ E IGNACIO ZABALLA DEL CASTILLO: En Este día tan especial quiero darles las gracias por todos esos sacrificios y días difíciles. No tengo forma de recompensar tantos consejos y lecciones aprendidas de su parte, lo único que puedo decirles es gracias por amarme tanto y por ese gran apoyo que siempre he tenido incondicional de su parte hoy solo me queda decir **MUCHAS GRACIAS PAPÁS, LOS AMO MUCHO.**

A LOS MÉDICOS:

M.V.Z RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO por apóyame y guiarme durante el proceso de este trabajo.

M.V.Z CARLOS RAMÍREZ FERNÁNDEZ por ese gran apoyo durante la carrera donde estuvo como un gran profesor y amigo ayudándonos a ser mejores.

M.V.Z JOSÉ LUIS FCO. SANDOVAL ELÍAS por ese gran apoyo durante la carrera donde estuvo como un gran profesor y amigo ayudándonos a ser mejores.

MVZ JESÚS A. AMAYA GONZÁLEZ por ese gran apoyo durante la carrera donde estuvo como un gran profesor y amigo ayudándonos a ser mejores.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de finalización a Dios por haberme guiado por un buen camino lleno de personas buenas o malas ya que él siempre estuvo presente en mi vida.

También se lo dedico a todas esas personas ya antes mencionadas en los agradecimientos y a todas las demás que pude haber omitido en los agradecimientos ya que también estuvieron ahí para mí sin esperar nada a cambio, no me queda más que decirles **MUCHAS GRACIAS**.

RESUMEN

Sin lugar a dudas, la avicultura es fundamental en la producción de proteína de origen animal (carne y huevo), por su bajo costo y fácil accesibilidad, por ende tener sistemas intensivos de producción es fundamental en la actualidad, reduciendo costos, al producir mayor cantidad de kilos por metro cuadrado, eficientando así, la producción, mejorando la rentabilidad e índices de la explotación avícola.

Dentro de este contexto, la tecnología juega un papel predominante, las casetas de ambiente controlado nos permiten, tener más aves por metros cuadrado y producir mayor cantidad de kilos por metros cuadrado, aunado a la evolución genética, mejoras en el manejo, en el alimento y programas de vacunación.

El ambiente controlado es un sistema que nos permite tener a las aves con el mayor confort de temperatura posible, con buena calidad de aire y temperatura adecuada, para poder sacar provecho del potencial genético de las aves.

Palabras clave: Ambiente controlado, Proteína de origen animal, Rentabilidad, Confort.

Índice

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA	iii
RESUMEN	iv
INTRODUCCIÓN.....	1
Beneficios económicos del control ambiental.....	1
Los factores climáticos y las decisiones sobre casetas y tipo de ventilación	1
Diferentes tipos de clima	2
Frio, moderado y cálido	2
¿Qué es el ambiente controlado?.....	2
1. Experiencia profesional.....	3
2. ¿Cómo funcionan las aves y que necesitan?	4
2.1 Las aves producen calor y humedad.	5
2.2 Desarrollo de la termorregulación.....	6
2.3 Efectos de la temperatura y humedad relativa sobre las aves.	7
2.4 Cómo funciona la humedad relativa.....	9
2.5 Métodos de pérdida de calor.....	10
3. Fundamentos de ventilación.....	11
4. Ventilación natural.....	11
5. Ventilación ambiente controlado.....	13
5.1 ¿Por qué ES NECESARIO EL AMBIENTE CONTROLADO?.....	15
5.2 ¿Qué DESEMPEÑO ESPERAMOS DE LA CASETA DE AMBIENTE CONTROLADO?.....	16
6. Ventilación Mínima	17
7. Ventilación de transición.....	19
8. Ventilación túnel.....	20
(Tinoco 2010).....	21
9. Enfriamiento evaporativo.	23
10. Sensación térmica (factor de sensación)	24
11. Ascitis	25
12. Presión estática	26
13. Aislamiento de la caseta.....	27
14. Como tomar buenas decisiones sobre la ventilación.....	28

14.1 Selección de extractores	30
14.2 Selección de controlador.....	30
15. Claves para manejar ambiente controlado.....	31
Ventilación mínima:	31
Ventilación de transición:	32
Entradas de aire perimetrales (inlets):.....	33
Ventilación túnel:.....	34
16. Factores que afectan el rendimiento de un extractor	35
17. Desviaciones.....	36
18. Cuando todo está bien	38
19. Recomendaciones (tips).....	39
REFERENCIAS	40

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	5
Figura 2.....	6
Figura 3	7
Figura 4 y 5.....	8
Figura 6.....	10
Figura 7	11
Figura 8.....	13
Figura 9 y 10.....	13
Figura 11 y 12	14
Figura 13.....	16
Figura 14.....	17
Figura 15 y 16.....	20
Figura 17 y 18.....	21
Figura 19 y 20.....	22
Figura 21.....	23
Figura 22 y 23.....	25
Figura 24,25 y 26.....	26
Figura 27.....	27
Figura 28.....	33
Figura 29,30,31 y 32.....	34
Figura 33,35,35 y 36.....	35
Figura 37,38,39 y 40.....	36

INTRODUCCIÓN

Independientemente de que produzcamos carne, huevo, leche u otros productos de origen animal, está bien establecido que el manejo efectivo de las condiciones ambientales reduce el costo de la producción total. En el negocio de la carne de pollo, todos los componentes del proceso, desde reproductoras pesadas hasta progenie de engorda, se benefician con el control efectivo del ambiente, por lo que es imperativo que tanto los administradores como los técnicos comprendan los conceptos básicos de este tema.

Beneficios económicos del control ambiental

Las aves alcanzan la mayor eficiencia para convertir el alimento en carne cuando se les proporcionan las condiciones ambientales óptimas, de manera consistente, siendo la temperatura el factor más crítico. Pequeñas diferencias en la temperatura pueden tener un efecto significativo sobre las ganancias del avicultor.

Los factores climáticos y las decisiones sobre casetas y tipo de ventilación

El principal factor que influye el tipo y estilo de nave es el clima, pues las diferentes condiciones de este determinan las distintas estrategias de ventilación y calefacción, y afectan la densidad de población posible o deseada. En términos generales en climas extremos se requiere equipo y manejo más sofisticado para el control del ambiente dentro de las casetas. (Ricardo Riveiro 2016)

Diferentes tipos de clima

Frio, moderado y cálido

En climas **fríos** se requiere de ventilación para ayudar a impedir que se acumule el exceso de humedad en la caseta. Se necesita ventilación forzada con presión negativa para mantener a las aves confortables y con un rendimiento óptimo.

En climas **moderados** cuando las temperaturas rebasan consistentemente el rango de 24 grados centígrados, se requiere la ventilación forzada para todas las densidades de población.

En los climas **calurosos** como el de la región lagunera cálido y con baja humedad, la baja humedad contribuye a que se pueda presentar mayor incidencia de ascitis y reduce la tasa de crecimiento, en estos logares el panel evaporativo es altamente eficiente aunado a la velocidad del aire dentro de la caseta.

¿Qué es el ambiente controlado?

Es mantener las variables de temperatura, humedad relativa y velocidad de aire adecuadas dependiendo de las necesidades del ave según la edad, disminuyendo al mínimo el impacto ambiental externo, frío extremo y calor extremo.

1. Experiencia profesional

Salí de universidad en el mes de junio del año 2013, con un promedio de 94, para octubre de ese mismo año empecé a trabajar en Bachoco S.A de C.V hasta el año 2014, en esta compañía tuve diferentes puestos, desde encargado de granja hasta gerente de producción, pasando por las diferentes áreas de la avicultura, reproductoras pesadas, pollo de engorda, incubadoras y postura comercial, trabajando en diferentes operaciones de la compañía, Celaya, Lagos de Moreno, Culiacán, Coahuila de Zaragoza y Veracruz y Mexicali.

Para el año 2014 me invitaron a trabajar en la empresa Tyson de México, como responsable técnico y posteriormente como gerente jr, todo en pollo de engorda.

A mediados del año 2015 me invitaron a trabajar un aparcero muy grande de Tyson (ahora Pilgrims) como gerente de operación, esta compañía es filial del grupo Ley de Culiacán Sinaloa, actualmente me encuentro laborando en esta compañía, tenemos 1 millón de pollos de engorda en casetas de ambiente controlado, se tienen planes muy ambiciosos de expansión y crecimiento.

Mis funciones principales son de administración, desde compras, resultados financieros de la operación y resultados operativos, venta de producto y subproducto, enlace con Pilgrims, manejo de personal e insumos.

En este trabajo me enfocare en el manejo ambiental del pollo de engorda, principalmente en el ambiente controlado.

2. ¿Cómo funcionan las aves y que necesitan?

Los pollos muy jóvenes tienen poca capacidad de regular su temperatura interna y necesitan calor, con aire a una temperatura de 30 grados y humedad relativa del 60 al 70%. Conforme las aves crecen, su rango de temperatura “zona de confort” se amplía un poco, pero va bajando de nivel, de tal manera que en la fecha de saque la temperatura adecuada sea de 18 a 20 grados. Esto significa que al principio de la parvada nuestra principal preocupación sea asegurarnos de que se mantengan calientes, pero conforme crecen, el problema más común es el exceso de calor, lo que puede ocurrir incluso durante el invierno. La ventilación tiene como objetivo mantener la temperatura interna de la caseta dentro de la zona de confort de las aves. (Am J 2009)

¿Cuál es la temperatura más importante para Pollito?

¡La temperatura del suelo!

**Es la superficie de contacto de pollito el medio ambiente,
Donde se produce más rápido intercambio de temperatura.**

Frío o Calor

2.1 Las aves producen calor y humedad.

Los pollos transforman el alimento y el agua en la energía que utilizan para el mantenimiento de su organismo y para crecer. Más aun, no son 100% eficientes pues generan demasiado calor y demasiada humedad (en la materia fecal y respiración)

Por lo general las aves producen 5 BTU de calor por libra (11 BTU por kg) lo que significa que mientras más crezcan, más calor producen. Por ejemplo si tenemos 20,000 aves de 3.6kg producirán 800,000 TUS por hora, en todo el mundo la tendencia es a producir aves más grandes. Durante la fase de crianza, los pollos necesitan calor suplementario; sin embargo, conforme avanza la edad de engorda, se necesita extraer el exceso de calor de la caseta. (Mike Czarick 2016)



Figura 1: Un pollo con un peso de 2.300 kg, produce el mismo calor que 60 cerillos o una lámpara incandescente de 25 watts (Czarick 2016)

2.2 Desarrollo de la termorregulación.

Son los animales que no regulan su temperatura interna. Su temperatura corporal varía según la temperatura del ambiente.

Los animales poiquiloterms no producen mucho calor, por lo que si quieren calentarse un poco tienen que asolearse o buscar un ambiente cálido. Y si hace mucho frío se aletargan y casi no se mueven.

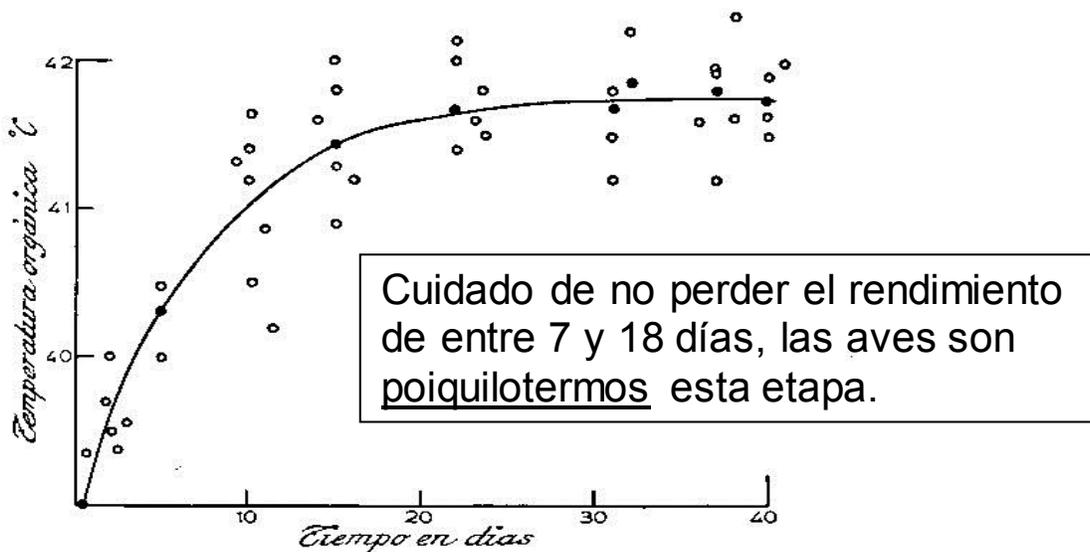


FIG. 25. -- Incremento de temperatura orgánica de los pollos con la edad, desde unas pocas horas después de la eclosión hasta los 40 días. La curva representa la temperatura promedio, los círculos vacíos los límites de variación. Los dos primeros promedios fueron obtenidos de aves en una temperatura ambiente de 38° a 39° C; para el resto de las medidas los pollos estaban a una temperatura ambiente de 20° a 26° C. Este desarrollo progresivo en la temperatura orgánica fue estudiado en 40 aves. (Redibujado de Randall, 1943a; por cortesía de *Am. J. Physiol.*)

Figura 2: Gráfica de temperatura orgánica

2.3 Efectos de la temperatura y humedad relativa sobre las aves.

Las aves no sudan sino que disipan el exceso de calor corporal principalmente hacia el aire que circula alrededor de su cuerpo por transferencia directa. La temperatura y humedad funcionan juntas para determinar el confort de las aves.

Las aves se enfrían básicamente a través del aire, o sea al moverse este sobre los animales recoge su calor corporal y lo transfiere al ambiente, también obtienen cierto efecto de enfriamiento evaporativo a través de la respiración y jadeo.

Conforme se eleva la temperatura de la caseta, los mecanismos de disipación de calor del ave se tornan mucho más efectivos. La temperatura interna de los animales comienza a elevarse, reducen consumo de alimento y por ende dejan de crecer. Si no se controla la situación, eventualmente morirán.

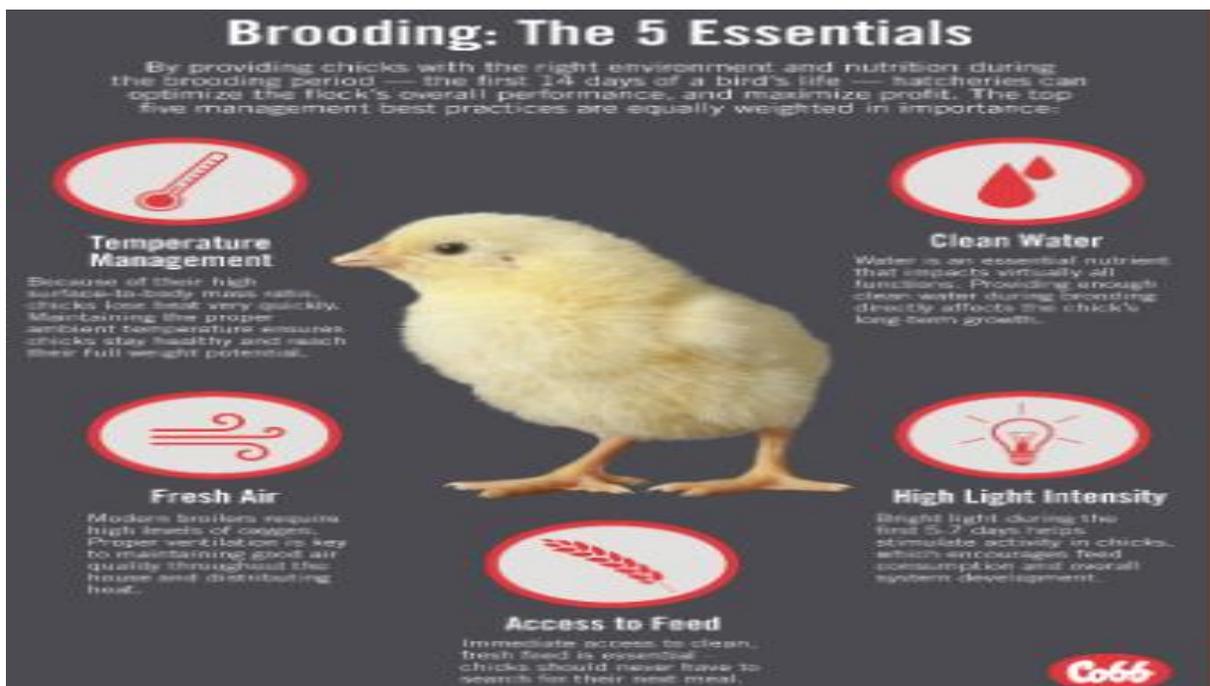


Figura 3: 5 cosas esenciales en el pollo de engorda (cobb.com)

Bajo la mayoría de las condiciones, conforme las aves ceden al calor, es posible impedir que la temperatura de la caseta se eleve al sacar el aire caliente y reemplazándolo por aire exterior, más fresco. Dado que las aves eliminan el exceso de calor principalmente calentando el aire que las rodea, mientras más rápido se sustituya este aire más calor excesivo perderán (velocidad del aire) en climas calurosos y secos, la evaporación del agua (paneles evaporativos) proporciona un enfriamiento muy efectivo, este funciona muy sencillo, es hacer pasar el aire a través de un panel humedecido, conforme el agua se evapora, la temperatura del aire se reduce.



Figura 4 y 5: Ventilación tipo túnel (Granjas Springfield MO)

2.4 Cómo funciona la humedad relativa.

Cuando el agua se evapora se integra en el aire como vapor de agua, no se puede observar a simple vista, pero son muchos los litros de agua que flotan en el aire todo el tiempo.

En una caseta avícola, lo que importa más no es simplemente el número de litros de agua presentes en el aire, sino que tan cerca está el aire de retener toda el agua que pueda, dicho en otras palabras “que tan cerca está el aire de la saturación” indicada en términos porcentuales, esto significa una humedad relativa del 100%.

El aire caliente puede absorber mucho más humedad de las aves y de la cama sin acercarse a su punto de saturación, que si se tratara de aire frío, esa es la razón de que en el invierno se tengan muchos más desafíos en ventilación. De la misma manera, si se tiene aire frío (invierno) con elevada humedad relativa, el simple hecho de calentar el aire (con criadora) automáticamente baja la humedad relativa.

Esto es lo que hace posible la ventilación en invierno, cuando el sistema de ventilación mete el aire frío, este aire se calienta después de haber ingresado a la caseta y esto significa que se reduce la humedad relativa, lo que a su vez quiere decir que aumenta su capacidad de retener agua. (James O Donal 2009, Riveriro 2015)

2.5 Métodos de pérdida de calor

- Cambio seco.
- **Radiación** (transferencia de calor a partir de una caliente a una fría).
- **Conducción** (a través de superficies).
- **Convección** (movimiento del aire fresca a través del cuerpo del ave).
- Cambio húmido
- **Evaporación** (Póngase en contacto con el aire fresco con las superficies interiores de las vías respiratorias)

La pérdida de calor a los alrededores es a través del intercambio se saca el calor sensible, y es una función de las diferencias de temperatura entre el cuerpo y el medio ambiente.

En el caso de las aves perdido agua por la respiración.

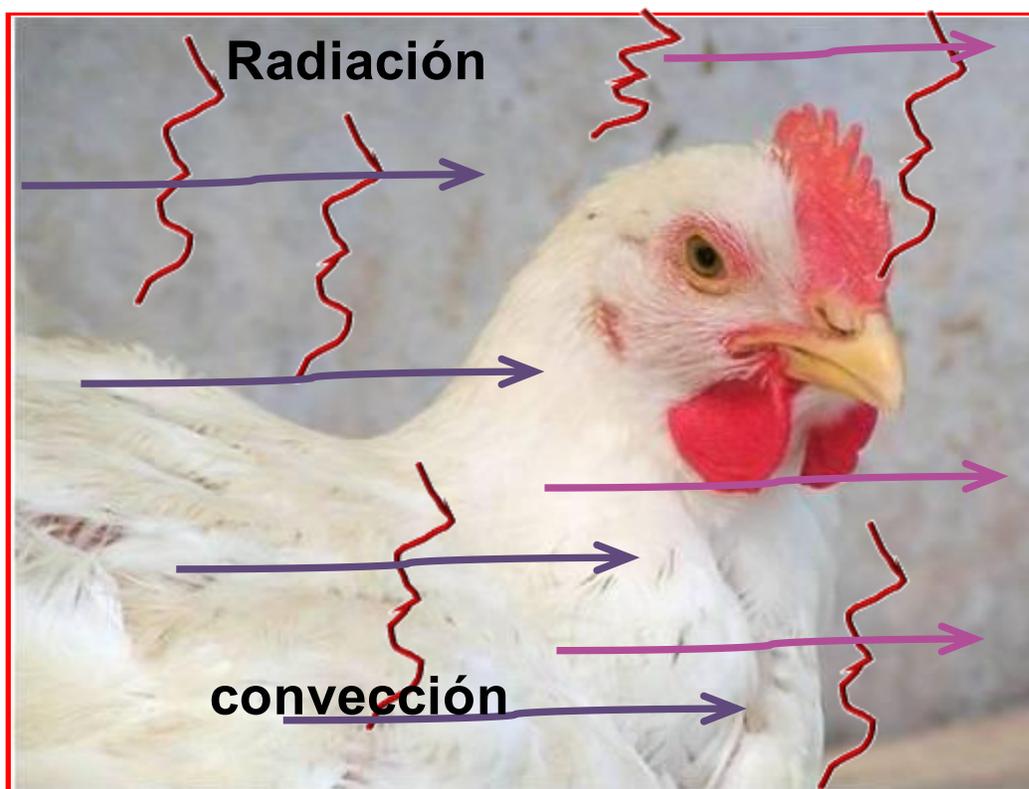


Figura 6: Pérdida de calor (Cordeiro 2007)

3. Fundamentos de ventilación.

Debido a que la ventilación es tan importante para producir un ambiente óptimo dentro del galpón de desarrollo de las aves de engorda, es esencial entender los principios básicos de la ventilación.

4. Ventilación natural.

La ventilación natural depende de abrir la caseta en la magnitud correcta para permitir que la brisa del exterior y las corrientes internas de convección hagan que el aire fluya hacia el interior de la caseta y a todo lo largo de ella. Esto se logra bajando o elevando las cortinas laterales, otra forma de llamar a esta ventilación es “ventilación con cortinas”. En este tipo de ventilación las cortinas se abren para permitir que entre el aire de afuera si hace calor. Cuando hace frío, se cierran para restringir el flujo de aire, este es un sistema de ventilación muy básico y funciona bien cuando las condiciones del exterior se asemejan a las condiciones deseadas dentro de la caseta. (Norton 2009)



Figura 7: Ejemplo de ventilación natural (Granja Comarca lagunera)

5. Ventilación ambiente controlado

La ventilación puede definirse como la técnica de sustituir el ambiente interior de la caseta, el cual se considera indeseable por falta de temperatura adecuada, pureza o humedad, exceso de CO_2 y amoníaco. Esto se logra mediante un sistema de ingestión de aire y otro de extracción, provocando a su paso un barrido o flujo constante, el cual se llevara a su paso todas las partículas contaminadas o no deseadas. Las casetas modernas con ventilación de presión negativa de ben de estar herméticamente selladas, la clave es tener un control total de cómo y dónde ingresa el aire a la caseta.

Existen 3 tipos de configuraciones de extractores y entradas de aire, bajo 3 modos distintos, de acuerdo a las necesidades de ventilación:

- Ventilación mínima, se utiliza en clima frío o aves pequeñas.
- Ventilación de transición, se utiliza para eliminar el calor cuando no es necesaria el enfriamiento por viento.
- Ventilación túnel, se utiliza en clima caluroso y/o con aves grandes.

Estos 3 modos de operación de la ventilación utilizan de la presión negativa, pero operan a diferentes presiones estáticas. La ventilación mínima opera con mayor presión estática, por lo general 0.07 y .12 pulgadas. La ventilación túnel puede producir presiones estáticas del rango de 0.04 a .10 pulgadas. (James O Donal, Czarick, Riveriro 2016)

VELOCIDAD DE AIRE

- Primera semana de 0 a 15 ft/min.
- Segunda semana de 0 a 30 ft/min.
- Tercera semana máximo de 100 ft/min.
- Cuarta semana máximo de 200 ft/min.
- De los 28 días de edad en adelante de 500 a 800 ft/min,

Según la temperatura ambiental. (engormix.com)



Figura 8: Controlador ambiente controlado (Zajicek 2012)

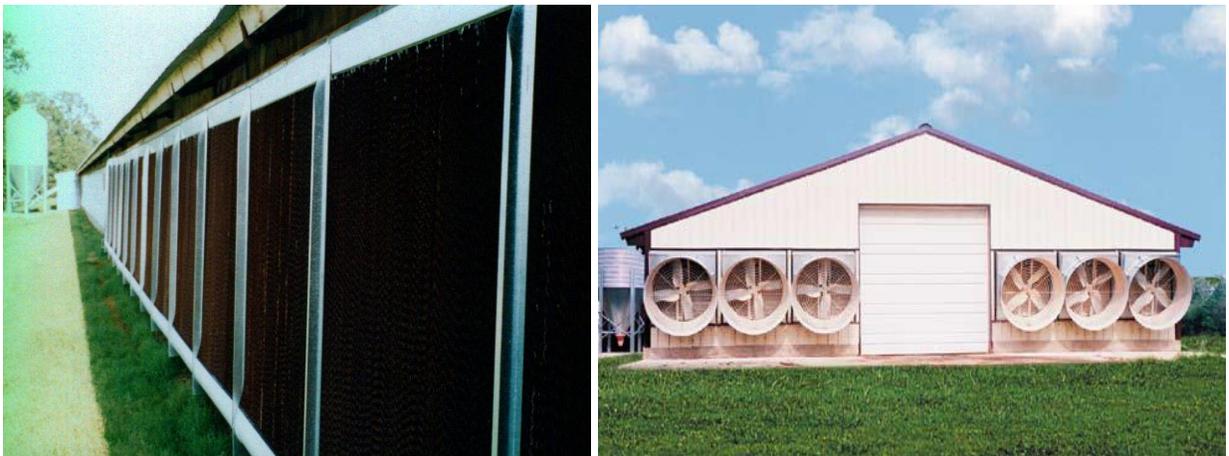


Figura 9 y 10: Ventilación ambiente controlado “pared húmeda y extractores”
(Andersen 2010)

5.1 ¿Por qué ES NECESARIO EL AMBIENTE CONTROLADO?



Figura 11 Y 12: Crecimiento del pollo 1995 vs 2014(Marcos Juárez 2015)

Año	1980	1990	2000	2010	2020
Canal %	64.0	67.0	70.0	74.0	78.0
Pechuga %	12.2	15.2	19.2	23.2	27.2
Grasa %	2.10	1.90	1.70	1.50	1.30

La mejora genética en las aves en los últimos años es sorprendente, como lo muestra la gráfica anterior (elsitioavicola.com)

5.2 ¿Qué DESEMPEÑO ESPERAMOS DE LA CASETA DE AMBIENTE CONTROLADO?

- Alcanzar **0.020** columnas de agua en la prueba de sellado en presión estática. (prueba de sellado).
- Alcanzar **800 ft/min** en velocidad de aire promedio en modo túnel.
- Alcanzar un diferencial de temperatura no mayor a **1°C** en los extremos de la caseta (sensor 1 y 4).
- Alcanzar de **700 a 1000 ft/min** de velocidad de aire por ventilas en modo poder o ventilación mínima.
- Alcanzar de **900 a 1000 ft/min** de velocidad de aire por cortina de pared húmeda.
- Mantener una T°C no mayor o menor a **2°C** con respecto a la temperatura óptima de la curva, de acuerdo a la edad.

(Mike Czarick 2016)

6. Ventilación Mínima

El propósito del sistema de ventilación mínima es introducir justamente la cantidad suficientes de aire fresco para sacar el exceso de humedad y los vapores de amoniaco durante las condiciones de clima frío y/o cuando las aves están muy pequeñas, sin enfriar a las mismas.

La clave para el éxito de este tipo de ventilación es crear el vacío parcial adecuado para que el aire ingrese con velocidad suficiente pero a la misma velocidad en todas las entradas. Teniendo las entradas de aire (inlets) distribuidas homogéneamente a todo lo largo de la caseta, el flujo de aire sea uniforme. Es igualmente importante que el aire fresco que ingrese a la caseta, entre a una velocidad suficientemente alta como para que se mezcle con el aire caliente de adentro por encima de la parvada, en vez de caer directamente sobre las aves.

En clima frío la necesidad de eliminar la humedad de la caseta significa que es necesario mantener cierta tasa de ventilación mínima aun cuando el termostato no exija ventilación.(Dubrul 2017)

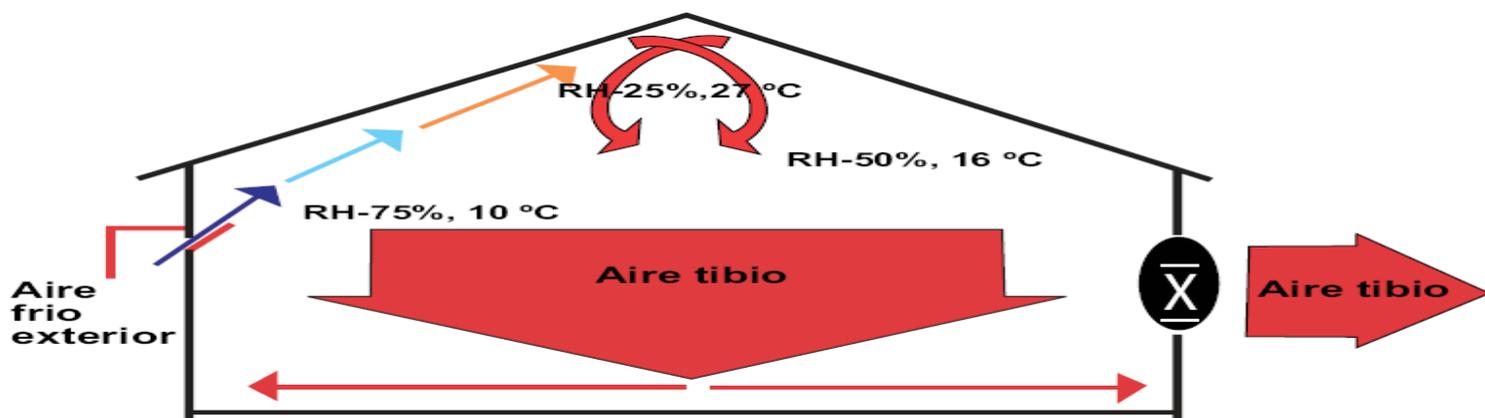


Figura 13: Ventilación mínima (cobb.com)

La ventilación mínima determina el número mínimo de intercambios de aire necesario para mantener el ambiente de la caseta en excelente salud, el bienestar y la eficiencia de la producción.

Beneficios de un sistema de ventilación, al menos en correcta operación son entre otros:

Proporcionar oxígeno para satisfacer la demanda de las aves

Permitir el control de la humedad relativa.

Mantener la cama en buenas condiciones.

Remoción de gases (AMONIA)

4 cosas que tenemos que medir y hacer todo el día y todos los días:

1. OXÍGENO
2. VELOCIDAD DEL AIRE Y VOLUMEN
3. TEMPERATURA
4. HUMEDAD RELATIVA

Todos ellos tienen una cosa en común:

¿Qué es? ¡NO PODEMOS VERLAS!

Por lo tanto tenemos que medir.



Figura 14: Equipo de medición necesarios (termómetros, anemómetros, vacuómetros, medidor de amoníaco etc.)

7. Ventilación de transición

La ventilación de transición es el paso entre la ventilación mínima y la ventilación de túnel, en esta ventilación se pueden agregar extractores adicionales a los que se utilizan en la ventilación mínima y también tener una mínima abertura en la pared húmeda, en este tipo de extracción se brinda un mayor volumen de recambio de aire. Por ejemplo, el hecho de poner a funcionar 4 extractores de túnel en la configuración de transición, da la misma tasa de ventilación, pero sin colocar viento en lo absoluto directamente sobre las aves.

Como ocurre en la ventilación mínima, el área de las entradas de aire durante la ventilación de transición se debe ajustar a la capacidad de extractores utilizados. Se debe proporcionar suficiente pared de entradas laterales para operar a cuando menos la mitad de los extractores instalados para ventilación de túnel. Para la operación más eficiente, las entradas de aire están controladas por máquinas operadas por la presión estática. ¿Cuándo se necesita la ventilación de transición?

- Sirve para las mismas condiciones que la ventilación mínima.
- En esta etapa se permite la entrada de más extractores, 3 ó 4.
- Se permite la apertura de la cortina de pared húmeda solo un 5% aproximadamente.
- Se puede permitir la entrada de los foggers.
- Se produce una corriente de aire muy ligera dentro de la caseta (Menor a 100 ft/min).
- Se utiliza cuando la caseta se está empezando a calentar (la T°C óptima de la curva se ve superada de 1.5 a 2.0°C).
- Es la etapa de preparación para el túnel en donde el pollo no siente el cambio brusco de la ventilación 0 ft/min a pasar por arriba de los 100 ft/min. (Donnal, Nicol 2015)

8. Ventilación túnel

El objetivo de la ventilación de túnel es mantener a las aves confortables en clima cálido a muy cálido utilizando el efecto de enfriamiento de flujo de aire a alta velocidad.

Los sistemas de túnel están diseñados primero para manejar la necesidad de eliminar el calor, proporcionando la tasa de intercambio de aire necesaria para sacar el exceso de calor de la caseta. En su modo de operación total, la ventilación tipo túnel, con todos los extractores funcionando puede producir un cambio de aire completo de la caseta en menos de 1 minuto (Roetzel 2012)

El sistema de túnel también proporciona enfriamiento por viento, movilizándolo el aire como si se tratara de un túnel del viento, a lo largo de toda la caseta, sin embargo en aves jóvenes hay que tener precaución, ya que estas sienten un mayor enfriamiento por viento ante la velocidad del aire, a esto se le llama factor de sensación térmica, por ejemplo si dentro de la caseta tenemos 30 grados centígrados y funcionando 10 extractores, la sensación térmica es de 25 grados, ya que en teoría por cada extractor la temperatura de factor de sensación se reduce .5 grados centígrados. (Wagner A 2007)

Para la ventilación de túnel es indispensable que la caseta se encuentre herméticamente sellada y no existan entradas de aire por diferentes áreas de la caseta

En resumen existen 3 objetivos principales de la ventilación tipo túnel:

- 1) Remover el calor de la caseta.
- 2) Remover el calor de las aves.
- 3) Reducir la temperatura del aire entrante (Riveiro 2016)

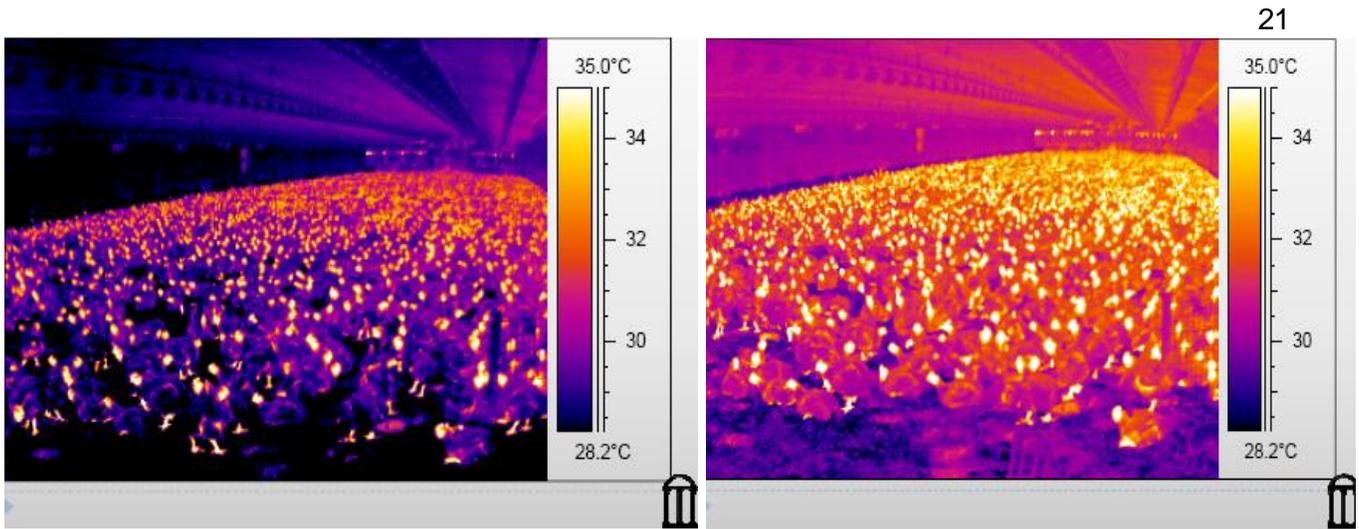


Figura 15: Ventilación tune con 600 pies y 300 pies de velocidad del aire
(Avícola Nacional)

			50% HR	70% HR
Extractor	Temp.	Velocidad Aire	Sens. Term	Sens. Term
1	22.0	80	21.0	23.0
2	22.5	160	20.3	21.9
3	23.0	240	21.0	22.0
4	23.5	320	20.0	22.0
5	26.5	400	18.9	20.6
Bomba	28.0	400	20.0	22.5
6	28.5	480	19.6	21.4
7	30.5	560	20.0	22.4

Figura 16: Cuadro de factor de sensación

CALIDAD DE AIRE	
Oxigeno	> 19.6%
co2	< 0.3 % /3000 ppm
co	< 10 ppm
Amoniaco	< 10 ppm
hr %	45-65%
polvo respirable	< 3.4 mg/m3

Figura 17: Necesidades de calidad del aire (Riveriro, Czarick 2016)

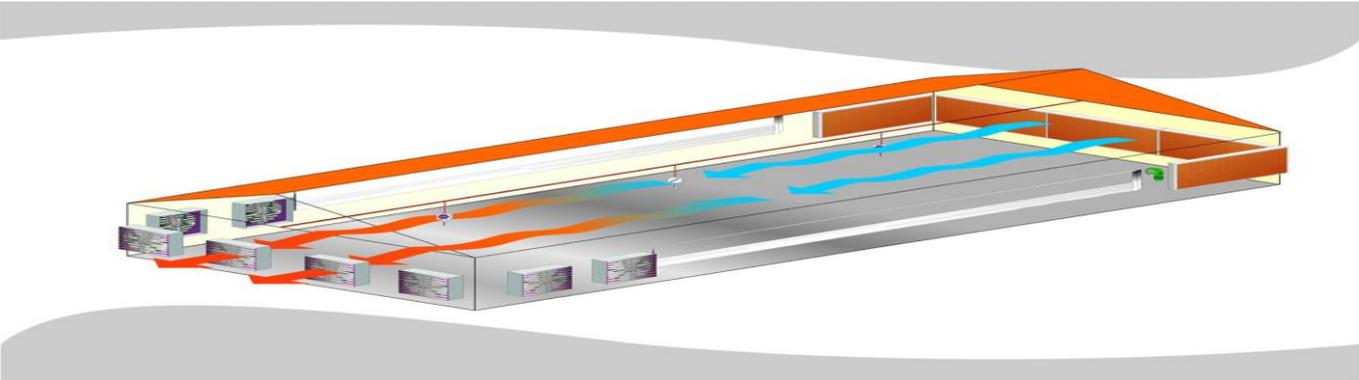


Figura 18: Ventilación túnel (aviagen.com)

9. Enfriamiento evaporativo.

Cuando el agua se evapora enfría cualquier cosa que tenga contacto con ella. Por lo que el enfriamiento evaporativo es una herramienta efectiva para la producción avícola en clima caluroso.

Las 2 principales alternativas para el enfriamiento evaporativo en las casetas túnel son los nebulizadores y los paneles húmedos, esto son muy eficientes en climas cálidos y secos, mientras más baja sea la humedad relativa exterior, más eficiente es el panel. El uso de la pared húmeda es indispensable en regiones como la comarca lagunera, con una temperatura promedio anual de 29 grados y humedad relativa del 20%, en esta región este tipo de enfriamiento es muy eficiente (aviagen.con)

El mayor inconveniente que se tiene con este tipo de enfriamiento es que el consumo de agua se multiplica, ya que se evapora gran parte de esta y el mantenimiento del panel debe de ser constante, y la vida útil es de 5 años, sin embargo existen granjas que no duran ni 3 años, por la mala calidad de agua, solidos totales en el agua, aquí se recomienda poner un sistema de tratamiento del agua. Con suavizador y osmosis inversa, es una inversión muy costosa y poco eficiente en el consumo del agua, se desperdicia cerca del 50% (Gartland LM 2013)



Figura 19 y 20: Paneles evaporativos (Athens Georgia)



Figura 21: Panel evaporativo (La tinaja, Veracruz)

10. Sensación térmica (factor de sensación)

Es el resultado:

Humedad relativa + velocidad del viento + temperatura

Es más fuertemente afectado por la humedad

Nuestra realidad = temperatura

(aviagen.com, cobb.com, engormix.com)

11. Ascitis

Una de los GRANDES COSTO DE NUESTRA INDUSTRIA HOY EN TODO EL MUNDO. Las principales causas son las siguientes:

FRÍO (piso) temperaturas de crianza

INCUBADORAS EN ALTITUD baja presión parcial de oxígeno en el aire

La ventilación inadecuada en Incubadora bajos niveles de oxígeno debido al volumen de aire baja o PRESIÓN

La ventilación inadecuada en la primera parte de vida de pollo - 10 DÍAS, Distribución AIRE o Corrientes de aire

Corrientes de aire o corrientes de aire frío en el piso

La ventilación inadecuada en CAMIÓN DE ENTREGA de pollito

VOLUMEN DE AIRE, CONTROL DE HUMEDAD relativa y temperatura

RAPIDA TASA DE CRECIMIENTO DE LAS AVES DE ALTA PERFORMANCE ALIMENTOS DE ALTA ENERGÍA

ALTA INTENSIDAD DE LUZ Y ampliación de los horarios (Long, Suh 2000)

12. Presión estática

La presión se define como el cociente de la componente normal de la fuerza sobre una superficie y el área esta superficie.

La diferencia de presión atmosférica con la presión ejercida dentro de la caseta.

La función de la presión estática es la uniformidad de la velocidad del aire dentro de la caseta.

PASCAL o Pulgadas de agua (In of Water).



Figura 22 y 23: Equipo de mediciones necesarias para presión estática (Fristsch 1995)

13. Aislamiento de la caseta

Es muy importante tener un buen aislamiento y no permitir entradas falsas de aire en la caseta, para eficientar al 100% los equipos.



Figura 24 y 25: Entradas falsas de aire en la caseta “sellada”(comarca lagunera)

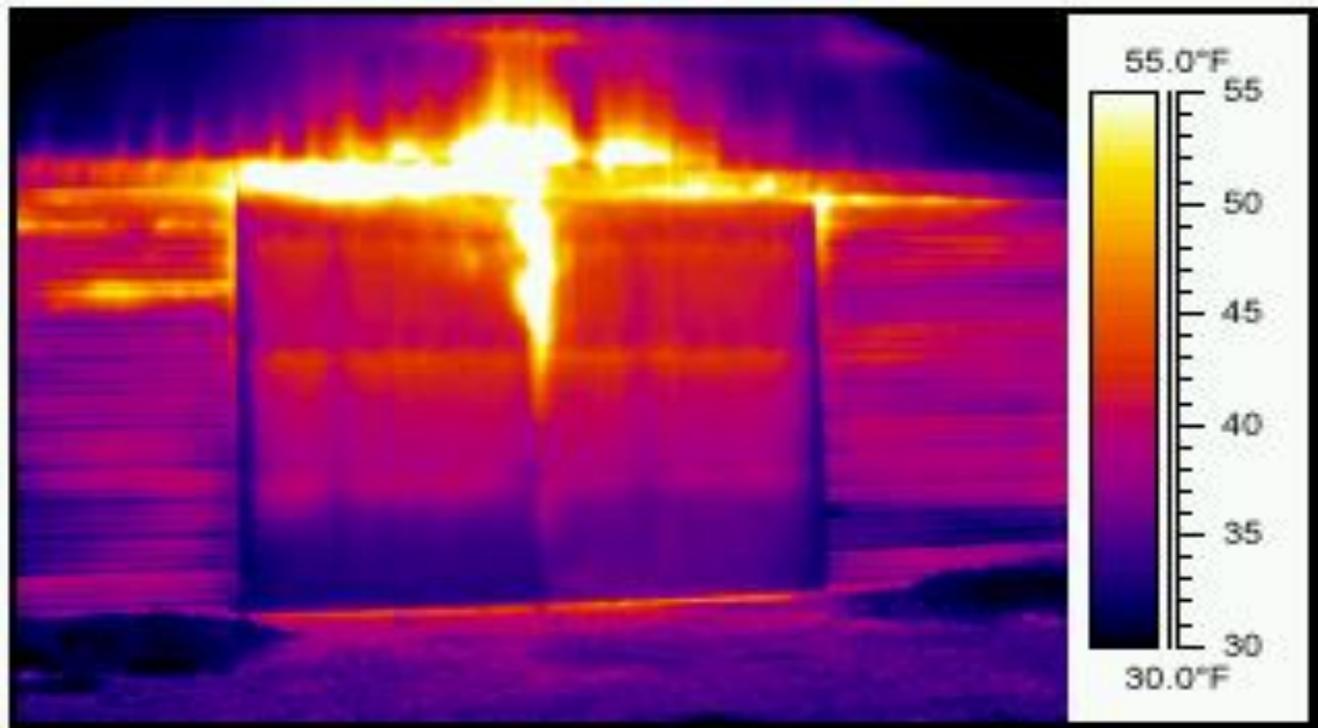


Figura 26: Entradas falsas de aire en la caseta “sellada” (Avicola Nacional)

14. Como tomar buenas decisiones sobre la ventilación

A la hora de tomar decisiones sobre como diseñar y equipar una caseta para la producción de pollo de engorda, es importante comprender las capacidades y los tipos de beneficios que podemos esperar de la tecnología moderna del control ambiental.

En la tabla comparativa, se muestra un ejemplo en el sureste de EE.UU., en verano, la ventilación de ambiente controlada mejoro el rendimiento de todos los parámetros importantes. Las investigaciones bajo condiciones controladas, ha demostrado que el viento a alta velocidad es especialmente benéfico para el rendimiento de las aves más grandes.

POLLOS A 58 DIAS	PESO DEL POLLO kg(lb)	CONVERSION ALIMENTICIA	VIABILIDAD	COSTO EN VIVO Cent. De dólar (lb)
Ambiente controlado	3.26 (7.2)	2.18	92.4	21.8
Convencional	3.1 (6.85)	2.24	88.1	22.5
	.16(.35)	0.06	6.3	0.07

Figura 27: Tabla comparativa (cobb.com)

14.1 Selección de extractores

Es esencial tener buenos extractores para lograr un programa exitoso de ventilación. La consideración más importante es su capacidad de hacer fluir el aire o sea la cantidad de pies cúbicos por minuto (cfm) que mueva el extractor, así como su ahorro energético o eficiencia energética.

Los extractores son el musculo que mueve al sistema de ventilación, por lo que es indispensable asegurarnos que los que se instalen muevan la cantidad de cfm que se necesita (Nordford LK 1996)

14.2 Selección de controlador

El sistema de control electrónico integral proporciona un control de la caseta 24/7 días por semana. Estos sistemas aumentan el costo de la caseta, pero se compensa gracias al mejor rendimiento de las aves, pues limita altibajos de temperatura, un controlador electrónico es capaz de controlar estas oscilaciones en más menos 1 grado centígrado, mientras que los termostatos mecánicos típicos tienen un margen muchos más amplio de 3 a 3.5 grados centígrados.

Un buen controlador debe de tener diversas capacidades, siendo indispensable que sean fáciles de manejar, debe incluir también la capacidad de separación por zonas, lo cual permite al encargado colocar sensores de temperatura en diferentes partes de la caseta (engormix.com, elsitioavicola.com)

15. Claves para manejar ambiente controlado

Ventilación mínima:

Clave 1: Siempre que haya aves presentes es imperativo ventilar cuando menos durante un tiempo mínimo, sin importar cuál sea el clima exterior, ni siquiera cuando no sea necesario eliminar el calor del interior.

Clave 2: Aun cuando no debemos sacrificar la calidad del aire para economizar en combustible para calefacción, es extremadamente importante impedir que los pollos jóvenes se enfríen.

Clave 3: Antes de que lleguen los pollos es crítico precalentar la caseta y la cama.

Clave 4: La ventilación mínima debe estar gobernada por un reloj ajustado a cinco minutos de operación. Conforme las aves crecen y generan más humedad y calor será necesario aumentar el tiempo en que el sistema permanezca en marcha o incrementar el número de ventiladores.

Clave 5: Un factor crítico para el éxito de la ventilación mínima es asegurarnos de que el aire frío de nuevo ingreso se mezcle uniformemente y se caliente con el aire del interior de la caseta, antes de entrar en contacto con las aves.

Clave 6: El cambio de modo de ventilación de transición ocurre cuando las aves están produciendo demasiado calor como para que la ventilación mínima pueda manejarlo.

Ventilación de transición:

Clave 1: Para tener éxito con la ventilación de transición, es esencial colocar entradas de aire en las paredes laterales (inlets), funcionando a través del controlador y sensor de presión estática.

Clave 2: Nunca es deseable cambiar a la ventilación túnel mientras siga siendo posible mantener el confort de las aves en el modo de transición.

Clave 3: No hay problema si se cambia de un modo de ventilación a otro, por ejemplo de transición a mínimo o a túnel, conforme se modifique las condiciones de la caseta.

Clave 4: Al juzgar el momento y la necesidad de cambiar a la ventilación túnel, se debe de recordar el efecto del enfriamiento por viento.

Clave 5: Todos los movimientos los hace directamente el controlador, sin embargo es indispensable que el encargado este pendiente y observando la actividad de las aves y su comportamiento.

Entradas de aire perimetrales (inlets):

Clave 1: El manejo de la entradas de aire comienza al asegurarnos de que la caseta este herméticamente sellada, sin fugas de aire alrededor de puertas, cortinas, a través de desgarres del material aislante, etc., pues esto reduce la fuerza del aire al entrar.

Clave 2: El siguiente paso es asegurarnos de que las entradas de aire estén abriendo correctamente. Las dimensiones de la abertura de las entradas de aire se deben de ajustar para lograr tanto la presión estática como el flujo de aire por toda la caseta.

Clave 3: Utilizar un controlador operado en función de presión estática para modificar la abertura de las entradas de aire.

Clave 4: El número de entradas de aire que se permita que funcionen, se debe de ajustar a la capacidad total de extractores que se están utilizando.

Clave 5: Evitar colocar cualquier cosa que obstruya el flujo del aire en dirección hacia adentro, a partir de las entradas de aire.

Ventilación túnel:

Clave 1: El éxito en el manejo de la ventilación de túnel depende de comprender la temperatura efectiva o equivalente que produce el efecto del enfriamiento por viento (factor de sensación).

Clave 2: Se debe tener extrema precaución cuando las aves se sometan a la ventilación túnel, problemas de enfriamiento.

Clave 3: Para determinar el efecto del enfriamiento por viento en una situación dada, se debe observar el comportamiento de las aves para detectar cualquier signo que indique demasiado calor o frío.

Clave 4: Si se nota cualquier signo que indique que las aves están demasiado calientes durante la ventilación túnel mientras el sistema está funcionando correctamente, llega la hora de encender el enfriamiento evaporativo. No obstante, tal vez llegue el momento de prender el enfriamiento evaporativo antes de llegar al punto en que estén en marcha todos los extractores de la ventilación túnel.

(Mike Ckzarick, James O Donal, Rucardo Riveriro 2017)

16. Factores que afectan el rendimiento de un extractor

- 1) Presión estática, por arriba de 0.010 disminuye la eficiencia del extractor, por paneles obstruidos.
- 2) Persianas sucias, el peso del polvo genera un trabajo extra para el motor.
- 3) Viento, turbulencias generan mayor esfuerzo del motor, aumentan intermitentemente la presión estática en la caseta.

Bandas flojas y desgastadas, ocasionan mayor trabajo para el motor del extractor, disminuye los RPM (elsitioavicola.com)



Figura 28: Limpieza de extractor (comarca lagunera)

17. Desviaciones.

A continuación, se muestran imágenes y explicación de las desviaciones más comunes encontradas en las granjas y que no debemos de permitir en una caseta de ambiente controlado.



Figura 29 y 30: Maleza en pared húmeda y ventilas (inlets) abiertos en túnel (comarca lagunera)



Figura 31 y 32: Entradas de aire y ventilas (inlets) rotos (comarca lagunera)

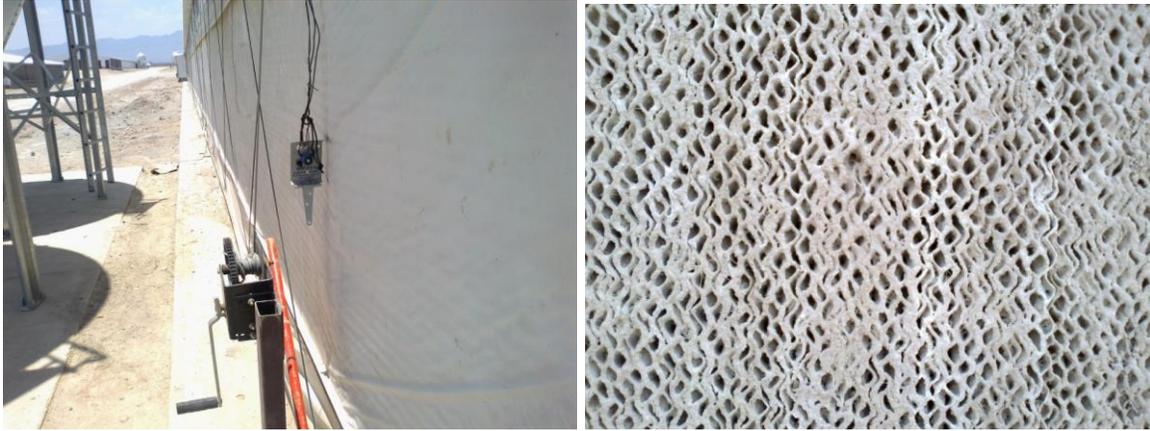


Figura 33 y 34: tumba cortinas desactivadas y pared húmeda tapada por sarro (comarca lagunera)



Figura 35 y 36: instalaciones eléctricas en mal estado y alta mortalidad por falla eléctrica (comarca lagunera)

18. Cuando todo está bien

A continuación se muestran imágenes de cómo es un buen manejo de la caseta y pollo en condiciones adecuadas.



Figura 37 y 38: Consumo de alimento bien y temperatura y actividad del pollo adecuada (comarca lagunera)



Figura 39 y 40: Actividad del pollito happy chicken (comarca lagunera)

19. Recomendaciones (tips)

- Alta velocidad de aire no se requiere todo el tiempo
Se requiere la última semana o dos
- Temperatura al menos de 25°C noche – 30°C día
Probablemente sería considerado en la mayoría de los casos más adecuado
2.5 m/s 500 ft/min
- Baja velocidad del aire (1.5 m/seg - 300 ft/min)
- Alta Humedad relativa es mortal (70% o más).
- Alta velocidad del aire (2.5 m/seg 500 ft/min +)
- Alta Humedad relativa es un problema.
- Cuando la humedad relativa aumenta, la efectividad del Jadeo disminuye...
20% de incremento en la Humedad relativa...el grado de jadeo tiene que incrementar
un mínimo de 10%.
- Cuando la Humedad relativa incrementa, el enfriamiento producido por los paneles evaporativos decrece...
20 % de incremento en la Humedad relativa...la capacidad de enfriamiento por el panel evaporativo decrece un 25%.

(Mike Ckzarick, James O Donal, Rucardo Riveriro 2017)

REFERENCIAS

- 1- AUTOR: D. RANDALL. BOWMAN 2008 “VENTILACION CLIMA CALIDO”
- 2- AUTOR: AM.J. MANEJO POLLO DE ENGORDA: HC GRAW –HILL INTER AMERICANA
- 3- JAMES O. DONAL 2009 UNIVERSIDAD DE AUBURN, ALABAMA USA AVIAGEN INCORPORATED www.aviagen.com HUNTSWILLE, ALABAMA USA
- 4- BROILER COBB www.cobb.com ARKANSAS, USA
ING. MIKE CZARICK UNIVERSIDAD DE GEORGIA, ATHENS, GEORGIA USA
- 5- G. BIANCHI 1998 AVICULTURA GENERAL
- 6- RICARDO RIBEIRO 2016 www.cobb.com ARKANSAS, USA
- 7- www.engormix/avicultura.com DISEÑO DE GALPONES DE AMBIENTE CONTROLADO PARA POLLOS DE ENGORDA
- 8- www.elsitioavicola.com EL CONCEPTO DE LA VENTILACION TUNEL
- 9- Cordeiro, M.B. 2007. Análise de imagens na avaliação do comportamento, do bem-estar e do desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 111 p
- 10-Croney, C.C. and S.T. Millman. 2007. Board-invited review: the ethical and behavioral bases for farm animal welfare legislation. Journal Animal Science 85(2): 556–565

- 11-Norton, T., J. Grant, R. Fallon and D. Sun. 2009. Assessing the ventilation effectiveness of naturally ventilated livestock buildings under wind dominated.
- 12-Norton, T., D. Sun, J. Grant, R. Fallon and V. Dodd. 2007. Applications of computational fluid dynamics (CFD) in the modeling and design of ventilation systems in the agricultural industry: a review. *Bioresource Technology* 98(12): 2386-2414.
- 13-Osorio, J.A; Tinoco, F.F; Sullivan O.R; Arêdes, M. A.; Oliveira de Paula, M. 2011. Modeling and experimental validation to estimate the energy balance for a broiler house with misting cooling. *Revista Dyna* 78(170): 167-175.
- 14-Rocha, K.S., J.H. Martins, I. de F.F. Tinôco, E.C. Melo, D.C. López and W. Hermsdorff. 2008. Remote environmental monitoring and management of data systems. *Livestock Environment VIII - Proceedings of the 8th International Symposium*. Iguassu Falls, Brazil p. 1001-1008.
- 15-Zajicek, M. and P. Kic. 2012. Improvement of the broiler house ventilation using the CFD simulation. *Agronomy Research Engineering Special Issue 1*: 235–242.
- 16-Engormix David Lahoz Fuertes 2006 ventilacion tunel, Zaragoza España.
- 17-Marcos Juarez 2011 UNAM
- 18-Carlos Rodriguez Molina 2009 UNAM
- 19-Gustavo Londoño , Ventilación negativa 2012

- 20-Ajzen I, Brown TC, Carvajal F. Explaining the discrepancy between intentions and actions: the case of hypothetical bias in contingent valuation. *Personality Soc Psychol Bull* 2004;30(9):1108e21.
- 21-Andersen RV, Toftum J, Andersen KK, Olesen BW. Survey of occupant behaviour and control of indoor environment in Danish dwellings. *Energ Build* 2009;41:11e6.
- 22-Branco G, Lachal B, Gallinelli P, Weber W. Predicted versus observed heat consumption of a low energy multifamily complex in Switzerland based on long-term experimental data. *Energ Build* 2004;36:543e55
- 23-Cohen R, Ruyssevelt P, Standeven M, Bordass B, Leaman A. Building intelligence in use: lessons from the PROBE project. *Building Use Studies, Ltd.*. Retrieved from: <http://www.usablebuildings.co.uk>; 1998. Conference on Environmental Social Sciences (NESS), June, Turku/Åbo.
- 24-Corgnati SP, Fabrizio E, Raimondo D, Filippi M. Categories of indoor environmental quality and building energy demand for heating and cooling. *Build Simul J* 2011;4(2):97e105. ISSN 1996-3599.
- 25-] Dubrul C. Technical note AIVC 23, Inhabitant behavior with respect to ventilation e A summary report of IEA Annex VIII; March 1988.
- 26-] Fabi V, Corgnati SP, Andersen R, Filippi M, Olesen BW. Effect of occupant behaviour related influencing factors on final energy end uses in buildings. In: *Proceedings of Climamed11 Conference, Madrid, 2e3 June; 2011*
- 27-Fritsch R, Kohler A, Nygard-Ferguson M, Scartezzini JL. A stochastic model of user behaviour regarding ventilation. *Build Environ* 1990;25(2):173e81.
- 28-Gartland LM, Emery AF, Sun YS, Kippenhan CJ. Residential energy usage and the influence of occupant behavior. In: *Proceedings of the ASME winter annual meeting, New Orleans, Louisiana. The American Society of Mechan*

- 29-Gram Hansen K. Domestic electricity consumption e consumers and appliances; 2003. Paper, Nordic Conference on Environmental Social Sciences (NESS), June, Turku/Åbo
- 30-ohnen in Passive und Niedrigenergiehäusern- Eine vergleichende Analyse der "Siedlung Lummerlund" in Wiesbaden-Dotzheim; 2003
- 31-Inkarajrit V, Paliaga G. Indoor climatic influences on the operation of windows in a naturally ventilated building. In: Proceedings of Plea2004 e The 21th Conference on passive and low energy architecture; 2004.
- 32-Nicol JF. Characterizing occupant behavior in buildings: towards a stochastic model of occupant use of windows, lights, blinds heaters and fans, Proceedings of the 7th International IBPSA Conference, Rio 2. Int Build Perform Simul Assoc 2001;39
- 33-Nordford LK, Socolow RH, Hsieh ES, Spadaro GV. Two-to-one discrepancy between measured and predicted performance of a "low energy" office building: insights from a reconciliation based on the DOE-2 model. *Energ Build* 1994;21:121e31.
- 34-Nicol JF, Humphreys M. Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. *Energ Build* 2002;34:563e72.
- 35-Roetzel A, Tsangrassoulis A, Dietrich U, Bushing S. A review of occupant control on natural ventilation. *Renew Sust Energ Rev* 2010;14(3):1001e13
- 36-Ruotsamlnen R, Wqnnbew GR, Majanen A, Seppanen O. The performance of residential ventilation systems. In: Proceedings of the 10th AIVC Conference; 1989. p. 267e79. AIVC Coventry Great Britain.
- 37-Yun GY, Steemers K, Baker N. Natural ventilation in practice: linking facade design, thermal performance, occupant perception and control. *Build Res Inf* 2008;36(6):608e24.

- 38-Wagner A, Gossauer E, Moosmann C, Gropp Th, Leonhart R. Thermal comfort and workplace occupant satisfaction e results of field studies in German low energy office buildings. *Energ Build* 2007;39:758e69
- 39-Offermann F, Brennan S, Hodgson A, Jenkins P. Window usage, ventilation, and formaldehyde concentrations in new California homes. In: *Proceedings of the 11th International Conference on indoor air quality and climate, Indoor Air 2008*; 2008. Copenhagen, Denmark, Paper ID: 767
- 40-Lawrence Berkeley National Laboratory Lawrence Berkeley National Laboratory Title INFILTRATION-PRESSURIZATION CORRELATION: SIMPLIFIED PHYSICAL MODELING Permalink <https://escholarship.org/uc/item/8wd4n2f7> Author Sherman, M.H. Publication Date 2012-02-17
- 41-Long, C.M.; Suh, H.H.; Koutrakis, P. Characterization of Indoor Particle Sources Using Continuous Mass and Size Monitors; *J. Air & Waste Manage. Assoc.* 2000, 50, 1236-1250.