

## **ESTRESS CALÓRICO EN AVES**

**Vasco De Basilio**

Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía  
Instituto de Producción Animal, Maracay  
vascodebasilio@hotmail.com

### **I. INTRODUCCIÓN**

El estrés calórico en pollos de engorde es el tema fundamental de esta conferencia, donde intentaremos cubrir algunos aspectos básicos de la homeotermia y la fisiología de los pollos, además de establecer algunos mecanismos de medida del estrés y algunas pautas de manejo que permitan aumentar la capacidad de las aves para afrontar los problemas de calor en nuestros sistemas de producción venezolanos y de otras regiones del mundo.

### **II. IMPORTANCIA DEL STRESS TÉRMICO CRÓNICO Y AGUDO (GOLPES DE CALOR) SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE AVES A NIVEL NACIONAL.**

#### **1. Ubicación de las granjas comerciales.**

El manual de producción de un híbrido comercial denominado Cobb, refiere que las TA (temperatura ambiente) óptima de crianza son: Primeras 24 horas 29-32°C , luego mencionan 18-21°C como temperatura óptima de cría, no se reportan mas detalles en relación a la TA y mucho menos en relación a la humedad relativa (HR). El 60 % de los pollos de engorde y el 70 % de las granjas de ponedoras en Venezuela, están ubicadas en los estado Aragua, Carabobo y Zulia los cuales tienen TA promedios de 30 a 32 °C. Podemos afirmar que además de la dependencia del extranjero del 100 % en la genética

y 60-65 % en las materias primas, el factor más importante para hacer competitiva la Avicultura Venezolana a nivel mundial es el stress térmico.

## **2. Caracterización climática en granjas comerciales**

Estudios realizados por Oliveros et al, 2000 señalan que la caracterización en granjas comerciales del índice de confort THI ( que surge de la adición de TA + HR) arroja condiciones térmicas estresantes ( THI > 70), para animales en galpones ubicados a 700 msnm (Cuadro 1) donde las condiciones de confort dispensadas por las instalaciones afectaron el peso vivo de los pollos en las diferentes alturas reportando diferencias en peso al matadero de 10.5% para los 700msnm con respecto a las condiciones medianamente confortables de 950msnm. Actualmente caracterizaciones térmicas realizadas en granjas de la región central del país indicaron que las instalaciones a las 6am presentaron condiciones de confort normal (THI<70) para las granjas ubicadas en la zona central del Edo. Aragua para los meses de diciembre y enero, mientras que a las 2 pm todas las granjas mostraron condiciones de estrés (THI > 80) durante todo el año independiente de las épocas evaluadas y localización de la granja.

## **3. El problema de stress crónico y agudo en Venezuela (capacidad de predicción).**

En el caso del stress crónico (aumento moderado de TA entre 26 y 30 °C, por periodos cortos), es más fácilmente predecirlo y existen medios técnicos eficientes, de los que hablaremos posteriormente. para reducir el efecto que ejercen sobre la productividad a su mínima expresión. Estos medios son costosos por lo que el seguimiento de los parámetros ambientales, podría ayudar a hacer uso eficiente de ellos (por ejemplo encendiendo los ventiladores solo en las horas mas criticas).

**Cuadro 3 Temperatura ambiente (TA), humedad relativa (HR), Índice de Confort (THI) máximas mínimas y promedios, registrado a diferentes alturas (msnm) en granjas comerciales**

ALTUR A (msnm)	TA(°C) MAX	TA(°C) TA.	TA(°C) TA.	HR.(%) MAX	HR (%) MIN	HR (%) PROM	THI. PROM
960	30 ±2,4	20,8 ±2	24,5 ±1,9	88 ±8,9	55 ±13	73 ±11	77 ±3,7
740	31,2 ±2,5	22,2 ±1,7	26,0 ±1,7	88 ±11	47±15	70 ±13	81±3,3
700	32,1 ±2,5	24,2 ±2,0	27,6 ±1,9	89 ±4,1	64 ±7,4	78 ±5,4	84 ±4,4

Fuente: Oliveros et al 2000.

Afortunadamente las TA no se mantiene altas todo el día, a pesar de los 30 °C de promedio reportados para el Edo. Aragua, Hay ciclos diarios de TA que oscilan, entre mínimas de 22 °C y máximas de 38 °C. Establecer sistemas mecánicos o automatizados, que permitan prender y apagar los mismos, pudiera permitir la reducción en 2 a 4 °C de TA en las horas mas calidas y mantener limitado el efecto del calor crónico.

El problema del stress agudo (aumentos superiores a 36°C de TA o periodos prolongados de estrés crónico) radica en que guarda relación, no solo con la TA, sino la HR la edad de las aves y otros elementos que aun no están bien identificados (enfermedades respiratorias, estado de la cama, gases nocivos en el ambiente, etc). El efecto principal sobre el estrés agudo (golpes de calor) es la muerte de las aves en las ultimas semanas de cría. A nivel practico, algunas de las preguntas que se hacen los granjeros son:

- ¿ Porque solo se mueren un grupo de pollos y los demás resisten?.
- ¿Porque si la TA hoy fue inferior a la de ayer, hoy hay mas muertos que ayer?
- ¿Porque la instalación de los ventiladores en el lote pasado redujo el % de mortalidad y no en este lote si la TA fue similar?
- ¿ Porque el lote pasado el pico de mortalidad empezó a los 40días y en este lote ya a los 35 días tenemos el doble de muertos?.
- ¿ Porque este año hay tantos muertos por calor en el mes de Diciembre si todos los años el problema se presentaba solo en Febrero-Marzo?.

En condiciones tropicales como las Venezolanas, definir los promedios de TA por región o en los últimos 35 años en la granja es relativamente fácil y con esa base podemos predecir los posibles efectos del estrés crónico, para establecer medidas. Pero saber, que condiciones ambientales tendremos la última semana (edad a la cual los golpes de calor son más contundentes sobre la mortalidad) de un lote de pollos es casi imposible. Si será una semana lluviosa o no, si habrá noches calurosas, si los máximos sobrepasaran los 32 °C, esta condición puede presentarse en cualquier época del año. Contrario a los países templados, donde es imposible tener más de 32 °C en invierno, podemos al menos, saber que las posibilidades de golpe de calor en estas épocas son nulas.

En Venezuela en época lluviosa, pueden pasar 10 a 30 días sin llover y tener 34 °C de TA y en época seca, puede llover toda una semana y tener TA inferiores a 30 °C. Otro elemento fundamental a considerar a los fines de predecir las condiciones en las que se encuentran los pollos es las diferencias entre la TA en el lugar donde está el galpón (denominado macroclima) y donde se encuentra el pollo (denominado microclima). Incluso dentro del mismo galpón, podemos encontrar diferentes condiciones ambientales. Una experiencia realizada por (Perez, 2003), muestra como diferencias de TA pequeñas (0.36 °C) pero estadísticamente significativas, pueden encontrarse, entre un lugar y otro de un galpón comercial. Entre el centro del galpón y los laterales la TA a nivel de los pollos varía en 0,5 °C, y esta variación, produce valores promedios de TC y NH diferentes entre los pollos ubicados en diferentes puntos del galpón.

#### **4. Magnitud del problema y dificultades de cifras oficiales.**

Cuando solicitamos información, a los productores y organismos privados u oficiales, todos manifiestan que los problemas de stress calórico causan graves pérdidas a la avicultura nacional, sobre todo, traducido en muertes por golpe de calor en pollos y reducción de postura y grosor de cáscara en ponedoras. Cuando solicitamos cifras para cuantificar el problema,

no hay cifras disponibles. Pereira (1979), en su tesis doctoral, intento cuantificar el efecto de la TA (de diversas regiones de Venezuela) sobre la productividad de gallinas, pero los diversos factores no controlables hicieron imposible aislar el efecto de la Ta por si solo. En trabajos de Pereira, (1984), se hace la siguiente afirmación, las diferencias promedio de los índices de producción de pollos en Venezuela y USA (GP de 1750g/p 1600 g/p y IC 1.8, 2.3 respectivamente) no pueden ser atribuidos a problemas de calor ya que a nivel experimental se logran índices productivos en Venezuela similares a los de USA. (Pereira, 1984).

A pesar de no tener cifras oficiales de aumentos de mortalidad atribuidos solamente a los golpes de calor, Los productores afectados, hablan de 5 a 10 % de aumento en la mortalidad producto de golpes de calor producidos en los 7 últimos días de cría del pollo. En una granja comercial en la que realizamos investigaciones, la mortalidad diaria en un galpón de 9600 pollos se mantenía entre 15 a 20 pollos desde los 20 a los 35 días de edad y subía entre 150 y 200 pollos día durante los tres últimos días de edad.

## II. MECANISMOS FISIOLÓGICOS DE LAS AVES

### 1. Homeotermia :

La teoría dice que la temperatura corporal (TC) de los homeotermos se mantiene constante dentro de un rango de TA. Los límites de esta “zona de termo neutralidad” son:

**La temperatura crítica inferior (TCi)** que corresponde a la TA de consumo de oxígeno mínimo del ave: por abajo de TCi, la TC es mantenida por la producción de calor metabólica y el aumento del consumo de alimento;

**La Temperatura crítica superior (TCs)** que correspondería a la TA máxima hasta cual TC se mantiene constante. Por encima de TCs, las capacidades de termólisis del ave son sobrepasadas y TC aumenta.

La “zona de comodidad o confort térmico” es limitada por TCi y una “Temperatura critica de evaporación” (TCe) que correspondería a la TA de enganche de los mecanismos de termólisis evaporativa (sudoración en humanos, hiperventilación pulmonar en aves).

En todos los tipos de aves, es muy difícil definir una zona de TA donde TC y el consumo de alimento se mantienen constantes. Los Pollos de engorde jadean aun por debajo de 20°C Es más fácil definir una TA máxima por debajo de la cual la productividad (tasa de crecimiento, producción de huevos) es máxima (20 hasta 32°C dependiente de la edad). Después de 28 días edad, el máximo es entre 20 y 25°C dependiendo del tipo de producción. Por encima de 30°C durante 24h, el riesgo de hipertermia y mortalidad aumenta. La zona entre 20 – 30°C es más interesante a estudiar, porque ella corresponde a situaciones reales donde el ave usa mas o menos eficientemente sus capacidades de termólisis.

## **2. Termogénesis y termólisis**

El equilibrio térmico necesario a la vida es termogénesis = termólisis. Termogénesis es la producción de calor para el metabolismo (mantenimiento, crecimiento, producciones, actividades del tubo digestivo...) y para la actividad física (contracción muscular). Termólisis es la eliminación de este calor al medio ambiente por vías sensible; conductividad: contacto del cuerpo con materiales mas fríos en el ambiente, radiación: importante cuando hay muchas aves en una área pequeña, y convección: por movimiento del aire y vía latente (evaporación pulmonar).

Cuando TA aumenta, el ave puede reducir su consumo de alimento (reducir su termogénesis) y jadear (aumentar su termólisis) porque los medios de termólisis sensibles basados en intercambios térmicos entre el ave y el ambiente son menos y menos eficaces a medida que aumenta la TA.

Las adaptaciones de los varios mecanismos de termólisis del animal a una TA elevada se hacen simultáneamente y tienen consecuencias positivas y negativas en el metabolismo como, por ejemplo, el desequilibrio del pH de la sangre. Para bien entender los efectos de TA elevadas sobre la fisiología del ave es necesario tomar en cuenta el tiempo porque en ningún clima caluroso la TA es constante durante 24h por día. También parece útil no mezclar las diferentes interacciones entre mecanismos de termólisis y sus consecuencias indirectas.

### **3. Importancia del sistema cardiovascular para el mantenimiento de la homeotermia en aves**

En las aves varios sistemas participan en la termorregulación, entre ellos el sistema cardiovascular puede afectar este mecanismo, como en el caso de la circulación que actúa en el transporte de energía y calor. (Yahav, *et al*, 1997 a,b,c)

Se ha demostrado que pollos de engorde expuestos a temperaturas elevadas, exhiben hipertermia y disminución de la presión sanguínea, particularmente después de temperaturas mayores a 41°C, ocurriendo un incremento en el gasto cardíaco y produciéndose una vasodilatación. Pollos climatizados a altas temperaturas tienen significativos bajos niveles de presión sanguínea que los que están climatizados a bajas temperaturas y bajos niveles de gasto cardíaco.

Pollos que son expuestos a temperaturas sobre 40.5° C y exhiben hipertermia experimentan una disminución de la presión sanguínea, particularmente después de temperaturas corporales de 45°C. (Sturkie, 1976)

### **4. Efectos del calor a corto y mediano plazo**

El calor seco desértico es distinto del calor húmedo no solo porque las vías de refrigeración por evaporación del agua (directa o pulmonar) son más eficaces cuando el aire es seco, sino también porque las variaciones térmicas son usualmente de más pequeña amplitud en un clima húmedo que en un clima seco. Estas variaciones se entienden a corto plazo (día / noche) y a mediano plazo (días, semanas, estaciones). Los mecanismos fisiológicos de adaptación a corto plazo o mediano plazo son distintos. Por ejemplo, el ave no anticipa la subida diaria de temperatura y deja de comer solamente cuando sube su TC. Eso es demasiado tarde para prevenir los efectos negativos de producción de calor del alimento en el tubo digestivo: su adaptación del consumo a corto plazo no es eficaz. Al contrario, a mediano plazo, el ave en clima caluroso reduce su consumo promedio para ajustar la producción de calor metabólico a la TA con una precisión relativamente buena.

A corto plazo, el ave va a usar mecanismos de emergencia para evacuar la producción de calor en un ambiente de TA más alta: cierra las derivaciones arteria – vena para desviar la sangre hacia la periferia del cuerpo. El aumento del flujo sanguíneo en las patas y la cresta es bien conocido. Menos conocidos son los efectos sobre el flujo de sangre hacia la extremidad de las alas que explican porque las aves separan las alas del cuerpo cuando hace calor.

Mapas de TC del ave (Yahav 2002l) muestran que las pérdidas de calor sensibles pueden tener mayor importancia, sobre todo si la rapidez del aire es tomada en cuenta de manera precisa. A mediano plazo cambios de vascularización periférica son hipotéticamente vías de adaptación al ambiente. Otro aspecto de este cambio de flujo sanguíneo es el hecho que, a corto plazo, el desvío de la sangre hacia la periferia reduce el flujo de sangre en los órganos internos (tubo digestivo, músculos, ovarios: ¡órganos de alta importancia productiva!). ¿Entonces, la reducción de tasa de crecimiento o de postura es una consecuencia de la vaso dilatación periférica o de la reducción de consumo alimenticio?

El jadeo no es constante sino periódico, un poco como el electro ventilador de un carro. Sin embargo, hay un ritmo máximo posible. También hay una reducción de eficacia del jadeo cuando se acerca el máximo, debido por una parte, al tamaño del cuello de las aves que hace que una proporción del aire queda en la traquea cuando la rapidez reduce su amplitud, y por otra parte, porque el movimiento muscular de la caja torácica produce calor.

A corto plazo, las aves reducen su actividad física. El aire no puede “barrer” correctamente (entrar en contacto con) el cuerpo cuando los pollos están acostados en la cama, y cuando esta cama es húmeda (lo que ocurre porque el ave aumenta su consumo de agua), las fermentaciones de fin de engorde calientan mucho la cama y aumenta la TC del ave por contacto. Las aves intentan alejarse de las otras. Sin embargo, eso no es posible en galpones de engorde porque los pollos quieren reducir su distancia de los bebederos y se agrupan alrededor de ellos.

A más largo plazo, una TA alta reduce la capacidad máxima de síntesis proteica del músculo, cualquiera sea el contenido proteica de las dietas



consumidas. Este resultado es importante porque una limitación de la síntesis proteica empeora probablemente el balance energético del ave (eliminación de las calorías que no se pueden almacenar en las proteínas del músculo) e induce el aumento del engorde (sobre todo de grasa periférica subcutánea). (Temin, et al 2000)

### **5. Interacciones, efectos directos e indirectos del calor**

Los efectos del calor sobre las aves son todavía muy descriptivos y son poco conocidos los mecanismos envueltos. TA altas reducen el metabolismo tiroideo y el metabolismo mitocondria l celular, pero también reducen el consumo alimenticio que tiene los mismos efectos sobre la tiroide y las mitocondrias. ¿Cuál es el efecto y la causa? Pruebas de alimentación apareadas dan unas indicaciones útiles, pero pueden también ser criticadas.

El ave en TA alta beben más. ¿Esta agua sirve para compensar las perdidas de agua por evaporación debidas al jadeo ó a reducir la TC porque el agua tiene una temperatura más baja que la del cuerpo. Parece que ambos explicaciones tienen sentido. Sin embargo, el aumentado del consumo de agua sigue de manera directa el balance hidroelectrolítico del alimento (¡y del agua misma!). Muchos trabajos han intentado corregir el balance electrolítico de las aves en TA altas. Sin embargo, sin un conocimiento preciso de los contenidos de los alimentos (i.e., nivel de potasio en la soya) y de la situación de las aves, las correcciones pueden a veces empeorar una situación ya crítica. Una justificación frecuente de la distribución de iones viene de los efectos del jadeo sobre el pH de la sangre. Cuando el ave jadea, elimina mucho CO<sub>2</sub> y la presión parcial de CO<sub>2</sub> en la sangre baja produciendo alcalosis.

## **III LA TEMPERATURA CORPORAL Y EL NIVEL DE HIPERVENTILACIÓN COMO VARIABLES DE PREDICCIÓN DEL ESTRÉS CALORICO.**

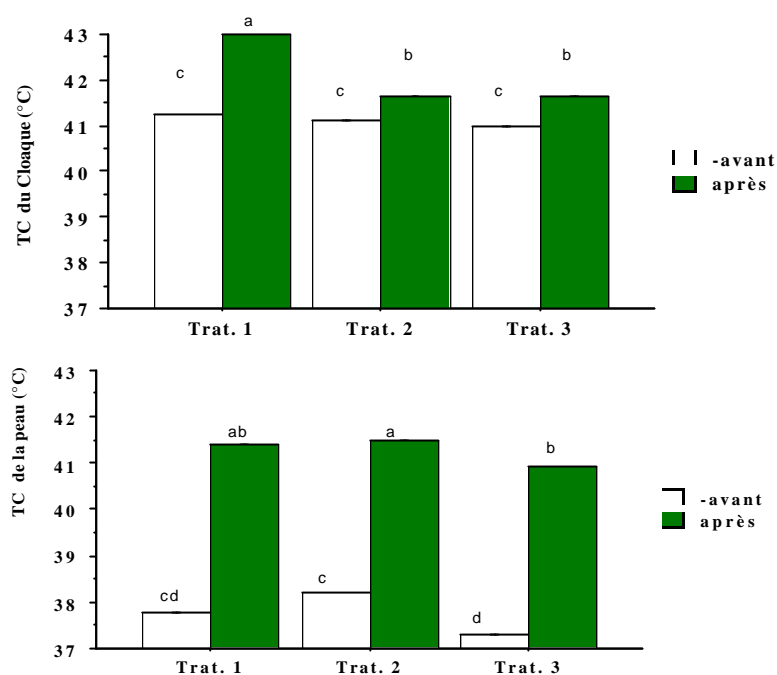
### **1. Como y para que se mide la TC.**

La TC desde hace mucho tiempo a sido utilizada como un indicador del balance a nivel del metabolismo homeostático de los animales, debido a la influencia que esta tiene para el buen funcionamiento de los organismos vivos.

La alteración de la misma fuera de los niveles denominados normales podemos considerar que el ave esta en un estado de enfermedad y/o de alteración metabólica. El mejor mecanismo de medida de TC es aquel en el cual se tome la mayor cantidad de medidas, con la mayor precisión y sin ocasionar un gran estrés en las aves que pudiera producir reacciones metabólicas que conllevarían a la alteración de la TC. En este sentido la medida de la TC por Telemetría con un termistor (trasmisor por ondas de radio de la TC) ubicado en el abdomen del ave y un receptor que permita captar y registrar las medidas parece el método mas preciso. Los altos costos de estos equipos hacen imposible su uso masivo y queda reservado al uso de laboratorios de investigación.

La medida de la temperatura de la cloaca la hemos perfeccionado en nuestro equipo de trabajo, intentando estandarizar varios elementos como el lugar, el tiempo y esto unido a un termómetro de alta precisión y rápida medida a permitido medidas muy precisas. La buena definición de estas variables hará posible que la medida de la TC pueda ser utilizada como estimadora del nivel de estrés en las aves sometidas a golpes de calor. Esta medida es utilizada por numerosos investigadores, entre ellos yahav et Hurwitz 1996 Fig. 1 quien la utiliza para establecer la efectividad de un tratamiento que mejora la resistencia de los pollos a un golpe de calor.

La medida de la TC con sonda rectal y termómetro manual, requiere un periodo de acondicionamiento del ave, y un modelo experimental que facilite la captura, para evitar el estrés al momento de la medida. Estas exigencias son fáciles de cumplir a nivel de laboratorios experimentales, a nivel de granjas es mas difícil. Por ello surge la posibilidad de tomar otra variable que es la mas evidente en el galpón comercial cuando las aves están bajo TA muy altas que es el Jadeo o hiperventilación..



**Figura 1. Variación de la temperatura corporal (TC) a la edad de 42 días. en la cloaca (cloaque) y en la piel (peau), antes (avant) y después (après) de someterlas a un golpe de calor de 36 °C durante 4 horas, de los pollos no aclimatados (trat 1) aclimatados a TA 36 °C x 24h a 5 días de edad (Trat 2) y aclimatados a TA 36 °C x 24h a 5 y 7 días de edad (Trat 3)**

Fuente : yahav et Hurwitz 1996.

## 2. Como se mide la hiperventilación.

Este parámetro no es fácil de medir debido a las características del mismo (no es continuo, cambia de ave a ave, etc). En relación a la forma de medida, en primer lugar requerimos hacerla sin que la presencia del operario sea un factor de estrés por ello, debe hacerse a una distancia prudencial. Es indispensable un cronometro de alta precisión y una buena sincronización manos ojos, además de unos criterios de medida bien estandarizados para realizar medidas precisas. Hasta los momentos para la medida a nivel de granjas comerciales (Perez, 2003), la identificación con colores a los pollos en la cabeza y la medición del tiempo que transcurre durante la realización de 10 inspiraciones consecutivas es el mejor de los criterios. A esta medida de tiempo la llevamos a minutos y la expresamos como n° de inspiraciones por minutos y la denominamos nivel de hiperventilación (NH). Para separar esta

medida del ritmo respiratorio, el criterio de base es que el ave a la que se le realiza la medida debe cumplir con ciertos requisitos como:

1. Tener el pico abierto, observación de un aleteo en la base del pico,
2. Observación de movimientos y ritmos corporales observables en casi todo el cuerpo.

Actualmente una estudiante de postgrado Yrina Colina, profundiza sobre esta medida y pronto tendremos mas detalles sobre no solo el NH sino el proceso en si de la hiperventilación.

### **3. Relación entre TC e NH**

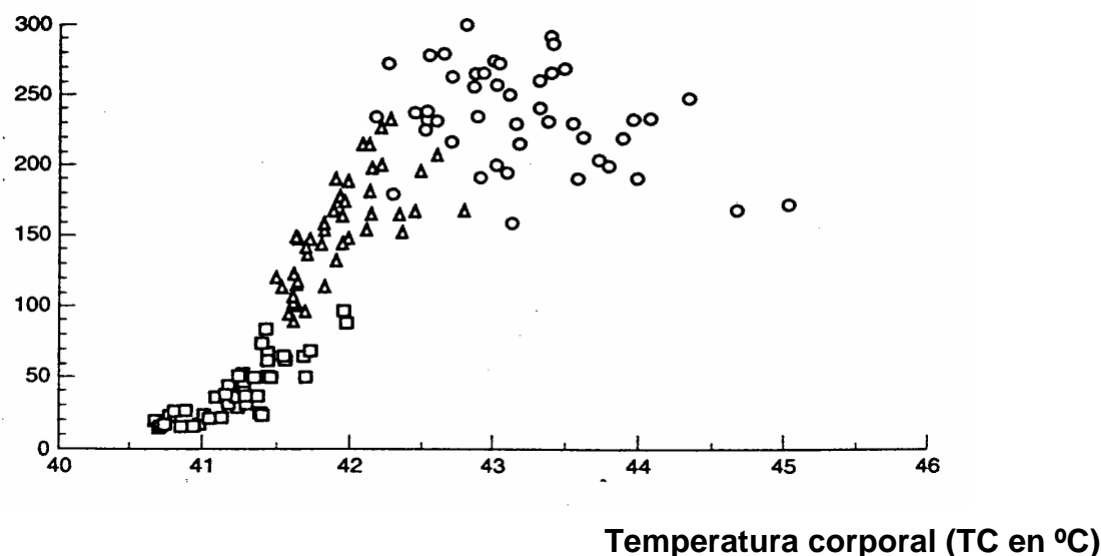
Aunque se desconoce realmente si el NH es producto del aumento de TC o si la TC alta es la consecuencia del NH, si sabemos que durante un estrés artificial es posible establecer una relación clara entre ambos. Un ejemplo de esta relación podemos verla en la Fig. 2, donde observamos que dependiendo de la TA (28,32 o 36 °C) depende el nivel de TC y de NH de las aves. Cuyas valores oscilan para TC de 41.5 °C para TC normal a > 44 °C en pollos sometidos a altas TA (36°C) y para RR de 25 ins/min a 300 ins/min (zhou y Yamamoto, 1997).

El nivel de hiperventilación o ritmo respiratorio va a cambiar no solo con los cambios de TA sino que el tiempo de exposición es fundamental. En el cuadro 2, usando gallinas ponedoras, observamos, que incluso hay cambios en otros parámetros como el PH en sangre, que luego de un tiempo prolongado en hiperventilación las perdidas de CO<sub>2</sub> aumentan el ph en sangre produciendo alcalosis respiratoria que puede conducir incluso el ave a la muerte (El Hadi and Sikes, 1982).

En conclusión la TC y el NH son parámetros medibles con precisión en laboratorio y en condiciones de granja si seguimos ciertos lineamientos básicos.

## **IV. CONSECUENCIAS COMPORTAMENTALES DE LOS MECANISMOS DE DISIPACIÓN DE CALOR OBSERVADOS EN GRANJAS COMERCIALES.**

**Ritmo respiratorio (RR en (mov/m))**



**Figura. 2** Relación entre la Temperatura corporal (TC) en °C y el Ritmo respiratorio (RR) en movimientos por minuto (mov/m) promedio de la medida a 8 pollos, sometidos a los 49 días de edad y durante dos horas a (? )28°C, 32°C(?) y (o) 36°C.

Fuente: Zhou y Yamamoto 1997

**.Cuadro 2** Variaciones en el ritmo respiratorio (RR), temperatura corporal (TC) y PH en sangre de gallinas ponedoras sometidas a diferentes tiempos de exposición a diferentes temperaturas ambientes (TA)

.TA (°C)	Duración de la exposición (min.)	RR mov/min.	TC (°C)	PH en sangre
22	00	25	41,5	7,50
32	00	40	41,8	7,52
32	60	160	41,8	7,53
35	60	160	41,8	7,56
38	60	180	42,3	7,58
41	30	190	42,6	7,57
41	60	180	43,5	7,65
41	75	160	44,0	7,65

Fuente: El Hadi and Sikes, 1982

La secuencia de cambios comportamentales, los podemos definir en torno al nivel de estrés del ave (figura 3):

**1er nivel.** Cuando el ave se encuentra cercana o dentro de los niveles de confort térmico ( 21-25 °C), los mecanismos de control térmico, no revelan mayores cambios comportamentales , simplemente el ave actúa de forma “Normal”.. Si hay que liberar calor, el ave aumentara, las actividades siguientes: Escarbar y enterrarse en la cama, acostarse sobre la cama, aumentar presencia en el al área de bebedero para tomar mas agua y recostarse (cama, mas húmeda y fresca), recostarse de los bloques de las paredes, moverse a áreas mas ventiladas, alejarse de áreas soleadas.

**2do nivel.** Cuando se encuentra el ave en 1era fase de estrés térmico ( 25 y 30°C): En este nivel se incrementan los anteriores y se inicia, el estiramiento del ave sobre la cama, se reduce la actividad física y la presencia en el comedero, se inicia la hiperventilación con ritmos bajos.

**3er nivel.** Cuando se encuentra en estrés termino 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. La muerte se ha observado con varias características: un salto repentino y caída con las patas elevadas, una ligera convulsión con estiramiento de cuello y patas, un cese de actividad sin cambio alguno de la posición acostado sobre la cama.

## **V. ALGUNAS ESTRATEGIAS PARA COMBATIR EL STRESS TÉRMICO EN AVES :**

### **1. Estrategias nutricionales y manejo de la alimentación**

#### **1.1. Estrategias nutricionales:**

Dos ideas lógicas han sido desarrolladas:

- Sustituir calorías (en energía metabolizable) de carbohidratos por calorías de lípidos que producen teóricamente menos calor metabólica porque una parte de los ácidos grasos pueden ser almacenado directamente en las grasas del ave;
- Reducir el contenido proteico del alimento por adición de amino ácidos esenciales libres (lisina, metionina, threonina, triptofano) para reducir a la producción de calor debida a la eliminación de los amino ácidos en exceso por encima de una composición de proteína ideal.

Sin embargo, cualquier déficit en un amino ácido esencial resulta en una degradación amplificada del crecimiento en climas calidos, especialmente si el nivel proteico del alimento es alto. Eso necesita un control preciso de la composición de las materias primas utilizadas en países calientes (sobre todo los subproductos).

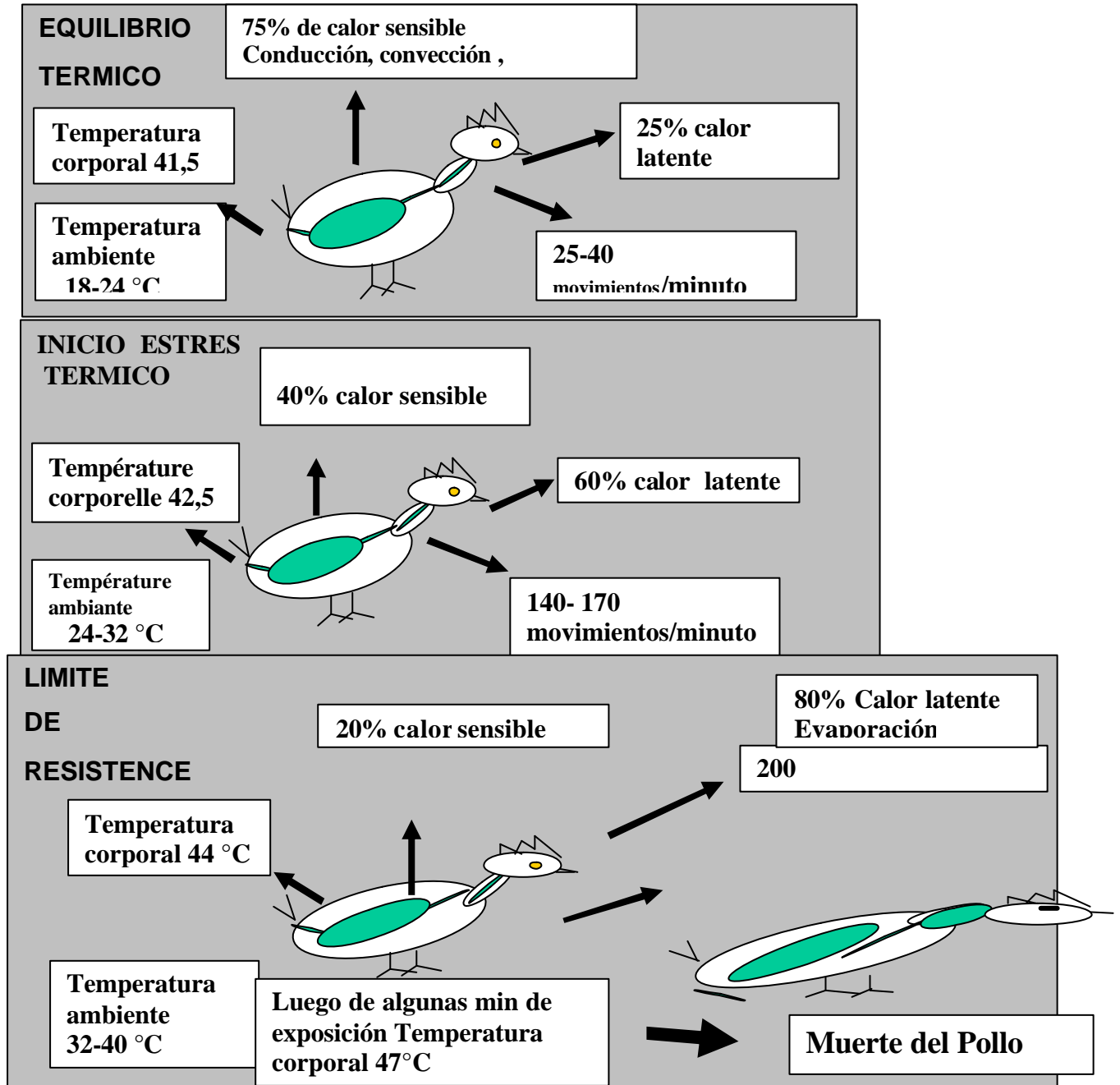


Figura 3. Repartición de las pérdidas de calor, temperatura corporal y nivel de hiperventilación, en pollos sometidos a tres niveles de estrés térmico.

En la literatura científica, no hay demostración confiable de que el requerimiento en amino ácidos (en gramos / 1000 kcal de dieta) de los pollos de engorde sean aumentado en clima caliente.

El balance electrolítico de los alimentos para pollos han sido re evaluado recientemente (Borges et al, 2003,) en condiciones brasileras. Los resultados muestran que el requerimiento por si solo de los electrolitos parece menos importante que los efectos de aquellos sobre el consumo de agua. Aquí también el conocimiento más preciso del contenido real de los alimentos parece más necesario que una distribución ciega de electrolitos.

El clima cálido del trópico magnifica los problemas para cubrir los requerimientos nutricionales en las diferentes etapas de producción de las aves; su efecto limita el potencial genético, al disminuir el consumo de alimento y la tasa de crecimiento.

### **1.2. 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%. En cualquier situación de estrés el organismo aumenta los requerimientos nutritivos, especialmente de algunos minerales y vitaminas, los cuales son excretados en mayor cantidad. Los niveles de las vitaminas C, E, riboflavina y piridoxina, principalmente, se pueden ajustar en la dieta y obtener respuestas específicas sobre la actividad inmunológica, pero pocas respuestas al estrés nutricional. El imbalance de AA's en la dieta incrementa la excreción de sustancias nitrogenas en las heces, aumentando las concentraciones de amonio, lo que cusa un efecto negativo en el comportamiento del ave (Miles et al., 2004).

Otra estrategia es la incorporación de electrolitos (CL, Na y K) en el agua de bebida o en el alimento. Se ha evaluado el uso de cloruro de amonio, cloruro de potasio y bicarbonato de sodio, con resultados parciales en la mejora



e la ganancia de peso y consumo de agua. La administrar, a través del agua de ciertas sales como una vía para limitar el aumento del pH sanguíneo en los momentos de la incidencia de las altas temperaturas y también aumentar por este medio el consumo de agua, debido a una modificación que se produce en la presión osmótica del plasma. Los aditivos más estudiados son el cloruro de amonio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) y el bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ). (Angulo, 1991).

Este mecanismo sólo es efectivo si la temperatura del agua permanece baja y fresca (Angulo, 1990a). Otros elementos como ácido acetil salicílico (aspirina), utilizado sólo o asociado con la vitamina C (ácido ascórbico) a mostrado resultados muy variables (Angulo, 1990b). La fenotiazina incorporada al alimento (2-4 g/Kg) ha demostrado disminuir las pérdidas en ganancia de pesos, en situación de estrés calórico (Angulo, 1991).

### **1.3. 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. Sin embargo, este ayuno no puede ser muy prolongado ya que su efecto es limitado, en pollos de engorde a mayor período de tiempo sin consumir alimento produce una menor tasa de crecimiento. La restricción de alimento durante las horas más calurosas del día (09:00 a 16:00 horas), reduce la TC (0,3 y 0,4 °C) entre 35 y 42 días de vida respectivamente, pero, genera reducción del rendimiento GDP (176,8gr) y muerte por aplastamiento al momento de ofrecer el alimento. Sin embargo para las épocas de calor los resultados en peso fueron similares para ambos tratamientos (Lozano, et al 2006).

De esto surge la implementación del suministro de dietas en el día con diferente composición nutricional a objeto de suministrar en las horas más calientes dietas que generen menor calor metabólico y que el ave cubra sus requerimientos de mantenimiento. Sin embargo, esta alternativa trae problemas de manejo y mayor costo de alimentación por la formulación de diferentes dietas para suministrar al día.

Experiencia hechas en Venezuela, Lozano (2003) al sustituir alimento balanceado por maíz grano molido en las horas calurosas del día en pollos de engorde en fase de finalización, detectó que se presenta una reducción de la TC en el ave, menor consumo de alimento balanceado sin afectar ganancia de peso.

## **2. Instalaciones y equipos destinados a reducir el estrés calórico en las aves**

### **2.1. Instalaciones adaptadas:**

Las instalaciones han sufrido importantes cambios desde su origen hasta la actualidad, pasando por modificaciones elementales como el cambio en la altura de los techos, hasta las más complejas con alto uso de tecnología que finalmente han dado por resultado a los galpones de ambiente controlado.

Posiblemente muchos de estas transformaciones han sido producto de los cambios en requerimiento térmicos que han experimentado los pollos de engorde en el tiempo. Sin embargo, los galpones por si solos no han sido suficientes para lograr las condiciones de confort que las aves requieren en las distintas etapas de su crecimiento. Por el contrario, ha sido necesaria la incorporación de equipos para mejorar el microclima dentro en su interior.

**2.2. Coberturas o techos:** El calor que se produce en un galpón proviene de dos fuentes, el producido por los pollos a través de su metabolismo y el que ingresa de la radiación a través del techo. Este último se puede reducir con el uso de coberturas capaces de limitar su ingreso al interior del galpón. A través del diseño de las coberturas también se puede mejorar su función. La altura y el uso de cumbreras ú otro tipo de abertura en la parte central son dos elementos del diseño que favorecen la reducción del calor en el interior del galón.

En las granjas venezolanas las coberturas de aluminio y zinc han sido tradicionalmente empleadas. En un estudio reciente (Maldonado *et al.*, 2002; su desempeño sobre la reducción del estrés calórico fue comparado con techos de Acerolid (láminas de acero recubierto con asfalto por ambas caras), sin embargo, no se encontraron diferencias entre el comportamiento productivo y

la mortalidad de las aves criadas en estas coberturas, las cuales no lograron reducir significativamente las variables climáticas evaluadas (temperatura y humedad relativa).

El uso de coberturas naturales como hojas de palmas es una medida que arroja resultados adecuados. No obstante, solo es posible aplicar en zonas donde las precipitaciones son escasas. Un claro ejemplo lo representan algunas granjas en Lima, Perú. La colocación de materiales aislantes, como el poliuretano, en el lado interno de las láminas es una práctica que se utilizó con éxito para complementen la tarea de obstaculizar el ingreso de calor al interior del galpón. Tal vez la principal desventajas es su elevado costo.

### **2.3 Microaspersores:**

Llamado también sistema de refrigeración en galpones convencionales, en virtud a su función. Los microaspersores de refrigeración inyectan en el aire agua que al evaporarse reducen la temperatura. El enfriamiento depende de la humedad ambiente inicial y del tamaño de las gotitas difuminadas. En términos generales se están utilizando picos que proporcionan entre 4 y 8 l/h, trabajando entre 3 y 7 Kg. de presión, donde se producen gotas lo suficientemente pequeñas como para facilitar su evaporación.

La altura óptima de trabajo para este sistema de refrigeración es aproximadamente 2,20 m. Normalmente se colocan 3 líneas de refrigeración con picos cada 2,5 m. La utilización de este sistema evaporativo es dependiente de la humedad relativa exterior ya que en ningún caso debería de sobrepasarse el 75-80% de humedad relativa interior.. (Lahoz, 2002).

### **2.4. Ventiladores:**

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.

Cuando no se emplea ningún equipo para movilizar el viento en el interior del galpón se habla de ventilación natural, en caso contrario se conoce

como mecánica. Esta última se logra a través de los ventiladores que se utilizan para mejorar la velocidad del aire en el galpón. La clave para obtener buenos resultados está en conocer el radio de acción de los ventiladores y comprender la necesidad de distribuirlos por el galpón de manera de procurar alivio a todas las aves. En general el aire será tanto mejor cuanto mayor el número de ventiladores distribuidos en el galpón, y tanto mayor serán también los beneficios para el criador. De no moverse bastante aire por todo el galpón habrá rincones muertos y allí se observará mayor mortalidad. El área cubierta por un ventilador típico de 90cm con transmisión por correa es aproximadamente 6 m de ancho por 15 m de largo. Por lo tanto, para cubrir totalmente un galpón de 120 x 12 m se necesitan 16 ventiladores (120x12/15x6). (Lahoz, 2002).

### **2.5. Ventilación por túnel:**

Los modernos sistemas de ventilación por túnel y el asociado sistema de enfriamiento por nebulización son capaces de reducir las temperaturas en los galpones durante periodos cálidos tanto como 8 a 10°C. La ventilación por túnel está diseñada de tal manera que ventiladores de extracción instalados en un extremo del galpón arrastran a través del galpón el aire proveniente de las entradas de aire en el extremo opuesto del galpón (Lacy y Czarick, 1992). En galpones correctamente diseñados con ventilación por túnel, se estima que las velocidades de aire de 140 a 170 metros por minuto lleguen a crear vientos fríos de 5 a 10°C dependiendo de la edad del ave. Además, los sistemas de enfriamiento por nebulización diseñados para trabajar en conjunto con la ventilación por túnel son eficaces en reducir las temperaturas en otros 3 a 10°C dependiendo del tipo de sistema de enfriamiento por nebulización.

Variaciones de temperatura de 6-11°C (10-20°F) no son raras en galpones de estilo antiguo que dependen de la ventilación natural a través de la apertura de cortinas. Las temperaturas dentro de los galpones ventilados por presión negativa pueden mantenerse entre 1 a 2°C de la temperatura deseada usando las entradas de aire y los ventiladores de aspiración. La ventilación por presión negativa también ayuda a minimizar el uso de combustible, las

corrientes de aire y los problemas de cama húmeda durante épocas frías (Lacy y Czarick, 1991).

### **3. Manejo del ave**

Para el combate del estrés térmico en las aves sobre todo la muerte por calor, hay dos vías para resolver el problema, o reducimos la intensidad del estrés ambiental o aumentamos la resistencia del pollo al estrés calórico. La primera vía de solución al problema desde el punto de vista técnico (vista como instalaciones), es perfectamente factible, y muy fácil de implementar, pero muy costoso. En el caso de la segunda vía, es más difícil desde el punto de vista técnico, algunos intentos de selección genética para adaptar el ave a estas condiciones, hasta ahora no ha sido posible, si aumentamos la resistencia al calor, reducimos su capacidad de crecimiento. Otra vía sería adaptar las aves ya existentes con mecanismos de estimulación o manejo para ayudar a la adaptación.

#### **3.1. Manejo de la densidad**

Esta técnica es quizás una de las más usadas en la actualidad en todos los países del mundo, incluyendo aquellos de clima templado, durante el Verano. Consiste simplemente en ajustar el nº de aves por metro cuadrado según las condiciones ambientales, sobre todo, TA. En condiciones de confort térmico, se utilizan de 15 a 25 pollos por m<sup>2</sup> según el tipo de instalación, mientras que en situaciones de estrés térmico > 30°C, hablamos de 6 a 7 pollos por m<sup>2</sup>. Este ajuste de densidad, ayuda enormemente a reducir el estrés térmico, porque reduce considerablemente el aporte calórico del propio pollo al ambiente, que en algunas condiciones podría representar 2 a 4 °C más de TA. Un problema que se presenta con el ajuste de densidades es la rentabilización de las instalaciones, haciendo menos eficiente la cantidad de pollos obtenidos por galpón/ año. Además cuando las condiciones son realmente extremas y la HR es alta, como las de golpe de calor, aun ha estas densidades se tienen problemas de mortalidad importantes.

#### **3.2. Manejo de la iluminación.**

Otra forma de mejorar la situación de los pollos en condiciones de estrés calórico es, tratar de reducir la producción de calor en las horas más calurosas

del día. Por ello extender durante la noche el periodo de consumo de alimento, colocando iluminación artificial en las noches, ayuda a aumentar el consumo durante las horas frescas (noche) y a reducirlo durante las horas más calurosas. Algunas otras técnicas de estimulación lumínica, como la luz intermitente, una hora con luz y otra sin luz, o periodos de oscuridad de 1 o dos horas en las tardes de 6 a 8, e iluminación artificial a partir de las 9 de la noche, podrían mejorar la estimulación del consumo nocturno, pero la imposibilidad en el trópico de eliminar la luz durante el día ( que pudiera reducir actividad física y consumo) por la presencia de galpones abiertos, restringe el uso de esta técnica. Mas experiencias deberán realizarse en torno a esta técnica, para conocer sus efectos en galpones tropicales.

Un régimen intermitente de luz puede mejorar los parámetros productivos. El efecto favorable es relacionado con una baja producción de calor durante ambos periodos (Aerts et al, 2000).

### **3.3. Adaptación del ave (Aclimatación precoz)**

La aclimatación precoz también conocida como Early age thermal conditioning, es una técnica que fue reportada por primera vez en países templados por Arjona et al., 1988 y Yahav et Hurwitz, 1996. La misma consiste en una exposición de los animales por 24 horas a 38-40· C de TA, durante la primera semana de vida. Esta reduce de forma durable la TC y aumenta la resistencia de los pollos a un golpe de calor en fase de finalización, alcanzando a reducir la mortalidad por golpes de calor en un 50% en pollos de engorde.

Sin embargo otros autores Mc Donald et al., 1990; Smith et Mc Ghee, 1990 ; May 1995; Bougon et al., 1996), afirman en sus publicaciones que la aclimatación precoz no produce reducciones significativas de mortalidad en pollos sometidos a golpes de calor. Evaluaciones realizadas por De Basilio et al, 2001a,c en laboratorio y De Basilio et al. 2001b a nivel de granjas en venezolanas, logran reducir significativamente la TC de los pollos, sin embargo los resultados sobre la mortalidad en ocasiones no son consistentes.

De Basilio et al 2003, también señalan que algunas condiciones relacionadas con el ambiente tales como humedad y luminosidad y algunas

variables fisiológicas de los animales, principalmente la edad, pueden estar interfiriendo con los efectos positivos de la AP. Los resultados obtenidos en la tesis doctoral del Prof. Vasco de Basilio, pueden resumirse (De Basilio, 2002):

La mortalidad de los pollos debido al calor, en la etapa de finalización, puede ser reducida por la aclimatación precoz. Esta técnica mejora la resistencia de los pollos al calor y estimula en algunas ocasiones el crecimiento en el ambiente tropical real o en ambiente simulado. La TC (TC) disminuye (de 0,10 en 0,25°C) inmediatamente después de la aclimatación precoz TC y percance baja hasta el momento del sacrificio . Alrededor de treinta experiencias de tamaño variable con entre 20 y 2000 pollos machos de engorde y con una duración (7 a 42 días) validan la medida de TC en el colon terminal utilizando como modelo un ambiente semi-controlado tropical. La medida estandarizada de la TC en el colon ( $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ) no produce una variación de la temperatura interna cuando esta es medida por telemetría. Una reducción de la TC es posible cuando se someten los pollos a aumentos de TA > a 36°C al menos durante una hora al día. La fuente de calor modifica la eficacia de la aclimatación precoz. Con respecto al gas, los bombillos infrarrojos no producen un aumento de la resistencia de los pollos a los golpes de calor aunque si la reducción de la TC. La exposición diaria a una TA superior a 31°C puede conducir a una aclimatación tardía que enmascara más tarde los efectos de la aclimatación precoz sobre la mortalidad. Las variaciones de TC en el pollo joven parcialmente debidas a la aclimatación y parecen tener una alta heredabilidad (alrededor de 0,4). la aclimatación precoz produce en los pollos de 7 días de edad una reducción del 85 % de la expresión del ARNm de, la proteína desacopladora mitocondrial (avUCP) del músculo de pollo. la aclimatación precoz produce un cambio metabólico y una reducción de TC inmediato y duradero. Esto es una técnica fácilmente aplicable en condiciones de producción industrial. La eficacia de la aclimatación precoz sobre la resistencia térmica de los pollos depende de algunos factores que aun deben ser establecidos y estudiados (la edad verdadera, y la humedad del ambiente).

Yahav et McMurtry (2001), ponen en duda la edad de 5 días para suministrar la aclimatación y afirman que 3 días de edad, no solo reduce la

mortalidad por golpe de calor sino puede llegar a aumentar en 100 g el peso vivo de los pollos aclimatados. En tal sentido se hace necesario profundizar los estudios sobre AP, de esas y otras condiciones y variables que puedan permitir optimizar esta tecnología.

#### **4. Estrategias mas usadas por los productores venezolanos.**

Hay varias formas prácticas de manejo utilizadas en Venezuela con el fin de minimizar las pérdidas ocasionadas por el estrés: la adición de ventiladores y nebulizadores en los galpones, adición de electrolitos y anti-estresantes en el agua y la restricción del alimento. incrementando la ventilación natural o artificial (ventilación de túnel); aislamiento de los techos de los galpones, instalación de rociadores; evitar el aumento de la temperatura del agua de bebida y seguridad absoluta de su plena disponibilidad para las aves

### **VII. ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACIÓN A NIVEL VENEZOLANO.**

Hoy día un grupo de trabajo UCV-INIA, comienza a realizar trabajos interdisciplinarios con el objeto de generar soluciones eficientes al problema de stress calórico en aves. Dos líneas fundamentales son cubiertas, El estudio de la aclimatación, restricción y alimentación alternada como reductor del estrés térmico (Lozana, 2003) y la estandarización de un modelo de estudio de TC y NH en granjas comerciales (Pérez, 2003). Recientemente un proyecto de grupo financiado por el FONACIT donde participan la Facultad de Cs. Veterinarias y la de Agronomía de la UCV y el INIA, han profundizado en las evaluaciones fisiológicas mejorando los mecanismos de medida de TC , NH y se adicionan dos nuevas áreas de estudio La cardiovascular y la sanguínea por tener grandes alteraciones durante el estrés calórico y en la búsqueda de las causas verdaderas de muerte y determinar los beneficios metabólicos de las técnicas de combate del estrés que se estudian actualmente.

#### **1. El estrés en aves y las alteraciones cardiovasculares**

El estrés lo definen como un efecto ambiental sobre un individuo que excede su sistema de control y reduce su adaptabilidad (Siegel, 1989). En un



plantel de cría de aves se puede generar estrés si se produce una demanda anormal o excesiva sobre el animal. Se supone que la respuesta al estrés es la de ayudar al organismo ante una situación de desequilibrio cuando su vida está expuesta. En términos generales, el estrés configura un estado de desequilibrio orgánico que genera una respuesta defensiva en el animal. El metabolismo y el balance energético se desvían para producir un reflujo de energía, lo que ayuda al ave, evitando o confrontando al factor causante del estrés. El sistema inmune también se halla influenciado directamente por el estrés y los altos niveles de corticosteroides producen linfopenia, degeneración esplénica y linfática. También la frecuencia de enfermedades cardíacas, arteriosclerosis y nefritis aumenta en poblaciones expuestas al estrés crónico (Hendricks et al., 1991).

El sistema nervioso constituye un esfuerzo para combatir o evitar el estímulo ofensivo en vez de adaptarse a él. Esta situación es bien conocida y se conoce como la respuesta de ataque o huida. Los cambios producidos por las catecolaminas en el sistema cardiovascular se manifiestan por un incremento en el gasto cardíaco (aumento de la frecuencia y contractilidad cardíacas), hipervolemia, constricción periférica de la piel, tracto gastrointestinal y bazo. Más aún, las catecolaminas inducen cambios metabólicos importantes tales como aumentos en la lipólisis, la glucogenólisis y gluconeogénesis. (Hendricks et al., 1991)..

Con el objeto de ir más allá en la búsqueda de diferencias sistémicas entre pollos que puedan explicar la variación en la resistencia, se introduce recientemente la medición de la tensión isométrica en arterias cardiovasculares aislados *in vitro* de aves domésticas sometidos a estrés. Los alcances de esta técnica experimental, permiten controlar todos los aspectos que rodean a la unidad experimental, teniendo como único evento de variabilidad, la respectiva que pueda inducir el experimentador (Zerpa et al, 2002). Dentro de los diversos cambios que nos denoten los alcances de esta técnica tenemos la posibilidad entre otros, de inducir: cambios de temperatura del ambiente de las arterias para buscar posibles cambios de la contractilidad que puedan explicar malfuncionamiento. vinculadas a condiciones de estrés calórico.

## **2. Estrés en aves y cambios hematológicos**

La cría intensiva con la incorporación del desarrollo genético hace que las condiciones sean propicias para que ocurran brotes de enfermedades en las aves. La interacción entre la susceptibilidad al calor y el estado de salud del ave es muy evidente y pudiera explicar algunas muertes por calor en condiciones de estrés calórico bajo. Es por eso que el diagnóstico clínico y subclínico de las enfermedades de las pollos así como el diagnóstico diferencial en etapas iniciales de las infecciones, son necesarias (Buctcher, y Amir 1991). Para ello cobra mucha importancia los parámetros hematológicos los cuales proveen de una información para la evaluación del estado de salud de los animales. Sin embargo desafortunadamente no existen mucha información sobre los perfiles hemáticos que puedan ser usadas en medicina aviar.

En parte esto se debe a que las células sanguíneas de las aves poseen características diferentes a la de los mamíferos en general, y además existen factores Fisiológicos que complican aun mas la interpretación y de los cuales debemos conocer; entre estos tenemos: las condiciones ambientales, la composición de las dietas, la restricción de alimento y agua, la edad, la rapidez del ciclo de producción, la administración de drogas, la administración de premezclas anti- aflatoxinas y la continua suplementación de vitaminas E entre otras, todo esto afecta los perfiles sanguíneos de los pollos de engorde.

Se han realizado algunos estudios sobre los perfiles hematológicos de los pollos de engorde encontrando una correlación positiva entre el contaje de eritrocitos el hematocrito, la hemoglobina, el índice de sedimentación eritrocitario y valores de eritrocitos. Igualmente se ha determinado que con el incremento de la edad de los pollos el número de glóbulos blancos, y linfocitos además de los valores absolutos de monocitos eosinófilos y basófilos, aumentan paulatinamente, sin embargo el contaje absoluto de heterófilos y la relación heterófilo linfocitos sufren una disminución. Es importante señalar que los valores hematológicos de referencia en pollos de engorde en ambiente natural a diferentes edades y en diferentes etapas de cría son esenciales

tenerlos en cuenta para lograr hacer la interpretación de las pruebas hematológicas.

En Conclusión es muy poca la investigación realizada en Venezuela en torno a este tema pero hay un repunte importante de la misma en la actualidad.

## VII. CONCLUSIONES.

El problema de las muertes por calor en condiciones de cría de pollos en el país es un problema de gran interés para los productores de pollos de engorde, aun no se tienen soluciones absoluta, pero hay soluciones parciales que han sido ya evaluadas. Se continúan evaluando técnicas para mejorar el confort de las aves y la capacidad de adaptación al calor, pero aun hay muchas experiencias a realizar. La ampliación de los investigadores venezolanos involucrados en este campo, las interacciones con otros países (Francia Israel), permitirá a corto plazo comprender mejor los mecanismos involucrados en la muerte del pollo por calor y ajustar las técnicas de combate y estimulación a la adaptación de las aves que permitirán a mediano plazo resolver de forma definitiva este grave problema.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Aerts, J-m., berckmans, D., saevels, P., decuypere, E. y buyse, J. 2000. Modelling the static and dynamic responses of total heat production of broiler chickens to step changes in air temperature and light intensity. *Brit. Poultry Sci.*, 41: 651-659.
- Arjona A., Denbow D., Weaver W., 1988. Effect of heat stress early in life on mortality of broilers exposed to high environmental temperatures just prior to marketing. *Poult. Sci.*, 67, 226-231.
- Angulo, I. 1990a. Aspectos nutricionales y manejo de pollos de engorde bajo condiciones de clima cálido. 2<sup>da</sup> jornadas nacionales de actualización avícola. sovvea. pág. 25-27. Maracay, Venezuela.
- Angulo, I. 1990b. Manejo nutricional de aves bajo condiciones de estrés calórico. FONAIAP Divulga. Julio-Septiembre. 2-4p.
- Angulo, I. 1991. Manejo nutricional de aves bajo condiciones de estrés térmico. fonaiap divulga, julio – septiembre. Venezuela. p. 2-4.
- Bougon M., Le Menec M., Balaine L., Launay M., 1996. Influence d'un stress thermique à 5 jours et d'une mise à jeun des poulets, lors d'un coup de chaleur à 37 jours, sur la mortalité. *Sci. Tech. Avic.*, 14, 4-11.

- Borges, S., Da Silva, F., Ariki, J., Hooge, D. and Cummings K., 2003 Dietary Electrolyte Balance for Broiler Chickens Under Moderately High Ambient Temperatures and Relative Humidities. *Poultry Sci.*, 2003, 82:301-308
- Buctcher, M. y Amir N. 1991. El sistema inmune aviar. *Industria Avícola*. 38(7):14.
- De Basilio, V., Vilariño, M., Yahav, S., Picard, M., 2001a. Early age thermal conditioning and a dual feeding program for male broilers challenged by heat stress. *Poultry Sci.*, 80, 29-36.
- De Basilio, V., Oliveros, I., Vilariño, M., Díaz, J., Leon, A., Picard, M., 2001b. Intérêt de l'acclimatation précoce dans les conditions de production des poulets de chair au Venezuela. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.* 54, 159-167.
- De Basilio, V., Oliveros, I., Vilariño, M., Díaz, J., Leon, A., Picard, M., 2001c. Efecto de la aclimatación precoz sobre la termo tolerancia en pollos de engorde sometidos a un estrés térmico tardío en condiciones de clima tropical. *Rev. cient. fcv-luz.*, 11, 60-68.
- De Basilio, V., 2002. Acclimatation précoce des poulets de chair au climat tropical. Thèses Doctoral en sciences mention Biologie Agronomie. De L'Ecole National Supérieur Agronomique de Rennes. 20-06-2002.
- De Basilio, V., Requena, F., Leon, A., Vilariño, M., Picard, M., 2003 . Early-age thermal conditioning immediately reduces body temperature of broiler chicks under a tropical environment. *Poultry Sci.* ,82 (8)1235-1242
- El Hadi, H., Sykes, A., 1982. Thermal panting and respiratory alkalosis in the laying hens. *Br. Poult. Sci.*, 23, 49-57.
- Hendricks, G., siege, H y mashaly, M., 1991. Ovine corticotropin releasing factor increases endocrine and immunological activity of avian leukocytes in vivo. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 196: 390-395.
- Lacy, M. and Czarick, M., 1991. Ventilating poultry houses on cold days. *Poultry Digest* 50:68-69.
- Lacy, M. and Czarick M., 1992. Tunnel-ventilated broiler houses: Broiler performance and operating costs. *Journal of Applied Poultry Research* 1:104-109.
- Lahoz F., 2002. Control Ambiental en Galpones de Pollos. <http://www.engormix.com/nuevo/prueba/areadeavicultura1.asp?valor=210>.
- Lozano, C. 2003. Efecto de la inclusión de maíz grano y restricción de alimento en los períodos calurosos del día sobre la capacidad productiva de los pollos de engorde en clima tropical. Tesis de pregrado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 61p.
- Lozano, C., De Basilio, A., Oliveros I., Alvarez R., Irina C., Denis B., Yahav. S., Picard M., 2006. Is sequential feeding a suitable technique to compensate for the negative effects of tropical climate en finishing broilers?. *Anima. Res.* 55 (2006) 71-76.
- Machado, C., 1992. Actualización de investigación reciente sobre los métodos para combatir los efectos del calor sobre el rendimiento y productividad del pollo de engorde, y su impacto económico sobre la producción. iv Congreso Nacional de Avicultura. Caraballeda, 4 al 8 de mayo (FENAVI), p 7..
- Maldonado, B., Álvarez, R., Oliveros, I. y Machado, W. 2002. Efecto de dos tipos de coberturas de galpones sobre el estrés calórico en pollos de engorde durante la época seca. *Revista científica, FCV-LUZ.* Vol. XII-Sup. 2:491-493.
- May J.D., 1995. Ability of broilers to resist heat following neonatal exposure to high environmental temperature. *Poult. Sci.*, 74, 1905-1907.

- Mc Donald K., Belay T., Deyhim F., Teeter R., 1990. Comparison of the 5-day acclimation and fasting techniques to reduce broiler heat distress mortality. *Poultry. Sci.*, 69 (suppl. 1), 90.
- Oliveros, Y., 2000. Evaluación de los elementos climáticos sobre el comportamiento productivo y social de pollos de engorde en etapa de finalización en una granja comercial bajo condiciones tropicales. tesis de maestría. postgrado en producción animal. Facultad de Agronomía. ucv.
- Pereira , N, 1987. Fisioclimatología de los animales domésticos aplicada a la producción animal en el trópico americano. editorial América. Caracas. 1edición. 296 pp.
- Pereira, N., 1984. Los Factores Climáticos y su Influencia Sobre Los Pollos de Engorde y Las Gallinas Ponedoras y las Respuestas Tecnológicas. IV Ciclo de Conferencia Sobre Producción Avícola. Maracay, Venezuela. 220p.
- Perez, M., 2003. Algunos indicadores del nivel de estrés termico en pollos de engorde en granjas comerciales del estado aragua. tesis de pregrado. Mención zootecnia. Facultad de Agronomía. ucv.
- Siegel, h., 1989. Stress, strains and resistance. *Br. Poult. Sci.* 36: 3-22.
- Smith M., Mc Ghee G., 1990. Effect of early acclimation and photoperiod on growth of broilers subjected to chronic heat distress. *Poultry. Sci.*, 69 (suppl. 1), 192.
- Sturkie, p. (1976) avian physiology. third edition, springer-velag, new york, pp. 76-101.
- Temim S., Chagneau A.M., Guillaumin S., Michel J., Peresson R., Tesseraud S., 2000. Does excess dietary protein improve growth performance and carcass characteristics in heat exposed chickens ? *Poultry Sci.*, 79, 312-317
- Yahav S., Hurwitz S., 1996. Induction of thermotolerance in male broiler chickens by temperature conditioning and early age. *Poult. Sci.*, 75, 402-406.
- Yahav S., Straschnow A., Plavnik I., Hurwitz S., 1997a. Effects of diurnally cycling versus constant temperatures on chicken growth and food intake. *Br. Poult. Sci.*, 37, 43-45. Yahav S., Shamai A., Haberfeld G., Horen G., Hurwit Z., Friedman E., 1997a. Induction of themotolerance in chickens by temperature conditioning: Heat Shock Protein Expression. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 813, 628-637.
- Yahav S., Shamay A., Horev G., Bar-Ilan D., Genina O., Friedman-Einat M., 1997b. Effect of acquisition of improved thermotolerance on the induction of heat schok proteins in broiler chickens. *Poult. Sci.*, 76, 1428-1434.
- Yahav S., Straschow A., Plavnik I., Hurwitz S., 1997c. Blood system response of chickens to changes in environmental temperature. *Poult. Sci.*, 76, 627-633.
- Yahav S., Plavnik I., 1999. Effect of early-age thermal conditioning and food restriction of performance and thermotolerance of male broiler chickens. *Br. Poult. Sci.*, 40, 120-126.
- Yahav S., Mc Murtry J., 2001. Thermotolerance acquisition in broiler chickens by temperature conditioning early in life. The effect of timing and ambient temperature. *Poult. Sci.*, 80, 1662-1666.
- Yahav S., 2002. Heat stress in broilers. Congrès Avicole 18-19-20 Mars Montevideo Uruguay
- Zerpa H., Vega, F., Vasquez, j., Ascanio, E., Campos, G., Sorbe, E., Romero, E., Garcia, H. y Ascanio, M. 2002. Diferencias en la respuesta in vitro ante agentes vasoactivos,

entre anillos de arterias y venas digitales palmares de equinos. revista de la facultad de Ciencias Veterinarias. UCV. 43 (1): 53 – 63.

Zhou, W, y Yamamoto, S., 1997. Effects of environmental temperature and heat production due to food intake on abdominal temperature, shank skin temperature and respiration rate of broilers. *British Poultry Science*, 38: 107-114.