

Efecto de la adición de minerales en agua o en alimento sobre variables productivas y fisiológicas en pollos de engorde bajo estrés calórico

Charly Farfán^{1*}, Yngrid Oliveros² y Vasco De Basilio¹

¹Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía, Instituto de Producción Animal, Maracay, estado Aragua, Venezuela. Apdo. Postal 4579. *Correo electrónico: charly.farfan@gmail.com.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). Unidad de Agrometeorología. Maracay, Aragua, Venezuela.

RESUMEN

A través de un experimento con 192 pollos mantenidos a 30°C en promedio de temperatura ambiente (TA) entre 28 días y 35 días, se evaluó el efecto de la adición de minerales en el agua o el alimento sobre las variables productivas y fisiológicas durante la etapa de finalización, bajo condiciones de estrés calórico crónico y agudo en pollos de engorde. Luego se simuló a los 36 días de edad, el estrés agudo con 36 °C/6 horas, incluyendo 3 tratamientos: T1= Alimento balanceado sin adición mineral, T2= Alimento balanceado con adición mineral en alimento y T3= Alimento balanceado con adición mineral en agua. El diseño experimental fue un arreglo completamente al azar, con 8 repeticiones/tratamiento, 8 pollos/repetición. La composición del suplemento mineral fue: NaHCO₃ (0,83%); NH₄Cl (0,07%) y; NaCl (0,30%), obteniéndose un balance de electrólitos de 240 mEq. Se evaluaron, el consumo de alimento, consumo de agua, ganancia de peso, conversión de alimento, temperatura corporal (TC), nivel de hiperventilación (NH), durante el estrés crónico y mortalidad (M) durante el estrés agudo. Los datos fueron analizados mediante pruebas de ANAVAR y de Chicuadrado para la mortalidad. Encontrándose que al adicionar minerales tanto en el agua como en el alimento, no hubo efecto significativo en las variables productivas. Se observó que los pollos que recibieron minerales (T2 y T3), incrementaron el consumo promedio de agua en un 34% (P=0,016) con respecto al T1. La adición de minerales en el agua permitió una disminución (P=0,007) de la TC (42,80 ± 0,16 °C), NH (159,95 ± 4,93 insp/min) y una reducción de la M hasta un 22% durante la simulación del estrés calórico agudo. Se concluye que la adición de minerales afecta principalmente las variables fisiológicas y la mortalidad.

Palabras clave: pollos de engorde, estrés calórico, balance de electrolitos, variables productivas y variables fisiológicas.

Effect of mineral supplying in water or feed on productive and physiological variables in broiler under heat stress conditions

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of mineral supplying in water or feed on productive and physiological variables in broilers under acute and chronic heat stress during final growth stage an experiment was conducted. Using a completely randomized design, a total of 195 broilers were randomly assigned to three treatments with 8 replicates of 8 birds each one. The treatments were T1 = basal diet with no mineral addition; T2 = basal diet plus mineral addition in feed; T3 = basal diet plus mineral addition in water, which were applied from 28 days of age. Before this period all broilers were receiving a same balance diet. The composition of the mineral formula used was: NaHCO₃ (0,83%); NH₄Cl (0,07%); NaCl (0,30%), obtaining an electrolytes balance of 240 mEq. Between 28 to 35 days of age, all these groups of birds were subjected at 30 °C and the

following day an acute heat stress was simulated using 36°C for 6 hours. At 28 to 36 days old the following parameters were measured: feed and water consumption, body weight gain, feed conversion index, body temperature (BT), hyperventilation level (HL) and mortality (M) during acute stress. An ANOVA test was applied to all variables except M, which a Chi-squared test was performed. No significant effects on productive variables were found with minerals adding, neither to the water nor to the feed. Water consumption was 34% greater in T3 and T2 (P=0,016) regard to T1, which not received minerals. Mineral addition in water reduced significantly (P=0,007) BT ($42,80 \pm 0,16$ °C), HL ($159,95 \pm 4,93$ breaths/min) and M was reduced until 22% during acute heat stress period. It is concluded that mineral supplying affects mostly physiological variables and mortality.

Keywords: Poultry, heat stress, electrolyte balance, productive variables and physiological variables.

INTRODUCCIÓN

La producción avícola en Venezuela tiene mayor presencia en la Región Central (Aragua y Carabobo) y Occidental (Zulia), la cual se caracteriza por un régimen climático de altas temperaturas (media anual de 30 °C) y humedad media (60 – 85%; De Basilio, 2008). Estas características ambientales originan una condición fisiológica en el ave, que recibe el nombre de “Estrés Calórico”, la cual afectan negativamente la eficiencia productiva de los pollos de engorde. Reportándose como condiciones ambientales (temperatura y humedad relativa), óptimas para la cría del pollo de engorde de 20 - 24 °C y 50 - 60 % (Estrada *et al.*, 2005).

Los pollos de engorde son afectados por dos tipos de estrés calórico: el *estrés calórico crónico* y el *estrés calórico agudo* (Estrada *et al.*, 2005; Oliveros, 2000; De Basilio, 2008). Y con la finalidad de disminuir los efectos que estos provocan, las aves recurren a mecanismos de pérdida de calor; a través de la radiación, conducción, convección y evaporación, debido a que no poseen glándulas sudoríparas (Hoffmann y Volker, 1969). Por medio de estos mecanismos la tasa de respiración de los pollos se encuentra en un rango de 25 a 50 insp/min y cuando están bajo estrés calórico el nivel de hiperventilación (NH), puede variar de 50 a 350 insp/min (Valancony, 1997).

En relación a la temperatura corporal (TC), se ha indicado que la TC ($42,2 \pm 0,05$ °C), aumenta de manera directa y proporcional a la temperatura ambiente [$31,84 \pm 0,09$ °C], Pérez, 2003. El estrés calórico genera una reducción del consumo de alimento (Barragán, 2004), lo cual provoca un efecto sobre la ganancia de peso, con pérdidas de hasta un 74% (Abu-Dieyh, 2006; May y Lott, 2001).

En relación al consumo de agua, se considera que este aumenta 6% por cada °C que sube la temperatura ambiente (TA), a partir de los 20 °C, lo que supone 1,8-2,0 veces la cantidad usual de alimento (Cockshott, 2004).

Cuando la tasa de respiración incrementa, como respuesta fisiológica ante el calor, se produce una pérdida excesiva de CO₂, por lo tanto la presión parcial de CO₂ (pCO₂) disminuye, causando un decrecimiento de la concentración de ácido carbónico (H₂CO₃) y del hidrogeno (H⁺). Como respuesta el riñón aumenta la excreción del bicarbonato (HCO₃⁻) y reduce la excreción de H⁺, con la finalidad de mantener el balance ácido-base de la sangre (Borges *et al.*, 2007). A nivel sanguíneo el equilibrio ácido-base está directamente ligado con los electrolitos ingeridos por las aves.

El balance de electrolitos en la dieta (BED), puede influenciar en el crecimiento, apetito, desenvolvimiento óseo, y respuestas al estrés térmico, como también en el metabolismo de ciertos nutrientes, como aminoácidos, minerales y vitaminas. Los principales elementos involucrados en el equilibrio, son los cationes sodio (Na⁺); potasio (K⁺); y magnesio (Mg⁺⁺); los aniones cloro (Cl⁻); bicarbonato (HCO₃⁻) y fosfato bibásico [H₂PO₄⁻], Vieites *et al.*, 2004.

En consecuencia, al manipular el BED se logra influenciar el comportamiento productivo de los pollos de engorde, debido a su efecto sobre el balance ácido – base (Ada y Ortuño, 1999). El BED óptimo se encuentra entre 240 y 330 mEq/kg, observándose mejoras en el rendimiento productivo, para el peso vivo (2,422 gr), consumo de alimento (4,295 gr), conversión (1,775), mortalidad (M; 5%), aunque no observaron diferencias significativas al evaluar la conversión de alimento y la TC con la adición mineral

(Borgatti *et al.*, 2004; Borges *et al.*, 2003; Mushtaq *et al.*, 2005). Igualmente Ada y Ortuño. (1999) evaluó la adición de cloruro de sodio (NaCl - sal común) en el alimento, en las siguientes concentraciones; 0,4%, 0,5%, 0,6%, 0,8% y 1,0%, encontrando que el nivel favorable de adición de NaCl es de 0,60%, lo que es igual a 260 mEq/Kg.

De igual forma, se ha evaluado la adición de minerales en el agua, donde Teeter y Smith (1986), estudiaron la suplementación con 0,02% de NH_4Cl en el agua de bebida, reduciendo la fase de jaeo, incrementando la ganancia de peso vivo (PV) en un 23 % y en un 7,7%, la conversión de alimento. Al analizar el efecto del NaHCO_3 y KCl en distintas proporciones se obtuvo como resultado que suplementar con 5% NaHCO_3 y KCl generaron una significativa ($P < 0,05$); además de una alta tasa de consumo de alimento para las hembras, incrementando el consumo de agua (Whiting *et al.*, 1991). Smith y Teeter (1992), aplicaron KCl en agua de bebida y en una proporción de 0,2%, logrando un mayor consumo de alimento.

En tal sentido, se planteo, que si el uso de los minerales, aumenta el consumo de agua, disminuye el consumo de alimento, generando cambios en las variables fisiológicas, entonces es probable que la adición de electrolitos en el agua sea más eficiente que en el alimento, debido a su rápida absorción y utilización por el organismo de los pollos de engorde. Hay que destacar que la adición mineral se ha investigado por mucho tiempo en países como: Brasil, Estados Unidos de América, Bolivia, Japón, Pakistán e Israel. Sin embargo, en Venezuela actualmente no se ha realizado ninguna investigación relacionada.

De tal manera que, la presente investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de la adición de minerales a las mismas dosis en el agua o en el alimento sobre algunas variables productivas y fisiológicas en pollos de engorde durante la etapa de finalización en condiciones de estrés calórico (crónico y agudo) en ambiente semi-controlado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación, manejo de los pollos y tratamientos

Este experimento se llevó a cabo en la Unidad de Ambiente Semi-Controlado (UASC), de la Sección Laboratorio de Aves de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Central de Venezuela, Maracay,

estado Aragua. Ubicada a $10^{\circ} 17' 5''$ N, $64^{\circ} 13' 28''$ O, a 480 m.s.n.m, con una temperatura media de 25°C y una humedad relativa de 75% (INIA, 2007).

La UASC se dividió en 4 áreas, denominadas “Salas” (Sala A, sala B, sala C y sala D). Cada sala contaba con 6 corrales de 1 m^2 cada una, para una capacidad máxima de 48 pollos (6 pollos/corral), con 1 comedero tipo tolva y 1 bebedero tipo campana. Se dispuso de un sistema de medición del consumo de agua, para 4 de los 6 corrales por salas.

Para el inicio del experimento, había una población de 300 pollos bebe, sexados, del híbrido *Ross 308*. Luego a los 21 días de edad se seleccionó una población de 192 pollos, ubicando 8 pollos (4 hembras y 4 machos), en cada corral de las salas de la UASC. Igualmente a los 21 días de edad, fueron escogidos 8 pollos de cada corral, se seleccionaron 4 (2 hembras y 2 machos), identificándolos con colores según su sexo y categoría de peso, como macho pesado (MP: cabeza azul-lomo azul), macho liviano (ML: cabeza azul), hembra pesada (HP: cabeza roja-lomo rojo) y hembra liviana (HL: cabeza roja), según su peso en relación al promedio de la población. Siendo los pesados todos aquellos que su PV era 10% superior al promedio y livianos, los que presentaron PV de 10% inferior al peso promedio de la población. A los 28 días de edad, se inicia la fase experimental, con una duración de 8 días, correspondiendo: 7 días de evaluación en estrés calórico crónico (28 – 35 días de edad) y 1 día de evaluación de la simulación del estrés calórico agudo (36 días de edad).

En la UASC durante los 28 a 35 días de edad, se mantuvo una temperatura ambiente (TA) entre los 28 a 32°C , simulando el estrés calórico crónico. Mientras que el día 36 de edad se realizó una simulación de estrés calórico agudo, el cual consistió en suministrar a los pollos una TA entre los 34°C - 38°C , durante 6 horas (9:00 – 15:00 hr).

Se evaluaron 3 tratamientos; T1= Alimento balanceado sin adición mineral, T2= Alimento balanceado con adición mineral en alimento y T3= Alimento balanceado y adición mineral en agua, con 8 repeticiones de 8 pollos cada una, para un total de 192 pollos (96 hembras y 96 machos), en un diseño completamente aleatorizado.

La adición mineral en el alimento consistía en 240 mEq/kg alimento (T2) y mientras que en el agua (T3)

se mantuvo el mismo nivel de mEq, pero considerando una relación de consumo agua: alimento de 4: 1, basado en la mediciones del consumo de agua y alimento una semana antes del inicio del experimento (21 – 28 días de edad), con la finalidad de igualar el consumo de electrolitos tanto en el agua como en el alimento. Se utilizó como fuente mineral; 0,82 % de Bicarbonato de Sodio (NaHCO_3), 0,07 % de Cloruro de Amonio (NH_4Cl) y 0,30 % de Cloruro de Sodio (NaCl). En el Cuadros 1 se muestran la composición nutricional y bromatológica del alimento utilizado durante la fase de finalización en los pollos de engorde.

Frecuencia y determinación de las variables experimentales

Consumo de alimento y agua

Se determinó para todos los corrales, en 2 fases: fase 1 entre las 7:00 y 17:00 horas (día) y fase 2 entre 17:00 y 7:00 horas (noche), durante todo los 8 días del experimento. Mediante el peso del comedero (consumo de alimento) y para el consumo de agua se utilizaron bolsas de agua, obteniendo el consumo a través del peso de la misma.

Cuadro 1. Composición y bromatología del alimento usado como base en la fase de finalización de los pollos de engorde.

Nutriente	Proporción (%)
Maíz	53,65
Soya 47	35,61
Aceite de soya	6,97
Premezcla Minerales-vitaminas*	0,33
Sal	0,38
Carbonato calcio	1,08
Fosfato mono cálcico	1,79
Lisina %	0,03
Metionina %	0,16
Bromatología	Proporción (%)
Proteína	21,3
Fibra	2,98
Grasa	9,55
Ceniza	6,12
Fósforo Total	0,705
Calcio	0,75

* Premezcla Minerales-vitaminas (dosis de inclusión 6 kg/t): Manganeso, 100 g; Zinc, 40 g; Cobre, 4 g; Hierro, 27 g; Selenio, 0,075 g; Yodo, 2 g; Vitamina A, 7500000 UI, Vitamina D, 3000000 UI, Vitamina E, 20 g; Vitamina K, 2 g; Vitamina B2, 5,6 g; Nicot, 26 g; Pantotenato, 8 g; Vitamina B12, 0,01 g; Vitamina B6, 1 g; Folico, 0,3 g; Colina 350 g.

Peso vivo (PV)

Se realizó pesaje individual de todos los pollos, en horas de la mañana, semanal, desde los 28 hasta los 36 días de edad. Utilizando una balanza electrónica Ohaus, con rango de 0 a 5.000 gramos con precisión de 0,1 gramos.

Temperatura corporal (TC) y Nivel de Hiperventilación (NH)

Ambos se midieron a las 8:00 y 13:00 horas durante los días 28, 31, 35 y 36 de la fase experimental, a los pollos previamente identificados (MP,ML,HP,HL), utilizando para la TC el termómetro manual de sonda de penetración (TESTO® 110) a una profundidad de 5 cm de la cloaca. Mientras que el NH se determinó utilizando un cronometro (Casio®), este se activaba al inicio del jadeo, la cual se reconoce con la apertura del pico, y se detuvo al conteo de 15 inspiraciones no interrumpidas. Luego mediante un cálculo matemático, se estableció el número de inspiraciones por minuto.

Mortalidad (M)

Se registro durante la simulación del estrés calórico agudo. El análisis de los datos, de ambos experimentos, se utilizó el paquete estadístico Stat View, en el cual se sometieron los datos a análisis de Anavar; se obtuvieron los resultados con valores de media y desviaciones estándar, y probabilidades con significancia ($P < 0,05$) para cada variable. Aplicando los siguientes modelos matemáticos:

Modelo I: para consumo de alimento, consumo de agua, ganancia de peso, temperatura corporal y nivel de hiperventilación.

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_j$$

y_{ij} = observación j -ésima (replica) del i -ésimo tratamiento, es decir, observación conjunta del número de replicas y el número de tratamientos.

m = media general.

t_i = efecto del i -ésimo tratamiento, suplementación mineral en alimento o agua.

e_{ij} = error experimental de la j -ésima observación en el i -ésimo tratamiento, total de observaciones.

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + s_j + p_k + (\tau s)_j + \varepsilon_{ijkl}$$

Modelos II: para temperatura corporal incluyendo el factor sexo y categoría de peso. (Sólo se considera en el modelo las variables con efectos significativos).

y_{ij} = observación j -ésima (réplica) del i -ésimo tratamiento, es decir, observación conjunta del número de replicas y el número de tratamientos.

m = media general.

t_i = efecto del i -ésimo tratamiento, suplementación mineral en alimento o agua.

s_j = sexo de los pollos (macho-hembra).

cp_k = categoría de peso (liviano-pesado).

SxT = efecto de la interacción de primer orden del i -ésimo nivel de factor sexo (macho-hembra) y el j -ésimo nivel de factor tratamiento (adición de minerales).

e_{ijkl} = error experimental del total de observaciones.

La variable mortalidad fue evaluada de manera individual, utilizando una prueba de Chicuadrado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables productivas

En las variables productivas (Cuadro 2), se puede observar que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por lo tanto, no hubo efecto sobre las variables productivas de los pollos. Sin embargo, al evaluar el consumo de agua, hubo efecto significativo ($P = 0,016$), observándose que los pollos que recibieron minerales en el agua ($289,80 \pm 19,31$ ml) y en el alimento ($299,68 \pm 23,11$ ml), presentaron un mayor consumo de agua con respecto a los que no se les adicionó minerales ($219,65 \pm 12,44$ ml), respuesta esperada, debido a que la suma de minerales genera un aumento del consumo de agua en los animales. Como lo reportan Smith y Teeter (1987), y Tanveer *et al.* (2005), quienes aseguran que al aplicar minerales tanto en el agua como alimento, incrementa significativamente el consumo de agua y reportan valores no significativos en variables productivas.

El consumo de alimento (CAL) fue mayor en tratamiento 2 ($1212,88 \pm 58,64$ gr/pollo) y para la ganancia de peso (GP; Cuadro 2), con resultados similares a los reportados por De Souza *et al.* (2002), que no encontraron diferencias significativas.

Cuadro 2. Efecto de la adición de minerales en alimento (T2) y agua (T3) respecto a una dieta sin adición de minerales (T1), sobre el consumo de alimento (CAL), consumo de agua (CAG), la ganancia de peso (GP) y Conversión de alimento (CA), expresada en promedio entre 28 y 35 días de edad.

Tratamiento (T)	CAL (g/pollo/evaluación*)	CAG (ml/pollo/periodo)	GP (g/pollo/evaluación*)	CA
1	1109,63±23,48	219,65 ± 12,44 ^a	354,05±16,00	2,090 ± 0,072
2	1212,88±58,64	299,68 ± 23,11 ^b	571,86±42,68	2,185 ± 0,141
3	1128,75±34,13	289,80 ± 19,31 ^b	528,56±29,15	2,175 ± 0,124
ANAVAR (P)	ns	0,016	ns	ns

Letras diferentes indican diferencias significativas.

Valores expresados como la media ± error estándar de la media.

*Tiempo en el cual se evaluaron las variables productivas bajo ambiente de estrés calórico crónico, 28 y 35 días de edad de los pollos de engorde.

Igualmente, Borges *et al.* (2004), destacaron que el adicionar 240 mEq/kg en el alimento es beneficioso para mejorar la GP durante el ciclo de cría de los pollos, utilizando fuentes minerales similares a las que se le aplicó en el presente estudio. Sin embargo, Tanveer *et al.* (2005) indican que al utilizar como fuente mineral NaHCO₃ y NH₄Cl se logró un efecto significativo (P<0,001), en los parámetros productivos durante la fase de crecimiento y finalización. Los resultados obtenidos permiten inferir que la fuente mineral y el nivel de inclusión es un factor primordial para que exista un efecto de mejorar o mantener las variables productivas de los pollos de engorde.

Variabes fisiológicas

Al evaluar la TC de los pollos (Figura 1), se observó que existieron diferencias significativas (P=0,007) entre los tratamientos, destacando que la TC de los pollos que recibieron minerales en el agua, fue menor (41,96 ± 0,02 °C), respecto a los que recibieron minerales en el alimento (42,04 ± 0,03 °C) y los que no se les adicionó minerales (42,07 ± 0,03 °C), confirmando el efecto positivo que genera la adición de los electrolitos en el agua de bebida de los pollos de engorde, como una estrategia para disminuir una de las consecuencias causadas por el estrés calórico.

Resultados que coinciden con los reportados por Lin *et al.* (2005), donde presenta una TC de 42,62 °C en condiciones de TA de 35 °C. Es importante destacar que la TC al encontrarse alrededor de los

41,5 °C se asegura la sobrevivencia de los pollos, ya que a TA elevadas (>34 °C), aumenta la TC generando variaciones fisiológicas que conducen a la muerte de los mismos. Al evaluar el NH (Figura 1), se encontró que no existían diferencias significativas. Aunque igualmente se observa que ambas adiciones de mineral tienden a disminuir el promedio del NH. Estos valores promedio obtenidos son comparables a los reportados por Colina (2007) de 143 insp/min, así como también a los reportados por Mather *et al.* (1980); Barnas y Mather (1980), y Zhou y Yamamoto (1997), entre 140 – 200 insp/min para pollos criados bajo condiciones de estrés calórico.

En la Figura 2 se observa la relación de la TC con el sexo (macho – hembra), categoría de peso de los pollos (liviano – pesado) y el tratamiento aplicado (adición de minerales), obteniendo como resultado que no existen efectos entre las interacciones de los factores evaluados. Sin embargo, si hubo efectos estadísticamente significativos, debidos al factor categoría de peso (P=0,04) y la adición de los minerales (P=0,02), obteniendo que los pollos pesados que recibieron minerales en el agua (machos = 41,88 ± 0,05 °C y hembra = 41,93 ± 0,04°C), registraron TC menores a los pollos pesados que no se les adicionó minerales (machos = 42,12 ± 0,05 °C y hembra = 41,99 ± 0,05 °C). Mientras que en los pollos livianos (macho y hembra) con o sin la adición de los minerales, no hubo diferencia de las TC.

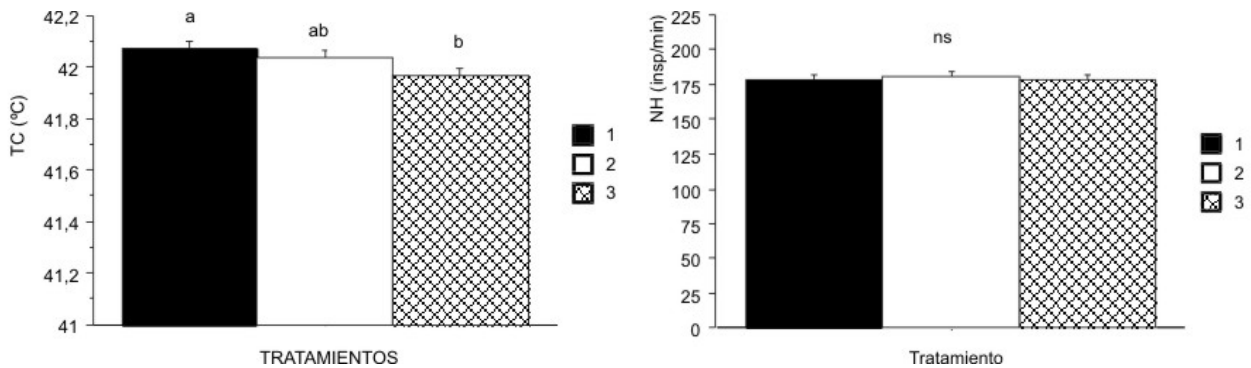


Figura 1. Efecto de los tratamientos sobre temperatura corporal (°C) y nivel de hiperventilación (insp/minuto), promedio en el período de estrés crónico (28 a 35 días).

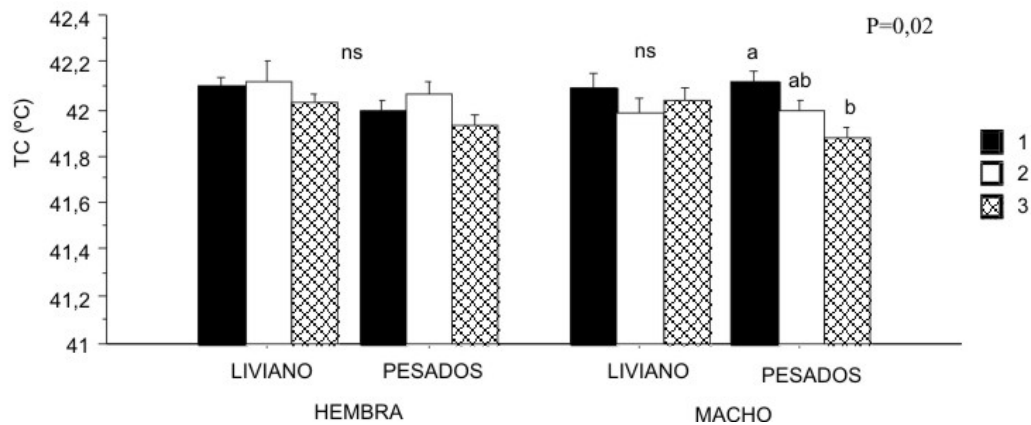


Figura 2. Efecto del sexo (macho – hembra) y la categoría de peso (liviano – pesado) sobre la temperatura corporal promedio en el período de estrés crónico (28 a 35 días ; Análisis correspondiente al Modelo matemático II).

En tal sentido, se expresa que los pollos pesados, generalmente considerados más susceptibles al estrés calórico reaccionan mejor a la adición de minerales en el agua, con TC consideradas normales, ya que se encuentran dentro de la zona homeoterma, la cual se ubica entre 40 – 42 °C (Freeman, 1987).

En la Figura 3 en relación a la TC durante la simulación del estrés calórico agudo con una temperatura ambiente promedio de 38°C, se observa que no hubo diferencia estadística entre los distintos tratamiento aplicado a los pollos. No obstante, se aprecia que los pollos que recibieron minerales en el agua, en promedio obtuvieron la menor TC (42,80 ± 0,16 °C). Siendo estas TC reportadas, menores a las registradas por Toyomizu *et al.* (2005), donde reportan una TC entre 44 y 46 °C bajo cambios de TA de 36 a 38 °C, y similares a los obtenidos por Yahav *et al.* (1997), quienes registran una TC de 42,0 ± 0,3 °C en condiciones de estrés calórico agudo, observándose

el efecto que genera la TA. En la Figura 3 se observa el NH durante la simulación de estrés calórico agudo, existiendo diferencias significativas (P=0,02), entre T1 y T3, siendo menor el nivel de los pollos suplementados con minerales en el agua (159,95 ± 4,93 insp/min), logrando disminuir las perdidas de CO₂ reacción por la cual disminuye la concentración de H₂CO₃ y H⁺, y se genera la mortalidad de los pollos.

En la Figura 4 se observa que los pollos (hembras y machos) tratados con minerales en el agua obtuvieron menor NH (P=0,035), reflejando que las hembras poseen un NH mayor (169,80 ± 6,11 insp/min), en comparación a los machos (149,40 ± 6,97 insp/min), lo cual, es comparable con los valores reportados por Becerra y Tepper (2004), donde reportan un NH en hembras de 170,174 ± 0,921 insp/min y en machos 158,319 ± 0,992 insp/min.

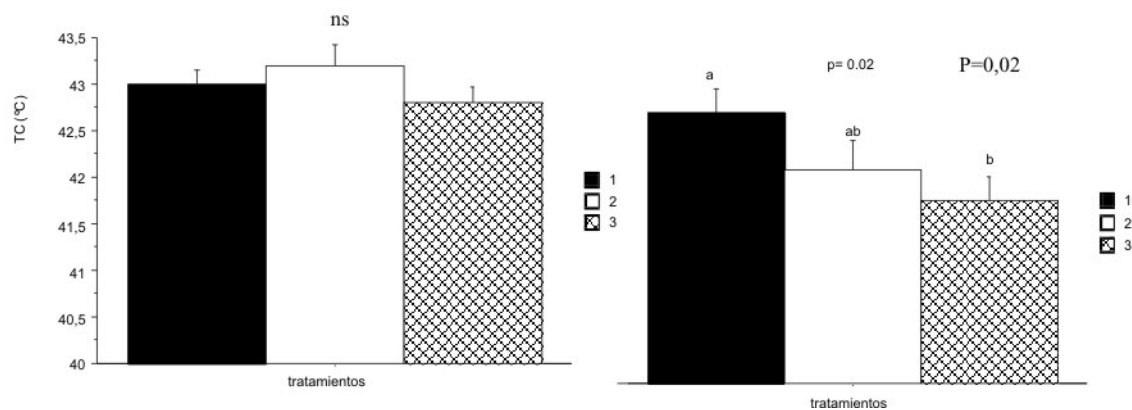


Figura 3. Promedios de temperatura corporal (TC) y nivel de hiperventilación (NH), durante la simulación del estrés agudo a los 36 días de edad de los pollos de engorde.

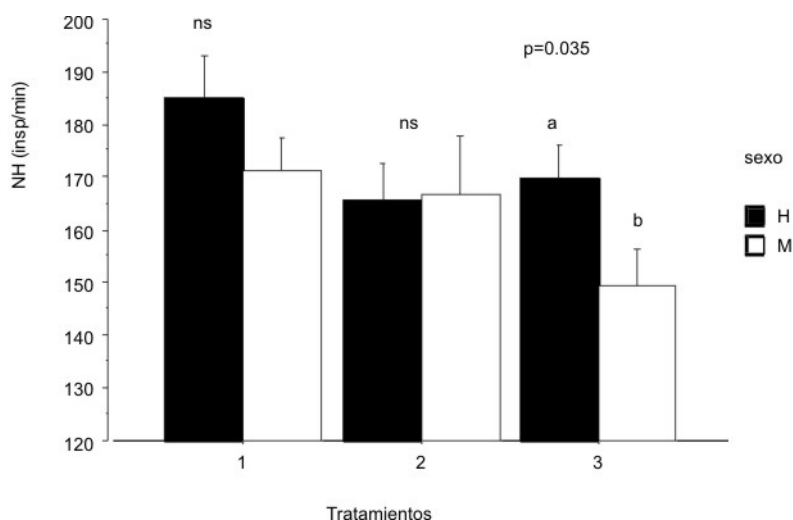


Figura 4. Promedios de Nivel de hiperventilación (NH) de acuerdo al sexo por cada tratamiento.

Tal respuesta indica, la posibilidad de que las hembras sean más vulnerables al calor, debido ha que poseen mayor habilidad de intercambiar vapor.

En relación a la M de los pollos (Cuadro 3), durante la simulación de estrés calórico agudo, disminuyó significativamente ($P < 0,001$), con la adición de minerales, principalmente en los pollos que recibieron minerales en el agua, en comparación con el grupo no tratado, disminuyendo la M en un 21,87%.

Durante la simulación de estrés calórico agudo, los pollos que no recibieron minerales en el alimento tenían el mayor NH, posiblemente debido a desbalance acido-base más un efecto atribuido al agotamiento de los mismos, se provocó una alta mortalidad en comparación a los demás tratamientos. En otros estudios se han obtenidos respuestas similares, tal como Tanveer *et al.* (2005), quienes reportan una

M de 12% en la etapa de crecimiento, adicionando minerales en el alimento, mientras que Borges *et al.* (2003), reportan 0,12% de M al adicionar 240 mEq/kg de alimento en pollos de engorde bajo condiciones de estrés, pero crónico.

CONCLUSIONES

La adición de mineral tanto en el alimento como en el agua no afectaron significativamente las variables productivas de los pollos de engorde.

La adición de minerales en el agua mejoró el desempeño fisiológico de los pollos de engorde, logrando disminuir la TC y el NH durante las condiciones de estrés calórico crónico y reduciendo la M hasta un 22% en condiciones de estrés calórico agudo.

Cuadro 3. Cantidad y porcentaje de mortalidad de los pollos durante la simulación del estrés agudo.

Tratamiento	Pollos muertos/ Total de Pollos	% Mortalidad
1	24/64	37,5a
2	20/64	31,25a
3	10/64	15,63b
P (ANAVAR)		0,001

Letras diferentes indican diferencias significativas.

Según la categoría de peso de los pollos y el tipo de adición de minerales, existe una respuesta diferente de la TC, logrando disminuir esta variable en los pollos pesados.

Se recomienda evaluar la adición de minerales en el agua o alimento en pollos de engorde separados por sexos.

AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto FONACIT G-2005000420, Proyecto CDCH N° 010057182004 y la empresa Soda Química C.A., por el apoyo económico

LITERATURA CITADA

Abu-Dieyeh. 2006. Effect of high temperature per se on growth performance of broilers. *International Journal of Poultry Science*. 5(1): 19 – 21.

Ada J. y Ortuño, R. 1999. Evaluación del comportamiento productivo de pollos parrilleros alimentados con diferentes niveles de cloruro de sodio. XVI congreso latinoamericano de avicultura, conferencias. Lima – Perú. pp 323-326.

Barnas G., and F. Mather. 1980. Respiration during hyperthermia in the chicken as influenced by an increase in inhaled CO₂. *Poultry Science* 59:468-469.

Barragán, J. 2004. Estrés térmico en aves. *Selecciones avícolas*. 7: 423- 426.

Becerra, A. y E. Tepper. 2004. Efecto de la temperatura ambiental y la humedad relativa sobre los cambio de temperatura corporal e hiperventilación de pollos de engorde durante la etapa de finalización en una granja comercial del

estado Aragua. Tesis de pregrado. Facultad de agronomía. Universidad Central de Venezuela. p 4.

Borgatti, I.; R. Albuquerque; N. Meister; I. Souza; F. Lima and N. Trindade. 2004. Performance of broiler fed diets with different dietary electrolyte balance under summer conditions. *Brazilian Journal of Poultry Science*. Vol. 6. 153 – 157.

Borges, S, A. Ficher Da Silva and A. Maiorka. 2007. Acid-base balance in broilers. *World's Poultry Science Association*. 63: 73 – 79.

Borges, S. A., A. Fischer Da Silva, A. Majororka, D. Hooge and KCummings. 2003. Dietary electrolyte balance for broiler chickens under moderately high ambient temperatures and relative humidities. *Poultry Science* 82:301–308

Borges, S. A., A. Fischer Da Silva, A. Majororka, D. Hooge, and K. Cummings. 2004. Physiological responses of broiler chickens to heat stress and dietary electrolyte balance (sodium plus potassium minus chloride, milliequivalents per kilogram). *Poultry Science* 83:1551–1558

Cockshott. 2004. Manejo del pollo de carne y de los reproductores en zonas de clima cálido. *Poultry Middle East & North Africa*. Disponible en línea: [http://www.aviagen.com/docs/\(Manejo%20de%20las%20aves%20en%20zonas%20de%20clima%20c_341lido\).pdf](http://www.aviagen.com/docs/(Manejo%20de%20las%20aves%20en%20zonas%20de%20clima%20c_341lido).pdf). [Octubre 27, 2008].

Colina, Y., V. De Basilio, J. Rojas, y G. Martínez. 2007. Variables fisiológicas para predecir el nivel de estrés térmico de pollos de engorde en la última semana de cría. **In:** XX reunión de

- la asociación latinoamericana de producción animal. Cusco – Perú. pp. 1-5.
- De Basilio V. 2008. Alternativas nutricionales para resolver el estrés calórico en pollos de engorde. **In:** memorias del XIV Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Edo. Zulia – Venezuela. p 346.
- De Souza, B., A. Bertechini, A. Teixeira, J. De Freitas, e R. Fonseca. 2002. Efeito da suplementacao cloreto de potasio na dieta sobre o equilibrio acido-basico e o desempenho de frangos de corte no verao. *Cienc. Agrotec., lavras.* 26: 1297 – 1304.
- Estrada, M. y S. Márquez. 2005. Interacción de los factores ambientales con las respuestas del comportamiento productivo en pollos de engorde. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias.* 18: 205-252.
- Freeman, B. 1987. Body temperature and thermoregulation. **In:** *Physiology And Biochemistry Of The Domestic Fowl*, freeman b., ed., academic press, huntington (gbr), vol. 4, 365-377.
- Hoffmann G. y H. Volker. 1969. Anatomía y Fisiología de Las Aves Domesticas. Editorial Acribia. Zaragoza - España. p 122.
- INIA. 2007. Unidad Agroclimatológica. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Reporte de estación climatológica. Maracay - Venezuela. p 1
- Lin, H., H. Zhang, R. Du, H. Gu, Y. Zhang, J. Buyse, and E. Decuyper. 2005. Thermoregulation responses of broiler chickens to humidity at different ambient temperatures. II. Four weeks of age. *Poultry Science* 84: 1173 – 1178.
- Mather F., G. Barnas and R Burger. 1980. The influence of alkalosis on panting. *Comp. Biochem physiol.* 67: 265-268.
- May J. and B. Lott. 2001. Relating weight gain and feed: gain of male and female broilers to rearing temperature. *Poultry Science.* 80: 581 - 584.
- Mushtaq, T., M. Sarwar, H. Nawaz, M. Aslam, and T. Ahmad. 2005. Effect and interactions of dietary sodium and chloride on broiler starter performance (hatching to twenty-eight day of age) under subtropical summer conditions. *Poultry Science.* 84: 1716 – 1722.
- Oliveros, Y. 2000. Evaluación de los elementos climáticos sobre el comportamiento productivo y social de pollos de engorde etapa de finalización en una granja comercial bajo condiciones tropicales. Tesis de postgrado. Producción animal. Facultad de agronomía. Universidad Central de Venezuela. p 61
- Pérez, M. 2003. Algunos indicadores del nivel de estrés térmico en pollos de engorde en granjas comerciales del estado Aragua. Tesis de pregrado. Facultad de agronomía. Universidad central de Venezuela. pp. 44-68.
- Smith, M. and R. Teeter. 1987. Potassium balance of the 5 to 8 week-old broiler exposed to constant heat or cycling high temperature stress and the effects of supplemental potassium chloride on body weight gain and feed efficiency. *Poultry science* 66: 487 – 492.
- Smith, M. and R. Teeter. 1992. Effects of potassium chloride supplementation on growth of heat-distressed broilers. *Journal Applied Poultry Science.* 1. 321 - 324.
- Tanveer, A., M. Sawar, M. Un-Nisa, A. Ul-haq, and Z. Ul-hasan. 2005. Influence of varying source of dietary electrolytes on the performance of broilers reared in a high temperature environment. *Animal Feed Science And Technology.* 120: 277 – 298.
- Teeter, R. and M. Smith. 1986. High chronic ambient temperature stress effects on broiler acid-base balance and their response to supplemental ammonium chloride, potassium chloride and potassium carbonate. *Poultry Science.* 65: 1777-1781.
- Toyomizu M., M. Tokuda, A. Mujahid and Y. Akiba. 2005. Progressive alteration to core temperatura, respiration blood acid-base balance in broiler chickens exposed to acute heat stress. *The Journal Poultry Science,* 42:110-118.
- Valancony H. 1997. Les moyens de lutte contre le coup de chaleur. *Journées de la recherche avicole,* 2, 153-160.

- Vieites, F., G. Kling De Moraes, L. Teixeira, H. Santiago, A. Cláudia, F. Álvares Da Silva, y A. Atencio. 2004. Balanço Eletrolítico e Níveis de Proteína Bruta sobre Parâmetros Sangüíneos e Ósseos de Frangos de Corte aos 21 Dias de Idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 33: 1520-1530.
- Whiting, T., L. Andrews, and I. Stamps. 1991. Effects of sodium bicarbonate and potassium chloride drinking water supplementation. 1. Performance and exterior carcass quality of broilers grown under termoneutral or cyclic heat-stress conditions. *Poultry Science*. 70: 53-59.
- Yahav S., A. Straschnow, I. Plavnik, and S. Hurwitz. 1997. Blood system response of chickens to changes in environmental temperature. *Poultry Science* 76:627–633.
- Zhou, W and S. Yamamoto. 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.