

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**“Efecto del estrés calórico en aves de postura”**

POR

**JOSÉ ANTONIO RUIZ NUÑEZ**

MONOGRAFÍA

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

ENERO DEL 2015

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



“Efecto del estrés calórico en aves de postura”

POR

**JOSÉ ANTONIO RUIZ NUÑEZ**

---

MVZ. JESÚS ALFONSO AMAYA GONZÁLEZ  
ASESOR PRINCIPAL

*Ramón A. Delgado G.*  
M.C.V. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

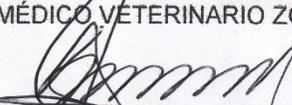
ENERO DEL 2015

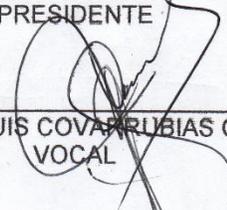
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA

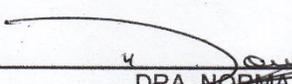
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

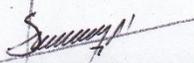


MONOGRAFÍA QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO  
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

  
M.V.Z. JESÚS ALFONSO AMAYA GONZÁLEZ  
PRESIDENTE

  
M.V.Z. JOSÉ LUIS COVARRUBIAS CASTRO  
VOCAL

  
DRA. NORMA ELIZABETH DOMÍNGUEZ ÁVILA  
VOCAL

  
M.V.Z. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO  
VOCAL SUPLENTE

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

ENERO DEL 2015

## DEDICATORIA

### *A MIS PADRES:*

*ANDRES RUIZ RUIZ Y MARIA DEL CARMEN NUÑEZ HERNANDEZ*

*Les dedico este trabajo como símbolo de agradecimiento por todos sus sabios consejos, por su amor y cariño. Les viviré eternamente agradecido por todo el apoyo que me brindaron y por haber confiado siempre en mí, les aseguro que no los defraudare. Quiero que sepan que ustedes han sido mi inspiración para seguir adelante son ejemplo de lucha y amor, creo que no hay mayor fortuna que tenerlos como padres, por eso y mucho mas, mil gracias papas, que dios los bendiga y espero que siempre estén ahí para darme sus sabios consejos.*

### *A mis hermanos:*

*Joel Eduardo Ruiz Nuñez, Edgar Rubisel Ruiz Nuñez y Pedro Mauricio Ruiz Nuñez*

*Por brindarme su apoyo y comprensión, a sí como también por su apoyo moral y económico, este triunfo no solo es mío, sino de todos ustedes también, gracias hermanos.*

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios por haberme dado una nueva oportunidad, de vida y cambiar de manera radical la misma, por darme la fe y la fuerza para seguir adelante y lograr mis metas. Gracias señor por haberme ayudado siempre a levantarme en cada tropiezo y haciéndome cada vez más fuerte.*

*A mi “ALMA MATER” por haberme cobijado en su seno durante 5 años y por haberme permitido formarme en sus aulas, ahí en donde se forjan los hombres y las futuras generaciones de médicos, que ayudaran a mejorar la ganadería del país aplicando sus conocimientos.*

*A todos mis maestros, quienes siempre forman una parte importante en mi profesión, gracias por todos sus consejos y regaños que me sirvieron para levantarme el orgullo y motivarme a seguir a delante.*

*A mi asesor el MVZ. Jesús Alfonso Amaya González por darme su confianza y acompañarme en este último paso dentro de mi formación, pero sobre todo por sus enseñanzas.*

*A mi familia que a pesar de todos los errores cometidos nunca dejaron de creer en mí, y de ayudarme para realizar un sueño más en mi vida.*

*En general agradezco a todas aquellas personas que hicieron posible mi formación, pero sobre todo a la vida por darme la oportunidad de ser mejor cada día.*

# Índice

## Contenido

DEDICATORIA .....	I
AGRADECIMIENTOS .....	II
RESUMEN.....	VI
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1. Estatus actual del conocimiento .....	3
2.2. Tipos de estrés.....	4
2.2.1. Estrés térmico o estrés por calor:.....	4
2.2.2. Estrés crónico .....	7
2.2.3. Estrés agudo.....	7
2.3. Mecanismos fisiológicos de la termorregulación en las aves .....	8
2.3.1. Radiación.....	8
2.3.2. Conducción .....	9
2.3.3. Convección .....	9
2.3.4. Evaporación .....	10
2.4. Temperatura corporal de las aves.....	12
2.5. Factores que determinan el calor que producen las aves. ....	14
2.5.1. El tipo de ave: .....	14
2.5.2. Metabolismo basal: .....	14
2.5.3. Incremento de calor por ingestión de alimento: .....	14
2.5.4. Temperatura ambiental: .....	14
2.5.5. Los procesos fisiológicos: .....	14
2.6. Respuesta fisiológica del estrés .....	15
2.7. Efecto del estrés calórico sobre la calidad del huevo .....	18
2.7.1. Peso y tamaño .....	18
2.7.2. Cascarán.....	19
2.7.3 Yema y albúmina. ....	20

2.8 Control de factores ambientales en las casetas avícolas .....	21
2.8.1. Temperatura .....	21
2.8.2. Humedad .....	22
2.8.3. Ventilación .....	24
2.9. Efectos del ambiente sobre la producción.....	26
2.10. Efectos detrimentales en el ave ocasionados por estrés calórico .....	27
2.10.1. Alcalosis respiratoria.....	27
2.11. Métodos para mitigar los efectos adversos sobre el estrés calórico .....	28
2.11.1. Manipulación de nutrientes .....	29
2.11.2. Manejo de la alimentación .....	29
2.11.3. Consumo de agua.....	30
2.11.4. Aporte de vitaminas durante el estrés calórico.....	30
2.11.5. Proteína .....	31
2.12. Diseño de las instalaciones en aves de postura para el control de estrés calórico.....	32
2.12.1. Orientación.....	32
2.12.2. Altura y ancho de los galpones .....	33
2.13. Control ambiental en las casetas avícolas .....	33
2.13.1. Objetivos de la ventilación. ....	34
2.13.2. Ventilación natural.....	34
2.13.3. Ventilación por presión negativa .....	36
2.13.4. Ventilación positiva .....	36
2.13.5. Ventilación por recirculación de aire .....	37
2.13.6. Ventilación mínima.....	37
III. CONCLUSIONES .....	39
IV. LITERATURA CITADA.....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de la pérdida de calor	10
Figura 2. Pérdida de calor por evaporación jadeo	11
Figura 3. La radiación, convección y evaporación	11
Figura 4. Orientación del galpón en climas cálidos (este-oeste)	32
Figura 5. Ventilación natural con cortinas	35
Figura 6. Ventilación por presión negativa	36

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Estrés térmico y temperatura ambiente	13
Cuadro 2. Temperatura deseable a nivel del ave dependiendo de su edad	22
Cuadro 3. Humedad relativa deseable de acuerdo a la edad de las aves	23
Cuadro 4. Requerimientos mínimos de calidad de aire	24
Cuadro 5. Efectos del amoníaco en el aire de un galpón	25

## **RESUMEN**

El objetivo del presente trabajo es con el fin de conocer de cómo afecta el estrés calórico en aves de postura. En climas cálidos, los períodos de altas temperaturas tienen un efecto negativo sobre la salud y el rendimiento de los animales domésticos. La avicultura no es una excepción y el efecto del estrés causado por temperaturas elevadas puede resultar en grandes pérdidas económicas de aumento de la mortalidad y la reducción de la productividad. La mayor parte de la producción de huevos a nivel mundial, ocupa zonas geográficas pertenecientes a países tropicales y subtropicales, caracterizados por climas de alta temperatura y humedad relativa durante la mayor parte del año. El estrés por calor, influye sobre el comportamiento productivo y reproductivo de las gallinas ponedoras, disminuyendo la producción y calidad del huevo, así como la ingesta voluntaria de alimento.

**Palabras claves:** Estrés por calor, hipotálamo, producción, temperatura y humedad.

## I. INTRODUCCIÓN

La industria avícola a nivel mundial basada en la producción de huevos, ha crecido vertiginosamente en comparación a otros sistemas de producción animal, sobre todo en países tropicales y subtropicales. En las últimas décadas, los problemas relacionados con el confort y el bienestar animal se han incrementado notablemente en el sector avícola, sobre todo cuando se asocia a respuestas fisiológicas y de comportamiento productivo en ponedoras comerciales, donde las granjas de explotación se localizan en regiones caracterizadas por climas de alta temperatura (AT) y humedades relativas (HR) muy elevadas durante la mayor parte del año (Ortiz, 2002; Rozenboim *et al.*, 2007; Tolentino *et al.*, 2008).

Hoy en día un gran porcentaje de la población de aves de corral del mundo se encuentra en las regiones donde el estrés por calor es un problema de gestión importante en algunos momentos particulares de la vida productiva de las aves. Los animales de granja también tienen una zona conocida de confort térmico que depende principalmente de la especie, el estado fisiológico de los animales, la relación humedad, velocidad del aire ambiente y el grado de la radiación solar (Ajakaiye *et al.*, 2011).

El estrés calórico es un problema en la producción avícola y causa pérdidas económicas cada año. Los avances en genética y nutrición han ocasionado mejor comportamiento de gallinas ponedoras nunca antes alcanzado (Ajakaiye *et al.*, 2010).

El estrés puede clasificarse como de tipo agudo o crónico, de acuerdo así los animales son respectivamente expuestos uno o más veces a los eventos estresantes. Entre las reacciones que mas interfieren sobre la producción avícola se encuentran el miedo y la ansiedad (Nazar y Marín, 2011).

Diversos estudios han comprobado que el estrés térmico en las gallinas, hace que su sistema de disipación de calor (conducción, convección y radiación) se vuelva menos eficaz con el aumento de temperatura ambiente, por lo tanto el animal depende cada vez más de la termólisis por jadeo y cambios metabólicos para aliviar el estrés por calor, disminuyendo así su termogénesis, limitando la disposición de nutrientes y proteínas para la formación del huevo (Franco Jiménez *et al.*, 2007; Gudev *et al.*, 2011; Mertens *et al.*, 2010).

El estrés por calor puede inducir hipertermia en aves de corral. Una reducción en la carga de calor puede ser logrado mediante el aumento de las posibilidades de disipación, disminuyendo el nivel de calor producción o cambiando el patrón de producción térmica dentro de un día. Estrategias para reducir los efectos negativos del estrés de calor puede estar basado en una alimentación específica estrategia, tales como la alimentación restringida, Manejo de la granja, del galpón y de la correcta ubicación, del diseño de los galpones y de la disposición de las aves dentro de éstos (Syafwan *et al.*, 2011).

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Estatus actual del conocimiento

Las gallinas ponedoras son particularmente susceptibles al estrés por calor ya que su producción metabólica de calor es alta, como resultado de la alta tasa de producción de huevos. Por otra parte, las gallinas no tienen glándulas sudoríparas, y su tasa de evaporación del agua respiratoria no es lo suficientemente alto como para mantener su temperatura normal a altas temperaturas ambientales y humedad relativa (Melesse *et al.*, 2013).

Factores ambientales, como el estrés por calor, son particularmente perjudiciales para la agricultura animal. La cuestión de estrés ambiental se ha convertido rápidamente en un gran punto de interés en la agricultura animal (Lara y Rostagno, 2013).

Por otra parte, los productores y los consumidores de todo el mundo están cada vez más interesados en la calidad de producción, ya que es directamente relacionado con la higiene, la salud y sobre todo el bienestar de las aves. En las últimas décadas, las preocupaciones relacionadas con el confort y bienestar de los animales han incrementado notablemente, sobre todo cuando se asocia con fisiológica y las respuestas de comportamiento (Barbosa-Filho, 2006).

El estado de estrés implica una necesidad de energía, por que caracteriza una gran actividad a nivel del sistema neuromuscular y demás tejidos. Un aumento basal del tono muscular esquelético surge luego del inicio, debido a que las catecolaminas, preparan al individuo para posibles actividades físicas de respuesta, lo que equivale a mantener un estado de alerta ante agentes que alteran el estado fisiológico normal del animal (Díaz, 2012).

El estrés, representa la reacción del organismo animal (es decir, una respuesta biológica) a los estímulos que perturban su equilibrio fisiológico normal, en condiciones extremas, de origen interno o externo (medioambiental), que actuando sobre el individuo desborda y reduce la eficacia de sus sistemas nervioso, endocrino, circulatorio y digestivo, produciendo cambios medibles en los niveles funcionales de estos sistemas, al tiempo que desencadena un patrón estereotipado, que prepara al organismo para la lucha o la huida (Lara y Rostagno, 2013; Havlicek *et al.*, 2011).

## **2.2. Tipos de estrés.**

### **2.2.1. Estrés térmico o estrés por calor:**

Es la alteración del equilibrio homeostático del animal, producto de la elevada temperatura ambiente y humedad relativa, superando la zona de confort o termo neutralidad en un organismo determinado (Sánchez-Rodríguez, 2007).

Los efectos del estrés térmico sobre el animal pueden ser de dos tipos:

**1.- Directos:** son las alteraciones del metabolismo para adaptarse al incremento de calor, con repercusiones hormonales como son (epinefrina, glucagón y cortisol) y celulares. Las proteínas de choque térmico (HSP, del inglés *Heat Shock Proteins*), (Las Hsp representan entre el 2 al 15% del total de las proteínas en las células normales, esta proporción puede alcanzar hasta el 20% en las células expuestas al calor. Se ha observado que en células expuestas a un choque hipertérmico, se incrementa la síntesis de las Hsp, lo que le permite a la célula sobrevivir al estrés calórico, ya que participan en el desarrollo de la termotolerancia, es decir, la habilidad de las células pre-expuestas a temperaturas no letales, para sobrevivir a

subsecuentes exposiciones a altas temperaturas (Kisboa, 2013; Rhoads *et al*, 2013; Sánchez-Rodríguez, 2007).

**2.- Indirectos:** cuando ocurre alteración de la calidad y cantidad del alimento. Entre los factores que influyen el grado de afección por estrés calórico se pueden mencionar: raza, estado fisiológico, edad, color de la piel, exposición al ambiente y variación propia de los animales (Kisboa, 2013).

Se realizó un estudio diseñado para probar los efectos de la retirada del pienso y el oscurecimiento en el rendimiento, triyodotironina (T3), tiroxina (T4), hormona estimulante del tiroides (TSH), hormona adrenocorticotrópica (ACTH), y algunos metabolitos y minerales concentraciones en suero sanguíneo de las gallinas ponedoras criadas en ambientes con altas temperaturas de entre 25 y 35 grados C. Noventa, gallinas de 16 semanas de edad (Ross Brown) fueron divididos en 3 grupos, 30 gallinas cada uno. El primer grupo fue utilizado como control. Gallinas en el segundo grupo (retiro del alimento) fueron sometidos a alimentación 14:00-18:00 y gallinas en el tercer grupo (oscurecimiento) fueron sometidos a restricción luz 14:00-18:00 usando cortinas negras. De peso vivo, consumo de alimento y la producción de huevos fueron mayores ( $P < 0,01$ ) en el retiro de alimento y grupos de oscurecimiento, sobre todo en el grupo de oscurecimiento, que en el control. El consumo de agua fue mayor en el grupo de control en comparación con la retirada de alimentación y los grupos de oscurecimiento ( $P < 0,01$ ). T3, T4 y TSH concentraciones en el suero fueron superiores ( $P < 0,01$ ), mientras que la concentración sérica de ACTH fue menor ( $P < 0,01$ ) en el retiro de alimento y grupos de oscurecimiento en comparación con el control. El hematocrito fue mayor en el retiro de alimento y grupos de oscurecimiento en comparación con el control ( $p < 0,01$ ). Tratamientos oscurecimiento y retiro de alimentación aumento de la glucosa sérica, urea-N, ácido úrico. El presente estudio encontró que la retirada del alimento y oscurecimiento, particularmente oscurecimiento, a altas temperaturas

durante los meses de verano ofrecen una buena práctica de gestión para reducir la depresión relacionada con el estrés por calor en el consumo de alimento y la producción de huevos en gallinas ponedoras (Sahin y Kucuk, 2001).

Otro experimento para determinar el efecto de la exposición al estrés por calor agudo en digestibilidad de aminoácidos en las gallinas ponedoras. Un total de 30 comercial gallinas ponedoras fueron alojados individualmente en un medio ambiente instalación controlada, alimentados con una norma por la que se ración, y expuesto a una temperatura constante de temperatura neutra (21 C) para el 12 d. Las gallinas fueron alimentados al azar uno de los tres dietas (10 gallinas por dieta) y expuestos a tres consecutivos períodos de temperatura (8 d), que consistieron en: 1) un constante la temperatura 21 C, 2) una temperatura de ciclismo 35 C durante 12 h y 29 C durante 12 h, y 3) una constante de 21 C la temperatura. Los tres (18% CP) dietas isonitrogenadas alimentados fueron: 1) una dieta de harina de maíz y soya, 2) un maíz-tan y vean dieta de harina que contiene 15% harina de carne y hueso, y 3) un dieta de harina de maíz y de soja que contiene 5% de harina de alfalfa y Salvado de trigo 20%. Las excretas se obtuvieron de todas las gallinas durante los últimos 4 días de cada período de temperatura y digestibilidad de los aminoácidos aparente se determinó. Hubo un efecto dieta significativa ( $P < 0,05$ ) en la digestibilidad de aminoácidos. La digestibilidad de los aminoácidos en la dieta 2 (harina de maíz-soja / harina de carne y hueso) fue mayor ( $P < 0,05$ ) que en los otros dos dietas. Adicionalmente, digestibilidad de los aminoácidos en la dieta 3 (maíz y soya comida / harina de alfalfa / salvado de trigo) fue significativamente menor ( $P < 0,05$ ) que en las dietas 1 ó 2. El estrés por calor generalmente no tienen ningún efecto significativo sobre la digestibilidad de aminoácidos excepto por su digestibilidad de lisina. La digestibilidad de histidina era más alta durante el período de estrés por calor que durante los períodos iniciales y

recuperación termo neutrales, mientras digestibilidad la lisina fue mayor durante el período de estrés por calor que durante el período inicial de temperatura neutra. Estos Los resultados indicaron que el estrés por calor agudo (8 d) no tuvo efectos adversos sobre la digestibilidad de los aminoácidos de la dieta en las gallinas ponedoras (Koelkebeck *et al.*, 1998)

En un experimento más amplio, Kucuk et al. (2008) informaron de que la conversión del alimento y la producción de huevos se mejoraron cuando ambos Zn (30 mg / kg) y piridoxina (8 mg / kg) fueron suplementados para las gallinas ponedoras. Informaron que la cáscara de huevo también se incrementaron los pesos y unidades Haugh cuando ambos piridoxina y Zn se complementaron.

### **2.2.2. Estrés crónico**

El estrés crónico hay liberación de ACTH (hormona adrenocorticotropa) y por lo tanto liberación de cortisol y otras hormonas glucocorticoides, este estrés ocasiona una baja en la productividad y cuando la tensión es demasiada puede provocar enfermedad debido a la inmunodepresión e incluso la muerte del animal, (Jinez *et al.*, 2007).

La exposición crónica al calor en gallinas, disminuye significativamente la digestión de las proteínas, grasas y carbohidratos del alimento concentrado, limitando la disposición y transporte de nutrientes como calcio y fósforo a nivel celular para la formación del huevo (Star *et al.*, 2008).

### **2.2.3. Estrés agudo**

El estrés agudo tiene lugar cuando las condiciones climáticas cambian radicalmente por un período de tiempo, generalmente sólo por unos pocos días. Un aumento de la temperatura de 10°C o más en pocas horas puede provocar la muerte de los pollos (Quishpe, 2006).

### 2.3. Mecanismos fisiológicos de la termorregulación en las aves

Los mamíferos y las aves son animales homeotermos, capaces de producir y regular la energía necesaria para que las funciones vitales puedan llevarse a cabo al margen de las condiciones ambientales, la temperatura corporal se mantiene dentro de un rango más o menos estable entre los 34 y 39 °C (Pérez, 2009).

En una investigación demuestra que las condiciones óptimas o de termoneutralidad en gallinas ponedoras es de 21-25 °C, con ciertas fluctuaciones hasta los 28°C, considerándose ésta última como el límite crítico superior para todas las aves de corral (Felver-Gant *et al.*, 2012).

La gran diferencia con respecto a otros animales domésticos, especialmente ya que las aves son sensibles a las olas de calor debido a su cubierta de plumas y la falta de glándulas sudoríparas, lo que hace de calor disipación difícil. De tal manera que las gallinas cuentan con cuatro sistemas para llevar a cabo la termorregulación corporal (**radiación, conducción, convección y la evaporación** está asociado con la pérdida de vapor de agua desde la superficie corporal y el sistema respiratorio (Ajakaiye *et al.*, 2011; Kisboa, 2013).

#### 2.3.1. Radiación.

La pérdida de calor por radiación significa la pérdida de calor en forma de rayos infrarrojos que son ondas electromagnéticas. Existe un intercambio de energía electromagnética entre el cuerpo y el medio ambiente u objetos más fríos y situados a distancia. La cantidad de radiación emitida varía en relación al gradiente que se establece entre el cuerpo y el medio ambiente. Esta vía es la más importante, a través de la misma se puede disipar hasta un 60% del calor corporal (Pérez, 2009).

### **2.3.2. Conducción**

Es el flujo o transferencia de calor entre la gallina y cualquier superficie, particularmente el piso. A diferencia de la convección aquí no existe translocación relativa de moléculas. Las moléculas más calientes imparten energía cinética a las moléculas más frías mediante contacto directo (Sunil *et al.*, 2011).

### **2.3.3. Convección**

La convección se produce por un desprendimiento de calor al aire circundante de cresta, barbillas, cara, piernas, dedos de los pies, el cuello, el cuerpo y las alas (Syafwan *et al.*, 2011).

Consiste en que el aire absorbe el calor que hay en el plumaje por conducción y asciende, siendo sustituido por aire más frío. En el ave, esta pérdida de calor ocurre cuando el aire que entra en contacto con esta, se calienta y se eleva, permitiendo que el aire más frío descienda y se caliente a su vez. Se puede distinguir entre convección natural, originada por el gradiente térmico entre animal y el aire que lo rodea y convección forzada, originada por la fuerza del viento o artificialmente, a través de ventiladores (Engelhardt y Breves, 2002; Estrada, 2005).

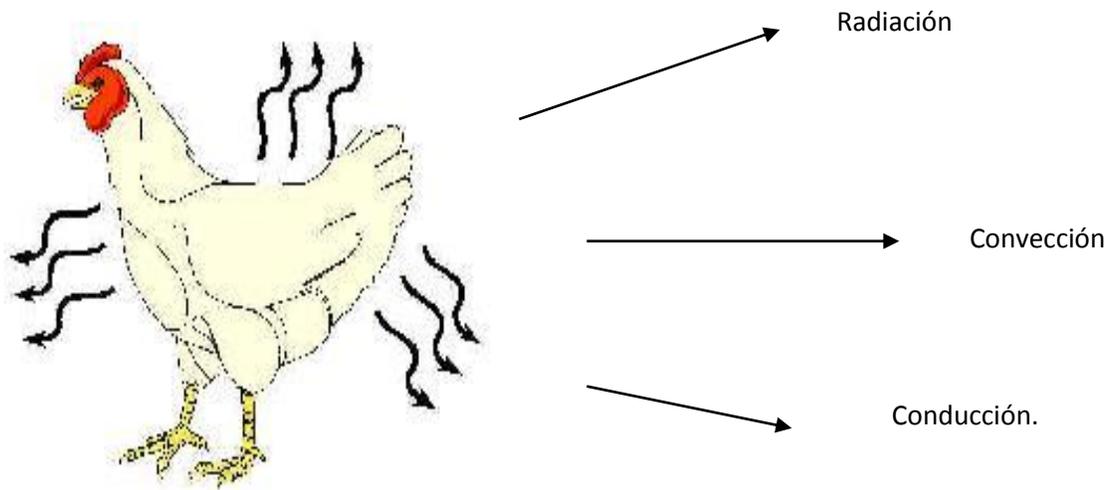


Figura 1: Esquema de la pérdida de calor (Aviagen, 2009)

#### 2.3.4. Evaporación

Es la pérdida de calor por evaporación de agua. Es de particular interés en este sentido el jadeo cuya importancia es mayor en especies como el perro y las aves que no poseen glándulas sudoríparas. Durante el jadeo ingresan pequeñas cantidades de aire de forma rápida a los pulmones. Ello produce la evaporación del agua presente en las vías respiratorias y de grandes cantidades de saliva desde la superficie de la boca y la lengua, determinando la pérdida de calor (Pérez, 2009).

Es una de las respuestas fisiológicas importantes durante el estrés calórico en aves donde disipan el calor a través del aumento en el ritmo respiratorio y a partir de las membranas que tapizan las vías respiratorias (Chacón, et al., 2010).

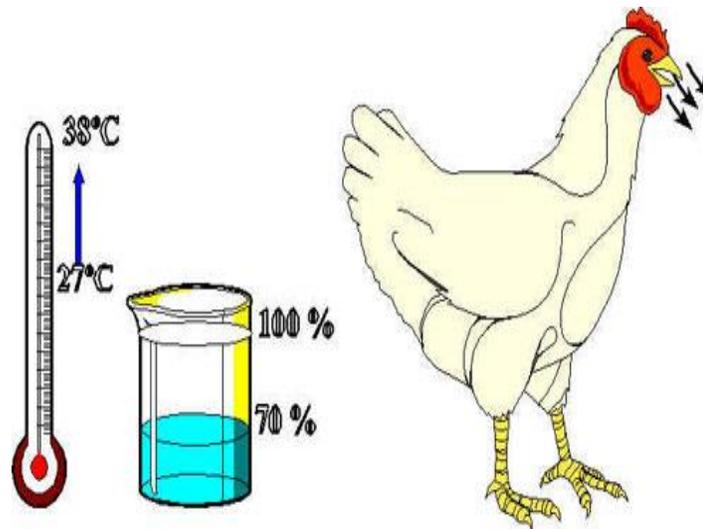


Figura 2: Pérdida de calor por evaporación (jadeo) (Aviagen, 2009)

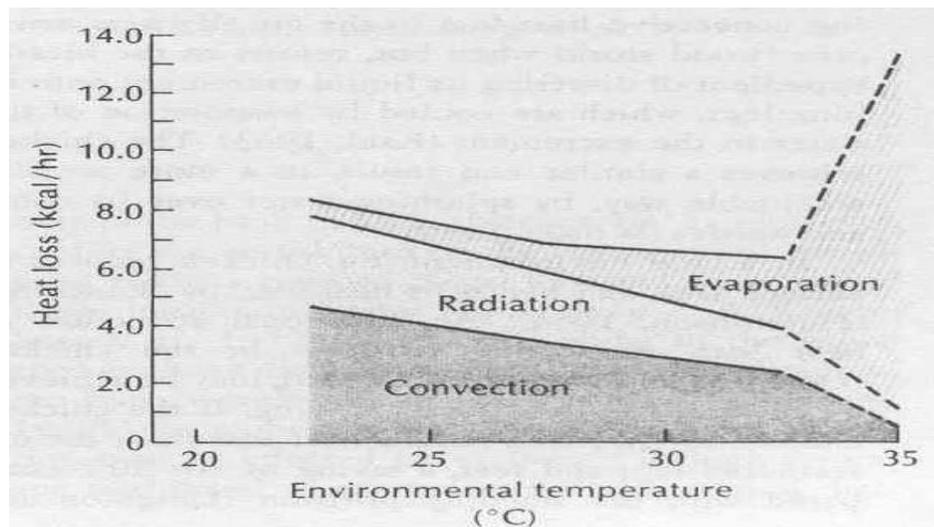


Figura 3: La radiación, convección y evaporación (Holik, 2009).

Como se ilustra en la Figura 3: la tasa de pérdida de calor del cuerpo a través de la disminución de radiación y de convección al aumentar la temperatura.

## 2.4. Temperatura corporal de las aves

La temperatura corporal (TC) es un indicador muy valioso del confort térmico de los pollos. En aves, la Temperatura corporal muestra una mayor variabilidad en comparación con los mamíferos, porque no hay temperatura absoluta. Normalmente, la temperatura corporal de las aves oscila entre 40,6 y 41.5°C y va a depender de la edad, el genotipo, el sexo, la actividad física, la ingesta de alimentos y la temperatura del ambiente (Requena *et al.*, 2006; Feizi *et al.*, 2012).

Durante los primeros días de vida de todas las aves es necesario proveerles ambientes con temperaturas uniformes de entre 30 y 33°C, pues los pollos hasta el 5º o 6º día son poiquilotermos. Las aves consiguen producir y controlar la temperatura fisiológica normal alrededor del 5º día de vida. Se recomienda la primera semana tener una temperatura uniforme en la cama de 33°C de medio el primer día y reducirla gradualmente hasta 27-28°C al séptimo día. Al obtener el precalentamiento de la cama para la recepción de los pollitos antes de recibirlos, también es posible mantener una buena temperatura del aire sin usar temperaturas muy elevadas (menos de 30°C) (Oviedo-Rondón, 2014).

La zona de neutralidad térmica para las gallinas adultas es mayor que para los pollos. Se estima que dicha zona se halla en el intervalo de 12-24°C. Fuera de este rango, las gallinas pueden adaptarse a las temperaturas modificando su comportamiento, alimentación (energía) y el consumo de agua. En el caso de las altas temperaturas, las aves aumentan la disipación de calor del cuerpo gracias al incremento de ingestión de agua (Castellón *et al.*, 2013).

La temperatura ambiente (TA) por encima de 25 °C es estresante para las aves (Sritharet *et al.*, 2002). Cuando se encuentra en estrés término alto (> 30 °C por tiempos prolongados). En este nivel el ave permanece casi inmóvil,

su ritmo respiratorio aumenta en una primera fase, luego lo disminuye a medida que el ave se acuesta con el cuello estirado en la cama y finalmente muere (De Basilio, 2008).

CUADRO 1: Estrés térmico y temperatura ambiente

<b>temperatura</b>	<b>Efectos.</b>
<b>18 - 24</b>	Temperaturas ideales
<b>25 - 29</b>	Bajo consumo-Afecta g/diaria
<b>30 - 32</b>	Bajo consumo – afecta g/diaria – aumenta consumo de agua
<b>33 - 35</b>	Estrés calórico- máximo consumo de agua – Cero consumo de alimento
<b>36 - 38</b>	Estrés calórico + muerte

## **2.5. Factores que determinan el calor que producen las aves.**

**2.5.1. El tipo de ave:** Los pollos de engorde de igual peso que las gallinas ponedoras, producirán gran cantidad de calor porque crecen más rápido y consumen más alimento por unidad de peso, lo que aumenta la producción de calor corporal (Estrada y Márquez, 2005).

**2.5.2. Metabolismo basal:** es definido como la producción de calor en reposo, en estado de ayuno y en la zona de neutralidad térmica. La cantidad de energía liberada en forma de extra calor es del orden de 75% para los músculos. Cuando se sale de la zona de neutralidad térmica aumentando la temperatura ambiente, la producción de calor en ayunas disminuye (Requena *et al.*, 2006).

**2.5.3. Incremento de calor por ingestión de alimento:** La realización de los procesos de digestión genera calor. Puede aumentar hasta un 20% del calor basal (Estrada y Márquez, 2005)

**2.5.4. Temperatura ambiental:** La temperatura ambiental es una de los factores más importantes que influyen en la producción de calor. Una vez que los animales se encuentran fuera de su zona termoneutral (20 a 27<sup>0</sup>C) las aves necesitan energía extra para mantener la temperatura corporal (Salas, 2013).

**2.5.5. Los procesos fisiológicos:** Estos mecanismos se ponen en marcha para compensar las variaciones de temperatura corporal, inducidas por los cambios de la temperatura ambiental también generan calor, en especial los necesarios para compensar las altas temperaturas (aumento del ritmo cardíaco y respiratorio), por lo que el ave puede emplearlos de forma limitada (Estrada y Márquez, 2005).

## 2.6. Respuesta fisiológica del estrés

El estrés de la activación de la (HPA) del eje hipotálamo-pituitario-adrenal y el sistema nervioso simpático (SNS) y otras vías neuroendocrinas, es responsable de muchas actividades cerebrales y alteraciones de comportamiento). En los animales homeotermos se encuentra en el hipotálamo un centro termorregulador que regula e integra las acciones del organismo para mantener la temperatura corporal frente a los cambios de la temperatura del medio ambiente. Además desencadena los mecanismos de temblor muscular o de erección de la pluma que incrementa la capacidad aislante del mismo, y regula los niveles de actividad metabólica necesarios según el estado fisiológico del organismo (Pérez, 2009; Quinteiro-Filho *et al.*, 2012; Squires, 2006).

Ante una situación de amenaza o peligro, el organismo reacciona poniendo en marcha mecanismos tanto del sistema nervioso central, como del sistema nervioso periférico, específicamente del sistema nervioso autónomo y del sistema neuroendocrino a través de lo que se conoce como el eje Hipotálamo-Hipófisis-Suprarrenal (Cardenas-Poveda, 2012).

La hormona esteroidea corticosterona es liberada por la corteza suprarrenal con mediación del hipotálamo y la glándula pituitaria. A través de las vías neurales y endocrinas del sistema nervioso central es estimulada la producción del factor liberador de corticotropina (FLC) de las neuronas, en la eminencia media del hipotálamo, mediante el sistema vascular portal, para ser transportado a la glándula pituitaria, la cual estimula la producción de la hormona corticotropina (ACTH). Liberada la ACTH en el sistema circulatorio se transporta al tejido blanco principal y estimula a la corteza suprarrenal a producir y liberar todas las hormonas secretadas en este órgano, destacándose entre ellas la corticosterona y la aldosterona (Díaz, 2012)

Las diferencias genéticas alteran el tipo y grado de las respuestas de gallina y su capacidad para adaptarse a un factor de estrés. Este estudio examinó los efectos de genotípicas variaciones en la productividad y el comportamiento de ponedoras gallinas siguientes estrés por calor. Noventa gallinas (48 DXL y 42 KGB) a 28 semanas de edad fueron asignados al azar ya sea a una temperatura (H: media = 32,6 ° C) o control (C: media = 24.3 ° C) de tratamiento y alojados en pares por deformación para 9 d. La producción de huevos y la calidad, comportamiento, las concentraciones de hormonas circulantes se midieron. Gallinas calor estresadas tenían menor la producción de huevos [ajustado  $P < 0,001$ ] que su controles respectivos. Entre gallinas H-DXL, el peso del huevo tendido a reducirse en d 1 y se redujo en 9 d ( $P_{\text{adj}} = 0,007$ ), pero se redujo sólo a 9 d entre gallinas H-KGB ( $P_{\text{adj}} = 0,007$ ). El grosor del cascarón fue también redujo entre gallinas H en d 9 ( $P_{\text{adj}} = 0,007$ ), especialmente entre gallinas H-KGB ( $P_{\text{adj}} = 0,01$ ). Plasma concentración de triyodotironina se redujo entre gallinas H ( $P_{\text{adj}} = 0,01$ ), especialmente entre gallinas H-DXL ( $P_{\text{adj}} = 0,01$ ). Ni la temperatura ni la cepa afectada la tiroxina y yema de corticosterona concentraciones. Gallinas calor estresado pasaron menos tiempo caminar ( $P_{\text{adj}} = 0,001$ ) y beber más tiempo ( $\text{adj } P = 0,007$ ) y en reposo ( $P_{\text{adj}} = 0,001$ ) que en C gallinas. Los resultados indican que, si bien redujo la producción de HS y ha causado cambios de conducta entre las gallinas de ambas cepas, las respuestas difieren según el genotipo. Los datos proporcionan evidencia de que la selección genética es una estrategia para reducir la respuesta del estrés calórico en las gallinas ponedoras. La resultados proporcionan ideas para la realización de futuros estudios para desarrollar cepas resistentes al calor para mejorar el bienestar de gallina, especialmente en las condiciones comerciales actuales (Mack *et al.*, 2013).

Con el fin de evaluar las respuestas metabólicas de las gallinas ponedoras inducidos por la alta temperatura a la etapa posterior de puesta, nueve

gallinas ponedoras de 60 semanas de edad fueron empleados en el presente estudio. Las gallinas fueron expuestas a 32 grados C durante 21 d y muestras de sangre se obtuvieron antes y 1, 7, 14 y 21 días de exposición al calor. Las especies reactivas de oxígeno formadas en la sangre durante la exposición al calor se estimaron por el método spin-captura ex vivo. Concentraciones de la temperatura corporal y plasmáticas de glucosa, triyodotironina T (3)), tiroxina, T (4)), corticosterona, se midieron. Los niveles plasmáticos de glucosa, CK y CORT no se vieron afectadas significativamente por la exposición al calor en cualquier punto del tiempo. Las concentraciones circulantes de T (3) disminuyeron mientras que el plasma T (4) niveles cambió en el sentido contrario. La formación de ROS se aumentó significativamente por la exposición al calor en las gallinas ponedoras de que la temperatura corporal no se modificó significativamente. El enzimática mejorada y sistemas antioxidantes no enzimáticos actuado en concierto para aliviar el estrés por calor evocados daño oxidativo (Lin et al., 2008).

El estrés por calor en las aves estimula la liberación de la corticosterona con aumento en la concentración de corticosterona plasmática por períodos cortos, para hacer frente a la exposición aguda a las altas temperaturas. No obstante, la exposición continua de las aves a temperaturas altas, hace que la concentración plasmática de corticosterona disminuya después del pico inicial acompañada por la disminución en los niveles plasmáticos de glucosa, fosforo, sodio y un pH plasmático elevado; con insuficiencia suprarrenal cortical, secreción masiva de catecolaminas, alteraciones cardiovasculares y, a menos que otras alteraciones funcionales o las respuestas de comportamiento puedan ser implementadas para aliviar el estrés térmico, los animales pueden sufrir hipertermia y morir (Díaz, 2012).

## **2.7. Efecto del estrés calórico sobre la calidad del huevo**

La producción de huevos se ve afectada tanto por factores genéticos y ambientales, y muchas interacciones entre éstos se han detectado, adicionalmente la producción de huevo en climas cálidos afecta de manera importante los parámetros productivos y particularmente el tamaño, peso, cascara y producción del huevo en un 20% por dos días de estrés y otro estudio en un periodo de 12 días de estrés causó una disminución de 28,8% (Tumova y Gous, 2012; Segura y Boada, 2010; Rozemboim, 2007; Lara y Rostagno, 2013).

El estrés calórico induce a un rápido incremento de la frecuencia respiratoria, tornándose más profunda y jadeante, obligando a las aves a extender sus alas, incrementando 2-3 veces el consumo de agua (Zambrano y Cedeño, 2013). El peso del huevo se encuentra determinado en gran parte por la genética del ave, la producción de huevo en climas cálidos afecta de manera importante los parámetros reproductivos y particularmente el tamaño y producción del huevo. Los efectos adversos de temperaturas altas en el desempeño de ponedoras han sido objeto e importantes estudios. El consumo de alimento, producción del huevo, peso del huevo y calidad de la cascara se disminuyen en aves con estrés calórico (Segura y Boada, 2010).

### **2.7.1. Peso y tamaño**

El peso del huevo disminuye con el aumento de la temperatura ambiental a un promedio de 0,4 g por cada °C de incremento a partir de los 25 °C, con HR de 80%, generándose huevos de menor tamaño y peso, fruto de la incapacidad de termorregulación de las hembras reproductivas, junto a la pérdida de agua, CO<sub>2</sub> y aumento de la cámara de aire del huevo, con

disminución irreversible de las Unidades Haugh (UH), (Van der Brand *et al.*, 2008).

Con temperaturas por encima de 15.5 °C, se presentan transformaciones de la albumina densa a líquida, este cambio posiblemente involucra al H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, uno de los componentes del sistema búfer del albumen, el cual es disociado en agua y CO<sub>2</sub>, los cuales incrementan las pérdidas de humedad, las pérdidas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), y conllevan a la alcalinización del huevo afectando su sabor y disminuyendo la viscosidad de la albúmina (Estrada *et al.*, 2010).

### **2.7.2. Cascarón**

A causa de la disminución del consumo de calcio por las aves, se ve afectada significativamente en la calidad de cascarón. Así mismo, las concentraciones de las proteínas de unión de calcio: D28k, D9k (calbindinas) aumentan en las células intestinales de las gallinas, disminuyendo las reservas medulares de calcio en el tejido óseo, de forma similar cuando se producen deficiencias de calcio en el animal (Rodríguez *et al.*, 2011).

La calidad del cascarón es mejor cuando las temperaturas son cíclicas y bajan en algún momento del día de los 25° C, en comparación cuando las altas temperaturas son constantes ya que se ha demostrado que el estrés térmico provoca jadeo y alcalosis respiratoria, incrementándose la frecuencia respiratoria, junto a la disminución del CO<sub>2</sub> en el torrente sanguíneo de la gallina, elevándose el pH en sangre, con la consiguiente pérdida de agua a nivel tisular (Ajakaiye *et al.*, 2010).

Aumentos en la TA (temperatura ambiente) inducen la liberación de ciertas hormonas del estrés como la Epinefrina, causando retrasos en la ovoposición y cese de la formación de la cutícula en la cáscara, formándose huevos pálidos o sin cáscara (Demirel *et al.*, 2009).

### **2.7.3 Yema y albúmina.**

La calidad de la yema está determinada por el color, la textura, firmeza y el olor, mientras que en la albúmina se relaciona con su consistencia, aspecto y las propiedades funcionales de la misma. Sin embargo, ambas dependen del consumo de alimento y los factores ambientales (Estrada *et al.*, 2010).

La disminución del consumo de pienso por estrés térmico, trae como consecuencia inmediata una menor ingesta de nutrientes, produciéndose un desequilibrio metabólico en el ave. Como resultado de este cambio, el albumen pierde parte de su consistencia y se facilita su posterior alteración, al mismo tiempo que la yema pierde coloración y, en casos extremos, su densidad (Franco-Jiménez *et al.*, 2007).

Períodos constantes de AT y humedad, originan la licuefacción de la albúmina, donde el vapor de agua del albumen se escapa a través de la cáscara, causando una pérdida irreversible del peso del huevo, así como, la contracción del contenido del huevo y aumento de la cámara de aire (Mashaly *et al.*, 2004).

Con temperaturas por encima de 15.5 °C, ocurren transformaciones de la albumina densa a líquida, este cambio posiblemente involucra al H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, como uno de los componentes del sistema búfer del albumen, el cual es disociado en H<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub>, incrementando las pérdidas de humedad y disminución de CO<sub>2</sub>, provocando la alcalinización del huevo, debido al aumento del pH, afectando su sabor y disminuyendo la viscosidad de la albúmina (Oliveira *et al.*, 2009).

## **2.8 Control de factores ambientales en las casetas avícolas**

### **2.8.1. Temperatura**

La temperatura ambiental es una de los factores más importantes que influyen la producción de calor, una vez que los animales se encuentran fuera de su zona termoneutral (12 a 24°C) las aves necesitan energía extra para mantener la temperatura corporal, (Salas, 2013). Las gallinas son animales homeotermos con capacidad para mantener constante la temperatura interna de forma bastante uniforme, dentro de ciertos límites de temperatura ambiente. La zona neutral térmica, es aquella temperatura ambiente donde la gallina lleva a cabo pequeños cambios en la producción calórica (Gudev *et al.*, 2011).

Debemos entender que fisiológicamente, el ave responde al estímulo ambiental, utilizando el alimento para esta respuesta. El mal manejo de la temperatura afecta directamente al ave en su respuesta productiva de peso, alta mortalidad, mala uniformidad y mayor costo por lo que se recomienda ir descendiendo la temperatura conforme el ave vaya creciendo (López-Ojeda, 2012).

Durante los primeros días de vida de todas las aves de corral es necesario proveerles ambientes con temperaturas uniformes de entre 30 y 33°C, pues los pollos hasta el 5º o 6º día son poiquilotermos. Las aves consiguen producir y controlar la temperatura fisiológica normal alrededor del 5º día de vida. Durante la primera semana es más importante la temperatura de la cama que la del aire. Se recomienda tener una temperatura uniforme en la cama de 33°C de medio el primer día y reducirla gradualmente hasta 27-28°C al séptimo día buena temperatura del aire sin usar temperaturas muy elevadas (menos de 30°C) cuando los pollitos ya están en la nave (Oviedo – Rondón, 2014).

La termorregulación funciona a partir de la edad de 8-10 días y permite una producción de calor o termogénesis igual a las pérdidas de calor o termólisis. Cuando van más allá de su zona de confort térmico, (de 15 a 25°C, después de la edad de 3 semanas), para luchar contra el calor, el organismo aumenta su termólisis y disminuye su termogénesis (Requena *et al.*, 2006).

Un ave expuesta a temperaturas ambientales internas del galpón sobre 27°C y 30 las aves son cada vez incapaces de afrontar una situación de baja humedad y ocurrir la evaporación (Alfaro *et al.*, 2001).

CUADRO 2: Temperatura deseable a nivel del ave dependiendo a su edad.

EDAD	Temperatura ° C
Día 1 – 2	35 - 36
Día 3 – 4	33 - 34
Día 5 – 7	31 – 32
Semana 2	28 - 29
Semana 3	26 – 27
Semana 4	22 – 24
Desde la semana 5	18 - 20

(Hy-line 2009-2011)

### 2.8.2. Humedad

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

embargo este es un factor que influye en el consumo de alimento (Quishpe-Sandoval, 2006).

Las excretas son la principal fuente de humedad dentro de la caseta, ya que contienen entre 65 y 80 % de agua. El exceso de humedad dentro de la caseta se debe a camas mojadas y apelmazadas, incremento de la producción de amoníaco y disminución o Supresión del jadeo en las aves (Gallardo, 2010).

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

CUADRO 3: Humedad relativa deseable de acuerdo a la edad de las aves.

<b>Edad – Días</b>	<b>Humedad Relativa</b>
<b>0</b>	<b>30-50%</b>
<b>7</b>	<b>40-60%</b>
<b>14</b>	<b>50-60%</b>
<b>21</b>	<b>50-60%</b>
<b>28</b>	<b>50-65%</b>
<b>35</b>	<b>50-70%</b>
<b>42</b>	<b>50-70%</b>
<b>46</b>	<b>50-70%</b>
<b>56</b>	<b>50-70%</b>

(Allauca y Carrillo, 2012).

### 2.8.3. Ventilación

La ventilación significa introducir aire exterior adentro del galpón y sacar el aire que está dentro del galpón al exterior. Una ventilación adecuada significa remover la cantidad correcta de aire en el momento preciso y de manera tal que modifique la temperatura, la humedad y otras variables ambientales, a valores óptimos para el desarrollo de las aves (De Basilio, 2008).

La calidad del aire es un factor crítico durante el periodo de crianza se requiere usar la ventilación durante el periodo de crianza para mantener la temperatura y la humedad relativa a los niveles correctos, permitiendo suficiente recambio del aire para impedir la acumulación de gases nocivos como monóxido de carbono, bióxido de carbono y amoníaco las concentraciones de amoníaco superiores a 20 ppm pueden perturbar en el comportamiento de las aves y causar irritación de las vías respiratorias (López-Ojeda, 2012; Pereira *et al.*, 2008 ).

Tener control sobre la ventilación favorece la disminución de calor, pues la ausencia de glándulas sudoríparas dificulta la termorregulación cuando las temperaturas son muy elevadas. Una ventilación eficaz es aquella en la cual se logre tener controlada la temperatura y la humedad fundamentalmente, teniendo como segundo objetivo suministrar el suficiente aire fresco y evacuar los gases nocivos (Sangalli, 2013).

CUADRO 4: Requerimientos mínimos de calidad de aire.

<b>O<sub>2</sub></b>	<b>&gt;</b>	<b>20 %</b>
<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>&lt;</b>	<b>0,3 %</b>
<b>CO</b>	<b>&lt;</b>	<b>40 ppm</b>
<b>NH<sub>3</sub></b>	<b>&lt;</b>	<b>20 ppm</b>

(Lohmann Brown-Classic, 2013).

CUADRO 5: Efectos del amoniaco en el aire de un galpón.

Niveles de amoniaco (p.p.m.)	Signos.
5	Se detecta por el olfato.
10-15	Lo detecta fácilmente el avicultor por el olor.
20	Las aves comienzan a sentirse molestas.
20-25	Máximo tolerable para la aves durante largos periodos.
25-40	Máximo tolerable por las aves aun en cortos periodos
50	Los ojos del hombre y de las aves pican y se inflaman.
80	Se reduce algo el consumo de pienso y el crecimiento.
100	Se reduce drásticamente el ritmo respiratorio, el consumo, el crecimiento y la puesta, aunque esta última solo si la exposición es superior a unos dos meses.
200	Se reduce fuertemente la puesta, aun con una exposición de 2 semanas.
500	Dosis letal.

(Quintana, 1999).

## 2.9. Efectos del ambiente sobre la producción

Durante el verano, la mayor parte del año en las regiones del trópico, las condiciones climáticas causan fuerte reducción en los rendimientos de las gallinas de postura y en muchos casos alta mortalidad. Los factores climáticos, como temperaturas máximas y mínima y humedad relativa, son importantes en los sistemas de producción (Ortiz *et al.*, 2006).

El estrés por calor, influye sobre el comportamiento productivo y reproductivo de las gallinas ponedoras disminuyendo la producción y calidad del huevo, así como la ingesta voluntaria de alimento disminuye, el animal no posee los requerimientos energéticos y minerales necesarios para la producción de huevo, siendo afectado en primera instancia la tasa de postura, peso del huevo y calidad de la cáscara, con disturbios neurorrespiratorios, pérdida del equilibrio ácido-básico en sangre por hipoxia crónica, eliminación excesiva de CO<sub>2</sub> e hiperventilación (Kisboa, 2013; Aldrigui *et al.*, 2013; Felver- Gant *et al.*, 2012).

En condiciones de olas de calor relatan que después que las aves sean expuestas por dos días al estrés térmico, hay una disminución en el peso del huevo y un decrecimiento de 20% en la producción (Rozenboim *et al.*, 2007).

Las gallinas de postura disminuyen el consumo de alimento a razón de 1.5% (aproximadamente de 1 a 1.5 g/día) por cada incremento de 1°C entre 10°C y 35°C, y para cada aumento 1°C de temperatura entre 32°C y 38°C, la reducción es de aproximadamente 4,6%. Las consecuencias del estrés calórico, básicamente en una reducción en el aprovechamiento y metabolismo de nutrimentos especialmente aminoácidos como son (L-lisina HCl, DL-Metionina, L-Treonina y L-Triptofano), vitaminas y ácidos grasos, se

inhibe la calcificación ósea, reducción de postura y peso del huevo (Ortiz, 2006; Song *et al.*, 2012; Fuente-Martínez 2012).

Una exposición prolongada bajo el estrés calórico implica en las aves una falta de energía por el gasto elevado para el mantenimiento debido a la gran demanda energética, que implican los mecanismos de enfriamiento en el ave especialmente en el jadeo. Motivo por el cual hay una reducción del consumo de alimento y como consecuencia incide negativamente sobre la producción de huevos y el tamaño del huevo (Requena, 2006; Ortiz, 2006; Mack *et al.*, 2013).

## **2.10. Efectos detrimentales en el ave ocasionados por estrés calórico**

### **2.10.1. Alcalosis respiratoria.**

Las aves en situación de estrés calórico aumentan la frecuencia respiratoria para restablecer la temperatura corporal interna. El jadeo de las aves puede inducir a alcalosis respiratoria, que es la elevación del pH de los líquidos corporales debido a la eliminación excesiva de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), (Aldrigui *et al.*, 2013; Anderson *et al.*, 2004).

A partir de 28-29°C, el jadeo o la hiperventilación aparecen. La hiperventilación aumenta la frecuencia sin alterar el volumen respiratorio y permite un aumento del volumen de aire inspirado y circulante. Sin embargo, arrastra una reducción de la presión parcial de CO<sub>2</sub> y un aumento del pH sanguíneo. La disminución de la concentración de los iones H<sup>+</sup> provoca un desequilibrio ácido/base denominado alcalosis respiratoria o perturba el funcionamiento de las células excitables, en particular cardíacas y nerviosas, lo que tiene por resultado limitar el crecimiento (Requena *et al.*, 2006).

Durante el jadeo es posible que la respiración elimine el CO<sub>2</sub> más rápido de lo que se produce porque la frecuencia respiratoria aumenta como resultado de la termorregulación en lugar de solo asociarse con las necesidades metabólicas. Si se elimina más CO<sub>2</sub> mediante la respiración que lo que se produce, la concentración sanguínea de CO<sub>2</sub> se reducirá y esto determinará el desvío a la izquierda de las siguientes reacciones. En consecuencia, la concentración de H<sup>+</sup> en la sangre disminuye y el pH de la sangre aumenta. Este exceso de alcalinidad puede ejercer efectos perjudiciales importantes porque muchas enzimas y procesos celulares son sensibles al pH en forma aguda (Plazas y Peñuela, 2012).

### **2.11. Métodos para mitigar los efectos adversos sobre el estrés calórico**

Los investigadores han tratado de mitigar el efecto del estrés por calor al cambiar el medio ambiente y las dietas de gallinas ponedoras. Aunque el enfoque del medio ambiente a través de la modificación de la vivienda es la mejor opción para un rendimiento óptimo, sin embargo es altamente intensiva en capital, con lo que la estrategia nutricional es una alternativa viable (Daghir, 2009).

- Estrategias nutricionales.
- Estrategia en el manejo de la alimentación.

El consumo de alimento disminuye durante el estrés calórico en gallinas de postura, y como consecuencia incide negativamente sobre la producción y el tamaño de huevo, siendo éste un factor que principalmente está influenciado por las condiciones climáticas y reguladas por procesos metabólicos que

incluyen los energéticos, proteínicos y aminoácidos como son lisina, metionina, treonina y triptófano (Ortiz, 2006; Fuente-Martínez *et al.*, 2012).

### **2.11.1. Manipulación de nutrientes**

Se ha logrado mejorar el comportamiento productivo al incrementar la densidad energética de la dieta con la incorporación de grasa. Si se mejora el nivel de energía la solución no es incrementar el de proteína, la experiencia de varios autores recomienda reducir al mínimo los niveles totales de proteína cruda e incrementar los niveles de aminoácidos, preferiblemente lisina y metionina, mediante la suplementación de estos en forma sintética y con incrementos de 5 a 10% ( De Basilio, 2008).

La utilización del Zinc (Zn) y piridoxina en la conversión del alimento y la producción de huevos se mejoraron cuando ambos Zn (30 mg / kg) y piridoxina (8 mg / kg) fueron suplementados para las gallinas ponedoras. Informaron que la cáscara de huevo también se incrementaron los pesos y unidades Haugh cuando ambos piridoxina y Zn se complementaron (Kucuk *et al.*, 2008).

### **2.11.2. Manejo de la alimentación**

La restricción del alimento en las horas más calurosas del día, obliga al ave a consumir el alimento en las horas más frescas del día y a minimizar la producción de calor en las horas de mayor temperatura ambiental (De Basilio, 2008).

Una buena estrategia para tomar una carga de calor innecesario de las aves es dejar de alimentar 8 horas antes de la hora prevista de temperatura máxima. Un tercio de la ración de alimento diaria se debe dar en la mañana y dos tercios en la tarde. Un adicional ventaja es la disponibilidad de calcio en el sistema digestivo durante la formación de la cáscara en la noche y en

horas de la madrugada. Además, mejorará la calidad de la cáscara y evitar que las aves desde el agotamiento de calcio de los huesos (Holik, 2009).

### **2.11.3. Consumo de agua**

El consumo de agua es muy importante como un mecanismo de enfriamiento para las aves. Aumentan su ingesta como la temperatura aumenta debido al aumento de enfriamiento por evaporación jadeo (Gingerich, 2012).

Temperaturas ambientales altas aumentarán la ingesta de agua. Pollos beben cuatro veces más a 38 ° C, en comparación con 21 ° C. La estimulación de la ingesta de agua puede beneficiar al ave, al facilitar el mecanismo de evaporación, que ayuda a la refrigeración. Así, el agua está involucrada en muchos aspectos del metabolismo de las aves de, incluyendo el control de la temperatura corporal, los procesos de digestión, absorción de alimentación y transporte de nutrientes. Por lo tanto, el agua fresca de buena calidad debe ser suministrado en todo momento. La adición de 5% de KCl ha mostrado un aumento significativo de la ingesta de agua (Syafwan *et al.*, 2011; Holik, 2009).

### **2.11.4. Aporte de vitaminas durante el estrés calórico**

La vitamina C es una vitamina soluble en agua que el cuerpo necesita para mantener las funciones metabólicas normales. La vitamina C y la vitamina E se usan en la dieta de aves postura debido a sus propiedades anti-oxidantes en la neutralización de los radicales libres generados durante el estrés por calor (Lesson, 2001; Ramnath *et al.*, 2008).

Aunque las aves de son sintetizadores renales de la vitamina C, pero su cantidad es insuficiente durante el estrés por calor como resultado del aumento de la tasa de uso en la lucha contra los radicales libres generados de esta manera. Por otro lado la vitamina E se ha informado en la

participación del suministro de los precursores de huevo en el plasma, mientras que al mismo tiempo disminuir la concentración de ACTH en suero (Sahin *et al.*, 2002).

La vitamina C se conoce para disminuir el uso de corticosteroides lanzado durante el estrés, jugando así un papel importante en la respuesta al estrés. Suplementación dietética simple o combinado con vitamina C y la vitamina E de las gallinas ponedoras expuestos al estrés por calor en este estudio tiene significativamente mejorado los parámetros de calidad de huevo del peso del huevo, el peso del cascarón, la albúmina y el peso de la yema. La adición de vitamina E solos a la dieta que parecía ser más benéfica para gallinas ponedoras durante el estrés por calor, probablemente debido a su función concurrente como un factor de fertilidad (Sahin *et al.*, 2003; Ajakaiye *et al.*, 2011).

En un estudio que se realizó con la suplementación dietética de 125 mg de vitamina E más 200 mg de vitamina C / kg de dieta tuvieron efectos positivos se evidenciaron por los aumentos de rendimiento en el crecimiento, la producción de huevos y la mejora de las cualidades de huevo de las gallinas ponedoras durante el estrés por calor. Además, la suplementación con vitamina tanto E y la vitamina C es el tratamiento más eficaz probablemente porque estos dos compuestos anti-oxidantes actúan en sinergia durante la inactivación especies reactivas de oxígeno (Ciftci *et al.*, 2005; Ajakaiye *et al.*, 2011).

#### **2.11.5. Proteína**

Los niveles de proteína deben ser aumentados o disminuidos en las dietas para reducir al mínimo el estrés por calor y mantener producción ha sido estudiado con resultados diferentes. Parece ser que la clave para una buena nutrición es centrarse en la ingesta diaria de aminoácidos esenciales, mientras que la reducción de la proteína total digestible dentro de las limitaciones de las materias primas disponibles, (Holik, 2009).

## 2.12. Diseño de las instalaciones en aves de postura para el control de estrés calórico

Las construcciones sin embargo son muy importantes, ya que las aves deben tener un ambiente adecuado que les permita expresar su máxima capacidad genética y productiva, sin un gasto excesivo de energía en funciones de termorregulación corporal, (Sangalli, 2013).

### 2.12.1. Orientación.

La mejor orientación para toda clase de galpones, es aquella que su eje longitudinal siga la dirección del sol en climas cálidos (mayor número de horas de sombra) y que transversal al sol en climas frío (mayor número de horas de sol). Los galpones en climas cálidos deben orientarse en dirección este - oeste, para evitar la incidencia directa del sol sobre las aves en los meses cálidos. La distancia entre una caseta y otra deberá ser de 10 a 15 m, dependiendo del terreno, (Centro de estudios agropecuarios).

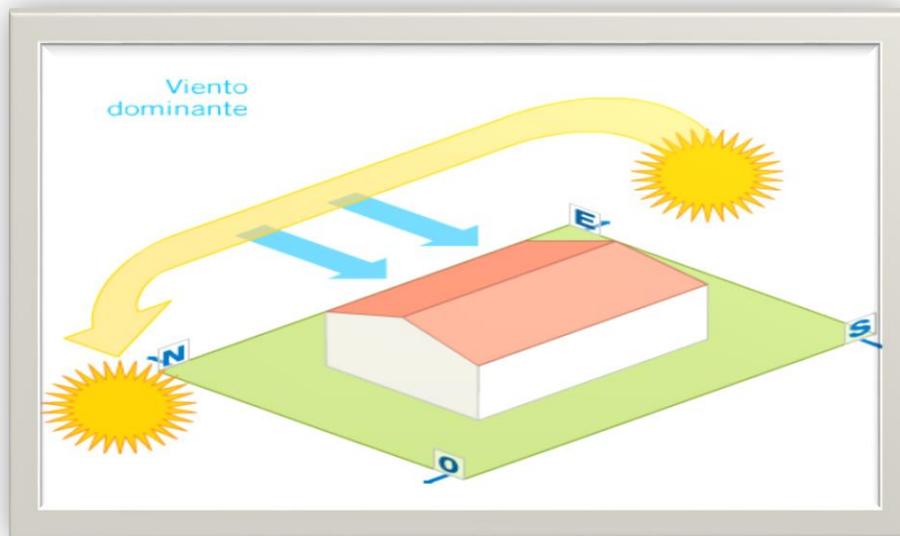


Figura 4: Orientación del galpón en climas cálidos (este-oeste)

### **2.12.2. Altura y ancho de los galpones**

**Ancho:** de 10 a 15 m dependiendo del clima de la región y de la tecnología. (Casetas de ambiente natural o de ambiente controlado).

**Alto:** de 2.2 a 3 m, en su parte más baja, en clima caluroso puede ser mayor la altura de la caseta, ya que el incremento en la altura de la caseta favorece la dispersión de calor. Casetas con jaulas de tres o más niveles, requieren de mayor altura de tal forma que deba existir alrededor de un metro entre el nivel más alto y el techo (SAGARPA, 2009).

**Largo:** depende de la producción que se quiera alcanzar, en general se observan casetas de 100 m. de largo.

**Pisos:** deber ser de concreto o similar que permita la completa remoción del excremento (gallinaza).

**Paredes y Techos:** pueden ser de concreto, asbesto, tabique, block o acero recubiertos por un material aislante (poliuretano expandido o espuma de poliuretano, también pueden ser planchas de polietileno). En casetas abiertas se recomienda el blanqueado de techos y paredes para disminuir la absorción de calor (9 Kg. de cal hidratada en 19 L de agua), (SAGARPA, 2009).

### **2.13. Control ambiental en las casetas avícolas**

En los galpones modernos para aves en recría se requiere de una apropiada calidad del aire, para así mantener la salud y productividad de las aves. El objetivo de la ventilación es renovar el aire de las naves, disminuir la humedad y el polvo y expulsar los gases nocivos como amoniaco y otros compuestos orgánicos que irritan las mucosas y causan malos olores. Sin

embargo, durante el verano, o en regiones calurosas, al aumentar la velocidad del aire también puede disminuirse (Oviedo-Rondón, 2014).

Los pollitos son más susceptibles a una mala calidad de aire que los pollos de más edad. Por consiguiente, niveles de amoníaco que producen un efecto limitado en un lote de siete semanas de edad pueden reducir el peso corporal de los pollitos de una semana en un 20%. Los niveles de amoníaco deben mantenerse todo el tiempo bajo 10 ppm (partes por millón), (Allauca y Carrillo, 2012).

### **2.13.1. Objetivos de la ventilación.**

- Crear las condiciones ambientales para que el ave cumpla con su desarrollo genético.
- Minimizar el frado de ascitis por falta de oxigenación.
- Reducir el problema de estrés calórico por medio de velocidad de aire provocando sensación.
- Incrementar el número de aves por metro cuadrado, (XIII Jornadas Medico Avícolas, 2007).

Tipos de ventilación.

- Ventilación natural por cortinas
- Ventilación por presión negativa
- Ventilación positiva.
- Ventilación por recirculación del aire.

### **2.13.2. Ventilación natural**

La ventilación natural depende de abrir la nave 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 nave y a todo lo largo de ella.

Esto se logra con frecuencia bajando (o elevando) las cortinas laterales, aleros o puertas. Lo más común es que los galpones de este tipo tengan cortinas laterales (Aviagen, 2009).

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. El hecho de abrir las cortinas permite que ingrese a la nave un gran volumen de aire del exterior, igualando las condiciones internas con las externas. La ventilación a base de cortinas es ideal sólo cuando la temperatura externa se asemeja al objetivo de temperatura de la nave. La tasa de recambio de aire depende de los vientos de afuera. En los días cálidos o muy cálidos con poco viento, se pueden utilizar ventiladores de circulación para proporcionar a las aves un cierto efecto de enfriamiento por viento. Se pueden emplear aspersores o nebulizadores con los ventiladores de circulación, para agregar un segundo nivel de enfriamiento (Aviagen, 2009).



Figura 5: Ventilación natural con cortinas (Aviagen 2009).

### 2.13.3. Ventilación por presión negativa

La mayoría de los galpones de ambiente controlado modernos utilizan ventilación por presión negativa. Esto quiere decir que los ventiladores extraen el aire del galpón y el aire fresco ingresa a través de entradas de aire. A este sistema se le llama ventilación por presión negativa porque funciona creando un vacío parcial dentro de la edificación (Aviagen, 2013).

Cuando se crea una presión negativa (cuando se saca el aire interno hacia afuera del galpón), el aire fresco exterior ingresa de forma pareja a través de todas las entradas de la edificación. A medida que aumenta la presión negativa, aumenta también la velocidad del aire que está entrando al galpón. De esta forma, se puede usar la presión para controlar la velocidad del aire que entra y qué tan lejos debe viajar éste uniformemente en la edificación antes de que empiece a moverse hacia el nivel del piso (Aviagen, 2013).

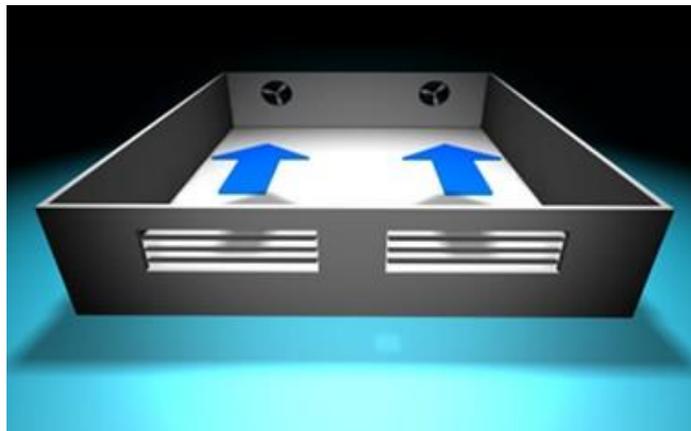


Figura 6: Ventilacion por presion negativa.

### 2.13.4. Ventilación positiva

Otro tipo de ventilación es el denominado ventilación por presión positiva donde los ventiladores empujan aire del exterior hacia el interior del galpón

(efecto de inflar el galpón). Los sistemas de presión positiva son utilizados normalmente con tiempo frío, estando equipado el galpón con ventilación por cortinas para el tiempo de calor. El sistema necesita de ventiladores instalados en una de las paredes laterales del galpón para la emisión de aire, colocando un quemador circular frente a la hélice, de modo que cuando el aire entra se calienta. Para que el sistema funcione correctamente es necesario colocar recirculadores de aire internos dirigidos hacia las aberturas de escape en los extremos del galpón (Fuertes, 2013).

El flujo de aire producido por un sistema de presión positiva es menos uniforme y regular que los que producen los sistemas de presión negativa. Este tipo de sistemas de ventilación se usa en zonas que son muy frías (Fuertes, 2013).

#### **2.13.5. Ventilación por recirculación de aire**

En épocas de calor, este tipo de ventilación es el más empleado en las casetas convencionales, consistente en ventiladores de movimiento de aire de caudal medio (aproximadamente 1 m. de diámetro), los cuales pueden estar dispuestos de muchas formas, en la parte central a lo largo del galpón, en un lateral o intercalados dentro de la caseta. Dicho sistema produce una alta velocidad de aire en una distancia cercana al ventilador pero rápidamente disminuye conforme nos vamos separando de él, por lo cual genera un confort adecuado en la zona más cercana al ventilador. Esta forma de ventilación es solamente válida para estaciones calurosas. En ningún caso se utiliza para hacer ventilaciones mínimas de invierno (Pedraja, 2011).

#### **2.13.6. Ventilación mínima**

El propósito del sistema de ventilación mínima es introducir justamente la cantidad suficiente de aire fresco para sacar el exceso de humedad y los

vapores de amoníaco durante las condiciones de clima frío y/o cuando las aves están muy pequeñas, pero lográndolo sin enfriarlas (Aviagen, 2005)

La ventilación está regulada por un reloj, su propósito es mantener el aire de buena calidad y eliminar el exceso de humedad durante el clima frío. Muchos galpones de postura no cuentan con entradas de aire en las paredes laterales para ventilación en clima frío, pero en su lugar tratan de abrir ligeramente las cortinas o rasgarlas para usarlas como entradas de aire, pero el resultado es muy deficiente y no se logra dirigir el aire correctamente dentro de la nave. Se recomienda que los galpones estén equipados con entradas de aire perimetrales en las paredes laterales para operación en clima frío (Aviagen, 2005).

#### Descripción.

- Son los mínimos requerimientos de aire necesarios para mantener las aves en buenas condiciones ambientales sin bajar la temperatura.
- Retirando los gases como amoníaco, monóxido de carbono, bióxido de carbono e introduciendo aire fresco.
- Esta ventilación se debe usar durante toda la vida de las aves (XIII Jornadas Médico Avícolas, 2007).

### III. CONCLUSIONES

El estrés por calor es uno de los factores de estrés ambientales más importantes que desafían la producción avícola en todo el mundo.

Tal como se presenta en esta revisión, sobre los efectos del estrés por calor en la productividad de gallinas ponedoras, una exposición prolongada a una temperatura alta implica en las aves la caída del consumo de alimento y por lo tanto una baja en la producción y calidad de huevos e inclusive hasta la muerte en las aves.

El estudio que se realizó se encontró que la retirada del alimento y oscurecimiento, particularmente oscurecimiento, a altas temperaturas durante los meses de verano ofrecen una buena práctica de gestión para reducir la depresión relacionada con el estrés por calor en el consumo de alimento y la producción de huevos en gallinas ponedoras.

El estrés calórico en aves de postura generalmente no tienen ningún efecto significativo sobre la digestibilidad de aminoácidos excepto por su digestibilidad de lisina. La digestibilidad de histidina era más alta durante el período de estrés por calor que durante los períodos iniciales y recuperación termo neutrales, mientras que la digestibilidad de la lisina fue mayor durante el período de estrés por calor que durante el período inicial de temperatura neutra.

Los datos proporcionan evidencia de que la selección genética es una estrategia para reducir la respuesta del estrés calórico en las gallinas ponedoras. Los resultados proporcionan ideas para la realización de futuros estudios para desarrollar cepas resistentes al calor para mejorar el bienestar de gallina, especialmente en las condiciones comerciales actuales.

Finalmente, es importante mencionar que las estrategias de intervención para hacer frente a condiciones de estrés térmico, que se aplican diferentes

enfoques, incluyendo el control del medio ambiente (por ejemplo, diseño de instalaciones, la ventilación, la aspersión, sombras), la manipulación nutricional, así como inclusión de aditivos en la dieta (por ejemplo, antioxidantes, vitaminas, minerales y la suplementación de agua con electrolitos). Sin embargo, la eficacia de la mayoría de las intervenciones ha sido variable o inconsistente.

Las condiciones ambientales juegan un papel importante en el bienestar, salud, rendimiento, en las aves de postura. Es fundamental garantizar la temperatura adecuada de acuerdo al desarrollo de las aves de postura.

#### IV. LITERATURA CITADA

1.- Ajakaiye, J. J., Pérez, B. A., Cuesta, M.M., García-Día, J.R., Mollinea-Trujillo, A. 2010. Effect of heat stress on some plasma electrolytes of layer hens reared during summer in hot-humid climate and administered with vitamins C and E. *J. Agr. Sci.* 44:401-407.

2.- Ajakaiye, J. J., Pérez, B. A., Mollineda T. A. 2011. Effects of high temperature on production in layer chickens supplemented with vitamins C and E. *Revista M.V.Z. Córdoba.*16:2283-2291.

3.- Ajakaiye, J. J., Pérez, B. A., Mollineda, T. A. 2011. Impact of heat stress on egg quality in layer hens supplemented with impact of heat stress on egg quality in layer hens supplemented with l-ascorbic acid and dl-tocopherol acetate. *Veterinarski Arhiv.*81:119-132.

3.- Aldrigui, L. G., Filardi, R. S., Tedeschi, L., García-neto, M., Neves F. A., Domínguez, R. M. 2013. Influencia del balance electrolítico y la relación electrolítica en la productividad de las gallinas ponedoras. 50 Congreso Científico de Agricultura. Brasil.

4.- Alfaro, J. C., Menocal, J. A., González, E. A. 2001. Sistema de producción animal I. Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Cap. VIII, Vol. 2, pp. 1-10.

5.-Alfaro-Camacho, J. C., Banda, A., Esquivel, Juárez, M. A., Guzmán, R. M. 1999. Sistema de producción animal II. Vol.1, Cap. III, pp.17-25. ISBN: 968-36-7443-7.

- 6.- Allauca, J. A., Carrillo, M. V. 2012. Automatización de un galpón de pollos de la avícola “reina del cisne” para evitar los cambios bruscos de temperatura y humedad relativa en el ambiente. Tesis Doctorado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.
- 7.- Anderson, H. W. 2004. Fisiología animal. Editorial Médica Panamericana. Cap. 8, pp. 221-276.
- 8.- Aviagen. 2005. Manual. Manejo Ambiental En el Galpón de Desarrollo de las Reproductoras Pesadas.
- 9.- Aviagen. 2009. Manual. Manejo del Ambiente en el Galpón.
- 10.- Aviagen. 2013. Manual. De manejo de la reproductora Ross.
- 11.- Banda, C. A. 2005. Humedad en las casetas de pollo de engorda. En: Serrano A. R. C., Hernández V. X. (Eds). Sistema de producción animal I. Vol. 1. Aves. 2ª ed. División Sistema Universidad Abierta y Educación a Distancia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. p. 53-64.
- 12.- Barbosa-Filho, J. A. D., Silva, M., Silva I. J. O., Coelho, A. A. D. 2006. Egg Quality in Layers Housed in Different Production Systems and Submitted to Two Environmental Conditions. Poult. Sci. 8:23 – 28.
- 13.- Cárdenas-Poveda, D. C. 2012. Efectos del estrés agudo sobre los niveles sistémicos de corticosterona y la memoria de la omisión de recompensa en tareas espaciales y no espaciales. Tesis Maestría. Universidad Nacional de Colombia.

- 14.- Castellón, V. E., Duran, C. A., Escalada, C. G., Farré, M. A., Fernández, P. A. 2013. Influencia de los distintos sistemas de producción sobre el bienestar de las gallinas ponedoras. Curso Académico. Facultad de Veterinaria-Universidad Autónoma de Barcelona. 18 de enero.
- 15.- Centro de estudios agropecuarios. Gallinas de postura. Grupo editorial Iberoamericana. Cap. 2, pp. 21-30. ISBN 970-625-254-1
- 16.- Chacón, T., Comerma-Steffensen, S., Colina, Y., Rojas, J., Rossini, M., Zerpa H., Oliveros H., Farfán C., De Basilio V. 2010. Frecuencia cardíaca como indicador de estrés calórico en pollos de engorde. *Zootec. Trop.* 28:93-100.
- 17.- Ciftci, M., Nihat-Ertas., O., Güler, T. 2005. Effects of vitamin E and vitamin C dietary supplementation on egg production and egg quality of laying hens exposed to a chronic heat stress. *Revue. Méd. Vét.* 156:107-111.
- 18.- Daghir, N. J. 2009. Nutritional strategies to reduce heat stress in broilers and broiler breeders. *Lohmann information.* Vol. 44:6-15.
- 19.- De Basilio, V. 2008. Alternativas nutricionales para resolver los problemas de estrés calórico en pollos de engorde. XIV Congreso Venezolano de Producción e Industrial Animal. pp. 156-185.
- 20.- Demirel, S., Kırıkçı, K. 2009. Effect of different egg storage times on some egg quality characteristics and hatchability of pheasants (*Phasianus colchicus*) 1. *Poult. Sci.* 88:440-444.
- 21.- Díaz, L. E. A. 2012. Efectos del estrés calórico en el piedemonte amazónico colombiano sobre algunos parámetros fisiológicos y zootécnicos

en dos estirpes de pollo de engorde. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Colombia.

22.- Engelhardt, W. V., Breves, G. 2002. Fisiología veterinaria. Editorial Acribia. Cap.21, pp. 495-510.

23.- Estrada, M. M, Galeno, L. F. Herrera, M. R., Restrepo, L.T. 2010. Efecto de la temperatura y el volteo durante el almacenamiento sobre la calidad del huevo comercial. *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.* 23:183-190.

24.- Estrada, M. M., Márquez, M. S. 2005. Interacción de los factores ambientales con la respuesta del comportamiento productivo en pollos de engorde. *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.* 18: 246-257.

25.- Feizil, A., Shahbazi, M., Taifebagerlu, J., Haghigat, A. 2012. Effect of heat stress (hs) on production of Hy-line layers. *J. Biol. Sci.* 7:206-208.

26.- Felver-Gant, J. N., Mack, L. A., Dennis, R. L., Eicher, S. D., Cheng, H. W. 2012. Genetic variations alter physiological responses following heat stress in 2 strains of laying hens. *Poult. Sci.* 91:1542-1551.

27.- Franco-Jimenez, D.J., Beck, M.M. 2007. Physiological Changes to Transient Exposure to Heat Stress Observed in Laying Hens. *Poult. Sci.* 86:538-544.

28.- Fuente-Martínez, B., Mendoza-Martínez, G.D., Arce-Menocal, J., López-Coello, C., Ávila-González, E. 2012. Performance of laying hens on diets with different levels of protein. *Arch. Med. Vet.* 44:67-74.

- 29.- Fuertes, D. L. 2013. Control Ambiental en Galpones de Pollos. [www.engormix.com](http://www.engormix.com).
- 30.- Gallardo, B. I. 2010. Temperatura ambiental y restricción alimenticia en parámetros productivos y características de la canal en pollos de engorda en clima cálido. Tesis Licenciatura. Universidad del Papaloapan. Oaxaca, México.
- 31.- Gingerich, B. E. 2012. Minimizing the effects of summer heat on egg laying flocks. *Nutrition-Line*. p. 1-4.
32. - Gudev, D., Popova-Ralchev, S., Yanchev, I., Moneva, P., Petkov, E., Ignatova, M. 2011. Effect of betaine on egg performance and some blood constituents in laying hens reared indoor under natural summer temperatures and varying levels of air ammonia. *J. Agr. Sci.* 17:859-866.
- 33.- Havlicek, Z., Slama, P. 2011. Effect of heat stress on biochemical parameters of hens. *Proceedings of Ecopole. Physiology and Genetics, Mendel University in Brno, Zemedelska.* 5:57-60.
- 34.- Holik, T. V. 2009. Management of laying hens to minimize heat stress. *Lohmann Information.* 44:16-29.
- 35.- Hy-line. 2009-2011. Manual. guía de manejo comercial
- 36.- Jinez, M. T., Sánchez, R. E., Posadas, H. E., Ávila, G. E. 2007. Efecto del ruido en la gallina de postura sobre los parámetros productivos. *Memorias del XXXII Convención Nacional de la Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas, Acapulco Guerrero.*

- 37.- Kisboa, J. L. C. 2013. Efecto del estrés calórico sobre la fisiología y calidad del huevo en gallinas ponedoras. *REDVET*.14:1-15.
- 38.- Koelkebeck, K. W., Parsons, C. M., Wang, X. 1998. Effect of acute heat stress on amino acid digestibility in laying hens. *Poult. Sci.* 77:1393–1396.
- 39.-Kucuk, O., Kahraman, A., Kurt, I., Yildiz, N., Onmaz, A. C. 2008. A combination of zinc and pyridoxine supplementation to the diet of laying hens improves performance and egg quality. *Biol. Trace Elem. Res.* 126:165–175.
- 40.- Lara, L. J., Rostagno, M. H. 2013. Impact of Heat Stress on Poultry Production. *J. Anim.* 3:356-369.
- 41.- Lesson, S. O. (2001). feeding programmes for laying hens. American soybean association. *Technical bulletin.* 49:1-34.
- 42.- Lin, H., De Vos, D., Decuyper, E., Buyse, J., 2008. Dynamic changes in parameters of redox balance after mild heat stress in aged laying hens (*Gallus gallus domesticus*).*Pub. Med.* 147:30-35.
- 43.- Lohmann Brown-Classic. 2013. Manual. Guía de manejo de sistema de jaula.
- 44.- López-Ojeda, S. D. 2012. Síndrome ascítico en la crianza de pollos broilers. Tesis Licenciatura. Facultad de ciencias pecuarias. Ecuador.
- 45.- Luger, D., Shinder, D., Wolfenson, D., Yahav, S. 2003. Erythropoiesis regulation during the development of ascites syndrome in broiler chickens: A possible role of corticosterone. *J. Anim. Sci.* 81:784-790.

- 46.- Mack, L. A., Felver-Gant, J. N., Dennis, R. L., Cheng, H. W. 2013. Genetic variations alter production and behavioral responses following heat stress in 2 strains of laying hens. *Poult. Sci.* 92:285–294.
- 47.- Mashaly, M. M., Hendricks, G. L., Kalama, M. A., Gehad, A. E., Abbas, A. O., Patterson, P. H. 2004. Effect of Heat Stress on Production Parameters and Immune Responses of Commercial Laying Hens. *Poult. Sci.* 83:889–894.
- 48.- Melesse, A., Maak, S., Pingel, H., Lengerken, G. V. 2013. Assessing the Thermo-Tolerance Potentials of Five Commercial Layer Chicken Genotypes Under Long-Term Heat Stress Environment as Measured by Their Performance Traits. *J. Anim. Prod. Adv.* 3:254-264.
- 49.- Mertens, K., Vaesen, I., Loffel, J., Kemps, B., Kamers, B., Perianu, C., Zoons, J., Darius, P., Decuypere, E., De Baerdemaeker, J., Ketelaere, B. 2010. The transmission color value: A novel egg quality measure for recording shell color used for monitoring the stress and health status of a brown layer flock. *Poult. Sci.* 89:609-617.
- 50.- Morales, E., Figueroa, J. M., Montaña, S., Pérez, A., Pablo, E. Prado, O. 2009 .Densidad de la sangre en pollos de engorda con y sin síndrome ascítico. Artículo de investigación. Departamento de producción agrícola y animal. UAM-Xochimilco.10:66-73.
- 51.- Nazar, F.N., Marín, R.H. 2011. Efecto del estrés y del enriquecimiento ambiental temprano sobre parámetros de inmunidad celular de codornices japonesas juveniles. *Revista Argentina de producción Animal. Universidad Nacional de Córdoba.* 31:63-69.

- 52.- Oliveira, G.E., Figueiredo, T.C., Souza, M.R., Oliveira, A.L., Cancado S. V., Gloria, M. B. A. 2009. Bioactive amines and quality of egg from Dekalb hens under different storage conditions. *Poult. Sci.* 88:2428-2434.
- 53.- Ortiz, A. 2002. La granja de puesta: nutrición y sanidad del ave. En: *Lecciones Sobre el huevo*. Madrid: Instituto de Estudios del Huevo. Cap. 2, p.29-44. ISBN: 84-607-5343-3.
- 54.- Ortiz, M. F. I., Compean, L. G., Castro-Aguilar, F. J. 2006. Feed intake, cause and percentage of mortality in commercial poultry farms under the climatic conditions of the state of Yucatan, Mexico. *Veterinaria México.* 37:379-390.
- 55.- Oviedo-Rondón, E. O. 2014. Efecto de la temperatura y de la velocidad del aire en naves de pollos. Departamento de Ciencias Avícolas, Universidad Estatal de Carolina del Norte (Estados Unidos).
- 56.- Pedraja, H. 2011. Alternativas para abatir el estrés calórico en casetas avícolas. [www.engormix.com](http://www.engormix.com).
- 57.- Pereira, D. F., Vitorasso, G., Oliveira, S. C., Kakimoto, S. K., Togash, C. K., Soares, N. M. 2008. Correlations between Thermal Environment and Egg Quality of Two Layer Commercial Strains. *J. Poult. Sci.* 10:81-88.
- 58.- Pérez, H. E. 2009. Termorregulación. *Fisiología Animal II*. Departamento de Morfofisiología. Facultad de Medicina Veterinaria. Managua Nicaragua, Cap.3, p. 20-26.
- 59.- Plazas, R. A., Peñuela, L. M. 2012. Una revisión a las particularidades del sistema respiratorio aviar. *Revista Spei Domus.* 8:59-65.

- 60.- Quintana, J. A. 1999. Avitecnia: manejo de las aves domesticas más comunes. Trillas. Tercera edición. Cap. 3, pp. 59-87.
- 61.- Quinteiro-Filho, W. M., Rodríguez, M. V., Ribeiro, A., Ferraz, P. V., Pinheiro, M. L., Sa L. R. M., Ferreira, A. J. P., Palermo-Neto, J. 2012. Acute heat stress impairs performance parameters and induces mild intestinal enteritis in broiler chickens: Role of acute hypothalamic-pituitary-adrenal axis activation. *J. Anim. Sci.* 90:1986-1994.
- 62.- Quishpe-Sandoval, G. C. 2006. Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura. Tesis Licenciatura. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Zamorano, Honduras.
- 63.- Ramnath, V., Rekha, P.S., Sujathja, K. S. 2008. Amelioration of heat stress induced disturbances of antioxidant defense system in chicken by Brahma Rasayana. *Evid. Based. Complement. Alternat. Medi.* 5:77-84.
- 64.- Requena, F., León, A., Oliveros, I., Saume, E. 2006. Efectos del calor en la producción avícola en el trópico. *Revista Digital CENIAP.* 12:1-6.
- 65.- Rodríguez, A., López, E., Valdés, Y. 2011. Evaluación de indicadores agregados ambientales en la producción de huevos. *Revista OIDLES.* 5:1-28.
- 66.- Rozenboim, I., Tako, E., Gal-Garber, O., Proudman, J.A., Uni, Z. 2007. The effect of heat stress on ovarian function of laying hens. *Poult. Sci.* 86:1760-1765.

- 67.- Rhoads, R. P., Baumgard, L. H., Suagee, J. K., Sanders, S. R. (2013). Nutritional Interventions to Alleviate the Negative Consequences of Heat Stress. *Am. Soc. Nutr. Adv. Nutr.* 4: 267–276
- 68.- Sagarpa. (2009). Manual de buenas prácticas pecuarias producción de huevo para plato. p. 17.21.
- 69.- Sahin, K., Kucuk, O., 2001. A simple way to reduce heat stress in laying hens as judged by egg laying, body weight gain and biochemical parameters. *Pub. Med.* 49:421-430.
- 70.- Sahin, K., Onderci, M., Sahin, N., Gursu, M. F., Kucuk, O. 2003. Dietary vitamin c and folic acid supplementation ameliorates the detrimental effects of heat stress in japanese quail. *J. Nutr.* 133:1882-1886.
- 71.- Sahin, K., Sahin, N. Yaralioglu, S. 2002. Effects of vitamin C and vitamin E on lipid peroxidation, blood serum metabolites and mineral concentrations of laying hens reared at high ambient temperature. *Biol. Trace. Element.* 85:35-45.
- 72.- Salas, C. 2013. Energía metabolizable en reproductoras pesadas: factores que afectan los requerimientos. *Nutri. Anim. Trop.* 7:51-69.
- 73.- Sánchez, C., Montilla, J. J., Angulo, I., León, A. 2003. Effect of laying house design and cage placement on egg laying and egg weight in laying hens. *Rev. Fac. Agron.* 20:339-351.
- 74.- Sánchez-Rodríguez, S. H. 2007 El estrés calórico y su amortiguamiento a través de las proteínas del estrés, hsp. *REDVET.* 8:1-7.

- 75.- Sangalli, C. f. 2013. Evaluación del efecto de tres niveles de harina de alfalfa (*medicago sativa*), en la alimentación de aves de postura de la línea isa brown, en la fase de postura pico, en la provincia murillo del departamento de la paz. Tesis grado. Facultad de Agronomía. Bolivia.
- 76.- Segura, O. I., Boada, M. A. 2010. Effect of supplementation in diet with BIG EGG in productive parameters in laying hens of commercial eggs. *Rev. Colombiana Cienc. Anim.* 3:23-32.
- 77.- Song, Z., Liu, L., Sheikhahmadi, A., Jiao, H., Lin, H. 2012. Effect of Heat Exposure on Gene Expression of Feed Intake Regulatory Peptides in Laying Hens. *J. Biomed. Biotechnol.* Article ID 484869, 8 pages doi:10.1155/2012/484869.
- 78.- Squires E. J. 2006. *Endocrinología Animal Aplicada*. Editorial Acribia, Cap. VI, pp. 211-250.
- 79.- Sritharet. N., Hara H., Yoshida Y., Hanzawa K., Watanabe S. 2002. Effects of heat stress on histological features in pituicytes and hepatocytes, and enzyme activities of liver and blood plasma in Japanese quail (*coturnix japonica*). *J. Poult. Sci.* 39:167-178.
- 80.- Star, L., Kemp, B., Ankerden, V., Parmentier, H. K. 2008. Effect of Single or Combined Climatic and Hygienic Stress in Four Layer Lines: 1. Performance. *Poult. Sci.* 87:1022-1030.
- 81.- Sunil-Kumar, B. V., Kumar, A., Mena, K. 2011. Effect of heat stress in tropical livestock and different strategies for its amelioration. *J. Stress Physiol. Biochem.* 7:45-54.

- 82.- Syafwan, S., Kwakkel, R. P., Verstegen, M. W. A. 2011. Heat stress and feeding strategies in meattype Chickens. *World's Poult. Sci. J.* 67:653-674.
- 83.- Tolentino, M., Icochea, E., Reyna, P., Valdivia, R. 2008. Influencia de la temperatura y humedad ambiental del verano e invierno sobre parámetros productivos de pollos de carne criados en la ciudad de Lima. *Rev. Inv. Vet. Perú.* 19:9-14.
- 84.- Tumova, E., Gous, R. M. 2012. Interaction of hen production type, age, and temperature on laying pattern and egg quality. *Poult. Sci.* 91:1269–1275.
- 85.- UNAM. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2007. XIII Jornadas Médico Avícolas. Del 21 al 23 de febrero.
- 86.- Van der Brand, H., Reijrink, I. A. M., Hoekstra, L. A., Kemp, B. 2008. Storage of eggs in water affects internal egg quality, embryonic development, and hatchling quality. *Poult. Sci.* 87:2350-2357.
- 87.- Vélez-Marín, M., Uribe-Velázquez, L. F. 2010. Como afecta el estrés calórico en la reproducción. *Biosalud Manizales, Colombia.* 9:83-95.
- 88.- Zambrano, J. A., Cedeño, M. O. 2013. Diferentes espacios físicos de alojamiento en jaulas de gallinas ponedoras (*isa brown*) para mejorar sus parámetros productivos y de salud. Tesis Doctoral. Escuela superior politécnica agropecuaria de Manabí.