

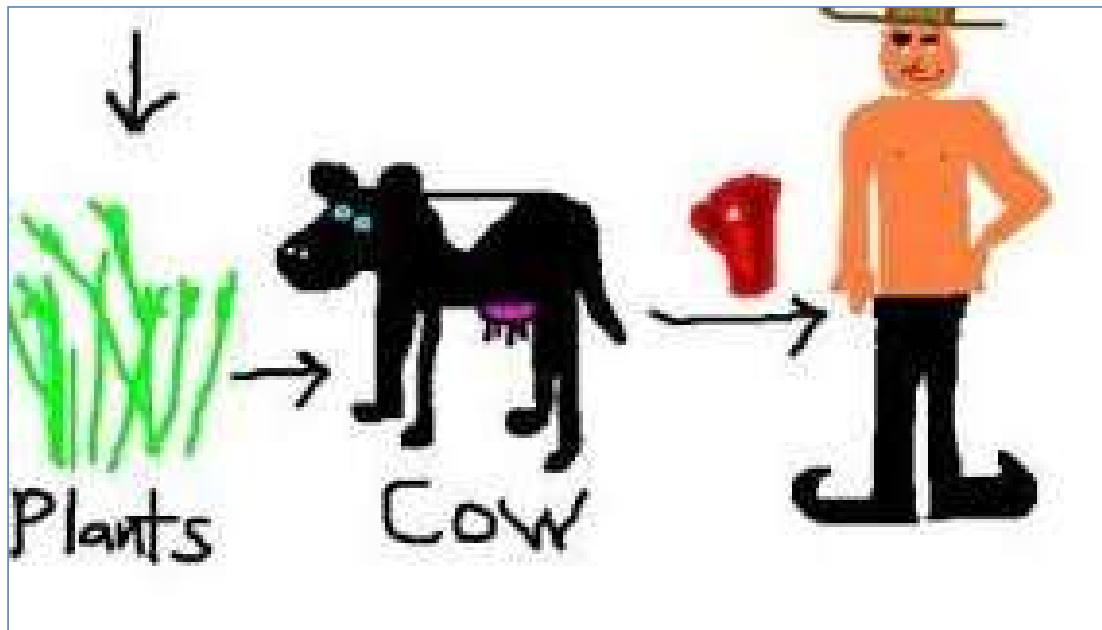


UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"

ESCUELA DE POS GRADO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TOPICOS ESPECIALES EN LA NUTRICION Y ALIMENTACION ANIMAL-2024-I TOPICO 2: Metabolismo energético – estrés por calor



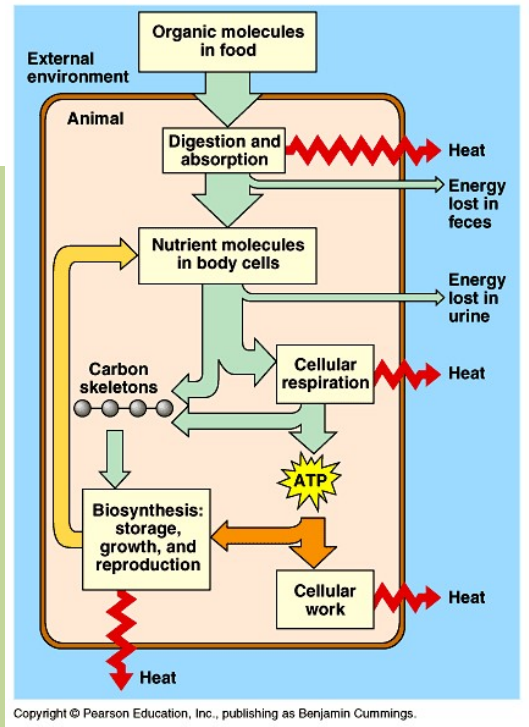
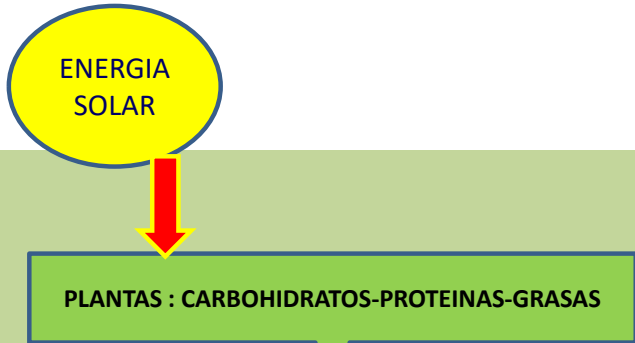
Elías Salvador T. Ing. Zoot.; M.Sc.; PhD

e-mail: elias.salvador@unica.edu.pe

Blog académico-científico: <http://eliasnutri.wordpress.com/>

FLUJO DE LA ENERGIA

1 ra Ley termodinámica



2 da Ley termodinámica

REACCION QUIMICA

TRASFERENCIA ENERGIA ALMACENADA

BOMBEO DE IONES

SINTESIS MOLECULAR

CALOR

ATP

HACIA DONDE VA ?

ACTIVAR PROTEINAS CONTRACTILES



DETERMINACION:

Es la Energía Total de un alimento y se determina mediante su calor de combustión (calor liberado al quemar una sustancia hasta CO₂ y H₂O en una **BOMBA CALORIMÉTRICA** (oxidación)).

El contenido de energía de una dieta es derivado de carbohidratos, grasas y proteínas y la cantidad de cada uno de estos nutrientes en un alimento determinan su contenido de energía.

ESTIMACION:

Para calcular el valor calórico de los alimentos, se requiere la determinación de la cantidad media de proteína, grasa e carbohidratos (análisis químico) presentes en un gramo de alimento. A través del análisis proximal podemos predecir la EB utilizando coeficientes dados en Kcal/g :

EB=4.15 (%CAR) + 9.40 (%EE)+5.65 (%PC) –Atwater y Briant (1989)

EB=4.10 (%NIFEX+FC) + 9.30 (%EE)+5.75 (%PC) –Valores Europeos



Porqué las grasas tienen más energía bruta?

| MACROM. | C (%) | H (%) | O (%) | N (%) |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| GRASAS | 77 | 12 | 11 | - |
| PROTEINAS | 52 | 6 | 22 | 16 |
| CHO'S | 44 | 6 | 50 | - |

CH₃(CH₂)₁₆ COOH = A. esteárico; C₆H₁₂O₆ = Glucosa; C₃H₇N₁O₂ = Alanina

- 1) CANTIDAD RELATIVA DE O₂ DEL COMPUESTO: el calor se produce solo con la unión C o H con O₂ adicionado, en CHO hay suficiente O₂ para combinarse con el H presente. Si se acaba el O₂ el calor deriva de la oxidación del C e H.
- 2) CANTIDAD RELATIVA DE H y C: en grasas existe menores cantidades de O₂ y un mayor número de átomos (H,C) que lo requieren. Por ello su combustión implica tanto la oxidación de H como la de C. (C = 8 Kcal/g y H = 34,5 Kcal/g).
- 3) PROPORCION RELATIVA DE UNIONES H-C (98,6 Cal/mol) es mayor en grasas. Estas uniones liberan más calor. Unión C-O 84 Cal/molécula).

EB del maíz= 4,4 Kcal/g. EB de soya = 5,5 Kcal/g.



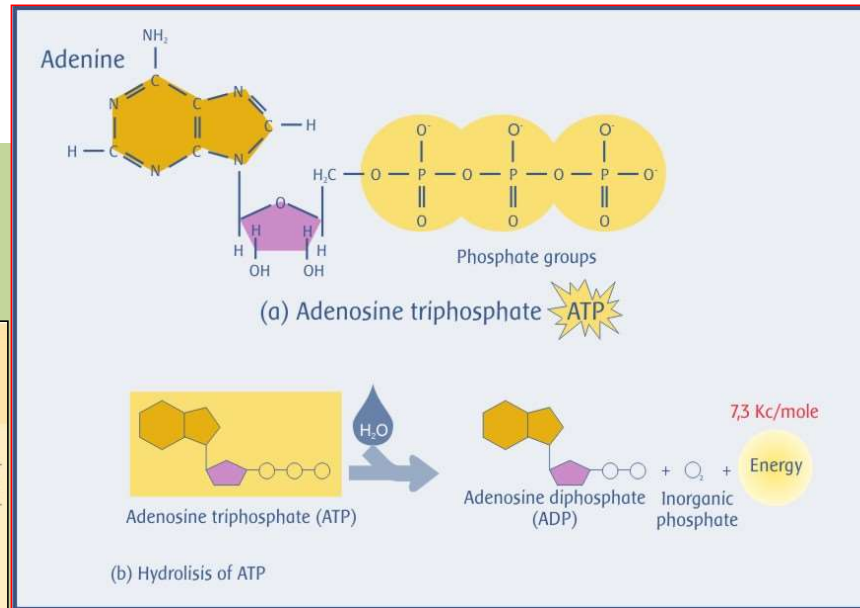


TABLE 13-6 Standard Free Energies of Hydrolysis of Some Phosphorylated Compounds and Acetyl-CoA (a Thioester)

| | $\Delta G'^{\circ}$ | |
|---|---------------------|------------|
| | (kJ/mol) | (kcal/mol) |
| Phosphoenolpyruvate | -61.9 | -14.8 |
| 1,3-bisphosphoglycerate (\rightarrow 3-phosphoglycerate + P_i) | -49.3 | -11.8 |
| Phosphocreatine | -43.0 | -10.3 |
| ADP (\rightarrow AMP + P_i) | -32.8 | -7.8 |
| ATP (\rightarrow ADP + P_i) | -30.5 | -7.3 |
| ATP (\rightarrow AMP + PP_i) | -45.6 | -10.9 |
| AMP (\rightarrow adenosine + P_i) | -14.2 | -3.4 |
| PP_i (\rightarrow 2 P_i) | -19.2 | -4.0 |
| Glucose 1-phosphate | -20.9 | -5.0 |
| Fructose 6-phosphate | -15.9 | -3.8 |
| Glucose 6-phosphate | -13.8 | -3.3 |
| Glycerol 1-phosphate | -9.2 | -2.2 |
| Acetyl-CoA | -31.4 | -7.5 |

Producción de ATP para un hombre de 70 kg de peso vivo:

$EM = 1.5 (70W^{0.75}) = 2,500 \text{ kcal/día}$

1 mol de glucosa = 38 ATP

1 ATP = 7 kcal/mol (reacciones de acoplamiento)

$38 \text{ ATP} \times 7 \text{ kcal} / 673 \text{ kcal} = 266 / 673 = 40 \% \text{ aprox.}$

$2,500 \times 0,4 = 1,000 \text{ kcal}$

$1,000 / 7 = 140 \text{ mol}$

1 mol = 510 g (PM)

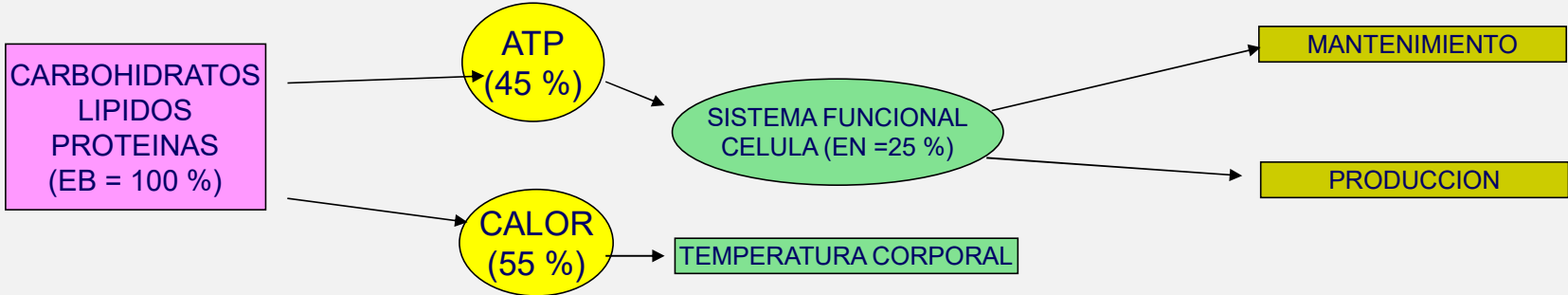
$140 \times 510 \text{ g} = 72 \text{ kg de ATP/día (Steady state)}$

Principal conductor de energía química de los procesos de producción de energía y las actividades básicas que requieren energía.

Rico en energía debido al alto potencial de transferencia de grupos fosfóricos.

Intermedio de compuestos de más alta energía y menor energía que el ATP y puede dar energía y recibir energía sirviendo como transporte de grupos fosfóricos :





| NUTRIENTE | CALOR COMB. (kj/mol) | PROD. ATP de 1 mol de nutriente | ENERGIA para Sintesis 1 mol ATP | RELATIVO (A LA GLUCOSA) |
|---------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| GLUCOSA | 2816 | 38 | 74 | 100 |
| A. ESTEARICO | 11342 | 146 | 77.9 | 105 |
| A. ACETICO | 816 | 10 | 87.4 | 118 |
| A. PROPIONICO | 1536 | 18 | 85.3 | 115 |
| A. BUTIRICO | 2193 | 27 | 84.1 | 110 |
| PROTEINA | 2143 (*) | 22 | 94.9 | 128 |
| (*) kj/100 g | | | | |





(1) SEMEJANZA : FUEGO-VIDA:

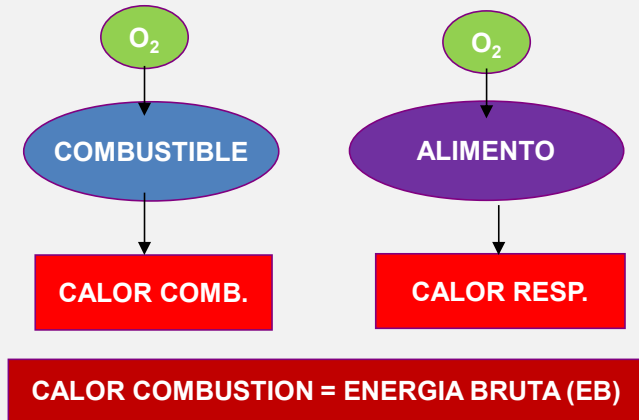
Estandarizar calor (caloría), medir oxidación (unidad medida) medir oxidación alimento, oxidación del animal, predecir alimento requerido (idea de requerimiento)

(2) INVENTO CALORIMETRO Y BALANZA

(3) ECUACION DEL BALANCE ENERGETICO:

$$Ed \text{ (kcal/día)} = PC + BE$$

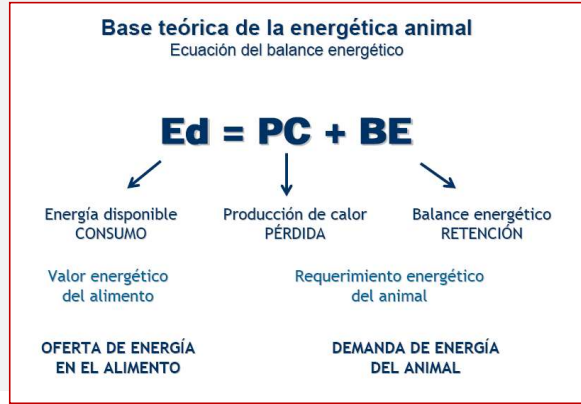
ANTOINE LAVOISIER (1743-1794):
 «Ha bastado un instante para cortarle la cabeza, pero Francia necesitará un siglo para que aparezca otra que se le pueda comparar»



Utilidad de la ecuación:

1. Precisa el requerimiento energético del animal para su mantenimiento y producción.
2. Permite precisar el nivel o densidad energética de la dieta (E).
3. Permite predecir el consumo de alimento (C_A).
4. Permite predecir el comportamiento productivo del animal (BE).
5. Cálculos (aves):

$$Ed \text{ (kcal/día)} = C_A \text{ (g/día)} \times E \text{ (kcal/g)}$$



EFICIENCIA ALIMENTICIA (Factores):

- * Nivel de **energía** de la dieta: eficiencia energética (EE)= Mcal/Kg de ganancia.... Buen indicador de E.
- * **Dieta** (Balance, procesamiento), formulación y gestión de alimentación
- * **Animal** (Metabolismo y consumo potencial: máxima conversión se logra suministrando el alimento al 90% del consumo potencial)
- * **Sexo:** hembras < E.
- * Edad: un ave de 7 días (80% del alimento es para crecer y 20% para mantenimiento. A las 8 semanas es lo contrario)
- * T° ambiental
- * **Salud:**

EFICIENCIA ENERGETICA: Con un rango muy amplio de concentraciones de energía en la dieta que se utilizan hoy en día en todo el mundo, las medidas clásicas de ingesta de alimento: aumento de peso (o aumento de peso: ingesta de alimento) se vuelven menos significativas. La eficiencia alimenticia "más baja" puede no ser siempre la más económica, porque la economía puede dictar el uso óptimo de niveles de energía de la dieta bajos en lugar de altos.

Una medida más útil del uso de alimento es la ingesta de energía por unidad de aumento de peso. Para los machos, las metas son 6.2 Mcals de energía metabolizable por kg de aumento de peso para aves de 6 semanas (Steve Leeson - Department of Animal and Poultry Science/University of Guelph).

Energy Efficiency Ratio (EER): Weight gainx100/total ME intake (Kamran et al., 2008)

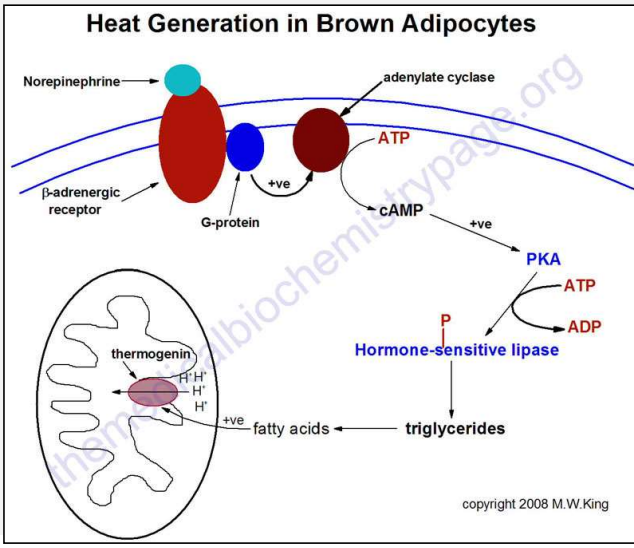
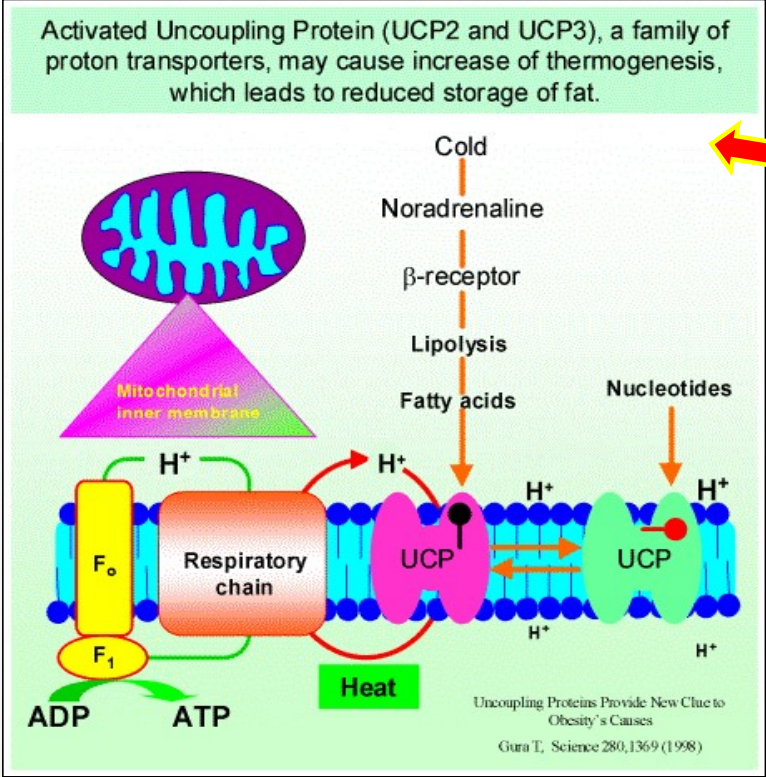
Table 2 – Effect of dietary energy levels on egg production, egg weight, egg mass, feed intake, AMEn intake, body weight, and livability of young laying hens(23 to 40 weeks of age). **

| Treatment (kcal/kg) | 2700 | 2775 | 2850 | 2925 | 3000 | Lin | Quad | r ² | SEM |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|------|----------------|------|
| Egg production (%) | 92.86 | 89.90 | 89.35 | 89.36 | 86.25 | * | ns | 0.85 | 0.27 |
| Egg weight (g) | 59.64 | 60.12 | 59.11 | 59.52 | 59.09 | ns | ns | - | 0.11 |
| Egg mass (g egg/bird/day) | 55.38 | 54.05 | 52.81 | 53.19 | 50.96 | * | ns | 0.88 | 0.19 |
| Feed intake (g/bird/day) | 97.60 | 95.17 | 92.46 | 91.38 | 86.89 | * | ns | 0.96 | 0.28 |
| FCR (g feed/g egg) | 1.76 | 1.76 | 1.75 | 1.71 | 1.70 | * | ns | 0.90 | 0.01 |
| FCR (g feed/dz egg) | 1.26 | 1.27 | 1.24 | 1.23 | 1.21 | * | ns | 0.87 | 0.01 |
| AMEn conv. (kcal/g egg) | 4.75 | 4.88 | 4.98 | 5.02 | 5.11 | * | ns | 0.96 | 0.01 |
| Livability (%) | 92.91 | 94.86 | 94.16 | 92.91 | 94.58 | ns | ns | - | 0.76 |

Ribeiro et al., 2014

Un mejor indicador: E económica: costo de alimentación/ ganancia de peso.







Increasing animal performance through nutritional methods and control of heat stress for lowering greenhouse gas emissions

Masaaki TOYOMIZU
Animal Nutrition
Graduate School of Agricultural Science
TOHOKU University, Japan





Copyright 2009 M. Toyomizu
All Rights Reserved

Hay varios niveles donde se encuentran variaciones en eficiencia, desde los más gruesos a los más finos podemos citar los siguientes mecanismos:

1. Consumo
2. Digestión
3. Actividad voluntaria 33%
4. Composición corporal
5. Metabolismo tisular
6. Eventos celulares, y 67%
7. **Procesos en la mitocondria.**

La industria Pecuaria (sector ganadería) genera mas emisiones de gases de efecto invernadero que el transporte – alrededor de 18%, medido como equivalente de CO₂ (FAO, 2006).

Hay maneras de reducirla:

- a. Utilización de desperdicios o subproductos para la alimentación animal.
- b. Incrementar el comportamiento productivo de los animales a través de:
 - Incrementar la eficiencia alimenticia,
 - **Optimizar la eficiencia energética**
 - Desarrollo de animales altamente eficientes o disminuir las perdidas internas del animal (TOYOMIZU, 2009).

Después de tantos años de investigación se ha llegado a la conclusión de que, a pesar de los avances conceptuales en la definición de los factores que afectan la eficiencia, ni los requerimientos de mantenimiento, ni la eficiencia de producción han cambiado sustancialmente en los últimos 100 años (Congreso Australia, 2004).

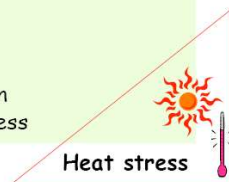
decreasing animal's internal loss

One of ...

- minimizing death rate, the mortality

Another way

- alleviating stress
- bacterial infection
- environmental stress



Copyright 2009 M. Toyomizu
All Rights Reserved

Heat stress directly increases greenhouse emission



a major problem for the poultry industry, especially in the hot regions of the world

Copyright 2009 M. Toyomizu
All Rights Reserved



Five pieces of evidence lead to the conclusion: feeding olive oil may reduce damage from heat stress in chickens

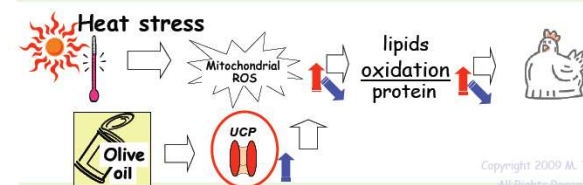
Heat->ROS Ox.damage UCPgene UCP-ROS Nutritional regulation Appendix

- (1) Acute heat stress enhanced ROS production in skeletal muscle
- (2) Heat-induced ROS caused oxidation of lipids and proteins
- (3) avUCP as an adaptive protein to changes was cloned.
- (4) Heat stress induced ROS production via suppression in avUCP
- (5) Olive oil-supplemented feed decreased ROS production via up-regulation of avUCP of chicken exposed to heat.

Animals emit about 18 percent of greenhouse gas.

There are several ways to lower greenhouse gas emissions from farm animals,

decreasing animal's internal loss



Copyright 2009 M. Toyomizu
All Rights Reserved

Internal loss can be decreased, thereby carbon-dioxide emissions from low efficient animals can be lowered by nutritional methods.



- a) Producción metabólica: reacciones bioquímicas exotérmicas.
- b) Producción extrametabólica:
 - * Acto involuntario de tiritar
 - * Actividad muscular
 - * Acción hormonal (T3 y T4 aumentan VO₂. La adrenalina aumenta las oxidaciones tisulares) = ESTRES
 - * Grasa parda (se oxidan ácidos grasos)

La PRODUCCION DE CALOR es producido por el metabolismo dentro del cuerpo, que incluye: MANTENIMIENTO, CRECIMIENTO y PRODUCCIÓN.

La PRODUCCION DE CALOR es afectado por:

Peso corporal, especie, raza, nivel de producción, nivel de consumo de alimento, calidad del alimento, y en cierto grado por la cantidad de actividad y ejercicio.

Homeotermos, mantienen una T° corporal estable, con mínimas fluctuaciones de corta duración como resultado de enfriamiento intenso, fiebre o ejercicio vigoroso.

Con una T° corporal constante, la PRODUCCIÓN DE CALOR durante un periodo de tiempo es = PERDIDA DE CALOR.

La Producción de Calor total (PCt) de un animal que consume alimentos en un ambiente termo neutro es la suma del Incremento Calórico (IC) mas la Energía Neta de mantenimiento (ENm)

$$PCt = IC + ENm = CF + CMN + MB + AVA = IC + MB + AVA$$

ENm = es la fracción de la EN consumida destinada a mantener el equilibrio energético del animal , comprende la energía destinada a:

Metabolismo Basal (MB), Termorregulación (T) y Actividad Voluntaria del Animal (AVA)



Aumento que experimenta la producción de calor, que sigue al consumo de alimentos, cuando el animal se encuentra en un ambiente térmicamente neutro. Comprende:

Calor de digestión (CD) + Calor de Fermentación (CF) + Calor de Trabajo (Formación y excreción de productos como urea, a. úrico) + Calor de Metabolismo de Nutrientes (CMN).

$$E.N. = EM - IC$$

La Energía del IC se pierde excepto cuando la T° del medio ambiente es inferior a la T° crítica. en este caso puede servir este calor para mantener caliente el organismo, y pasa a formar parte de la Energía Neta precisa para el mantenimiento.

Términos similares a IC son Efecto Calorigenico, Efecto Dinámico Especifico (Calor de metabolismo de Rubner)

$$\text{Producción de Calor} = I.C. + E.N.m$$

$$I.C. = CD + CF + CT + CMN$$

(CD digestion, CF fermentacion, CT trabajo, CMN metabolismo de nutrientes)

IC DE NUTRIENTES TENIENDO COMO BASE EL MANTENIMIENTO kcal/100 kcal E.M.
El IC varía : ESPECIE + NUTRIENTE CONSUMIDO

| NUTRIENTE | RATA | CERDO | OVEJA | NOVILLO | AVES |
|------------------------|-------|-------|-------|---------|------|
| GRASAS | 17 | 9 | 29 | 35 | 10 |
| CARBOHIDRATOS | 23 | 17 | 32 | 37 | 15 |
| PROTEINA | 31 | 26 | 54 | 52 | 30 |
| RACION MIXTA(Promedio) | 10-40 | 20 | 35-70 | 35-70 | 18 |

(K aves : 0,82): EM / EN = 3.20 x 0.82 = 2.624)

En aves una dieta con 3.2 Mcal/kg de EM equivale a una dieta con 2.62 Mcal/kg de EN

IC en HOMBRE y PERROS =Kcal de producción de calor/100 kcal de ingesta: PROTEINA=30, GRASA=4, GLUCOSA=5.

IC (% de E.M.) en ayuno: ACETATO=40,8 %, PROPIONATO=13,5 %, BUTIRATO=18,9 %.

IC en ovinos en engorde : ACETATO=67,1 %, PROPIONATO=43,7 %, BUTIRATO=38,1 %.

Incremento Calórico porque es alto en Proteínas

- (1) síntesis de urea que es excretada
- (2) costo energético de concentrar y excretar los productos de desecho por vía renal
- (3) metabolismo de los restos hidrocarbonados de los AA'S. en los casos en que se den desequilibrios entre los AA'S, estas reacciones tienen lugar en mayor grado, lo que determina que el IC sea mayor.



MB = Necesidades energéticas de un organismo animal en post-absorción, reposo y ambiente termoneuro, esta necesidad es proporcional al Peso Metabólico Corporal: $PMC = PV^{0.75}$, 48 a 72 horas tras la ingestión de alimentos es suficiente para lograr valores validos del metabolismo durante el ayuno en rumiantes, en otros animales es menor.

La PCt Incluye:

Funciones de servicio : Circulación sanguínea y respiración, trabajo hepático y renal, funciones nerviosas, funcionamiento de órganos vitales (50 – 60% DEL COSTO ENERGETICO)

Funciones de mantenimiento celular (Actividad Celular Vital): Renovación de proteínas (Turnover) y lípidos, Transporte de iones (Ca y Na) (40-50% DEL COSTO ENERGETICO)

La energía empleada en estos procesos se disipa como calor, siendo - en muchas condiciones climáticas – este calor suficiente para mantener la temperatura interna.

TERMORREGULACIÓN (T) Energía destinada a mantener la T° corporal

ACTIVIDAD VOLUNTARIA (AVA) Energía para acostarse/levantarse, búsqueda e ingestión de alimentos y agua, etc. Incremento del costo energético de mantenimiento. Corresponde a un 10-15 % cuando la actividad se realiza a la intemperie. En vacas lecheras es 10 % en buenas pasturas (1.4 l leche) y 20 % en pasturas pobres (2.6 l leche).

Producción de calor del animal
¿Cuánta calor genera la alpaca?

PC = MB + IC + AF + TG

| | | | | |
|------------------------|----------------------|------------------------|---------------------|--------------|
| Producción de calor | Metabolismo basal | Incremento de calor | Actividad física | Termogénesis |
|------------------------|----------------------|------------------------|---------------------|--------------|

Termogénesis (TG): Calor adicional al MB, IC y AF que genera el animal para mantener su temperatura corporal constante a fin de evitar la hipotermia (NRC, 1981).

EPOCA DE FRIAJE



CALORIMETRÍA ANIMAL DIRECTA:

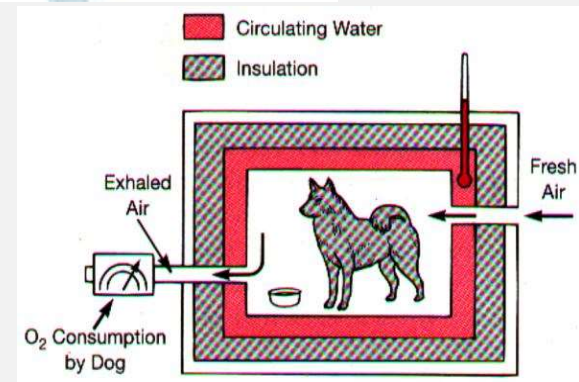
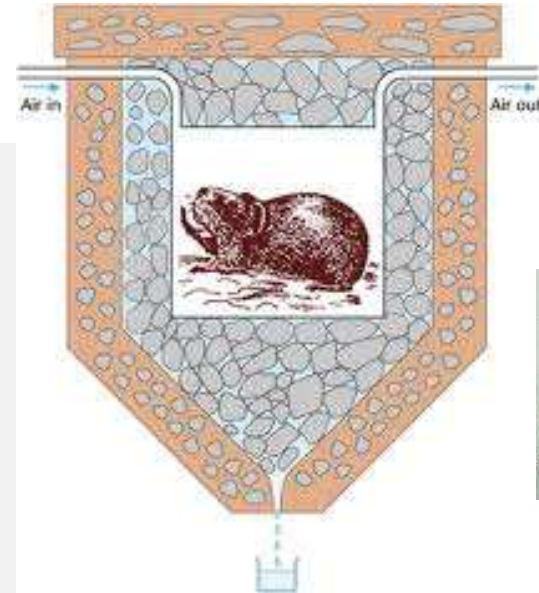
Método físico con calorímetro animal
Cámara aislada y cerrada

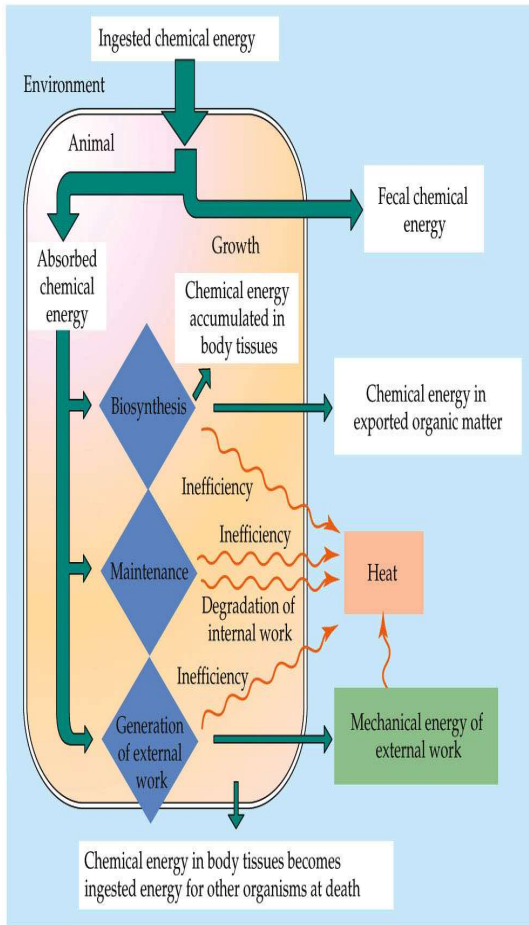
La calorimetría es la ciencia de medir el calor de las reacciones químicas o de los cambios físicos. El instrumento utilizado en calorimetría se denomina calorímetro. La palabra calorimetría deriva del latino "calor". El científico escocés Joseph Black fue el primero en reconocer la distinción entre calor y temperatura, por esto se lo considera el fundador de calorimetría. Fue mediante calorimetría que Joule calculó el equivalente mecánico del calor demostrando con sus experiencias que 4.18 J de cualquier tipo de energía equivalen a **1 caloría**. Naturalmente, el calor generado por los organismos vivos también puede ser medido por calorimetría directa, en la cual el organismo entero es colocado en el interior del calorímetro para hacer las mediciones

CALORIMETRÍA ANIMAL INDIRECTA:

Intercambio respiratorio del animal
Cámara de respiración: circuito abierto, cerrado, mixtas
(mas utilizadas)

La calorimetría indirecta calcula el calor que producen los organismos vivos mediante su producción de dióxido de carbono y de los residuos de nitrógeno (frecuentemente amoníaco en organismos acuáticos o, también, urea en los terrestres). Antoine de Lavoisier indicó en 1780 que la producción de calor puede ser calculada por el consumo de oxígeno de los animales.

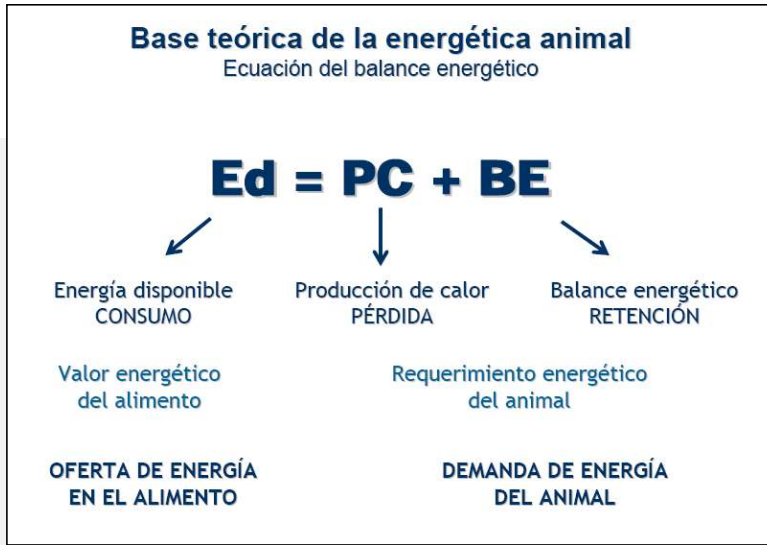




Animal Physiology 2e, Figure 6.2

- Suma de la producción de calor y la disipación de calor.
- La producción de calor de broilers es alto conforme ellos están consumiendo alimentos con alta energía , con una retención de energía de menos de 40 %, y 60 % de la energía dietaria puede aparecer como calor.
- La pérdida de calor esta dado por: Metabolismo basal ,Regulación termal , Actividad voluntaria, Formación de producto, Trabajo de digestión ,Calor de fermentación, Formación y excreción de productos de desecho.





$$\text{Energía} = PC + ER$$

Categorías del costo de energía:

1. Requerimiento de mantenimiento:

- Metabolismo basal
- Termogénesis adaptativa
- Termogénesis dietaría
- Actividad física

2. Requerimiento de producción:

- Energía dentro del producto:
- Termogénesis asociado con su síntesis.

Según la ecuación, una producción extra de calor por actividad, por otros factores tiene que afectar en la misma proporción la ER, a menos que se compense por un incremento proporcional del consumo de EM.



- Los consumos de EM, en la ponedora son divididos en:
- Energía Retenida (ER) en tejidos durante el crecimiento y huevos etc., y el calor (C) producido : $EM=ER+C$.
- En condiciones de termo neutralidad, el calor producido representa el calor asociado a la utilización del consumo de EM para mantenimiento (EMm) y los procesos productivos, los cuales representan en una ponedora aproximadamente 70-75% del consumo de energía (Leeson and Summers, 2001).
- La ER (tejidos, huevos) representa la diferencia entre la EM y el calor producido $ER=EM-C$.
- En las últimas décadas un número importante de ecuaciones, basadas en peso del ave, masa de huevo, ganancia de peso y medio ambiente, se han desarrollado, para predecir los requerimientos de energía de mantenimiento y producción en las ponedoras (Chwalibog and Badwin, 1995; Chwalibog, 1985; Emmans, 1974;NRC, 1994; Pesti et al.,1992). Por ejemplo NRC (1994) usa la siguiente formula:

$$EM = W^{0.75} (173-1.95T)+5.5 \Delta W+2.07E$$

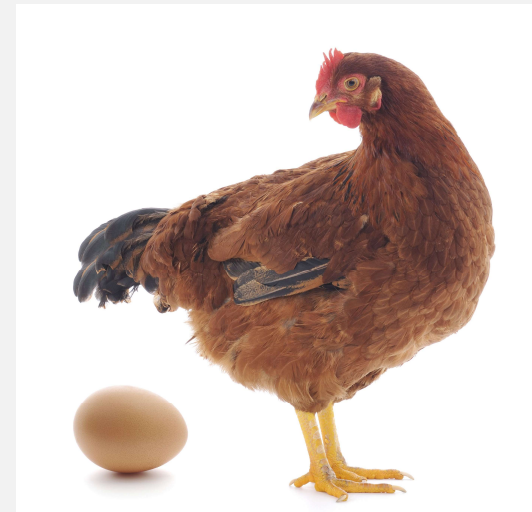
Calcule %

EM= necesidades diarias expresadas en kcal;

W = peso en kg;

ΔW = incremento de peso diario en g del ave;

E = masa de huevo producida en g por día



Migraciones estacionales, Adaptación, Descenso de la TC (hibernación, torpor, etc)

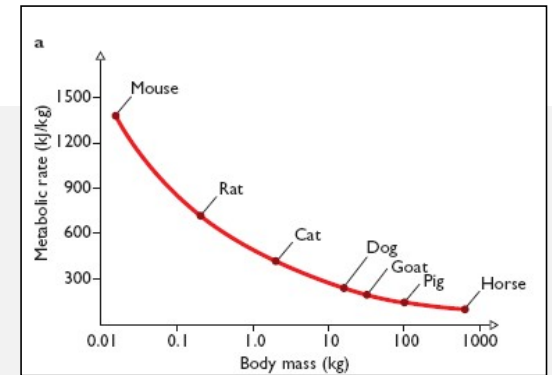
Para hacer frente a los recursos alimentarios limitados y las bajas temperaturas, algunos mamíferos hibernan en madrigueras subterráneas. Para permanecer en "estasis" durante períodos prolongados, estos animales deben acumular reservas de grasa marrón y ser capaces de ralentizar todas las funciones corporales.

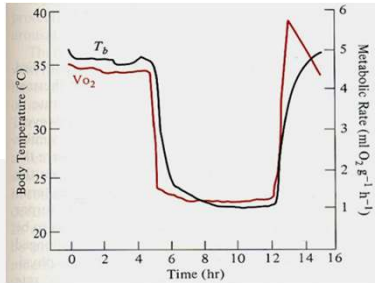
Los **verdaderos hibernadores** (por ejemplo, las **marmotas**) mantienen baja la temperatura de su cuerpo durante su hibernación, mientras que la temperatura central de los falsos hibernadores (por ejemplo, los **osos**) varía con ellos a veces emergiendo de sus guaridas durante breves períodos.

Algunos **murciélagos** son **verdaderos hibernadores** que dependen de una termogénesis rápida y sin temblores de su depósito de grasa marrón para sacarlos de la hibernación.

La **estiva** ocurre en verano (como las siestas) y permite que algunos mamíferos sobrevivan períodos de alta temperatura y poca agua (por ejemplo, las **tortugas** se esconden en el lodo del estanque).

El letargo (**TORPOR**) diario ocurre en pequeñas endotermas como **murciélagos y colibríes** que reducen temporalmente sus altas tasas metabólicas para conservar energía.

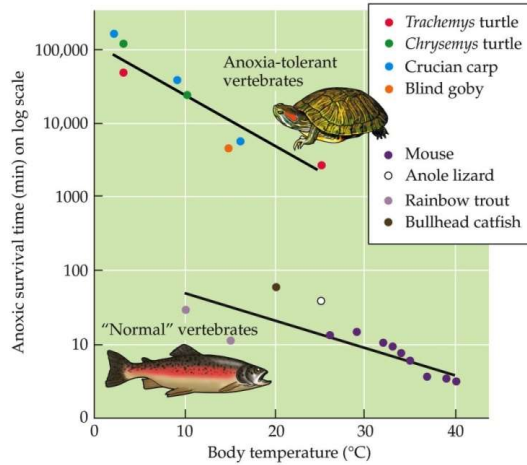




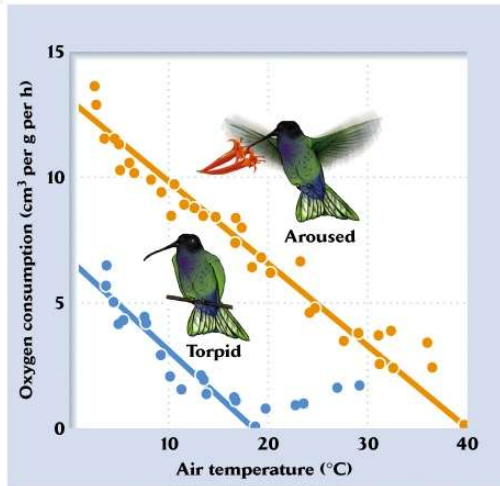
LETARGIA EN Deer mouse
Peromyscus

How do animals tolerate low (hypoxia) or lack (anoxia) of O₂?

Here's one solution:
Metabolic depression



Animal Physiology 2e, Figure 7.12



Hummingbirds can even lower their heart rate from 500 beats per minute to as few as 50.

TORPOR:

Ruby-throated Hummingbirds (*Archilochus colubris*) are migrants and do not hibernate. However, in cool weather they do undergo an overnight metabolic change called "torpor." On cool nights, the body temperature of hummingbirds can drop from a daytime norm of about 40.5 degrees C (105 F) to an overnight low of about 21 degrees C (70 F). Torpor also allows the heart and breathing rate to slow and lowers the basal metabolism so that the hummingbird burns much less energy overnight. On some cool mornings in late spring and early autumn, people encounter **RTHUs** that are sitting motionless and appear to be dead, asleep, or "hibernating." These birds are probably in torpor and should not be disturbed. As the day warms their metabolisms will speed back up and they'll get back to doing what hummingbirds do



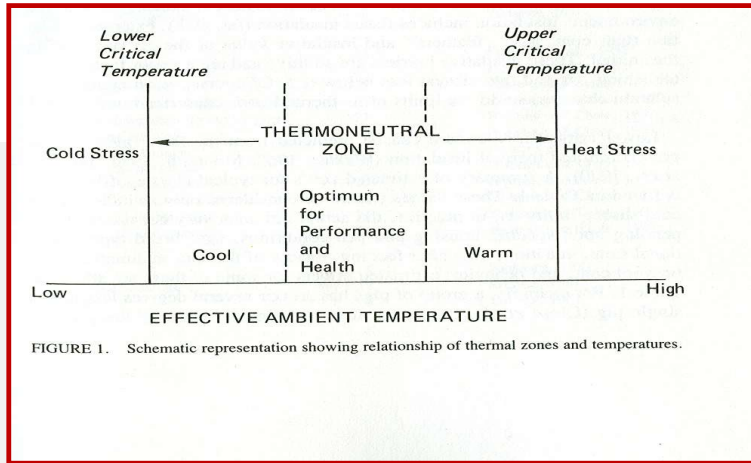
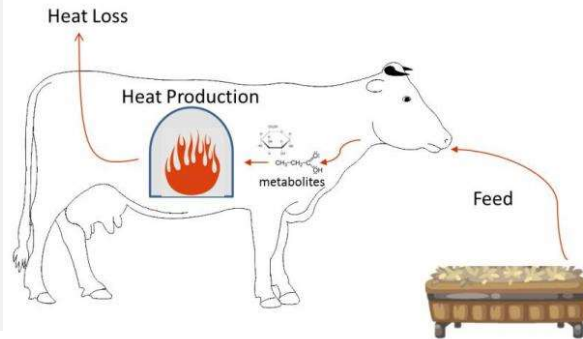


FIGURE 1. Schematic representation showing relationship of thermal zones and temperatures.

Existe un margen de T° ambiental como zona de neutralidad térmica o de confort para cada especie bajo condiciones específicas.

1. El punto mas bajo de este margen es la T° critica (bajo este funciona la **regulación química**) debajo de esta T° conduce a congelamiento.
2. Al subir la T° ambiental la **regulación física** opera sin ningún incremento en el metabolismo, hasta que es insuficiente para refrescar el cuerpo.



| ESPECIE ANIMAL | TEMPERATURA |
|--------------------|-------------|
| RATA | 28-29 |
| PERRO (PELO LARGO) | 13-16 |
| PERRO (PELO CORTO) | 20-26 |
| GALLINA GORDA | 16-26 |
| PAVO | 20-28 |
| HOMBRE (DESNUDO) | 28-32 |
| OVEJA(ESQUILADA) | 21-31 |
| CERDO | 20-26 |
| CABRA | 20-28 |

| Age (week) | Broiler °C | Pullet °C | Layer °C |
|------------|------------|-----------|----------|
| 1 | 32-33 | 34-35 | |
| 2 | 30-31 | 31-32 | |
| 3 | 27-29 | 28-30 | |
| 4 | 24-27 | 27-29 | |
| 5 | 18-22 | 26-28 | |
| 6 | | 25-27 | |
| 7 | | | |
| | | | 19-22 |

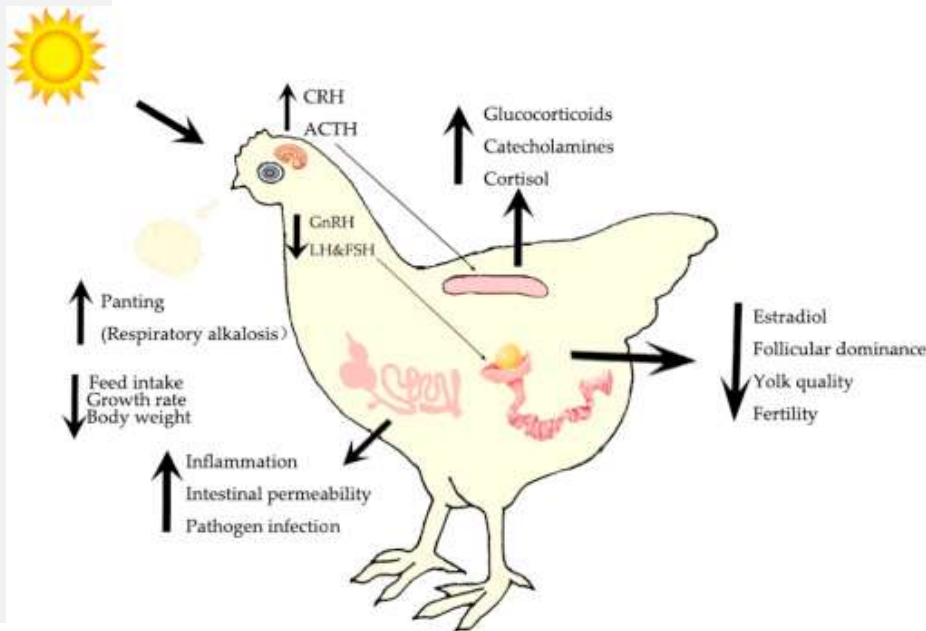


TERMOREGULACION : TERMOGENESIS= TERMOLISIS

TERMOGÉNESIS; es la producción de calor para el metabolismo (mantenimiento, crecimiento, producciones, actividades del tubo digestivo...) y para la actividad física (contracción muscular). Actividad muscular voluntaria, shivering (tiritar, temblar) y termogénesis no shivering.

TERMÓLISIS; del centro a la periferia y desde la periferia al ambiente. 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.



Heat stress associated **food safety** issues have gained special importance due to public awareness and an abundance of available scientific information. Environmental modifications (early heat conditioning, open sheds and cooling systems) and nutritional strategies (early feed restriction, electrolyte, vitamin and mineral balance) cannot satisfy the special needs of stressed poultry. Therefore, there exists a crucial need to **explore effective strategies including genetic markers** to enhance **thermo-tolerance and productivity** of poultry birds in hot regions of the world (Nawab *et al.*, 2018).

I. REGULACION QUIMICA:

METODOS PARA CONSERVAR CALOR CORPORAL (REDUCCION DE TERMOLISIS): provisión de mecanismos para aislar el cuerpo del ambiente como grasa subcutánea, más plumas, lana o pelos, vasoconstricción (reducción del flujo de calor de sangre a piel), reducción de pérdidas de vaporización (disminuir tasa respiratoria y cierre de poros de piel), agrupamiento (reducción de superficie corporal)

(En enfriamiento del cuerpo) se regula por : incremento de tasa metabólica (vía adrenalina y tiroxina) y tiritando (temblores o tiriteos por contracción involuntaria de los músculos).

Bajo el estímulo hormonal, las oxidaciones orgánicas se aceleran y producen mayor calor. **el temblor o escalofríos** es una forma involuntaria de actividad muscular, cuya función es incrementar la producción de calor cuando la regulación física es insuficiente.

II. REGULACION FISICA:

METODOS PARA INCREMENTAR LA TERMOLISIS (PERDIDAS DE CALOR): reducción de la cubierta de piel, vasodilatación, aumento de la evaporación por sudor, aumento de tasa respiratoria, mayor exposición al aire en movimiento, búsqueda de ambientes con menor radiación (sombras)

(En Sobrecalentamiento del cuerpo) se regula por: sudoración, aumento de ritmo respiratorio, alterar el volumen de sangre que fluye a la superficie (incremento de circulación), cambiar la cantidad de aislamiento térmico (grasa, lana), cambiar el área superficial "libre" del organismo (estirándose en el calor), movilizarse a condiciones ambientales más favorables.

Cuando una situación especial requiere que se disipe el calor del cuerpo, se aumenta el flujo sanguíneo hacia la superficie como resultado de la dilatación capilar, lo que facilita la liberación de calor por **radiación, conducción y convección**; también los poros se abren permitiendo la pérdida de calor a través de la **evaporación**.

En los animales que no tienen glándulas sudoríparas (ovejas, porcinos y caninos ?) la pérdida relativa de calor a través de un incremento del flujo sanguíneo a T° superior a lo normal como resultado de un metabolismo acelerado, que se conoce como elevación hipertermal, la que provoca la muerte.

| A. Sensible Heat loss ¹ (Heat loss depends on thermal gradient) | |
|---|--|
| 1. Conduction Heat flows through a solid medium (between objects in physical contact) | Heat flow (Thermal energy) from higher to lower temperature |
| 2. Convection Heat flows through a fluid medium (e.g. air) (between objects in physical contact) | Heat flow (Thermal energy) from higher to lower temperature |
| 3. Radiation Heat flows without the aid of media | All surfaces radiate energy. The net heat flow (Thermal energy) from higher to lower temperature |
| B. Latent Heat (Evaporative heat loss) (Vapor/Pressure gradient) | |
| Heat flows by conversion of liquid to gas | Heat (Energy) transfer influenced by relative humidity, Temperature, and air movement |
| ¹ Effective when environmental temperature is below or within TNZ. Proportion of heat flow depends on the temperature difference between bird and environment. When environmental temperature exceeds 25-26°C, evaporative heat loss starts. | |
| Modified from Anderson and Carter, 1993. | |

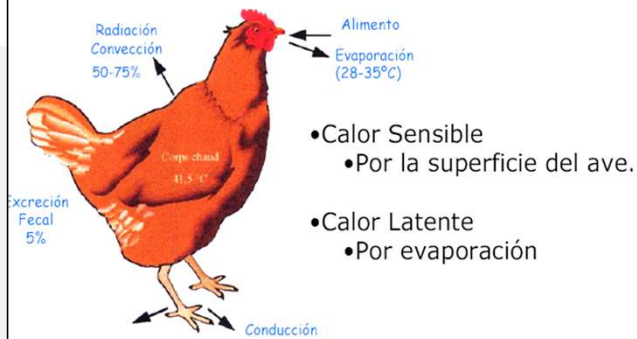
| Temp | BW | Heat Production | Evaporation | | |
|------|------|-----------------|-------------|-------------|--------|
| | | | Cutaneous | Respiratory | Total |
| °C | Kg | kcal/h | Kcal/h | kcal/h | kcal/h |
| 10 | 1.70 | 6.55 | 0.166 | 0.251 | 0.417 |
| 20 | 1.66 | 5.09 | 0.201 | 0.277 | 0.478 |
| 30 | 1.69 | 4.43 | 0.323 | 0.482 | 0.805 |
| 35 | 1.67 | 5.27 | 0.597 | 1.561 | 2.158 |
| 40 | 1.65 | 5.33 | 0.995 | 3.443 | 4.438 |

Adapted from van Kampen, 1974. NRC 1981.

- **CONDUCCION**; Transferencia de calor por contacto directo entre tejidos o entre cuerpos y objetos de $> T^{\circ}$ a $< T^{\circ}$ (3 % en humanos)
- **RADIACION**; Transferencia de calor entre dos cuerpos sin contacto por la emisión de energía electromagnética (ondas caloricas (60 % humanos)
- **CONVECCION**; Transferencia de calor por movimiento de un fluido o de un gas. Son más importantes en posición vertical que en horizontal. Se da por el movimiento del fluido sanguíneo de la parte interna a la superficial. Transferencia del cuerpo al aire que luego es alejado por corrientes de aire. (15 % humanos).
- **EVAPORACION (explicar aves)**; Se pone en marcha por encima de determinadas temperaturas. Evaporación del agua (0,583 kcal/ml de agua). Se utiliza 3 vías: perdida de calor en forma de vapor por difusión de agua a través de la superficie de la piel, perdida por evaporación (respiración) y por sudoración (glándulas sudoríparas) 22 % humanos. Saliva.
- In normal birds, panting will remove approximately **540 calories per gram of water** lost by the lungs.



Transferencias de Calor



- Calor Sensible
 - Por la superficie del ave.
- Calor Latente
 - Por evaporación

TIPOS DE EVAPORACION:

Mamíferos

- Transpiración** – hombre, camello, antílope, vacunos
- Jadeo** – carnívoros, oveja, cabras
- Salivación** – muchos marsupiales y algunos roedores.

Aves

- No poseen glándulas sudoríparas
- Jadeo**
- Vibración de la garganta.**

Los pollos de engorde son homeotermos, pero su temperatura corporal podría variar con el clima.

Para que sus órganos vitales funcionen normalmente, debe mantener su T° corporal interna cerca de los 41°C.

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.

El pollo de engorde sostiene frecuentemente una lucha contra el calor del que dispone. El calor es evacuado en una proporción del orden de 75% en forma de **calor sensible** y de 25% en forma de **calor latente** (Valancony, 1997).

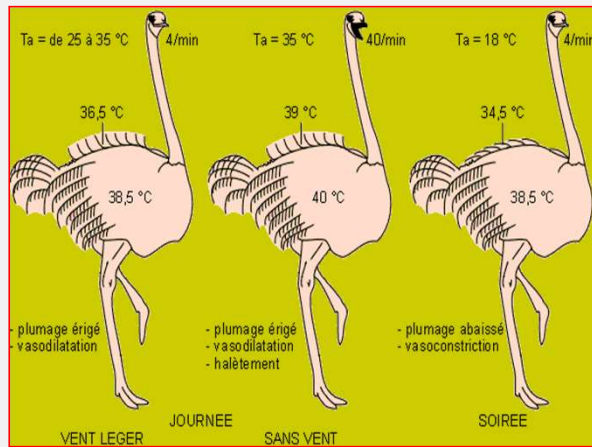
El **calor sensible** es evacuado por cambio directo con el medio que lo circunda, de tres maneras: por **conducción, por convección y por radiación**. La eliminación del calor es favorecida por el aumento de la frecuencia cardiaca y el aumento del volumen sanguíneo que circula al nivel de las zonas sin pluma. Por otra parte, es asociada con reacciones conductistas como la búsqueda de zonas frescas y ventiladas y la separación de las alas para aumentar la superficie de cambio.

El calor **latente o la evaporación respiratoria** obedece a una particularidad de las aves de corral. Al ser privadas estas últimas de glándulas sudoríparas, el aire que circula por el sistema respiratorio evacua el vapor de agua formado al nivel de los pulmones. La frecuencia respiratoria permite pues el control del volumen de aire inhalado que progresivamente se transformara en vapor de agua en la medida en que éste ya no es saturado.

Table 1 Effect of environmental temperature on metabolizable energy (ME) intake, heat production, and hen-day egg (HDP production) of a 1.7 kg hen (adapted from Smith and Oliver, 1972).

| Ambient temperature | ME Intake | Heat production | ME for egg production | Possible HDP of 57 g eggs ¹ |
|---------------------|-----------|-----------------|-----------------------|--|
| (°C) | (kJ) | (kJ) | (kJ) | (%) |
| 26.5 | 1216 | 906 | 310 | 82 |
| 29.5 | 1184 | 886 | 298 | 79 |
| 32.0 | 1083 | 821 | 262 | 70 |
| 35.0 | 911 | 711 | 200 | 53 |

¹Assuming 376 kJ of ME per egg.



Las aves son “estresadas por el calor” si :

Tienen dificultad para lograr un balance entre la producción de calor corporal (TERMOGENESIS) y la pérdida de calor corporal (TERMOLISIS).

Esto puede ocurrir en todas las edades y en todo tipo de aves.

Conforme la T° se incrementa, la tasa de jadeo se incrementa.

Si la producción de calor se convierte más grande que la “pérdida de calor máximo” tanto en intensidad (ESTRÉS DE CALOR AGUDO) o sobre periodos largos (ESTRÉS DE CALOR CRONICO), las aves pueden morir.

La T° corporal de los broilers puede permanecer muy cercano a los 41 °C (106 °F).

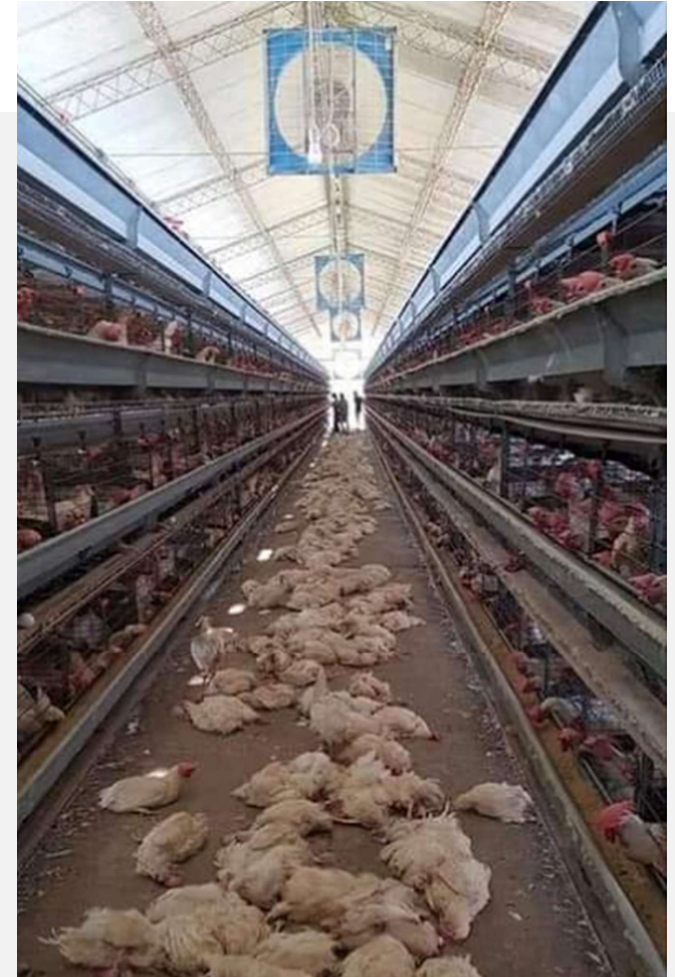
Si la T° se eleva por más de 4 ° por encima de esto el ave moriría.

El estrés por calor en aves es "aguda" o "crónica“:

AGUDO: períodos cortos y repentinos de temperatura extremadamente alta.

CRONICO: períodos prolongados de temperatura elevada (Emery, 2004).

El estrés crónico tiene efectos perjudiciales sobre el rendimiento de los pollos de engorde criados en gallineros abiertos; principalmente a través de: reducir la ingesta de alimento, tasa de crecimiento, afectan negativamente la eficiencia alimentaria y la calidad de la canal, así como la salud (Carmen et al., 1991; Teeter et al., 1992; Yahav et al., 1996; Temim et al., 2000; Har et al., 2000)



Como todos los demás animales de sangre caliente, las aves de corral deben regular su temperatura corporal dentro de un límite fino.

Normalmente, la temperatura corporal de un pollo adulto es de 41 - 42 °C. Existe una variación de temperatura diurna de alrededor de 1,5 °C dependiendo de la actividad de las aves (Reddy, 2000).

La temperatura óptima para una producción eficiente oscila entre 18 y 21 °C.

Cuando la temperatura ambiente aumenta, la ecuación térmica:

(CALOR PRODUCIDO - PÉRDIDA DE CALOR)

se desplaza hacia el lado izquierdo y la temperatura corporal tiende a subir

En condiciones de estrés por calor: la pérdida de calor del cuerpo es menor que el calor ganado, la temperatura corporal tiende a subir (Mehta y Shingari, 1999).

Durante el estrés por calor, las catecolaminas se liberan de la médula suprarrenal (Gregory, 1998) debido al efecto de la frecuencia cardíaca acelerada (Ewing et al., 1999); además, esta condición estimuló el núcleo parabraquial provocando un aumento de la respiración (Gregory, 1998). Los volúmenes de células empaquetadas (PCV) y la concentración de hemoglobina (Hb) disminuyeron en pollos de engorde bajo estrés por calor crónico (Teeter et al., 1992, Deaton et al., 1996, Yahav et al., 1997, Zhou et al., 1998, Borges et al., 1996). al., 1999, Furlan et al., 1999, Altan et al., 2000) y podría causar hipoxia.

Suchint Simaraks Ph.D. (Physiology of Reproduction), Assoc. Prof., Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand.



Generalmente, la **deficiencia de oxígeno es una de las causas más comunes de lesión tisular** cuando se combina con un aumento de la temperatura corporal y la hipoxia se convierte en una potente causa de muerte en mamíferos.

El músculo esquelético utiliza aproximadamente **el 40%** del oxígeno de la sangre que circula por el músculo.

Por el contrario, el músculo cardíaco utiliza casi el **100%** del oxígeno de la sangre que circula a través de los capilares del miocardio.

Esta alta demanda de oxígeno hace que el miocardio sea susceptible a la hipoxia sistémica.

Además, la necrosis por déficit de oxígeno se desarrolla en áreas centrolobulillares del hígado hipóxico. En los mamíferos, la necrosis hepática isquémica ocurre en la insuficiencia cardíaca, anemia grave y shock con tasas circulatorias bajas prolongadas.

Además, la corteza renal es muy sensible a la hipoxia, especialmente los túbulos contorneados proximales, que a menudo se ven afectados en la lesión isquémica (Cheville, 1999).

Obligatorio y necesario en cantidades adecuadas en el momento preciso para mantener el metabolismo .



Las rutas de pérdida de calor a través de medios sensibles o latentes en las aves de corral se revisan con especial atención al efecto de la velocidad del aire.

En muchos casos y por razones económicas, la solución elegida para mejorar las pérdidas de calor es **aumentar la velocidad del aire**.

En cuanto al gasto energético, se ha demostrado que las temperaturas ambientales elevadas reducen la tasa metabólica basal y la actividad física, mientras que la termogénesis inducida por la dieta (¿QUE SIGNIFICA?) Puede aumentar.

Dichos resultados explicarían las menores ganancias de peso de los pollos de engorde criados en condiciones ambientales cálidas en comparación con los pollos alimentados por parejas mantenidos a temperaturas normales.

Las grandes modificaciones de la composición de la dieta no cambian significativamente ni la producción de calor ni la ganancia de proteína corporal de los pollos de engorde en condiciones de calor.

La solución práctica parece ser **la abstinencia de alimentos justo antes y durante el período de estrés por calor**. (relacionar con tiempo de tránsito del alimento por el TGI)

También se ha investigado el control hormonal de la termogénesis, especialmente los efectos de las hormonas tiroideas.

Finalmente, la aclimatación de los pollos de engorde a altas temperaturas durante los primeros días de vida aumenta la resistencia al calor durante el período de finalización cuando el estrés por calor es particularmente perjudicial.



A :

Durante la Aclimatación Precoz (AP), una técnica que consiste en someter a los pollos de **5 días de edad** a una temperatura ambiente de 38-40°C por 24 horas, y la cual tiene como finalidad aumentar la capacidad de los pollos a resistir olas de calor y disminuir la mortalidad en la etapa de finalización de las aves.

El primer efecto encontrado es un aumento de la temperatura corporal (TC), acompañado por una reducción transitoria del consumo de alimento y el crecimiento de los animales durante las 24 horas de exposición (Yahav y Plavnik, 1999; De Basilio *et al.*, 2001; Arjona *et al.*, 1988).

Después de una hora de finalizada la aclimatación, se reduce significativamente la temperatura corporal (0,10-0,25°C) comparada con la de las aves testigos no expuestas (De Basilio *et al.*, 2002; Requena *et al.*, 2004). La menor temperatura corporal de los pollos aclimatados es sugerida como uno de los mecanismos de **termotolerancia** en las aves durante un golpe de calor (De Basilio *et al.*, 2002).

B :

It has been shown **that short time (24 h)** treatment of broiler chicks to heat stress (36±1 °C) with 70-80 % relative humidity at **the first week** of life resulted a slow reduction in body weight gain. Immediately after heat stress period a **compensatory growth** has occurred and at the end of rearing period the body weight in heat shock treated chicks was higher than in control group (Yahav and Plavink, 1999b; Yahav *et al.*, 1995).

Fundamento :

The application of higher temperature at early age increases the **number of satellite cells that are necessary for muscle tissue's hypertrophy** (Halevy *et al.*, 2001).

*The effect of higher temperature at 3 day of age in broiler chicks significantly increased the number of satellite cells in compare to control group. This trend was associated considerably with IGF-I secretion (Halevy *et al.*, 2001). It has been reported that the increase of plasma T3 concentrations which is known as an important **growth induction factor** have a **positive correlation with feed intake in turkey and broiler chicks**. It has been reported that **this hormone is a key player in growth regulation in broiler chicks under heat stress conditioning** (Uni *et al.*, 2001).*

The fast compensatory growth, which will occur immediately after heat stress induction, was associated with higher **plasma T3** concentrations. This pattern of T3 secretion has occurred only at compensatory growth phase since after this period plasma T3 concentrations have been decreased (Yahav and Plavink, 1999b).

CUAL ES LA MEJOR FASE DE CRECIMIENTO COMPENSATORIO?

Estrés calórico en aves

Revisar los conceptos básicos del estrés calórico, factores y efectos, así como conocer estrategias nutricionales y de alimentación para su aplicación comercial y reducir el impacto negativo en la productividad avícola



Conceptos básicos del estrés calórico: producción de calor (PC)

$$PC = IC + ENm$$

$$IC = CD + CF + CT + CMN$$

(IC=incremento calórico; ENm=energía neta de mantenimiento;
CD = digestión; CF=fermentación; CT =trabajo; CMN
=metabolismo de nutrientes)

$$PC = IC + MB + EAV$$

(MB=metabolismo basal; EAV=energía para actividad voluntaria)



“Las aves modernas, son más productivas, generan más calor metabólico”



Conceptos básicos del estrés calórico: incremento calórico

PROTEINAS: 30%

CARBOHIDRATOS: 15%

LIPIDOS: 10%



¿Qué hacer?: “Dietas frescas”

Aumentar ingredientes con mayor tenor de lípidos: Grasas o aceites.

Ingredientes con alta relación EN a EM. Considerar niveles de fibra dietaria. Formular en base a AA digestibles.

Durante el metabolismo, la grasa produce un menor incremento de calor en comparación con las proteínas y los carbohidratos (Musharaf and Latshaw, 1999).

Dietas con nutrientes de alta biodisponibilidad



Conceptos básicos del estrés calórico: termorregulación

Radiación-convección: 50-75%

Convection
Moving air removes radiated heat



Excreción fecal: 5%



Conduction
Direct transfer by contact

Evaporation
Loss of heat by evaporation of water (via respiration)

28-35%



Radiation
Emission of electromagnetic heat



Conceptos básicos del estrés calórico: desbalance

TERMOGENESIS

Aumento de T° ambiental:
Tolerancia, termorregulación

Estrés de calor:
Desbalance T/T



TERMOLISIS

BALANCE TERMICO:

25 inspiraciones/minuto

Evaporación: 30%

Convección, radiación y conducción: 70%

AUMENTO T°: + 23°C:

Evaporación: 50%

Convección, radiación y conducción: 50%

AUMENTO T°: + 30 °C:

200 inspiraciones/minuto

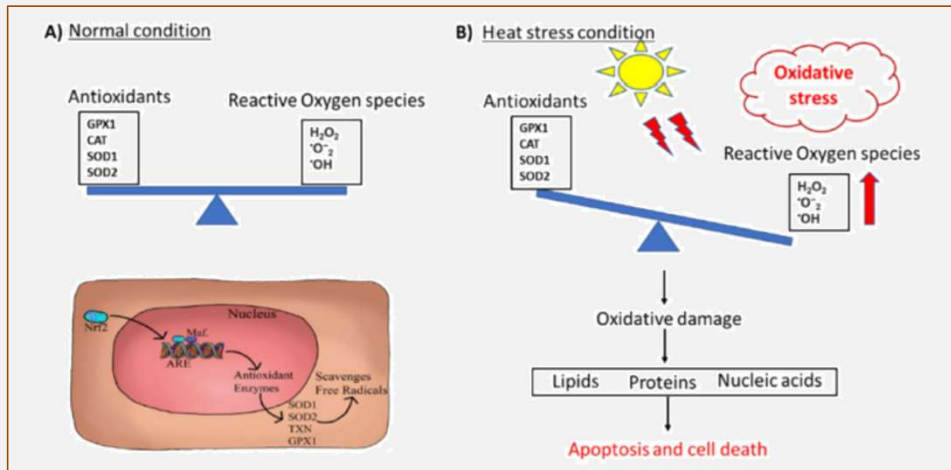
Evaporación: 80%

Convección, radiación y conducción: 20%



Conceptos básicos del estrés calórico: estrés oxidativo

- Cuando el nivel de ROS excede la capacidad de los antioxidantes celulares para removerlos, la célula experimenta **ESTRÉS OXIDATIVO**.
- El estrés por calor está asociado con el estrés oxidativo celular. El exceso de radicales libres producidos durante el estrés oxidativo daña todos los componentes de las células, incluidas las proteínas, los lípidos y el ADN (Wasti *et al.*, 2020).



(Wasti *et al.*, 2020)

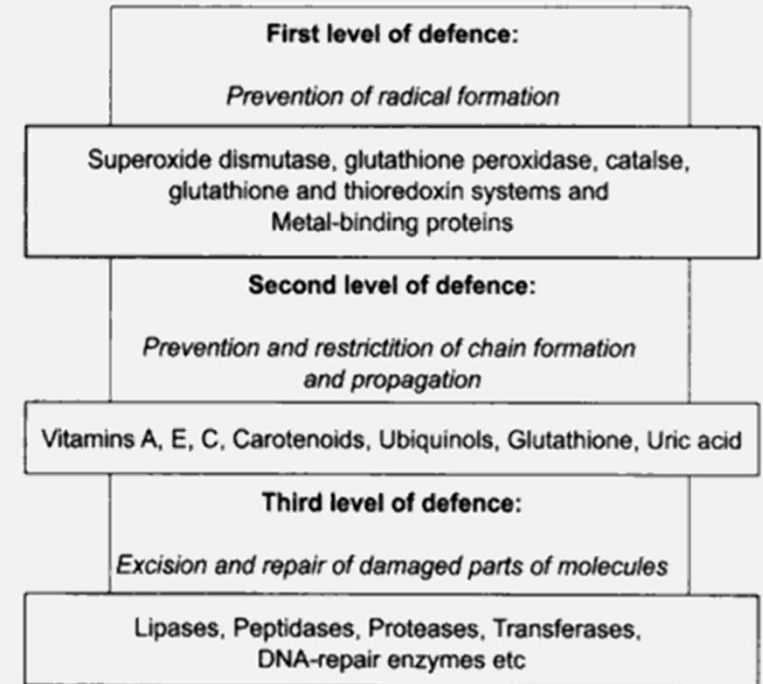


Figure 1.1 Three lines of antioxidant defence in animal cells (adapted from Surai, 1999)

(Surai, 1999)



Factores del estrés calórico: interacción (A y B) afecta homeostasis

A. ESPECIFICOS:

AMBIENTE TERMICO – CONFORT:

- TEMPERATURA
- HUMEDAD
- RADIACIÓN
- VELOCIDAD DE AIRE

BIOLOGICO



B. GENERALES:

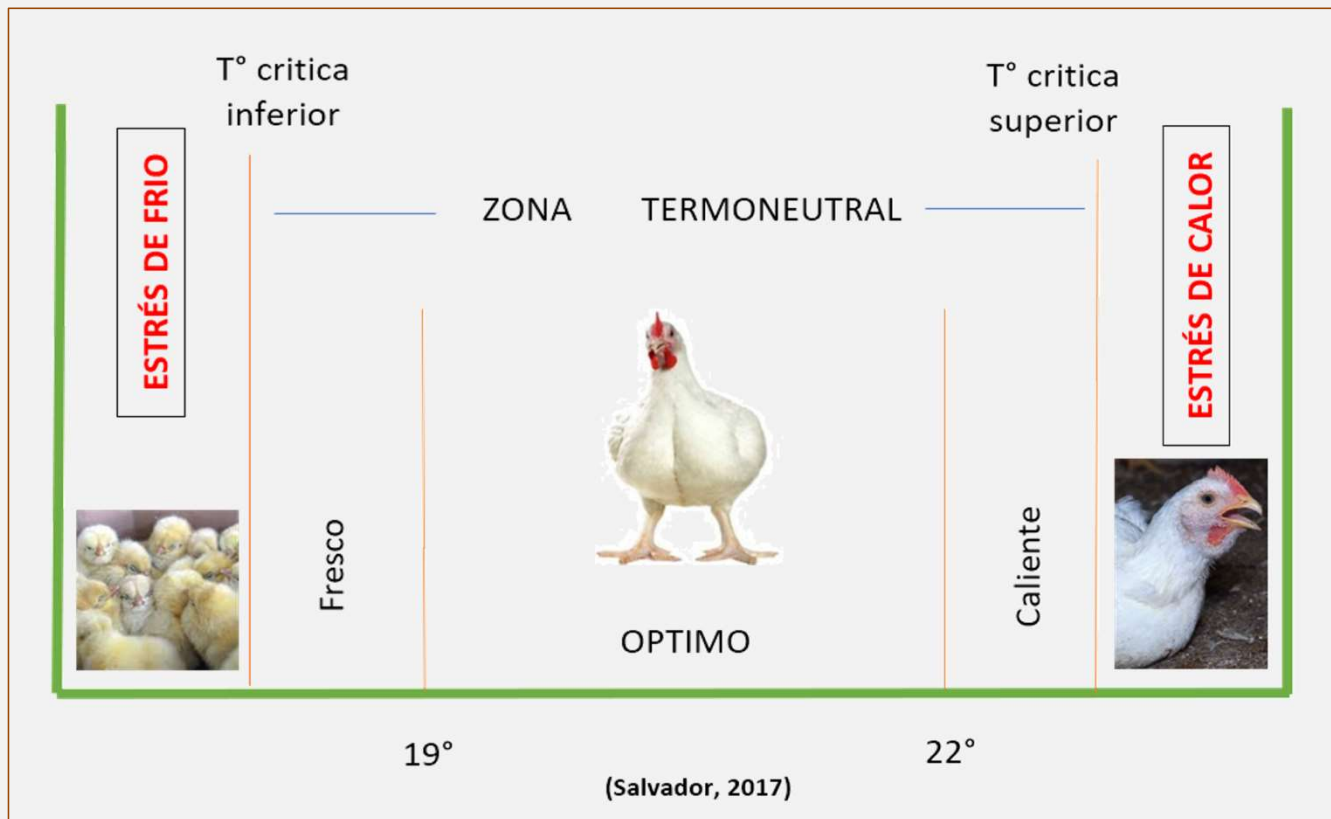
- Potencial genético del ave
- Instalaciones
- Sanidad
- Ambiente
- Ingredientes alimenticios
- Manejo
- Calidad del agua
- Otros

Enfoque integral!!!

Los pollos de engorde genéticamente magros demostraron una mayor resistencia a las condiciones de calor (32°C) que los pollos grasos: aumento de peso mejorado y mayor eficiencia de conversión de alimentos y proteínas (Geraert *et al.*, 1993).



Factores del estrés calórico: ambiente



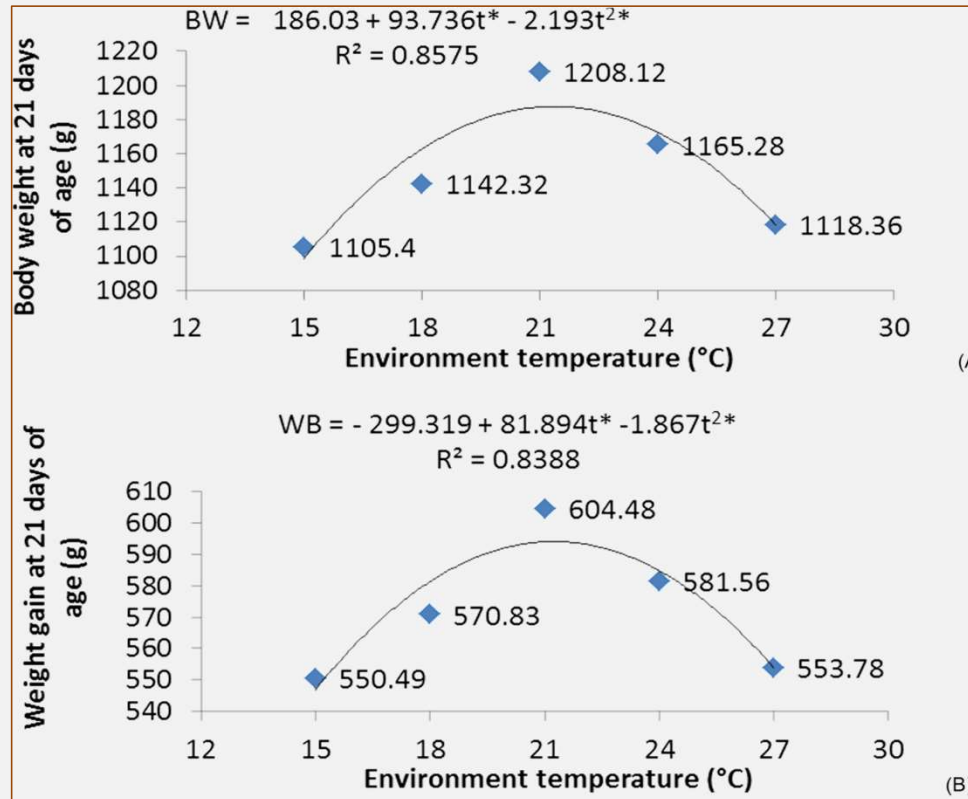
Zona de confort

VARIABLES:

- Líneas genéticas modernas más susceptibles (27°C)
- Humedad relativa
- Velocidad de aire
- Radiación
- Edad del ave: pollito, pollita, pollo adulto, gallina de postura



Factores del estrés calórico: ambiente



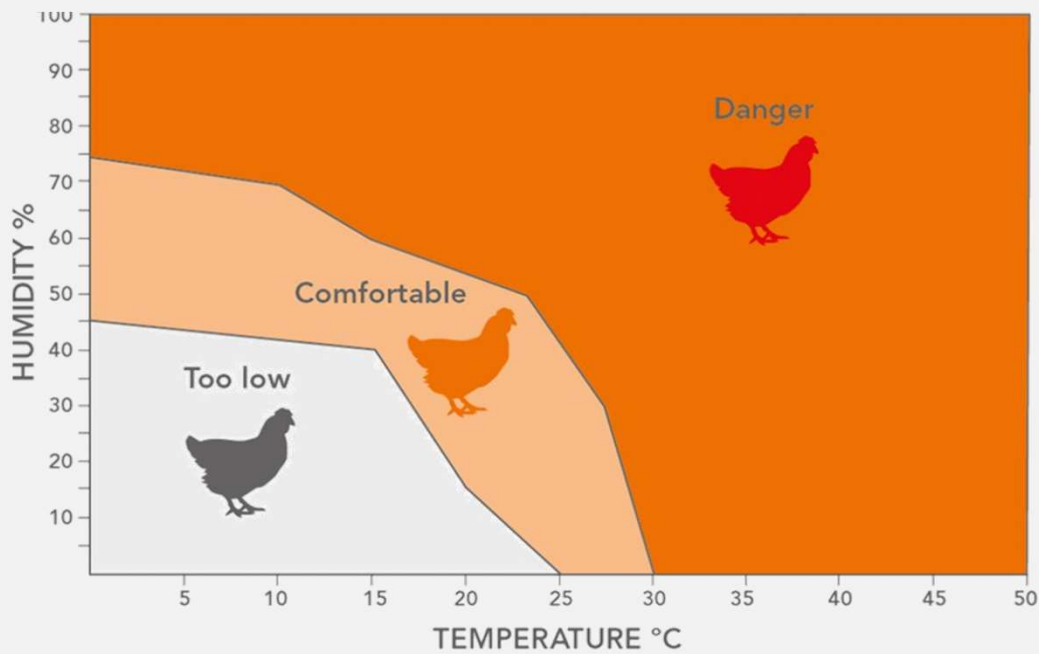
(Cándido *et al*, 2016)

**Temperatura
óptima
productiva
H°R= 65.6%**



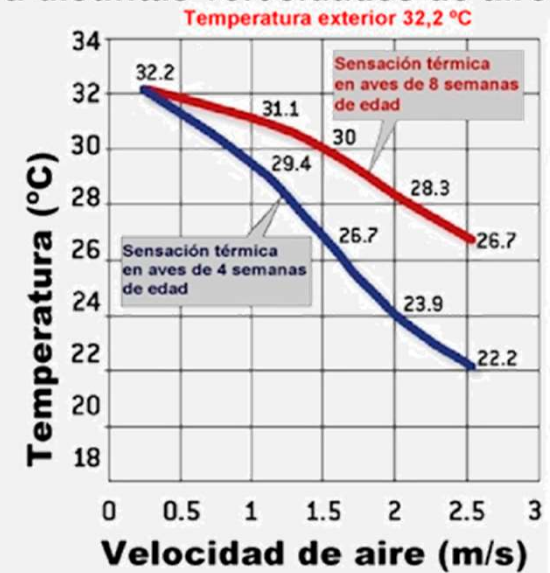
Factores del estrés calórico: ambiente

Enfriamiento: velocidad de airehumidificación



(KEPRO, 2020)

Sensación térmica de las aves a distintas velocidades de aire

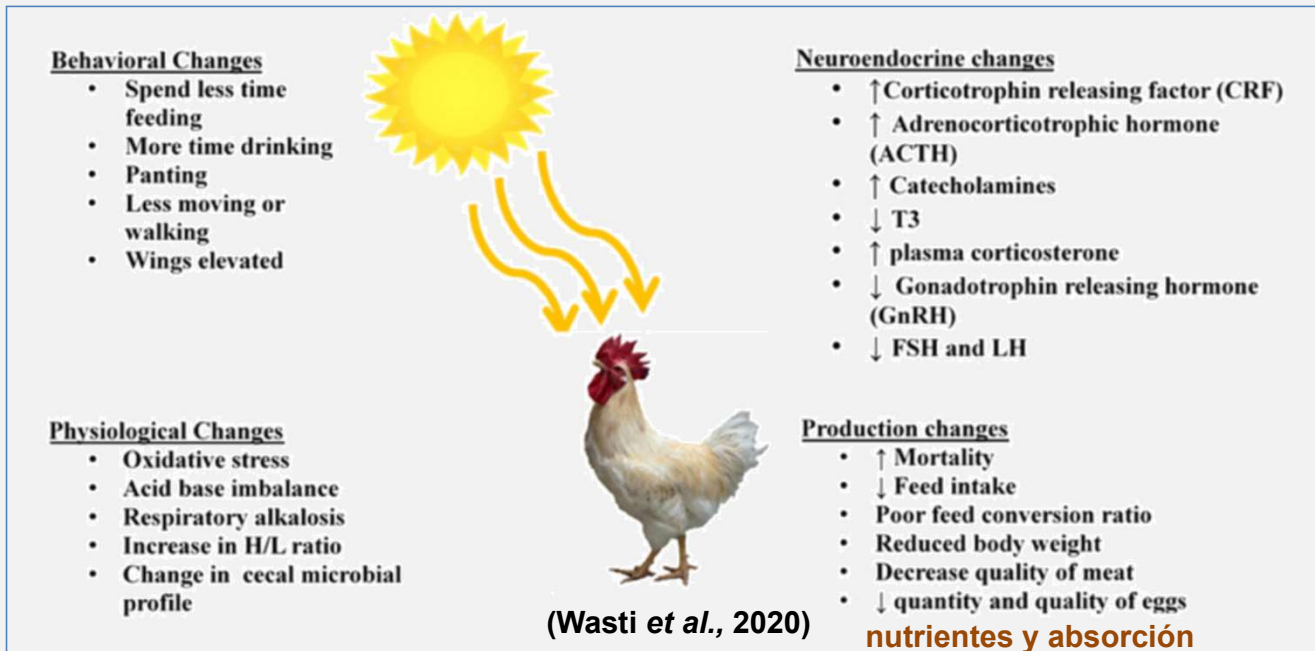


(Poultrysimulator, 2020)



Efectos del estrés calórico

BIENESTAR - INMUNIDAD - SALUD



Provocan cambios en la estructura de las células epiteliales, en la susceptibilidad normal de la microbiota intestinal a la colonización patógena (Burkholder *et al.*, 2008).

Exacerbar los trastornos intestinales (Alhenaky *et al.*, 2017; Tsiouris *et al.*, 2018; Wu *et al.*, 2018).

Efectos negativos sobre la función inmunológica (Mashaly *et al.*, 2004).
Puede inducir estrés oxidativo (Lin *et al.*, 2006).

Daño patológico irreparable de órganos (Zhu *et al.*, 2009)

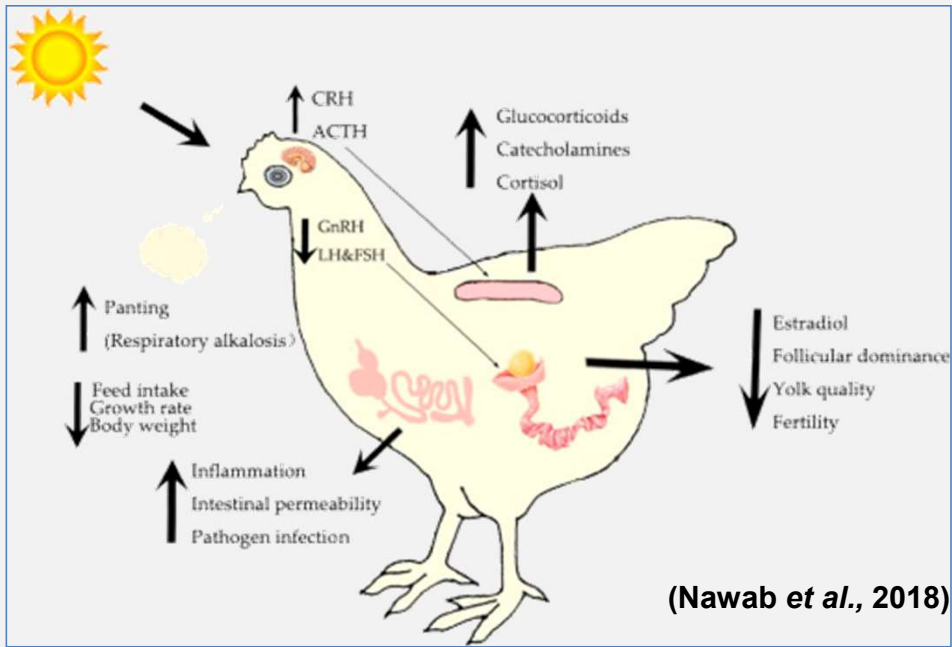


ECONÓMICO

Uno de los mecanismos del crecimiento inducido por estrés por calor puede estar mediado en parte por una microbiota intestinal alterada o disbiosis, lo que puede conducir, a su vez, a un aumento de la permeabilidad intestinal, así como a una disfunción inmunológica y metabólica (Shi *et al.*, 2019).



Efectos del estrés calórico: ambiente



Reducción del nivel de vitamina "C" en la corteza adrenal. Reducción de los linfocitos. Depresión de la respuesta inmune. Incrementa el consumo de agua. Incrementa la tasa respiratoria. Incrementa la T° corporal. Reduce la calidad de huevos. Aumenta susceptibilidad a enfermedades.

ESTRÉS CALORICO

- Reduce consumo
- Déficit nutrientes
- Jadeo
- Alcalosis respiratoria
- Desbalance hídrico, ácido-básico y electrolítico

Reduce respuesta productiva
Reduce eficiencia (A y E)
Reduce viabilidad
Aumenta morbilidad
Reduce margen bruto



Efectos del estrés calórico

1. CONSUMO DE ALIMENTO (50 % del problema):

- $>30\text{ }^{\circ}\text{C}$ el consumo disminuye de 2.5 – 4 g por grado de T° de aumento, es una respuesta natural para reducir la producción de calor de su metabolismo.
- Reduce la eficiencia alimenticia y la tasa de crecimiento y/o producción .
- Las técnicas que incrementa la actividad o estimular el consumo puede ser contraproducente. Se reduce el consumo en las horas coincidente entre el calor externo y su metabolismo, para reducir producción de calor.

3. SALUD DEL AVE

- Aumenta carga microbial externa esperando su oportunidad.
- Alterar susceptibilidad del ave a enfermedades infecciosas.
- Reducción de mecanismos de defensa (estado relativo de inmunosupresión).
- Pueden inducir lesiones intestinales/disfunción de la barrera epitelial (Yang *et al.*, 2007)

2. ESTRÉS OXIDATIVO Y CONSECUENCIAS (50 %):

- Induce estrés oxidativo (Lin *et al.*, 2006). Proteínas desacoplares aviares (Raimbault *et al.*, 2001).



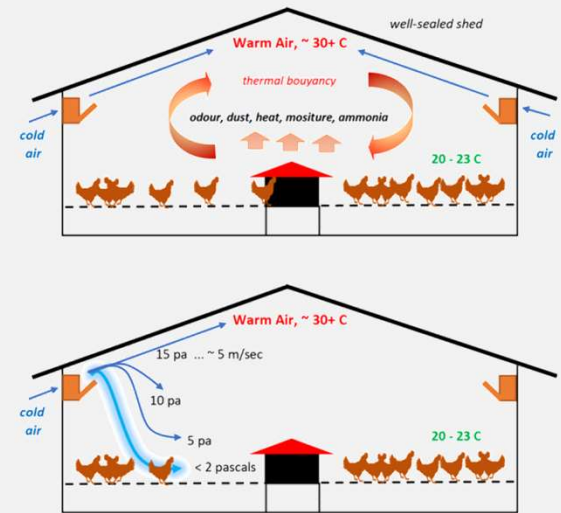
Estrategia holística para combatir el estrés calórico: adaptación - mitigación

FACTORES A y B



PREPARACIÓN

Ventilación



ADAPTACIÓN

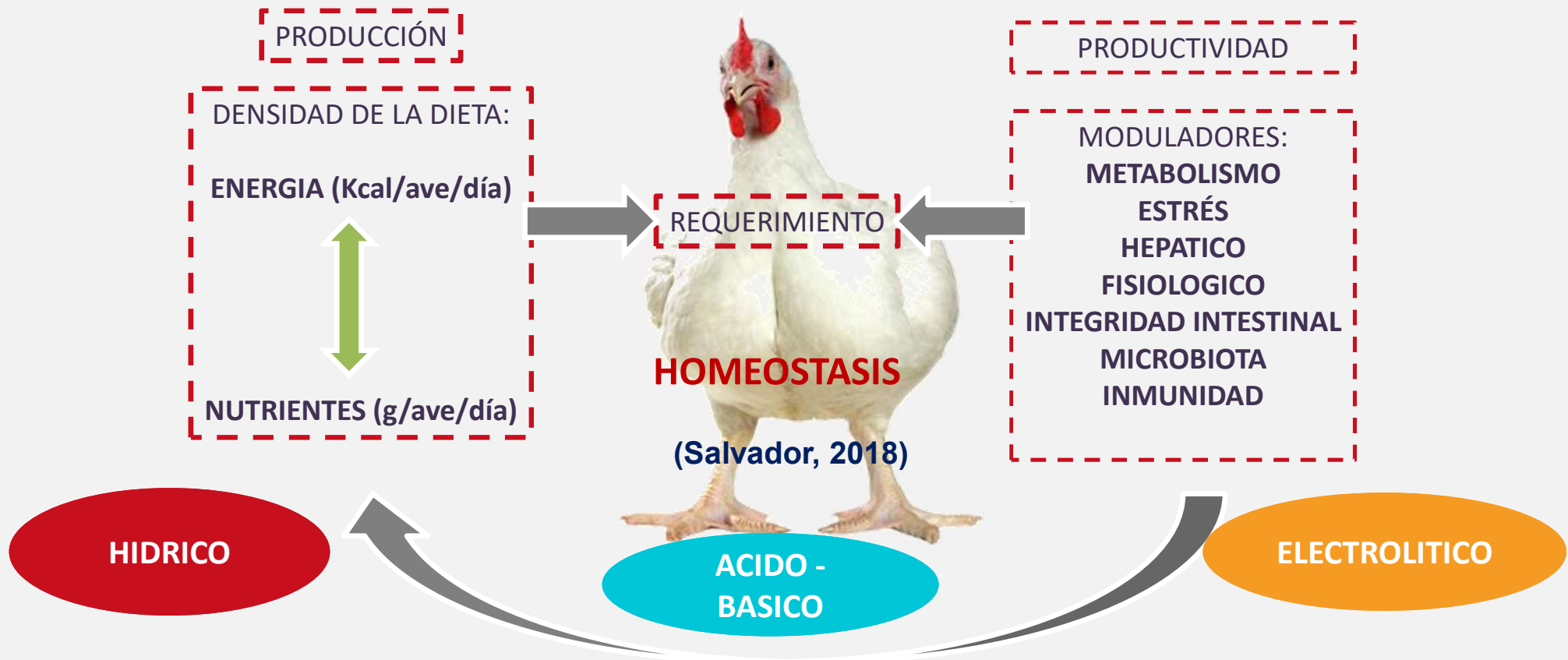
Técnicas manejo

MITIGACIÓN

Causas



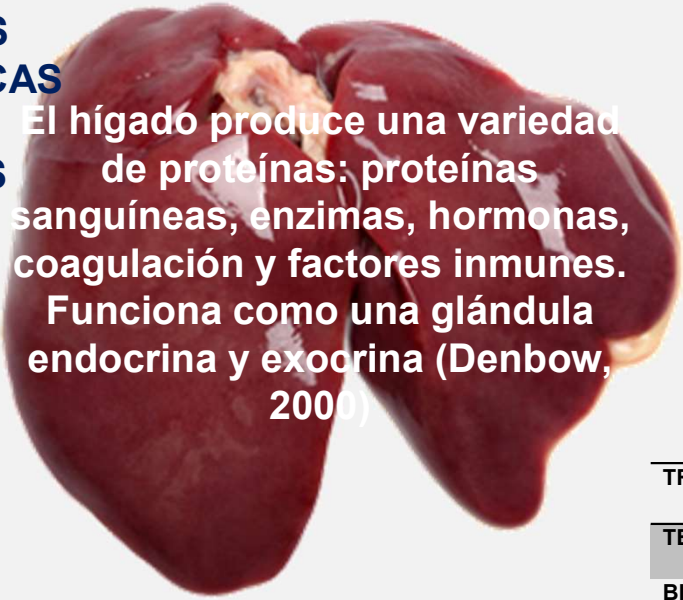
Estrategia holística para combatir el estrés calórico



Estrategia holística para combatir el estrés calórico:

hígado

**FUNCIONES
METABOLICAS
HOMEOSTATICAS
DIGESTIVAS
PRODUCTIVAS**



El hígado produce una variedad de proteínas: proteínas sanguíneas, enzimas, hormonas, coagulación y factores inmunes. Funciona como una glándula endocrina y exocrina (Denbow, 2000)

**ALMACEN
VITAMINAS
MINERALES
GLUCOGENO**

Protectores hepáticos

Regula la producción, el almacenamiento y la liberación de lípidos, carbohidratos y proteínas (Denbow, 2000)

**METABOLISMO
PROTEINAS
LIPIDOS
CARBOHIDRATOS
VITAMINAS
MINERALES**

- La optimización de la función y la salud general del hígado aviar podría modificarse favorablemente mediante técnicas de alimentación como el uso de **ENZIMAS EXÓGENAS, INCLUSIÓN DE FIBRA EN LA DIETA, PARTÍCULAS GRUESAS Y ALIMENTACIÓN DE GRANOS ENTEROS** (Zaefarian *et al.*, 2019).
- Apoyo bilis

SECRECIÓN BILIS

Cuadro 2: Efecto del suplemento de bilis deshidratado sobre el peso vivo de pollitos de 0 a 21 días

| TRATAMIENTOS | 0 D (g/ave) | 7 D (g/ave) | 14 D (g/ave) | 21 D (g/ave) |
|---------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| TESTIGO | 40.21 ^a ±0.26 | 164.80 ^a ±4.19 | 452.96 ^b ±8.14 | 983.90 ^{a±} ±18.19 |
| BILIS | 40.53 ^a ±0.60 | 171.23 ^a ±6.10 | 465.10 ^a ±9.81 | 997.60 ^{a±} ±20.36 |
| PROBABILIDAD | | | | |
| P-value | 0.2654 | 0.0592 | 0.0421 | 0.2473 |

(Caballero y Salvador, 2019)



Estrategias nutricionales & alimentación para combatir el estrés calórico

- HOMEOSTASIS
- CALIDAD DE AGUA
- DIETA BALANCEADA: DENSIDAD ENERGETICA Y NUTRICIONAL
- SELECCIÓN DE INGREDIENTES (calidad, valor nutricional)
- FORMULACION CON EN
- PROTEINA IDEAL - PROTEINA BALANCEADA
- SUPLEMENTO DE NUTRIENTES
- PROGRAMA ALIMENTACION

Existen evidencias que la suplementación dietaria con A.G. C.L. palmítico, linoleico y oleico pueden mejorar la respuesta a los efectos adversos al estrés de calor en aves (Njoku and Nwazota, 1989; Balnave, 1998; Mujahid *et al.*, 2009).



Homeostasis

Aumento de la frecuencia respiratoria (jadeo), lo que resulta en pérdidas excesivas de dióxido de carbono (CO_2). Por tanto, la presión parcial de CO_2 (pCO_2) disminuye, provocando una disminución de la concentración de ácido carbónico (H_2CO_3) e hidrógeno (H^+). En respuesta a eso, los riñones aumentan la excreción de HCO_3^- y reducen la excreción de H^+ en un intento por mantener el balance ácido-base del ave. Este cambio en el balance ácido-base se denomina alcalosis respiratoria (Borges *et al.*, 2007). Esta disminución de la capacidad amortiguadora puede hacer que los iones H^+ generados durante la formación del cascarón se neutralicen poco. Lo cual de nuevo puede interferir con la producción de CO_2 (huevos con cascara más delgada)

Una pérdida de iones de K vía la orina reduce la capacidad del ave para mantener el balance de agua. Las aves al compensar la pérdida de agua asociado con panting por consumir mas agua, su retención en las células del cuerpo es limitado por la pérdida simultanea de electrolitos como el K en la orina (Hipokalemia o hipopotasemia)



ESTRÉS DE CALOR EN GALLINAS:
Hiper ventilación aumenta pérdida de CO_2 . < disponibilidad de bicarbonato. Alcalosis metabólica

Alcalosis + reducción consumo alimento + aumento consumo de agua = reduce asimilación de Ca



Homeostasis

- **BALANCE HIDRICO**

Consumo de agua (niveles de Na y K)

- **BALANCE ELECTROLITICO (BED)**

Na + K – Cl = 250 mEq/Kg (Mongin 1981) ↑

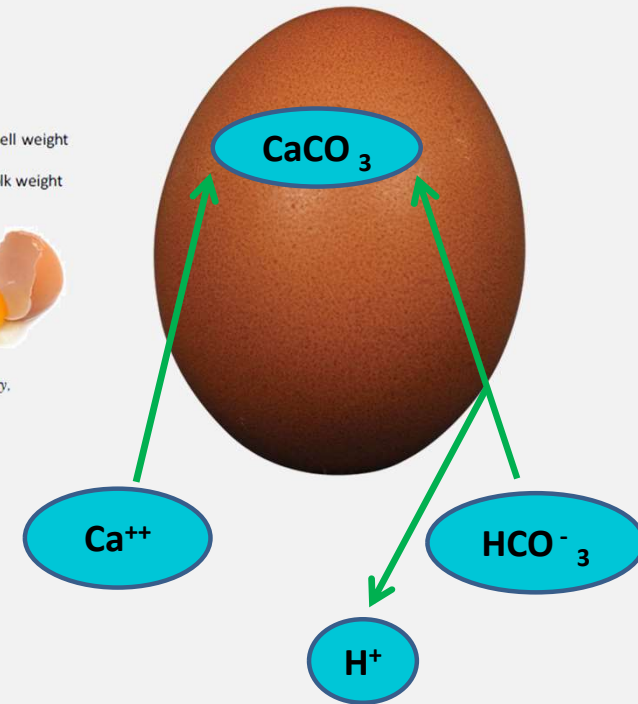
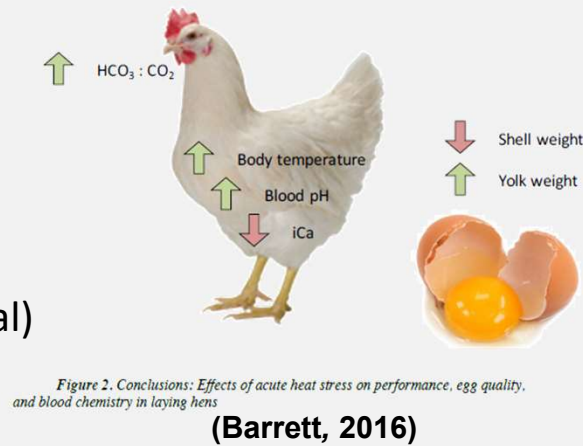
- **BALANCE ACIDO-BASICO**

Sistema de regulación (buffer-respiratorio-renal)

Riñón: ↑ excreción de K y HCO₃

Alcalosis respiratoria – Acidosis metabólica

La suplementación con 0,2% de NH₄Cl o 0,15% de KCl, 0,6% de KCl, 0,2% de NaHCO₃ y agua carbonatada en el agua potable también mejoró el rendimiento en pollos de engorde con estrés por calor (Lin *et al.*, 2006)



¡ANTE UN DESBALANCE, LA TERAPIA ES CORREGIR LA CAUSA Y EN SEGUNDO LUGAR CORREGIR EL DESBALANCE!



Homeostasis

K

Tabla 9

Efecto del nivel de potasio en la dieta sobre la ganancia de peso y el consumo de agua en pollos de engorde de 8 a 53 días de edad (Oliveira, 2002).

| Niveles de potasio (%) | Ganancia de Peso Total (g. / ave) | Consumo de Agua Total (ml / ave) |
|------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 0,44 | 2622 | 8265 |
| 0,58 | 2829 | 9332 |
| 0,72 | 2890 | 9712 |
| 0,86 | 2896 | 10454 |
| 1 | 2827 | 10464 |

Suma de 3 experimentos (8 a 21, 22 a 42 y de 43 a 53 días de edad).

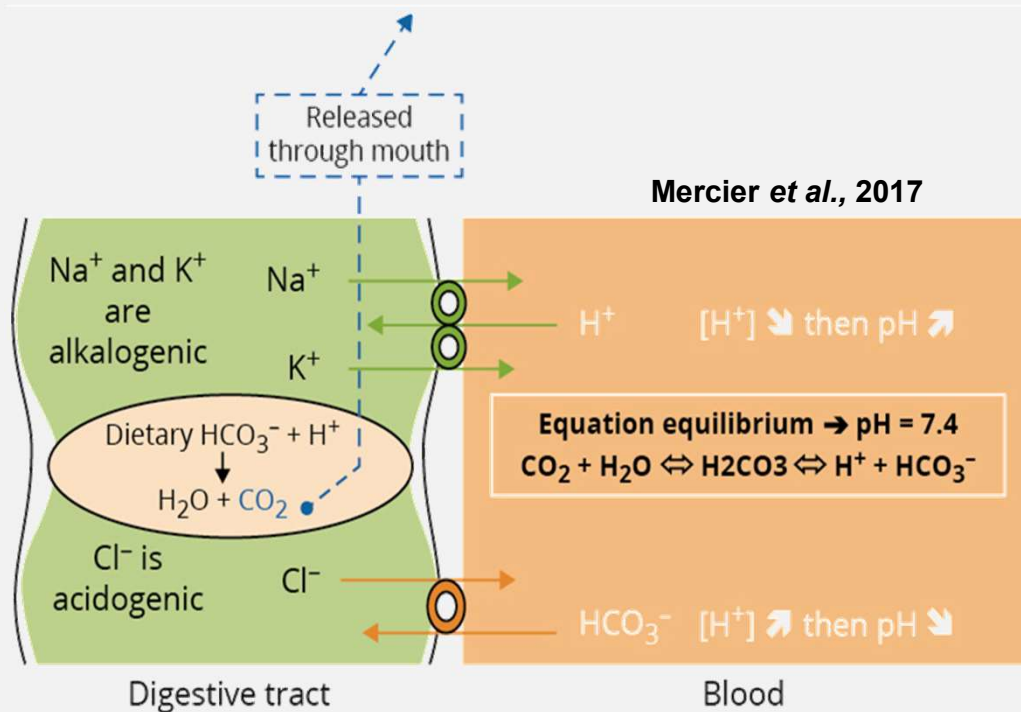
¿Qué hacer?

El alimento debe ser formulado con un BED de 180 – 260 mEq/kg.

Borges (2011): demostró que el mejor BED pre-starter: 246 – 277 mEq/kg. Bajo condiciones normales el contenido de agua y electrolitos son mantenidos dentro límites estrechos, pero cuando los electrolitos son perdidos o ganados y el contenido de agua no cambia: **IMBALANCE OSMOTICO**. Los niveles de K⁺ y Na⁺ disminuyen conforme la T° incrementa , mientras que el nivel de Cl⁻ incrementa. Este incremento en Cl⁻ puede deprimir la excreción de H⁺ y disminuye la reabsorción de bicarbonato contribuyendo a: **ACIDIFICACION SANGUINEA**. Los nutricionistas añaden sales: KCl y NaHCO₃, al alimento o agua de aves estresadas por calor. Incremento del consumo de sales conduce a un incremento del consumo de agua que reduce la temperatura corporal y reduce el estrés calórico



Homeostasis



¿Qué hacer?

El BED juega un papel importante en la gestión del agua corporal y en la regulación ácido: base de la sangre. Un balance de electrolitos ajustado permite mantener el sistema tampón sanguíneo.

Si los niveles de iones sodio (Na^+) y potasio (K^+) son demasiado altos en la dieta, entonces se bombearán demasiados iones H^+ de la sangre. Por el contrario, la adición de cloruro (Cl^-) reducirá los niveles de HCO_3^- en sangre, lo que provocará acidosis y, al mismo tiempo, reducirá la capacidad tampón de la sangre (Mercier et al., 2017)

Un bajo nivel de BED = acidogénico

Un alto nivel de BED = alcalogénico



Calidad de agua



Fresca
pH
Cloro
Dureza
Solidos totales
ORP
Microbiología



Tabla 2: Efecto de la capacidad buffer (ABC) de la dieta sobre el comportamiento productivo, bajo dos sistemas de pH del agua de bebida, en la fase preinicial

| ÍTEM | mEq/Kg | PRINCIPALES ÍNDICES PRODUCTIVOS | | | |
|----------------------------|--------|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | | PESO INICIAL (g/ave; ± DE) | PESO FINAL (g/ave; ± DE) | CONSUMO (g/ave; ± DE) | CONVERSIÓN (g/g; ± DE) |
| Tratamientos | | | | | |
| pH 8.07 ABC | 462.23 | 44.87 ±0.17 | 177.06 ±6.03 ^{ab} | 161.46 ±2.47 | 0.907 ±0.03 ^b |
| | 497.83 | 44.34 ±1.35 | 164.95 ±6.32 ^a | 158.81 ±5.43 | 0.957 ±0.02 ^b |
| | 535.29 | 45.53 ±1.37 | 133.65 ±9.76 ^c | 158.69 ±4.78 | 1.190 ±0.10 ^a |
| | 550.79 | 44.37 ±1.27 | 181.62 ±3.54 ^a | 165.07 ±5.30 | 0.905 ±0.04 ^b |
| pH 6.80 ABC | 462.23 | 45.46 ±0.37 | 178.06 ±5.20 ^{ab} | 163.38 ±7.23 | 0.915 ±0.05 ^b |
| | 497.83 | 45.25 ±1.56 | 174.34 ±3.64 ^{ab} | 162.00 ±3.14 | 0.922 ±0.02 ^b |
| | 535.29 | 44.65 ±0.32 | 144.39 ±3.59 ^c | 164.30 ±1.74 | 1.135 ±0.03 ^a |
| | 550.79 | 44.40 ±1.09 | 186.06 ±5.50 ^a | 166.86 ±3.19 | 0.892 ±0.01 ^b |
| Efectos principales | | | | | |
| pH del agua | 8.07 | 44.78 | 163.34 ^b | 161.00 | 0.99 |
| | 6.80 | 44.94 | 170.71 ^a | 164.14 | 0.96 |
| ABC dieta | 462.23 | 45.17 ±0.41 | 177.35 ±5.62 ^b | 162.42 ±5.11 ^{ab} | 0.91 ±0.043 ^b |
| (mEq/Kg) | 497.83 | 44.79 ±1.43 | 169.65 ±6.92 ^c | 160.40 ±4.45 ^b | 0.94 ±0.030 ^b |
| | 535.29 | 45.09 ±1.03 | 139.024 ±8.91 ^d | 161.49 ±4.48 ^{ab} | 1.16 ±0.076 ^a |
| | 550.79 | 44.39 ±1.10 | 183.84 ±4.89 ^a | 165.96 ±4.16 ^a | 0.89 ±0.034 ^b |
| ANOVA (p-value) | | | | | |
| Tratamientos | | 0.5578 | <.0001 | 0.1653 | <.0001 |
| pH del agua | | 0.6701 | 0.0020 | 0.0609 | 0.1910 |
| ABC dieta | | 0.4719 | <.0001 | 0.1041 | <.0001 |
| pH x ABC | | 0.3862 | 0.8300 | 0.8180 | 0.6273 |

^{ab} promedios en una columna que no tienen letras como superíndice comunes difieren significativamente (P<0.05); DE = desviación estándar; p >0.1 = no significativo; p ≤0.05 = significativo.



Estrategias para promover salud del buche

1. Promover la fermentación adecuada del buche para la producción nativa de ácidos orgánicos (láctico, acético y butírico) manteniendo un pH nativo estable.
2. Promover un balance adecuado de microbiota a nivel del buche (*Lactobacillus*), molleja e intestino a través de la utilización de probióticos probados que hayan demostrado su efectividad a nivel experimental y bajo condiciones de granja.
3. Complementación con el uso de sustratos prebióticos y utilizar potenciadores de la actividad de los probióticos a utilizar.
4. Asegurar la calidad de los ingredientes alimenticios, básicamente los derivados de la soya (bien procesados y analizados), maíz, aceites (rancidez negativa y bajo índice de AGL), fuentes de Ca y Fosforo (analizados en % de Ca y P y niveles de metales pesados), aditivos (validados).
5. Asegurar una granulometría óptima de los ingredientes y alimento final para cada fase productiva.
6. Asegurar calidad de agua (pH, microbiológico, nivel de STD, dureza, nivel de cloro, POR, entre otros)
7. Uso de fitogenicos en las dietas para mejorar la secreción enzimática.
8. Utilización de alimento procesado, especialmente en las primeras fases de vida de las aves.
9. Manejo de la calidad del alimento para lograr valores óptimos en: pH, ABC, capacidad "buffer", microbiológico, entre otros.

La barrera ácida formada por el BUCHE y la molleja, lo que reduce el paso de bacterias, incluido *Clostridium* spp. y representantes de géneros zoonóticos como *Salmonella* y *Campylobacter* spp. al intestino distal (Sekelja et al., 2012).



El buche representa la primera defensa importante contra los patógenos avícolas y los organismos zoonóticos con función inmune adaptativa e innata bien establecida, y una microbiota dominada por lactobacilos capaz de reducir el paso de estos organismos a lo largo del tracto digestivo (Classen et al., 2016).



Dieta balanceada: requerimiento de EM en época de calor

| NO CAMBIAR | |
|--------------------------------------|---------|
| INTRODUCIR DATOS | |
| REQUERIMIENTO | |
| Energía metabolizable (kcal/ave/día) | 316.423 |
| Consumo de alimento (g/ave/día) | 113.008 |
| DATOS DE GRANJA | |
| P = peso promedio (kg) | 1.950 |
| G = ganancia día (g/ave/día) | 0.78 |
| Ovo = masa de huevo (g/ave/día) | 57.34 |
| T = temperatura media (°C) | 23 |
| EM de la dieta (kcal/kg) | 2800 |

Adaptado de: Salvador y Guevara (2013) y Rostagno et al. (2017)

Tabla 2.36 - Ecuación Utilizada para Estimar el Requerimiento de Energía Metabolizable-Aves (EM) de Gallinas Ponedoras de Huevos Blancos y Marrones^{1,2}

$$EM \text{ (kcal/ ave/ día)} = 113 P^{0.75} + 6,68 G + 2,4 \text{ Huevo}$$

$$\text{Corrección por temperatura} = 2,6 P^{0.75} (TN - T)$$

P = Peso corporal (kg); G = Ganancia de peso (g/ave/día);
 Huevo = Masa de huevo (g huevo/ave/día) = $\frac{\% \text{ postura} \times \text{peso huevo}}{100}$

T = Temperatura media (°C); TN = Temperatura termo neutra (°C) = 20°C

Fue considerada la temperatura termo neutra (TN) y amplitud térmica (AT) de: TN = 20°C, AT = 16 - 27°C. Valores más altos de Amplitud Térmica pueden afectar el desempeño y sobre-estimar las correcciones del consumo y los niveles nutricionales.

En la industria de producción de huevos, para sostener productividad y rentabilidad es clave mejorar los costos de alimentación, siendo el reto del nutricionista formular dietas más económicas, precisas y confiables. El costo de la dieta varía en función de la densidad energética, cualquier ajuste respecto a la energía, con el propósito de mejorar productividad, es una buena decisión. Establecer un nivel de energía metabolizable (EM), si no conocemos el requerimiento de EM y el consumo de alimento bajo las condiciones de la granja, no es recomendable. El nivel de EM se relaciona con el requerimiento de EM gallina/día y con el consumo de alimento, por lo que, no debemos discutir el nivel de EM de la dieta aisladamente del requerimiento y del consumo voluntario de alimento.

La formulación de la dieta balanceada no debe fijarse estrictamente en función de niveles de EM, sino más bien en la densidad energética para la productividad. El consumo de alimento responde a cambios en la concentración de EM en la dieta y el costo efectivo de una dieta no es su precio por tonelada sino el costo de la cantidad consumida por el lote. La predicción del consumo de alimento determina los niveles de nutrientes costoso que debe ser incluido en la dieta para satisfacer los requerimientos para producción. Si el consumo de alimento es más alto que los nutrientes esperados será derrochado; si es más bajo, el consumo de algunos nutrientes esenciales puede ser demasiado bajo para sostener una máxima producción (Nagle *et al.*, 2005).



Dieta balanceada: requerimiento de EM en época de calor

“Evaluación de un modelo de predicción del requerimiento de energía metabolizable en gallinas de postura (Salvador, 2017)”



| Tratamientos | Numero Huevos (n) | Producción Huevos (%) | Peso de Huevo (g) | Masa de Huevo (g/d) |
|---|-------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|
| T1 testigo | 195.33 ± 9.72 | 87.19 ± 4.34 | 64.72 ± 0.91 | 36.42 ± 2.62 |
| T2 modelo Rostagno <i>et al.</i> , 2011 | 198.80 ± 11.81 | 88.74 ± 5.27 | 64.35 ± 2.25 | 37.08 ± 3.71 |
| T3 modelo Sakomura <i>et al.</i> , 2005 | 200.25 ± 14.43 | 89.38 ± 6.44 | 64.11 ± 0.55 | 37.32 ± 4.51 |
| Efecto (P) | | | | |
| P-value | 0.8363 | 0.8366 | 0.5308 | 0.9371 |

Tabla 2: Consumo de alimento y EM, conversión y eficiencia energética

| Tratamientos | Consumo alimento (g/ave/día) | Conversión alimenticia (g/g) | Consumo EM (Kcal/ave/día) | Eficiencia energética (Kcal/g) |
|---|------------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| T1 testigo | 115.00 ^a ± 0.00 | 2.041 ± 0.0924 | 322.00 ^a ± 0.00 | 3.7168 ± 0.258 |
| T2 modelo Rostagno <i>et al.</i> , 2011 | 104.50 ^c ± 0.00 | 1.8368 ± 0.1212 | 292.60 ^c ± 1.27 | 5.1430 ± 0.339 |
| T3 modelo Sakomura <i>et al.</i> , 2005 | 106.90 ^b ± 6.697 | 1.8727 ± 0.1492 | 299.20 ^b ± 1.34 | 5.2436 ± 0.417 |
| Efecto (P) | | | | |
| P-value | <.0001 | 0.1104 | <.0001 | 0.1104 |

Tabla 3: Costo de alimentación, margen bruto y retribución económica

| Tratamientos | Costo alimentación (S./kg masa) | Margen bruto (MCAMH) (S./Kg masa) | Retribución económica (%) | Ganancia de peso (Kg/ave) |
|---|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| T1 testigo | 2.610 ± 0.118 | 0.8899 | 100.00% | 0.0393 ^a ± 0.0324 |
| T2 modelo Rostagno <i>et al.</i> , 2011 | 2.348 ± 0.155 | 1.1519 | 129.44% | -0.0202 ^b ± 0.0289 |
| T3 modelo Sakomura <i>et al.</i> , 2005 | 2.394 ± 0.190 | 1.106 | 124.28% | 0.0310 ^{ab} ± 0.0282 |
| Efecto (P) | | | | |
| P-value | 0.1104 | | | 0.0167 |

Conclusión

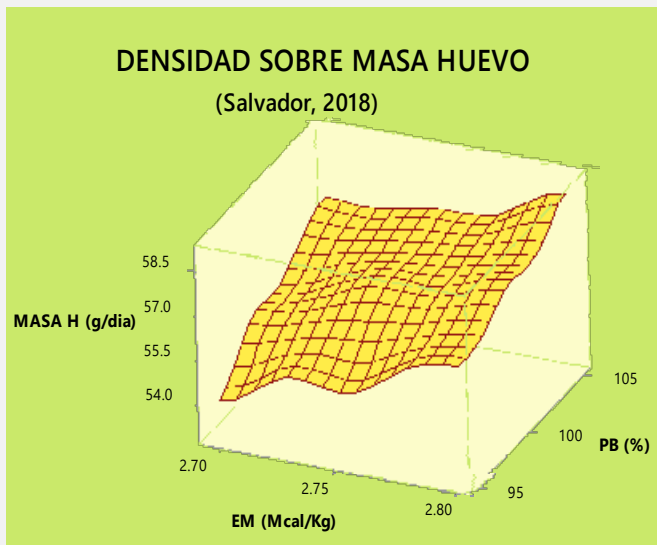
Se concluye que, el modelo de predicción de EM de Sakomura *et al.* (2005) es una herramienta técnica y económicamente viable para ser utilizada en el manejo de la alimentación de gallinas de postura NOVOGEN Brown en temperaturas de medio ambiente altas, sin afectar negativamente la respuesta productiva.



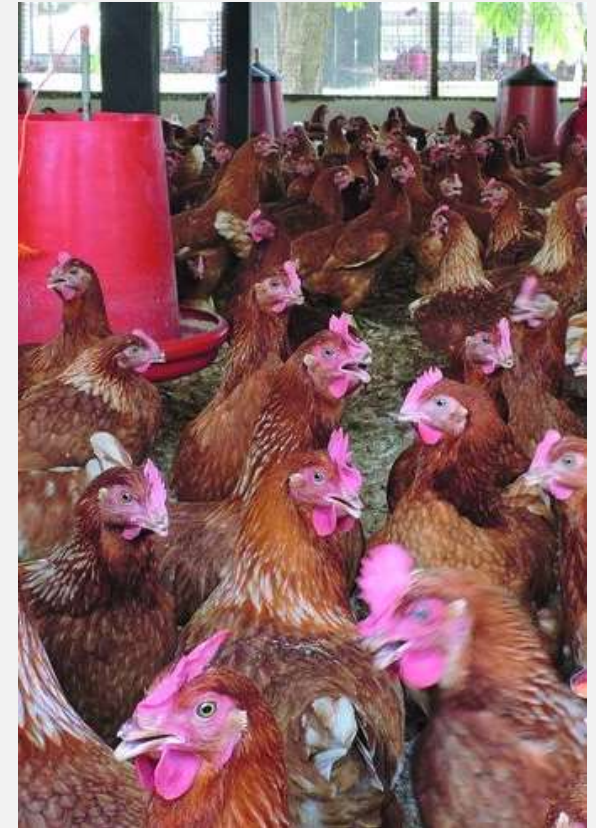
Estrategias nutricionales & alimentación para combatir el estrés calórico

ENERGIA

DENSIDAD NUTRICIONAL



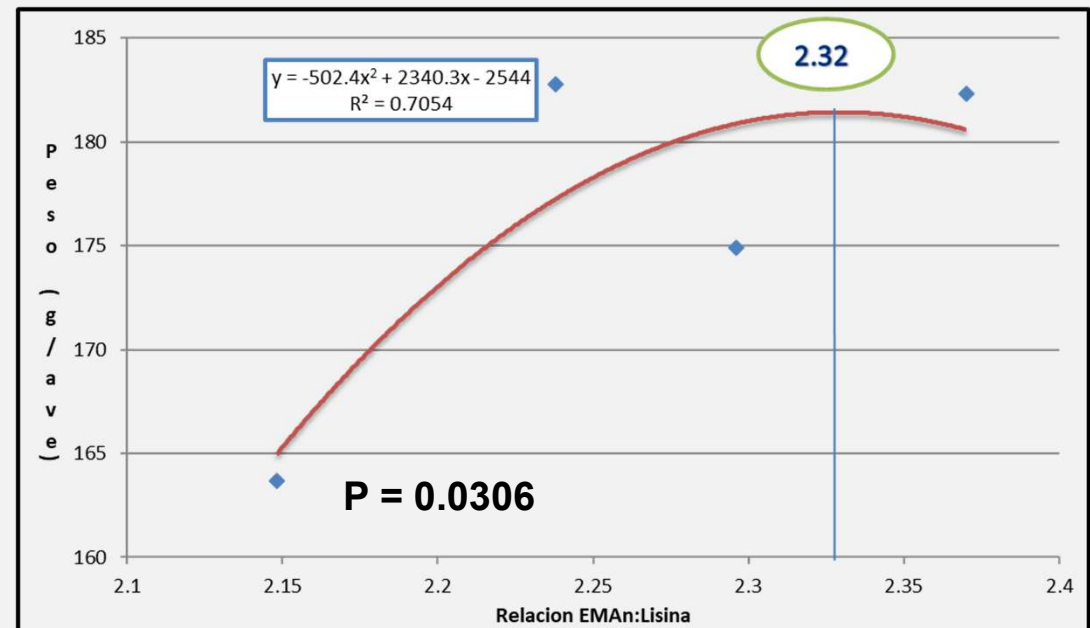
NUTRIENTES



Estrategias nutricionales & alimentación para combatir el estrés calórico



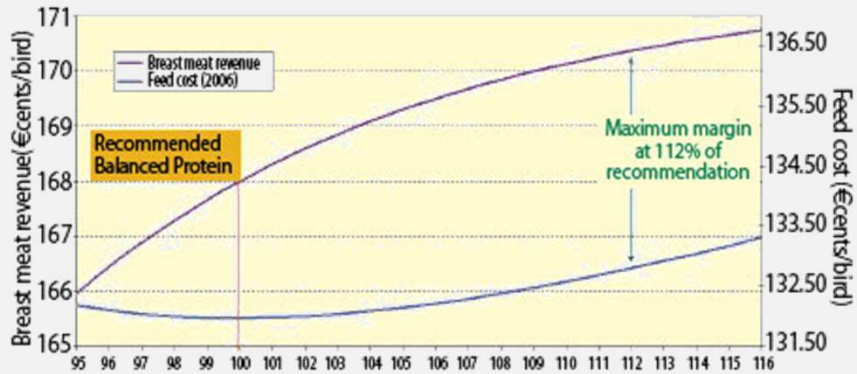
Figura 01: Efecto de cuatro relaciones EMAn: lisina (Mcal/1% de lisina) en la dieta sobre el peso vivo de pollitos en la fase pre – inicial (0 - 7 días de edad)



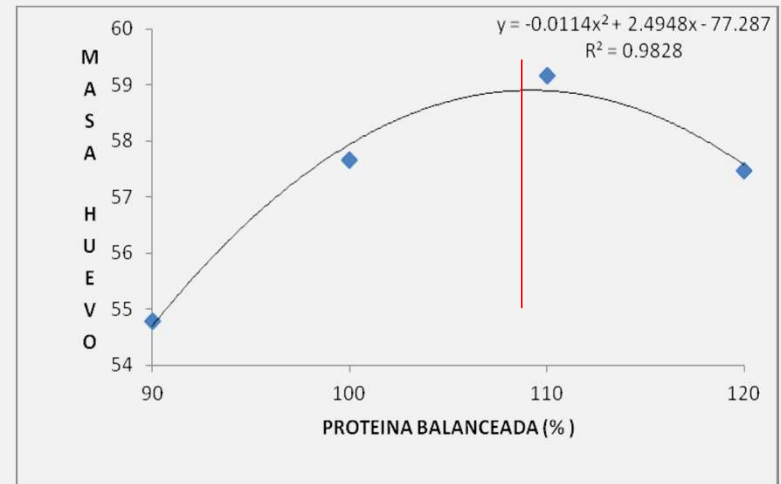
(Salvador *et al.*, 2015)



Proteína balanceada



(Aviagen, 2007)



(Salvador et al., 2013)

MARGEN BRUTO (PROFIT):
 MB= Precio de venta del producto -
 Costo de alimentación



¿Proteína cruda en la dieta?

Perfil de AA's

| PC (%) | Peso vivo 7 d (g/pollito) |
|--------|---------------------------|
| 21.50 | 185.00 ±4.97 |
| 22.50 | 182.05 ±1.79 |
| 23.50 | 177.66 ±6.44 |
| 24.50 | 180.70 ±11.04 |
| P | 0.5300 |

(Salvador *et al*, 2017)

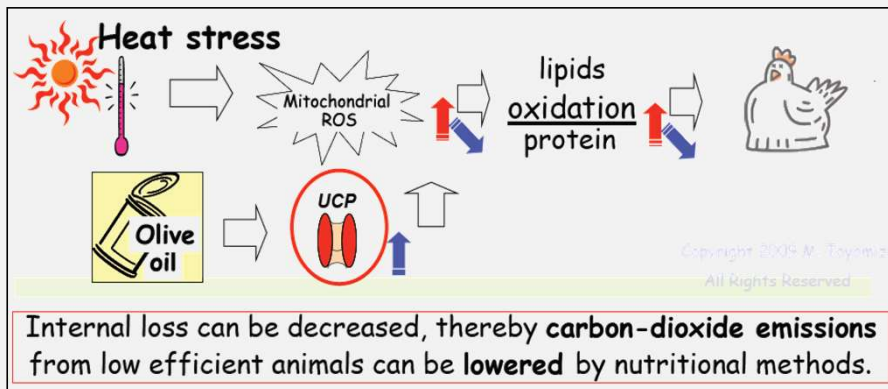


Niveles de lípidos en la dieta

| Lípidos totales (%) | Peso vivo 8 d (g/pollito) |
|---------------------|---------------------------|
| 5.73 | 184.63 ±23.81 |
| 6.58 | 205.84 ±18.49 |
| 7.42 | 211.72 ±25.20 |
| 8.27 | 207.12 ±5.96 |
| P | 0.4019 |

| LIPIDOS (%) | Saco Vit (%) 0 d | Saco Vit (%) 8 d | Hígado (%) |
|-------------|------------------|------------------|--------------------------|
| 5.73 | 9.034 | 0.154 ±0.15 | 4.00 ^{ab} ±0.17 |
| 6.58 | 11.123 | 0.191 ±0.27 | 4.32 ^a ±0.55 |
| 7.42 | 12.217 | 0.020 ±0.01 | 3.60 ^{bc} ±0.13 |
| 8.27 | 12.662 | 0.095 ±0.14 | 3.35 ^c ±0.14 |
| P | 0.56 | 0.6611 | 0.0208 |

Salvador *et al*, 2018



(Toyomizu, 2009)

- La suplementación de grasas en la dieta: aumenta la utilización de nutrientes en el tracto gastrointestinal al reducir la velocidad de paso de los alimentos (Mateos *et al.*, 1982), aumentar el valor energético de los demás componentes del pienso (Mateos and Sell, 1981)
- 5% de inclusión en la dieta de las gallinas ponedoras con estrés por calor aumentaba la ingesta de alimento en un 17% (Daghir, 2008).



Suplemento de nutrientes

- Lípidos (aceite de inclusión)
- Vitaminas (A, C, D, E, complejo B)
- Zinc
- Selenio
- Manganeso
- Cobre
- Electrolitos
- Osmolitos (betaina, taurina)



Restricción de alimentación



Reduce tasa metabólica –
incremento calórico – Reduce T°
rectal – Reduce mortalidad –
Mejora eficiencia alimenticia

En las gallinas, la limitación del suministro de alimento reduce la producción de calor en un 23% (McLeod and Hocking, 1993)



Régimen de alimentación dual



Acceso de alimento durante todo el día - Reducir efectos negativos en la realimentación

Los efectos térmicos de las proteínas son más altos que los de los carbohidratos y producen un mayor calor metabólico (Westerterp, 2004). Dieta rica en proteínas se proporciona durante los momentos más fríos (4 pm a 9 pm) y la dieta rica en energía durante el período más cálido del día (9 am – 4 pm) (Wasti, 2020). Reduce la temperatura corporal y la mortalidad en los pollos de engorde sometidos a estrés por calor (Basilio *et al.*, 2001).



Régimen de alimentación húmeda



**Aumenta
ingesta de
agua
Reduce
viscosidad a
nivel intestinal
paso mas
rápido del
alimento**

- Estimula la predigestión, mejora la absorción de los nutrientes del intestino y acelera la acción de la enzima digestiva sobre el alimento (Syafwan *et al.*, 2011)
- En los pollos de engorde, mejoró la ingesta de alimento, el peso corporal y el peso del tracto gastrointestinal (Khoa, 2007).
- En las gallinas ponedoras, aumentó la ingesta de materia seca, el peso del huevo y la producción de huevos (Lin *et al.*, 2006).



Uso de aditivos: criterios de elección

Sustancias materiales que son administrados al animal o aves para realzar la efectividad de los nutrientes y ejercen su efecto a nivel intestinal y otros



Conclusiones e implicancias

- Conocer los conceptos básicos del estrés calórico permite diagnosticar la situación y diseñar estrategias de acuerdo a las condiciones reales de campo.
- Antes de aplicar las estrategias nutricionales y de alimentación debemos conocer, gestionar y asegurar los factores específicos y generales.
- La primera estrategia debe dirigirse a recuperar el balance adecuado de la homeostasis.
- Las siguientes estrategias estarán dirigidas a mantener el consumo de energía, nutrientes y agua.
- Estrategias complementarias estarán dirigidas a reducir las causas del estrés oxidativo y sus síntomas (correctores).
- Estrategias para promover salud del ave y estado sanitario del plantel
- Finalmente, estar convencido que el enfoque para combatir los efectos del estrés calórico debe ser integral (Factores A y B)



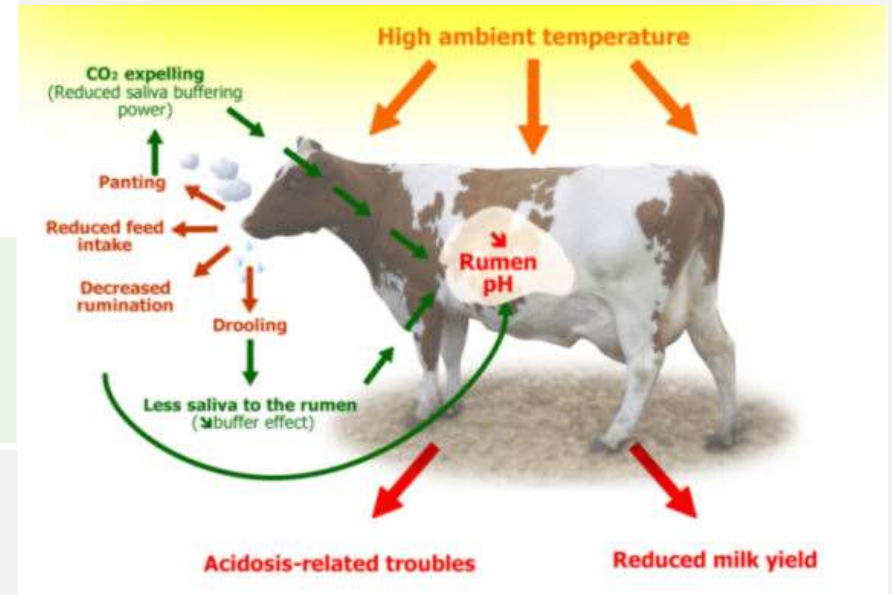


This provided the main evidence that up-regulation of α UCP by olive oil-supplemented feed decreased ROS production

leading to

- lower oxidative damage in the mitochondria
- increase growth production performance of acute heat-stressed chickens

Toyomizu, 2009



Funciones de un sistema de **ventilación**

El alojamiento con ventilación adecuada es esencial para una producción avícola rentable en Florida. Básicamente, existen cinco razones por las que debemos ventilar los gallineros:

1. para quitar el calor
2. para eliminar el exceso de humedad
3. para minimizar el polvo y los olores
4. Limitar la acumulación de gases nocivos como el amoníaco y el dióxido de carbono.
5. proporcionar oxígeno para la respiración.

De estos cinco, los dos más importantes son eliminar el calor y la humedad acumulados. La época del año determina cuál de estos es el de mayor interés.

Durante el verano, lo más importante que hace un sistema de ventilación es sacar el calor de la casa. Las aves emiten calor a medida que crecen. Durante el clima frío, o cuando los pollitos son pequeños, este calor es beneficioso. Sin embargo, durante el verano, el calor corporal de las aves, combinado con el calor del aire exterior y de la radiación solar, reduce el consumo de alimento, reduce el crecimiento y aumenta la mortalidad. Los sistemas de ventilación y enfriamiento eliminan el calor agregado a una nave de pollos de engorde por el calor del cuerpo de las aves y por la radiación solar. A medida que las aves se acercan al peso del mercado, emiten cantidades relativamente grandes de calor. Un lote de 25,000 pollos de cuatro libras puede emitir 1,000,000 BTU / hr de calor. Se necesitarían ochenta toneladas de refrigeración para eliminar esta cantidad de calor. En comparación, una casa típica de 3,000 pies cuadrados requeriría alrededor de 5 toneladas de enfriamiento.

Durante el invierno, la función más importante de un sistema de ventilación es eliminar la humedad del galpón mientras se conserva el calor producido por las aves y las criadoras. Un lote de 25,000 pollos de cuatro libras emiten alrededor de 40 galones de humedad por hora. Cuando una nave está cerrada, el sistema de ventilación debe operarse con un temporizador para eliminar la humedad producida por las aves o las condiciones de humedad y se producirá condensación. Bucklin, J.P. Jacob, F.B. Mather, J.D. Leary e I.A. Naa; Universidad de Florida

