



Efecto de la aclimatación precoz sobre metabolitos sanguíneos en pollos de engorde

Effect of early acclimatization on blood metabolites in broilers

Apráez, E.^{a*}, Martínez, J.^b, Riascos, R.^c

^a Departamento de Producción y Procesamiento Animal, Universidad de Nariño, Pasto (Nariño), Colombia.

^b Programa de Zootecnia, Facultad de Ciencias Pecuarias; Universidad de Nariño, Pasto (Nariño), Colombia.

^c Servicio Nacional de Aprendizaje; SENA. Centro Agropecuario Buga, (Valle), Colombia.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 11.12.2014

Accepted 16.10.2015

Keywords:

Productivity

Heat index

Stage of completion

Gallus gallus domesticus

Original Research Article,
Animal Science

*Corresponding author:

Edmundo Apráez

E-mail address:

eapraez@gmail.com

ABSTRACT

Evaluated the effect of early acclimatization in blood metabolites and productivity during the stage of completion of broilers (*Gallus gallus domesticus* L.). We used three hundred ninety six chickens a day of the Cobb 500 line, randomly assigned into three treatments: T1, birds acclimated to the 5, 10 and 15 days of those exposed 6 hours at temperatures between 38 and 40 °C, T2, birds acclimated on day 5, with a 24 hours exposure at temperatures between 38 and 40 °C. T3, birds without acclimatization. Determined: metabolites in blood (glucose, urea nitrogen, creatinine, cholesterol, triglycerides, magnesium, calcium and phosphorus). Blood samples were performed collected at the 38 and 45 days of age. Acclimation does not affect ($p>0.05$) the variables: glucose (38 days), calcium, phosphorus, magnesium, cholesterol and triglycerides (45 days); cholesterol and phosphorus (38 days) was lower ($p<0.05$) in all the treatments. Treatments with acclimatization early (without taking into account the heat index) adversely affected the phosphorus and positively cholesterol and glucose levels. If levels of magnesium, calcium, triglycerides, remained constant despite the treatments. Creatine and urea nitrogen, had low values in all evaluated groups. Treatment of acclimatization which offered the best results was carried out the five day with 24 hours of exposure.

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la aclimatación precoz en metabolitos sanguíneos y la productividad durante la etapa de finalización de pollos de engorde (*Gallus gallus domesticus* L.). Se utilizaron 396 pollos de un día de la línea Cobb 500, asignados aleatoriamente en tres tratamientos: T1, aves aclimatadas a los 5, 10 y 15 días de edad, expuestas 6 horas a temperaturas de entre 38 y 40°C, T2, aves aclimatadas el día 5, con una exposición de 24 horas a temperaturas de entre 38 y 40°C. T3 aves sin aclimatación. Se determinó: metabolitos en sangre (glucosa, nitrógeno ureico, creatinina, colesterol, triglicéridos, magnesio, calcio y fósforo). Las muestras de sangre se recolectaron a los 38 y 45 días de edad. La aclimatación no afectó ($p>0,05$) las variables: glucosa (38 días), calcio, fósforo, magnesio, colesterol y los triglicéridos (45 días); el colesterol y fósforo (38 días) fue menor ($p<0,05$) en todos los tratamientos. Los tratamientos con aclimatación precoz (sin tener en cuenta el índice de calor) afectaron negativamente el fósforo y positivamente los niveles colesterol y glucosa. Los niveles de calcio, magnesio, triglicéridos, permanecieron constantes pese a los tratamientos. La creatinina y el nitrógeno ureico, presentaron valores bajos en todos los grupos evaluados. El tratamiento de aclimatación que ofreció los mejores resultados fue el realizado el día cinco con 24 horas de exposición.

Palabras clave: Productividad, índice de calor, etapa de finalización, *Gallus gallus domesticus*.

INTRODUCCIÓN

El 50% de la producción avícola regional se caracteriza por desarrollarse en zonas con temperatura ambiente (TA) igual o superior a los 30 °C, en condiciones de alta humedad relativa (HR), alrededor del 70%. La producción en estas zonas, presenta problemas de alta mortalidad (5 a 20%), como resultado del estrés calórico, al que han sido expuestos los pollos de engorde (De Basilio *et al.*, 2001a; De Basilio *et al.*, 2001b; Habbak

et al., 2011). Factores ambientales, como TA, HR, radiación solar y velocidad del aire, afectan directamente al ave, comprometiendo una de las funciones vitales más importantes: el mantenimiento de la homotermia (Daquir *et al.*, 2009).

De Basilio (2003), refiere que el estrés de calor es el resultado de un balance negativo en la cantidad de energía que fluye entre el animal y el medio ambiente, inducido por cambios en la combinación de factores ambientales (luz solar, radiación térmica, temperatura

del aire) y la fisiología del animal; como la homeóstasis sanguínea y los mecanismos de termorregulación: conducción, radiación, convección y evaporación. La producción de calor en el pollo de engorde es particularmente alta, debido a una elevada tasa de crecimiento, que requiere un consumo elevado de energía, las aves retienen cerca del 40% y el 60% restante es liberado en forma de calor. La literatura reporta dos tipos de alternativa para el manejo del estrés calórico en aves, ambas hacen uso de la exposición a elevada temperatura, produciendo efecto de aclimatación en los animales. La primera, denominada aclimatación precoz, consiste en exponer a las aves durante 24 horas a temperaturas ambientes elevadas, mientras que en la segunda, la exposición se realiza a menor intervalo de tiempo y mayor número de días. Dragan *et al.* (2010), mencionan que el estrés, perturba el equilibrio fisiológico de las aves, generando cambios en la concentración de hormonas reguladoras del sistema inmune. Sin embargo, no se ha determinado, si la aplicación de este tipo de técnicas, tiene efecto sobre la concentración de metabolitos en sangre y los rendimientos productivos del ave.

En muchas regiones del mundo, el estrés por calor es uno de los principales problemas en la producción avícola, generando una condición anormal en las aves, como consecuencia de temperaturas elevadas y alta humedad. Este tipo de efecto se puede minimizar controlando la ventilación en los galpones y regulando su temperatura interna. Sin embargo, para ello se requieren sofisticados diseños de vivienda, que demandan altas inversiones, haciendo inviable su uso en producciones con bajos recursos económicos (Sengor *et al.*, 2008). Cuando la temperatura ambiental (TA) aumenta; activa la zona de termo neutralidad del ave, induciendo una condición de estrés, con la consecuente generación de: hipertermia aguda, alcalosis respiratoria, desequilibrio electrolítico, reducción del consumo, baja tasa de crecimiento y aumento en la mortalidad (Brossi *et al.*, 2009). La mayoría de los grandes criadores de aves de corral, se encuentran en las zonas templadas (Canadá, Francia, Alemania, Países Bajos, el Reino Unido y los EEUU). Así la mayoría de las estirpes comercializadas en el mundo, proceden de climas templados, la cuestión que se presenta, es si estas aves, son adecuadas para zonas tropicales, dado que estas zonas se caracterizan por elevadas temperaturas y alta humedad relativa, de esta forma la selección para la resistencia al estrés térmico, por sí sola no dará lugar a un ave comercialmente rentable (Faisal *et al.*, 2008). En ese contexto las investigaciones de estrés calórico para las aves de corral se iniciaron hace cuatro décadas y han tenido un alto progreso durante la última; para adentrarse en este campo se debe entender que la temperatura corporal (TC) de las aves está regulada por un complejo modelo, en el que participan el sistema nervioso, hormonal y circulatorio principalmente. Las aves mantienen su TC cerca

de los 41 °C, gracias a su capacidad de termorregulación, esta es inferior en los pollitos de un día; cuando la TA aumenta, hasta el punto en que los mecanismos básicos de regulación de la TC son insuficientes, la temperatura interna del ave empieza a elevarse, obligando a incrementar la tasa respiratoria y la actividad cardíaca, reduciendo funciones de menor importancia para la vida (la inmunitaria, el crecimiento y la reproducción).

Otro factor importante es la química sanguínea en las aves, la cual permite la identificación de las alteraciones metabólicas, debido a factores endógenos y exógenos, incluyendo el tipo genético, las condiciones de cría, estación, sexo y edad (Piotrowska *et al.*, 2011). Un factor endógeno es la incidencia del estrés calórico en pollos broiler los cuales sufren estrés agudo fisiológico, como resultado de la continua infusión de hormona adrenocorticotropica (ACTH), exhibiendo niveles elevados de corticosterona (CS), aumento de los niveles sanguíneos de los sustratos metabólicos principales de glucosa, colesterol y triglicéridos (Zakia *et al.*, 2008). De esta manera surge la aclimatación como técnica para combatir el estrés calórico, de la cual se han obtenido buenos resultados, sin afectar los indicadores productivos, refiriendo mayores beneficios con el uso de esta técnica. (De Basilio *et al.*, 2003; Dragan *et al.*, 2010), menciona que el estrés, perturba el equilibrio fisiológico de las aves, generando cambios en la concentración de hormonas reguladoras del sistema inmune. Sin embargo, no se ha determinado, si la aplicación de este tipo de técnicas, tiene efecto sobre la concentración de metabolitos en sangre y los rendimientos productivos del ave. De esta manera el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la aclimatación precoz sobre los metabolitos sanguíneos durante la etapa de finalización en pollos de engorde *G. gallus d.* (ICZN, 2009).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El presente trabajo se llevó a cabo en la granja Villa Lucero, ubicada en el municipio de Puerto Asís, departamento del Putumayo - Colombia, con una altitud de 256 msnm, temperatura promedio de 25,3 °C, humedad relativa de 85% y una precipitación anual de 3.520 mm (IDEAM, 2000); corresponde a la zona de vida bosque húmedo tropical (Holdridge, 1987). Se usó un galpón de 7 m de largo por 5 m de ancho, construido en concreto, con piso de cemento de 10 cm de espesor.

Animales

Se utilizaron 396 pollos de engorde machos (Línea cobb-500) de 1 día de edad. Se suministró un alimento comercial de iniciación de 0 a 19 días de edad, y otro de finalización de los 20 a 41 días, de acuerdo con los requerimientos nutricionales de la NRC (1994). Para el

proceso de aclimatación, el corral del tratamiento uno se aclimató los días 5, 10 y 15 de edad, exponiendo las aves a una temperatura comprendida entre 38 y 40°C por un período de 6 horas, desde las 10:00 a.m. hasta las 4:00 p.m. (Arjona *et al.*, 1988; Yahav *et al.*, 1997). En el tratamiento dos, la exposición se realizó a los cinco días de edad, con temperaturas comprendidas entre 38 y 40 °C por 24 horas (De Basilio *et al.*, 2003). El tratamiento tres no tuvo aclimatación (testigo) con un rango de temperatura entre 18 y 30 °C.

VARIABLES EVALUADAS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Se utilizó un Diseño completamente aleatorizado (DCA), con tres tratamientos y cuatro réplicas por tratamiento, cada uno considerada como una unidad experimental compuesta por 33 aves, para encontrar diferencias estadísticas entre los tratamientos se aplicó un ANOVA y una prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%. Los datos se analizaron en el programa estadístico SAS (versión 8; SAS Inst. Inc., Cary, NC, Estados Unidos). Para los dos tratamientos, se utilizó tela verde en forma de cortinas para mantener la temperatura, esta se controló abriendo o cerrando las cortinas, realizando un monitoreo cada 15 minutos, que permitiera conservar la temperatura para los metabolitos sanguíneos, la muestra fue tomada al momento del sacrificio, a los días 38 y 45, previo ayuno de las aves (6 horas). Los metabolitos analizados fueron: glucosa, nitrógeno ureico, creatinina, colesterol, triglicéridos, magnesio, calcio y fósforo. Se utilizó el equipo semi-automatizado Stat fax 3300® (Awareness Technologies, Westport, Connecticut, Estados Unidos), de la Universidad de Nariño, utilizando kits estandarizados de la marca Spinreact® (Spinreact, Girona, España).

Para medir las condiciones de temperatura y humedad relativa dentro del galpón se utilizó un sensor Marca HOBO® (data logger temp Ref: U10-001, Onset Computer Corporation Bourne, MA, Estados Unidos), durante todo el ensayo; con estos datos, se midió el índice de calor (IC), este se expresa en grados Celsius, e indica el nivel del calor que se siente cuando la humedad relativa es influenciada por la temperatura real y da como resultado un “índice de calor”, este cálculo se realizó mediante la aplicación “Weather Prediction Center,” (2014); este referente se utilizó para medir el IC real ambiental. Sin embargo, dentro de las unidades experimentales, se utilizó un termohigrómetro marca Jumbo Display Hygro® (Modelo 13307, DeltaTrak, Pleasanton, CA, Estados Unidos), para el control de la temperatura durante la aclimatación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los indicadores se evaluaron en los días 38 y 45. Los parámetros medioambientales (temperatura y humedad) fueron monitoreados durante toda la fase experimental, obteniéndose los resultados mostrados en la figura 1.

A partir de los datos anteriores, se realizó el cálculo del índice de calor (IC) mediante la aplicación NOAA (University Research Court College Park, 2013); relacionada con la temperatura normal (Sin tener en cuenta la humedad relativa).

Glucosa

De acuerdo con lo encontrado en esta investigación (Figura 2; Cuadro 1), se sugiere que las respuestas fisiológicas de glucosa, tomadas al día 38, no fueron in-

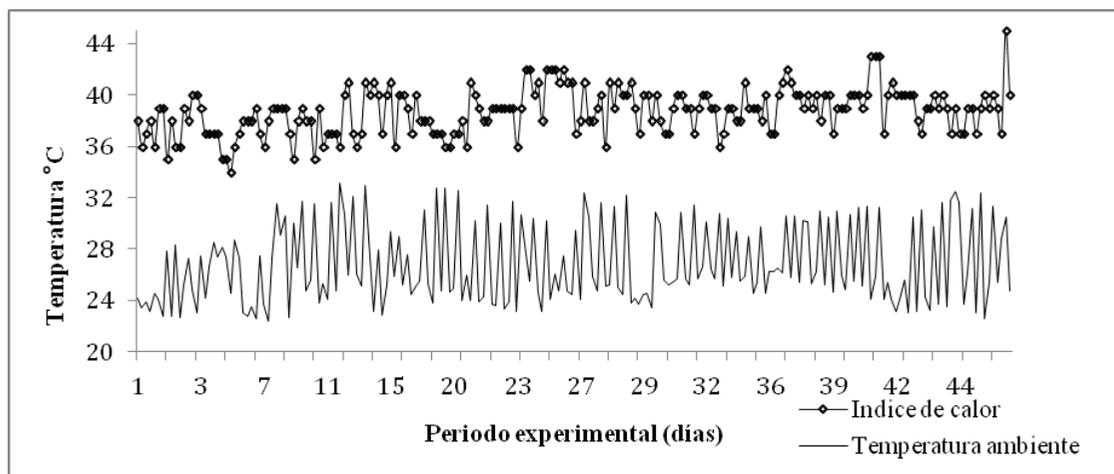


Figura 1. Índice de calor y temperatura ambiente, durante la fase experimental.

Figure 1. Heat index and temperature, during the experimental phase.

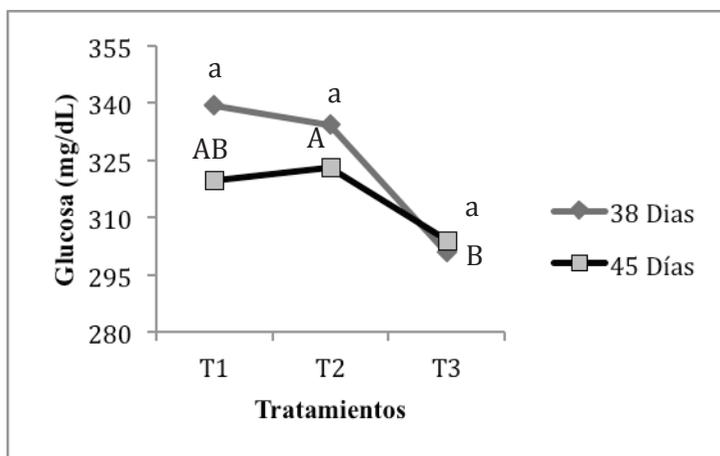


Figura 2. Niveles de glucosa.

Figure 2. Levels of glucose.

Cuadro 1. Química sanguínea.

Table 1. Chemical blood.

Tratamiento	Perfil química sanguínea (mg/dL)							
	Glucosa	Ca	P	Mg	Colesterol	Triglicéridos	Creatinina	BUN
38 Días								
T1	339,7 a	6,9 a	2,4 b	3,0 a	160,5 b	48,9 a	0,60 a	9,1 a
T2	334,3 a	7,8 a	4,9 a	3,2 a	216,3 a	40,2 a	0,34 a	8,0 a
T3	301,0 a	8,7 a	5,1 a	2,3 a	249,1 a	49,0 a	0,32 a	9,1 a
45 Días								
T1	319,8 AB	5,7 A	3,0 A	2,4 a	176,6 A	41,2 A	0,28 A	9,1 A
T2	323,4 A	5,5 A	2,4 A	3,2 a	157,1 A	51,7 A	0,34 A	8,9 A
T3	304,2 B	5,6 A	2,8 A	2,2 a	158,1 A	38,4 A	0,32 A	9,5 A

Valores de $p > 0,05$. Letras diferentes corresponden a diferencias estadísticas, letras mayúsculas refieren a otro periodo de análisis.

fluenciadas por los tratamientos ($p > 0,05$). Sin embargo, se encontraron diferencias entre los valores de los tratamientos, ($p < 0,05$) para los 45 días, dentro del rango normal para glucosa (200 a 400 mg/dL) propuestos por Holguin (2004), con 250 a 400 mg/dL. De esta manera, los niveles encontrados a los 45 días para el T2, son más altos que los reportados por López (2012), de $218,43 \pm 21,10$ mg/dL. Este incremento aparentemente, se da como reacción ante el estrés calórico en las aves, las cuales liberan adrenalina, noradrenalina, corticosterona y un factor de liberación de ACTH. Así mismo, Holguin (2004), encontró que a nivel del hígado, los corticoides aumentan el metabolismo del glucógeno y la gluconeogénesis, por mayor actividad de

las desaminasas y aminotransferasas, a expensas de aminoácidos. Esto aparentemente por el efecto de la aclimatación durante al día cinco, encontrado en el T2. Así, para permitir una rápida respuesta de un animal a los cambios perjudiciales del medio ambiente, como mecanismo de defensa se moviliza las reservas energéticas del hígado e incluso del corazón, para utilizarlas en los músculos (Ognik y Sembratowicz, 2012). En la condición de estrés, la demanda de energía aumenta varias veces y la fuente preferida para producir energía es la glucosa (Zapata *et al.*, 2013) lo que pudo ocasionar la respuesta obtenida a los 45 días en aclimatación del T2. La medición de los niveles de estrés fue un requisito indispensable para evaluar objetivamente

los efectos en las aves; al obtener una medida de los cambios ocurridos en el animal, ante la situación de estrés (combinaciones de temperatura y humedad para el alojamiento de las aves), siendo posible predecir mediante los niveles de glucosa el manejo de los factores de confort que conduzca a un mínimo estrés, o un incremento como mecanismo de aclimatación del ave, lo que probablemente sucedió en el T1 y T2 a los 45 días, donde el nivel de termoregulación de las aves es menor.

Calcio

Los resultados encontrados para Ca a los 38 días (Cuadro 1) son altos, comparados con los encontrados por Olanrewaju *et al.* (2010) a los 28 días, y Piotrowska *et al.* (2011), de 6,1 mg/dL y 4,1 mg/dL, respectivamente, y son bajos a los 45 días, comparados con los de Holguin (2004), que maneja un rango de 8 a 10 mg/dL. Sin embargo, no se encontraron diferencias entre los tratamientos ($p>0,05$), y valores aritméticos menores para los tres tratamientos a los 45 días, aparentemente causados por las condiciones de estrés calórico en que se desarrolló la investigación, puesto que los niveles de Calcio están relacionados con la demanda orgánica de alimento, influenciado por mecanismos de control hormonal según las condiciones de estrés (Mesquita, 2012). Otro estudio realizado por Rahimi (2005), indica que la aclimatación es una rápida respuesta de las aves para abastecer glucosa a partir de los recursos almacenados y disminuir los niveles de calcio, lo cual altera el equilibrio ácido - base, porque el riñón elimina más bicarbonato para restaurar el pH normal en sangre. (Mashaly, 2005; Piquer, 2010; Corona, 2013).

Fósforo

De acuerdo con lo encontrado (Cuadro 1, figura 3), se infiere que las respuestas fisiológicas del fósforo, tomadas al día 38, fueron influenciadas por los tratamientos ($p<0,05$). Sin embargo, no se encontraron diferencias entre los valores de los tratamientos, para los 45 días, ($p>0,05$). El valor más bajo se encuentra en T1 y está por debajo de los reportados por Hommosany (2008), quien manifiesta niveles de 4 a 8 mg/dL y de 6,66 mg/dL, respectivamente. Sin embargo, los valores encontrados a los 38 días en T2 y T3 si están dentro del rango normal, de 4 a 6 mg/dL reportados por Dyer y Roe (1934) y Franco *et al.* (2009). Para los 45 días, los niveles bajos encontrados en los tratamientos, pueden deberse a que las altas temperaturas en las que se desarrollo el estudio, hayan provocado una exigencia mas alta de este elemento. Algunos autores como Ortiz (2006), demostraron una reducción de la retención de fósforo cuando la temperatura es elevada. Estos resultados sugieren que el estrés por calor disminuye el consumo de hidratos de carbono y probablemente, el ciclo del metabolismo de Calcio. Estrada y Márquez (2005), manifiestan que de igual manera, que un periodo largo de hipertermia produce cambios de las actividades enzimáticas, como el aspartato aminotransferasas y la fosfatasa alcalina, que pudo influenciar el menor valor en T1.

Magnesio

No se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$), en ninguno de los tratamientos para los 38 y 45 días (Cuadro 1); los valores obtenidos están dentro del rango de 1,6 a 3,0 mg/dL; descrito por Dyer y Roe

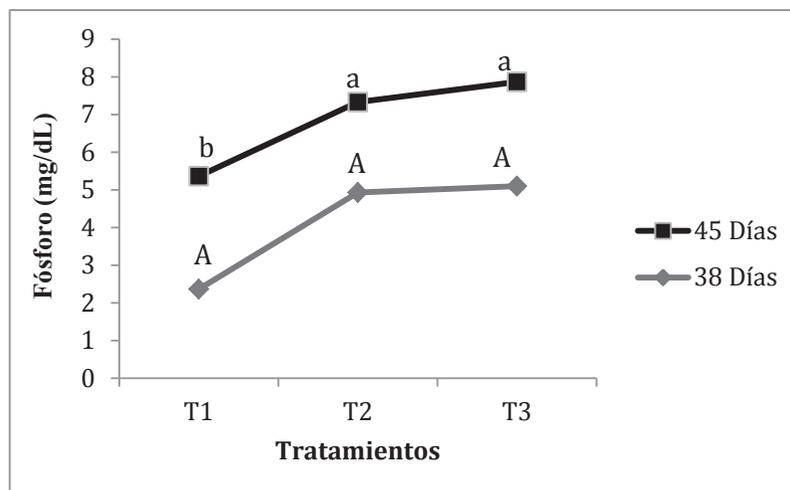


Figura 3. Niveles de Fósforo.

Figure 3. Levels of phosphorus.

(1934). Sin embargo, para T1 a los 45 días, los valores son similares a los reportados por López (2012), para la línea Coob, de $2,15 \pm 1,20$; y están por encima de los datos manifestados por Piotrowska *et al.* (2011) de 1,03 mg/dL a una edad de 45 días. El magnesio interviene en la formación de neurotransmisores y neuromoduladores, repolarización de la neuronas en la relajación muscular (acción muy importante en el músculo cardíaco), actúa, además, como energizante y calmante en el organismo. Valores por debajo del rango pueden deberse a diversas causas, en especial cuando hay circunstancias de estrés. En este caso, los valores encontrados en este estudio, al parecer no fueron afectados por el estrés calórico.

Los elementos involucrados en el equilibrio electrolítico como: los cationes sodio (Na^+), potasio (K^+) y magnesio (Mg^{++}), y los aniones cloro (Cl^-) y bicarbonato (HCO_3^-) no se vieron afectados.

Colesterol

La respuesta del colesterol (Figura 4; Cuadro 1), cuyas muestras fueron tomadas al día 38, si se vieron influenciadas por los tratamientos ($p < 0,05$). Sin embargo, no se encontraron diferencias entre los valores de los mismos para los 45 días ($p > 0,05$). Los niveles encontrados están entre el rango de 114 a 244 mg/dL reportado por Dyer y Roe (1934), y $148,4 \pm 4,43$ mg/dL reportado por Musa *et al.*, (2007), sin embargo, los valores de T3 y T2, a los 38 y 45 días, respectivamente, se encuentran por encima, que los reportados en aves; con $92,25 \pm 13,18$ mg/dL, por Seven *et al.* (2009), 123,7 mg/dL, por Osorio *et al.* (2012) y 123,5 mg/dL, a los 42 días por Hosseini-Vashan *et al.* (2012). Los niveles encontrados en T3 y T2, puede deberse a que se reduce la degradación del colesterol, sin disminuir la síntesis,

por lo que los niveles en sangre aumentan, (Franco *et al.*, 2009), lo que aparentemente ocurrió durante el día 38. Los pollos expuestos a diferentes temperaturas se caracterizan por grandes fluctuaciones en el metabolismo de los lípidos. La temperatura elevada dio como resultado un aumento de los niveles de lípidos y colesterol total.

Triglicéridos

Los resultados de triglicéridos, tomados al día 38 y 45 (Cuadro 1), no se vieron influenciados por los tratamientos ($p > 0,05$). Los valores de 51,7 mg/dL para T2 a los 45 días, son similares a los de Sandoval *et al.* (2001), con niveles de triglicéridos de 46,36 mg/dL, y por debajo de los obtenidos por Piotrowska *et al.* (2011), de $73,4 \pm 6,19$ a los 42 días. Para los tres tratamientos, tanto a los 38 como a los 45 días, los rangos son un poco más altos de lo normal. Esto posiblemente por la elevación de glucagón, que disminuye los triglicéridos disponibles (Sato *et al.*, 2007).

Creatinina

Los resultados de creatinina, tomados al día 38 y 45 (Cuadro 1), no fueron influenciados por los tratamientos ($p > 0,05$). Se presentaron valores bajos comparados con los encontrados por Dyer y Roe (1934), de 0,8 a 1,5 mg/dL, Piotrowska *et al.* (2011), con 0,31 mg/dL y Malekinejad *et al.* (2011) con 0,49 mg/dL.

La creatinina es el resultado de la degradación de la creatina, que es un componente de los músculos. La creatinina puede ser transformada en ATP como fuente de alta energía para las células. La producción de creatinina depende de la modificación de la masa muscular, y ello varía poco y los niveles suelen ser muy estables.

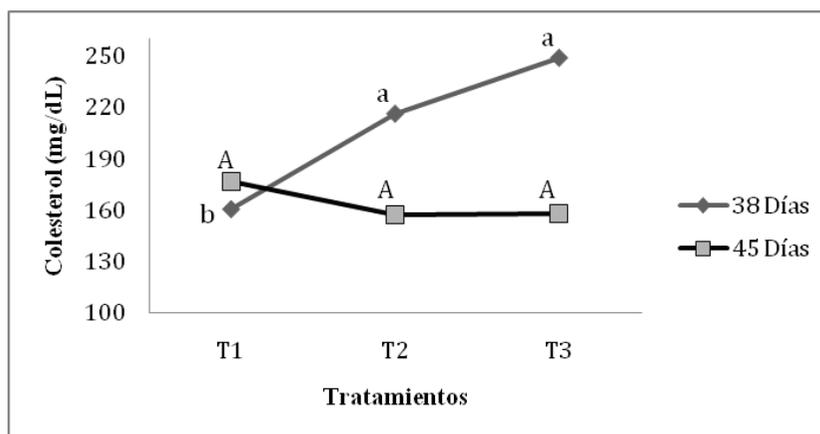


Figura 4. Niveles de colesterol.

Figure 4. Levels of cholesterol.

Niveles de nitrógeno ureico (NU)

De acuerdo con los resultados de las muestras en los días 38 y 45 (Cuadro 1), no se reportaron diferencias significativas en los tratamientos ($p>0,05$). Los niveles de urea obtenidos para todos los tratamientos a los 45 días, están por encima de los reportados por Dyer y Roe (1934), con 2,5 a 7,5 mg/dL. Con respecto a esto, Franco *et al.* (2009), asevera que un incremento en los niveles de urea puede ocurrir en todas las condiciones que causen bajo flujo de orina, como en deshidrataciones.

Lin *et al.* (2005), en un estudio de aclimatación encontró una disminución significativa en ácido úrico con valores bajos similares a lo encontrado a los 38 días en la presente investigación.

CONCLUSIONES

Los tratamientos con aclimatación precoz, sin tener en cuenta el índice de calor, modificaron positivamente los niveles colesterol y glucosa.

Los niveles de calcio, magnesio y triglicéridos, no se vieron afectados por los tratamientos.

La creatinina y el nitrógeno ureico, reportaron valores por debajo de los estándares normales en todos los grupos valorados en este ensayo.

Los mejores resultados de aclimatación fueron observados en el día cinco con 24 horas de exposición.

REFERENCIAS

- Arjona, A., Denbow, D., Weaver, W. JR., 1988. Effect of heat stress early in life on mortality of broilers exposed to high environmental temperatures just prior to marketing. *Poultry Science* 67, 226-231.
- Brossi, C., Contreras, C., Almeida E., Machado, J., 2009. Estrés térmico durante o pré-abate em frangos de corte. *Ciencia Rural Santa María* 39, 1284-1293.
- Corona, K., 2013. Efecto del estrés calórico sobre la fisiología y calidad del huevo en gallinas ponedoras. *Revista Electrónica de Veterinaria* 14 (7), 1-15.
- De Basilio, V., Vilariño, M., Yahav, S., Picard, M., 2001a. Early age thermal conditioning and a dual feeding program for male broilers challenged by heat stress. *Poultry Science* 80, 29-36.
- De Basilio, V., Oliveros, I., Vilariño, M., Diaz, J., León, A., Picard, M., 2001b. Intérêt de la acclimatation précoce dans les conditions de production des poulets de chair a Venezuela. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux* 54, 159-167.
- De Basilio V., Requena, A., Leon, M., Vilarin, O., Picard, M., 2003. Early age thermal conditioning immediately reduces body temperature of broiler chicks in a tropical environment *Poultry Science* 82, 1235-1241.
- Daguir, N., Beirut, Lebanon., 2009. Nutritional Strategies to Reduce Heat Stress in broilers and broiler breeders. *Lohmann Information* 44(1), 6-10p.
- Dragan, R., Gordana, M., Dusan, S., Miodrag, I., 2010. The influence of long term sound stress on histological structure of immune organs in broilers chickens. *Proceedings for Natural Sciences* 118, 151-159.
- Dyer, H., Roe, J., 1934. The chemistry of the blood of normal chickens. *Journal of Nutrition* 6, 623-626.
- Estrada, M., Márquez, S., 2005. Interacción de los factores ambientales con la respuesta del comportamiento productivo en pollos de engorde. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 18(3), 24p.
- Faisal, B., Faltah, A., Hommosany, E., Gawad, N., Maie, F., 2008. Immunocompetence, Hepatic Heat Shock Protein 70 and Physiological Responses to Feed Restriction and Heat Stress in Two Body Weight Lines of Japanese Quail. *Journal of Poultry Science* 7(2), 174-183.
- Franco G., Hoyos, M., Ramírez, F., Correa, A., 2009. Hallazgos hematológicos y química sanguínea en amazona amazónica y amazona ochrocephala cautivas de la reserva forestal torre cuatro. *Boletín científico Centro de museos, museo de historia natural* 2(13), 63-77.
- Habbak, M., Ghamry, A., Mallah, G., Younis, H., Kamy, E., 2011. Influence of dietary vitamin E and C supplementation on performance and some metabolic response of broiler chicks subjected to heat stress. *Journal of agricultures sciences* 3(7), 258-269.
- Hosseini-Vashan, S.J., Golian, A., Yaghobfar, A., Zarban, A., Afzali, N., Esmailinasab, P., 2012. Antioxidant status, immune system, blood metabolites and carcass characteristic of broiler chickens fed turmeric rhizome powder under heat stress. *African Journal of Biotechnology* 11(94), 16118-16125.
- Holdridge L. Life Zone Ecology. Tropical Science Center San Jose, Costa Rica. 149 p. http://www.fs.fed.us/psw/topics/ecosystem_processes/tropical/restoration/lifezone/holdridge_triangle/holdridge_pub.pdf (acceso: 26.09.2015).
- Holguin, A., 2004. Estudio del estrés físico y la hepatoprotección en Pollos Broilers. Tesis pregrado, Ingeniero Agropecuario. Escuela superior politécnica del litoral. Guayaquil, Ecuador. 124p.
- Hommosany, Y., 2008. Study of the Physiological Changes in Blood Chemistry, Humoral Immune Response and Performance of Quail Chicks Fed Supplemental Chromium 7(1), 40-44.
- Instituto De Hidrologia, Metereología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2000. Datos climatologicos. <http://www.ideam.gov.co/> (acceso, 28.07.2015).
- ICZN. Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica. 2009. 4ª edición. Madrid, España.
- Lin, H., Jiao, H., Buyse, J., Decuyper, E., 2006. Strategies for preventing heat stress in poultry. *World's Poultry Science Journal* 62(1), 71 86.
- López, E., 2012. Efectos del estrés calórico en el pie de monte Amazónico Colombiano sobre algunos parámetros fisiológicos y zootécnicos en dos estirpes de pollo de engorde. Tesis Magister en estudios amazónicos. Universidad Nacional de Colombia. 92p.
- Malekinejad, H., Allymehr, A., Hobbenaghi, R. Rezaie, A., 2011. Cyclopiazonic acid augments the hepatic and renal oxidative stress in broiler chicks. *Human & Experimental Toxicology* 30(8), 910-918.

- Mashaly, M., Seasonal effects on performance of different types of Arabian Kuwaiti chickens. Aridland Agriculture and Greenery Department. Food Resources Division, Kuwait Institute for Scientific Research. Conference paper: January 2006. Kuwait Safat. <http://www.researchgate.net/publication/265258232>
- Mesquita, F. 2012. Níveis e formas de vitamina D em raças para frangos de corte. Universidade Federal de Lavras. Tese do pos-graduação. Nutrição de monogástricos. Universidade Federal de Lavras. 110p.
- Musa, H., Guo, H., Jin, H., Galal, M., 2007. Relation between Abdominal Fat and Serum Cholesterol, Triglycerides, and Lipoprotein Concentrations in Chicken Breeds. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 31(6), 375-379.
- NOAA. Center for Weather and Climate Prediction. 2013. University Research Court College Park. 5830 University Research Ct, College Park, MD 20740, Estados Unidos. http://www.corporateservices.noaa.gov/~ocao/projects/center_for_weather_and_climate_prediction/ (acceso, 26.09.2015).
- Nutrient Requirements Of Poultry: Ninth Revised Edition, 1994. Subcommittee on Poultry Nutrition. <http://www.nap.edu/read/2114/chapter/1> (acceso, 26.09.2015).
- Ognik, K., Sembratowicz, I., 2012. Stress as a factor modifying the metabolism in poultry. Annales Universitatis Mariae Curie-skłodowska 30(2), 34-43.
- Olanrewaju, H., Purswell, J., Collier, S., Branton, S., 2010. Effect of ambient temperature and light intensity on physiological reactions of heavy broiler chickens. Poultry Science 89(12), 2668-2677.
- Ortiz, G., Stress Térmico y Alimentación en Gallinas Ponedoras. Encuentro técnico Avicultura Puesta. Ceva Sante Animale. Mayo 2006. http://www.wpsa-aeca.com/aeca_imgs_docs/wpsa1149777238a.pdf (acceso 26.09.2015).
- Osorio J., Flórez, J., Pérez, J., 2012. Friedewald para la cuantificación de colesterol LDL y HDL en pollos de engorde. Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia 24, 85-90.
- Piotrowska, A., Burlikowska, K., Szynecko, R., 2011. Changes in Blood Chemistry in Broiler Chickens during the Fattening Period. Folia Biologica 59, 183-187.
- Piquer, F., 2010. XVII Curso de Especialización FEDNA Interacción nutrición-reproducción en aves. 93 - 104 p. <http://fundacionfedna.org/sites/default/files/01CAPIV.pdf> (acceso, 26.09.2015).
- Rahimi, G., 2005. Effect of Heat Shock at Early Growth Phase on Glucose and Calcium Regulating Axis in Broiler Chickens. Poultry Science 4(10), 790-794.
- Sandoval, G.L., Terraes, J.C., Della Mea, S., Revidatti, F., Fernández, R.J., Esquivel, P., Barboza, F.A., 2001. Comportamiento de algunas variables bioquímicas en pollos sometidos a maniobras de inmovilización e inversión corporal. Dpto. Producción Animal, Facultad de Cs. Veterinarias - UNNE, 1-3p. <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2002/04-Veterinarias/V-043.pdf> (acceso, 26.09.2015).
- Sato, M., Noda, K., Kino, K., Nakamura, A., Furuse, M., 2007. Comparison of heat production and plasma lipid metabolites between meat- and egg-types of Nagoya breed chicken during embryonic development. Animal Science Journal 78, 613-618p.
- Sengor, E., Yardimci, N., Okur, N., Can, U., 2008. Effect of short-term pre-hatch heat shock of incubating eggs on subsequent broiler performance. Journal of Animal Science 1, 38, 7p.
- Seven T., Seval, Y., Ismail, S., Ibrahim H., Cerci, M., Azman, A., Yilmaz, M., 2009. Effects of Propolis on Selected Blood Indicators and Antioxidant Enzyme Activities in Broilers under Heat Stress. Acta Veterinaria Brno. 78, 75-83.
- Weather Prediction Center., (2014). <http://www.wpc.ncep.noaa.gov/> (acceso, 29.07.2015).
- Yahav, S., Shamay, A., Horev, G., Bar-Ilan, D., Genina, O., Friedman-Einat, M., 1997. Effect of Acquisition of Improved Thermotolerance on the Induction of Heat Shock Proteins in Broiler Chickens. Poultry Science 7, 1428-1434.
- Zapata, W., Holtman, B., Fajardo, D., 2013. manual de química sanguínea, <http://docslide.net/documents/manual-de-quimica-sanguinea-veterinaria.html> (acceso, 26.09.2015).
- Zakia A., Zahra'a H. El Ghamdi. 2008. Multiple Environmental Stresses and Broiler Internal Organs Somatic Indices under Controlled Environment. Journal of Poultry Science 7(11), 1089-1094.