

**EFFECTO DE LA ACLIMATACIÓN PRECOZ SOBRE LOS METABOLITOS
SANGUÍNEOS Y LOS ÍNDICES PRODUCTIVOS EN POLLOS DE ENGORDE
(*Gallus gallus domesticus*), EN LA ETAPA DE FINALIZACIÓN, MUNICIPIO DE
PUERTO ASÍS DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO.**

Autor:

ADRIAN ROLANDO RIASCOS VALLEJOS

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIONES Y POST GRADOS
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS.
Pasto, noviembre 20 de 2013**

**EFFECTO DE LA ACLIMATACIÓN PRECOZ SOBRE LOS METABOLITOS
SANGUÍNEOS Y LOS ÍNDICES PRODUCTIVOS EN POLLOS DE ENGORDE
(*Gallus gallus domesticus*), EN LA ETAPA DE FINALIZACIÓN, MUNICIPIO DE
PUERTO ASÍS DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO.**

Autor:

Adrian Rolando Riascos Vallejos

Director del Trabajo:

Javier Andrés Martínez Benavides

Jurados:

Olga Lucia Rosero Alpala. Zoot. M.Sc. Ph.D

Alfredo Calpa. MVZ, M.Sc.

Héctor Fabio Valencia. MV. M.Sc

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIONES Y POST GRADOS
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS.**

Pasto, Enero 17 de 2014

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1º de Acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Director

San Juan de Pasto, 17 Enero de 2014.

AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Javier Andrés Martínez, por su paciencia, conocimiento y dirección pedagógica acertada en la asesoría de este trabajo. A los Jurados Doctores Olga Lucia Alpala por su sencillez, Héctor Fabio Valencia y Alfredo Calpa, por sus valiosos aportes. Al Doctor Hernán Burbano Orjuela, por sembrar la semilla de la investigación. Los Doctores Edmundo Apráez, Jorge Nelson López, Darío Cedeño Quevedo, excelentes investigadores. Doctor Oscar Fernando Benavides por su conocimiento práctico en ganadería. A los señores Leonardo Tafur y German Suarez directivos del SENA regional Valle. Clara Orozco, Juan Pablo Muñoz, Diego Lozada, Eduardo Hoyos, Aprendices SENA Buga y Putumayo y todas las personas que de una u otra forma colaboraron para que este trabajo concluya satisfactoriamente.

DEDICATORIA

Para todas esas formas de expresión de vida, que les llamamos animales, esos seres llenos de sistemas inexplicables, personalidades aun en procesos de descubrimiento. En especial a esa luz y poder extraordinario que llamamos DIOS, Diana Vargas mi esposa, mi familia; el apoyo moral de mis logros. A la vida por soportar mi ánimo de aprehender y entender, que me falta mucho por explorar. A las personas de campo que con su labor alimentan esta humanidad hambrienta, a los personajes empíricos que nos enseñan con su sencillez e inocencia. A mis estudiantes que se han dejado sembrar la semilla de la curiosidad, y se han dejado desescolarizar. A los profesores locos que nos formaron, locos por que los que nos creemos cuerdos, los etiquetemos de esta manera. Y a todos los que gruñen, mugen, balan, trinan y gritan aclamando entendimiento.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la aclimatación precoz sobre los metabolitos sanguíneos y los indicadores productivos durante la etapa de finalización del pollo de engorde. Se usaron 400 pollos línea Cobb-500 de 1 día de edad. Los cuales fueron distribuidos de forma aleatoria en tres tratamientos: T1 aves aclimatizadas el día 5, con exposición de 24 horas a temperaturas entre los 38°C y 40°C, T2, aves aclimatizadas los días 5,10 y15 de edad, con exposición de 6 horas de temperaturas entre los 38°C y 40°C, T3, (control) aves sin aclimatación. Las variables evaluadas fueron: consumo de alimento (CAIm), ganancia de peso (GP), conversión alimenticia aparente (CAAp), mortalidad y metabolitos sanguíneos (glucosa, nitrógeno ureico, creatinina, colesterol, triglicéridos, magnesio, calcio y fósforo; para estos últimos se realizó toma de muestras sanguíneas en dos periodos: 38 y 45 días de vida. La aclimatación tuvo efectos sobre las variables: CAIm, CAAp, glucosa (38 días), fósforo, colesterol (45 días). La GP no presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos. La mortalidad fue diferente en los tres tratamientos. En cuanto a creatinina y nitrógeno ureico, los resultados encontrados son bajos para los tratamientos con aclimatación y sin aclimatación, por debajo de los rangos normales.

Se concluye que la aclimatación en las condiciones de índice de calor, afecta de forma positiva variables como CAIm, CAAp, colesterol, glucosa, fósforo y de forma negativa las variables mortalidad, calcio, magnesio y triglicéridos en ese sentido el tratamiento dos, obtuvo los mejores resultados

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of early acclimatization on blood metabolites and the productive during the stage of completion of broilers. 400 chickens Cobb-line 500, 1 day old were used. Which were randomly assigned into three treatments: T1, birds acclimatized the day 5, with exposure of 24 hours at temperatures between 38°C and 40°C; T2, birds acclimatized day 5, 10 and 15 old, with 6 hour exposure to temperatures between 38°C and 40°C, T3, (control) birds without acclimatize. The variables evaluated were: feed intake (FI), weight gain (WG), apparent feed conversion (AFC), Mortality and blood metabolites (glucose, urea nitrogen, creatinine, cholesterol, triglycerides, magnesium, calcium and phosphorus) to latter blood sampling performed in two periods: 38 and 45 days of life.

Acclimation had effect on the variables: CAIm, CAAp, glucose (38 days), phosphorus and cholesterol (45 days). The GP did not show statistical differences between treatments. Mortality was different in the three treatments. As to creatine and urea nitrogen, the results obtained are ow for acclimatization treatments witout acclimatization, below the normal range.

Conclude that under the conditions of acclimatization heat index, positively affects variables such as CALM, CAAP, cholesterol, glucose, phosphorus and negatively the mortality variables, calcium, magnesium and triglycerides treatment thar sense two obtained the best results.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	16
1. MARCO TEÓRICO	19
1.1 TERMORREGULACIÓN EN AVES	19
1.1.1 Factores importantes en la termoregulación	21
1.1.2 Manejo de instalaciones para la termoregulación	22
1.1.3 Índice de temperatura y humedad	24
1.1.4 Temperatura corporal	25
1.2 Termorregulación en pollos de engorde	27
1.2.1 Niveles de Temperatura en pollos de engorde	28
1.2.2 Parámetros ambientales en pollos de engorde	30
1.2.3 Disminución de indicadores productivos por el efecto del calor	32
1.2.4 Cambios comportamentales por incremento de temperatura	34
1.2.4.1 Primer nivel	34
1.2.4.2 Segundo nivel	35
1.2.4.3 Tercer nivel	35
1.2.5 Aclimatación	35
1.2.6 Proteínas de choque térmico	39
1.2.7 Aclimatación Precoz	43
1.3 FISIOLOGÍA SANGUÍNEA Y RESPIRATORIA	51
1.3.1 Fisiología sanguínea	51
1.3.2 Fisiología respiratoria	54
1.3.3 Perfiles metabólicos	56
1.3.4 Estrés en aves y cambios hematológicos	60
2. METODOLOGÍA PROPUESTA	65

2.1 LOCALIZACIÓN	65
2.2 INSTALACIONES Y EQUIPOS	65
2.3 ANIMALES	65
2.4 ALIMENTO Y ALIMENTACIÓN	66
2.5 ACLIMATACIÓN	67
2.6 TOMA DE MUESTRAS	67
2.7 TEMPERATURA AMBIENTAL Y HUMEDAD RELATIVA	68
2.8 DISEÑO EXPERIMENTAL	68
2.8.1 Análisis estadístico	68
2.8.2 Formulación de Hipótesis	69
2.9 MANEJO SANITARIO	69
2.9.1 Vacunación	69
2.10 VARIABLES	70
2.10.1 Consumo de alimento	70
2.10.2 Ganancia de peso	70
2.10.3 Conversión Alimenticia Aparente	70
2.10.4 Mortalidad	70
2.10.5 Metabolitos sanguíneos	70
2.10.5.1 Protocolos de los reactivos	71
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	73
3.1 INDICE DE CALOR	75
3.2 CONSUMO DE ALIMENTO	77
3.3 GANANCIA DE PESO	80
3.4 CONVERSIÓN ALIMENTICIA APARENTE	82
3.5 MORTALIDAD	87
3.5 METABOLITOS	90
3.5.1 Glucosa	90
3.5.2 Calcio	92
3.5.3 Fósforo	94
3.5.4 Magnesio	96

3.5.5 Colesterol	97
3.5.6 Triglicéridos	100
3.5.7 Creatinina	102
3.5.8 Nitrógeno Ureico (BUN)	104
4. CONCLUSIONES	107
5. RECOMENDACIONES	109
BIBLIOGRAFÍA	110
ANEXOS	138

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Temperatura ideal para crianza de pollos de engorde	29
Tabla 2. Parámetros ambientales observados en granjas comerciales.	31
Tabla 3. Cambios en la temperatura corporal de pollos durante la etapa de cría.	32
Tabla 4. Niveles de metabolitos.	57
Tabla 5. Índices bioquímicos en el suero de la sangre de pollos de engorde.	58
Tabla 6. Efectos de la suplementación con cloruro de cromo sobre algunos componentes de la sangre de los polluelos de codorniz.	60
Tabla 7. Alimento de inicio.	66
Tabla 8. Alimento de finalización.	66
Tabla 9. Comparación de temperatura encontrada en la fase experimental y la temperatura ideal, para el manejo del pollo de engorde.	76
Tabla 10. Índice de calor entre los tratamientos.	76
Tabla 11. Consumo determinado por semana y periodo.	78
Tabla 12. Ganancia de peso obtenida por semana.	80
Tabla 13. Conversión alimenticia por semana.	87
Tabla 14. Mortalidad (%) por semanas.	88

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema general que ilustra la TC a través de una amplia gama de TA.	26
Figura 2. Temperatura ambiental durante la fase experimental.	73
Figura 3. Humedad relativa durante la fase experimental.	74
Figura 4. Índice de calor, durante la fase experimental.	75
Figura 5. Comparación de Temperatura con el índice de calor, durante la fase experimental.	77
Figura 6. Consumo de alimento periodo.	78
Figura 7. Ganancia de peso en el periodo.	80
Figura 8. Conversión alimenticia en el periodo.	83
Figura 9. Mortalidad en el periodo.	87
Figura 10. Niveles de glucosa.	90
Figura 11. Niveles de calcio.	92
Figura 12. Niveles de fósforo.	94
Figura 13. Niveles de magnesio.	96
Figura 14. Niveles de colesterol.	99
Figura 15. Niveles de triglicéridos.	101
Figura 16. Niveles de creatinina.	103
Figura 17. Niveles de nitrógeno ureico.	105

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Los valores de ITH relacionados con la seguridad de estrés calórico.	25
Cuadro 2. Estudios realizados sobre aclimatación en aves.	45

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. Anova y prueba de Tukey para consumo de alimento.	139
ANEXO 2. Anova y prueba de Tukey para ganancia de peso.	142
ANEXO 3. Anova y prueba de Tukey para conversión alimenticia por semanas y periodo.	145
ANEXO 4. Prueba de Brandt y Snedecor para la mortalidad.	148
ANEXO 5. Anova y prueba de Tukey para glucosa día 38 y 42 de edad.	150
ANEXO 6. Anova y prueba de Tukey para calcio día 38 y 42 de edad.	151
ANEXO 7. Anova y prueba de Tukey para fósforo día 38 y 42 de edad.	152
ANEXO 8. Anova y prueba de Tukey para magnesio día 38 y 42 de edad.	153
ANEXO 9. Anova y prueba de Tukey para colesterol día 38 y 42 de edad.	154
ANEXO 10. Anova y prueba de Tukey para triglicéridos día 38 y 42 de edad.	155
ANEXO 11. Anova y prueba de Tukey para creatinina día 38 y 42 de edad.	156
ANEXO 12. Anova y prueba de Tukey para nitrógeno ureico día 38 y 42 de edad.	157

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.*, 2001; De Basilio, *et al.*, 2001b y 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 (Daguir, Beirut y Lebanon, 2009).

De Basilio (2006), 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 factores se pueden minimizar controlando la ventilación en los galpones y regulando su temperatura interna. Sin embargo, para este tipo de control, se requiere sofisticados diseños de vivienda, que demandan altos costos de inversión, haciendo inviable su uso en producciones con bajos recursos económicos (Sengor *et al.*, 2008). Cuando la TA se eleva; 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 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 capacidad es inferior en los pollitos de un día. Cuando la TA aumenta, hasta el punto en que los mecanismos básicos de reducción 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). Con el fin de evitar este tipo de respuestas en las aves, se creó técnicas como la aclimatación precoz, que permiten mejorar la capacidad termorreguladora de los pollos en zonas con TA elevada, reduciendo la mortalidad en la etapa de finalización y evitando efectos negativos sobre la producción. Los resultados en

aves aclimatizadas, han demostrado un aumento en la cantidad de músculo pectoral, indicando mayores beneficios con el uso de esta técnica. La simplicidad y bajo costo de la aclimatación permite su uso a nivel comercial (De Basilio 2006). El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la aclimatación precoz sobre los metabolitos sanguíneos y los indicadores productivos durante la etapa de finalización del pollo de engorde.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 TERMORREGULACIÓN EN AVES

Doucette *et al.*¹, manifiestan que para el estudio de la termorregulación, se requiera conocer la terminología implicada en los procesos fisiológicos que ocurren en el ave, bajo diferentes condiciones medioambientales. Así, la endotermia u homeotermia es el proceso mediante el cual, los animales mantienen su temperatura corporal de forma independiente a la TA. Este tipo de animales, poseen mecanismos que les permite producir calor en ambientes fríos, o disiparlo en ambientes cálidos, permitiendo la regulación de la TC en un rango constante, denominado normotérmico. De acuerdo con Smit², El mantenimiento de la endotermia requiere una serie de demandas energéticas, las cuales se subdividen en:

- Tasa basal: hace referencia al mínimo de mantenimiento metabólico para una endoterma normotérmica.
- Termorregulador: es la producción de calor metabólico o termogénesis en baja TA.
- Locomoción: es la tasa metabólica durante una actividad, de acuerdo a los requerimientos de energía.

¹ DOUCETTE, L.; BRIGHAM, M.; PAVEY, R. y FRITZ, G. Roost type influences torpor use by Australian owl-nightjars. En: Naturwissenschaften. 2011. Vol. 98, p. 850.

² SMIT, B. Patterns of thermoregulation and seasonal metabolic adjustments in small owls in an arid environment. Tesis de maestría. Johannesburg: The University of the Witwatersrand, 2008. p. 100.

“Para comprender estos aspectos en termorregulación, la termografía es una herramienta para observar las diferencias de temperatura, en áreas consideradas de mayor incremento calórico. Los resultados han mostrado, como la termografía puede considerarse un método útil para medir la temperatura de la piel, siendo este un indicador del bienestar de las aves”³. En el mismo sentido nuevas técnicas se están usando para determinar la temperatura corporal, existe un sistema desarrollado para predecir la temperatura cloacal (TCI), basado en el entorno térmico, que se caracteriza a través de la HR, la temperatura del aire y la velocidad del aire (V). “En condiciones bajas de desviación estándar ($\pm 0,13$ °C), el cálculo de la TCI es bueno, convirtiéndose en una herramienta prometedora para optimizar los procesos de producción”⁴.

“En la cría de animales de granja, los factores que más contribuyen a los costos de producción son la alimentación, seguida del alojamiento. En este sentido entender la termorregulación y la forma cómo afrontar los parámetros climáticos, podrían afectar de forma positiva o negativa los parámetros productivos, incidiendo sobre los costos de producción”⁵. De acuerdo con Nardone *et al.*⁶ y Mader⁷, para los países que ocupan zonas tropicales y de las zonas templadas, en donde las altas temperaturas ambientales, se están convirtiendo en un problema.

³ MARELLI, S.; REAELLI, V. COSTA, N.; COZZI, M. y LUZI, F. Thermography: a non invasive method to investigate thermoregulation as welfare indicator in Naked Neck broiler chickens. University of Milan; Dept. of Animal Science, 2012.

⁴ FERREIRA, L.; YANAGI, T.; LACERDA, W. y RABELO, G. A fuzzy system for cloacal temperature prediction of broiler chickens. En: Ciencia Rural. 2012. vol. 42, no. 1, p. 168.

⁵ ADELEYE, O; FANIMO, A.; EUYVIBETINE, D. y SOGUNIE, O. Strain and house-type effects on carcass yield of cockerels reared in early tropical rainy season. En: Journal of Applied Animal Sciences. 2010. Vol. 1, no. 2, p. 49.

⁶ NARDONE, R.; LACETERA, M. y BERNABUCCI, U. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. En: Livestock Science. 2010. vol. 130 p. 60.

⁷ MADER, T.; DAVIS, M. y BROWN, T. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. En: Journal Animal Science. 2006. vol. 84, p. 715.

Mejorar el bienestar y la producción en los pollos de engorde, requiere manejar la adaptación al calor.

1.1.1 Factores importantes en la termoregulación. Czarick y Fairchild⁸, encontraron que aunque la pérdida de calor de las aves, puede ocurrir por evaporación, convección, radiación y conducción, los métodos principales para perder calor en clima cálido son la evaporación y la convección. La pérdida de calor por evaporación, se ve afectada de forma negativa, por el incremento en la humedad relativa, no siendo eficaz en climas muy húmedos. Aquil *et al.*⁹ y Elkheir *et al.*¹⁰, indican que los países tropicales enfrentan condiciones de calor y humedad relativa (HR) excesivos, siendo perjudicial para el rendimiento y el bienestar de las aves.

En la evaporación, el aire circula por el sistema respiratorio, evacuando el vapor de agua formado en los pulmones. La frecuencia respiratoria, permite el control del volumen de aire inhalado, que progresivamente se saturará con vapor de agua. En la convección, se pierde calor naturalmente, en este proceso, el aire absorbe el calor del cuerpo en contacto (aves), sin embargo, solo tiene efecto disipador, cuando hay aire en movimiento, su velocidad debe romper la barrera de aire estancado que rodea el cuerpo. Las aves, para incrementar la superficie de contacto, abren las alas, dejando expuesto mayor cantidad de superficie. Esta alternativa, es difícil para las aves que se

⁸ CZARICK, M. y FAIRCHILD, B. Poultry Housing for Hot Climates. POULTRY PRODUCTION IN HOT CLIMATES, The University of Georgia, Athens, Georgia. 2008. p. 32.

⁹ AQUIL, A.; ZULKIFLI, A.; SAZILI, A.; OMAR, A. RAJION, M. Effects of the Hot, Humid Tropical Climate And Early Age Restriction on Stress and Fear Reponses, and Performance in Broiler Chickens. En: Journal Animal Sciences. 2009. vol. 11, p. 1584.

¹⁰ ELKHEIR, M.; MOHAMMED, M. y ABDEL, S. Effect of Feed Restriction and Ascorbic Acid Supplementation on Performance of Broiler Chicks Reared under Heat Stress. En: Journal of Animal and Veterinary Sciences. 2008. vol. 3, p. 5.

encuentran en condiciones de sobrepoblación, con poco espacio vital para desplazarse y moverse. Durante la radiación, la pérdida de calor es proporcional a la diferencia de temperatura, existente entre la superficie del cuerpo y la superficie que le rodea. Sin embargo, los techos no bien aislados, aumentan la temperatura de la granja y agravan los efectos nocivos del estrés calórico, durante la temporada cálida, por efecto de la incidencia solar. Mientras que en la conducción, se disipa calor de forma directa, a través de objetos como la cama o el piso. Estos métodos naturales, disponibles para perder calor, normalmente funcionan eficientemente, sin que el ave incremente la producción de calor durante el proceso. Sin embargo, cuando la TA está por encima de los 28 °C y un alto porcentaje de humedad relativa (>70 %), estos métodos no funcionan bien y las aves comienzan a jadear¹¹.

1.1.2 Manejo de instalaciones para la termoregulación. Teniendo en cuenta lo mencionado por Czarick y Fairchild¹², dentro de las opciones de manejo ambiental, el movimiento del aire permite reducir la TC de las aves durante el tiempo caluroso, de esta manera, para mantener el confort en las aves, es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- La edad de las aves determina la velocidad del aire requerido para enfriar su cuerpo, aves con mayor edad, requieran mayor velocidad de aire, en comparación con las más jóvenes.
- Los factores ambientales también son determinantes. Un incremento de la TA y la HR, aumentan la necesidad de mayor movimiento en el aire, de esta

¹¹ YAHAV, S.; STRASCHOW, A.; LUGER, D.; SHINDER, D.; TANNY, J. y COHEN, S. Ventilation, Sensible Heat Loss, Broiler Energy, and Water Balance Under Harsh Environmental Conditions. *En: Poultry Science*. 2004. p. 256.

¹² CZARICK, M. y FAIRCHILD, B. Poultry Housing for Hot Climates. *POULTRY PRODUCTION IN HOT CLIMATES*, The University of Georgia, Athens, Georgia. 2008. p. 32.

manera, la extracción de calor de los galpones es más prioritaria en estas condiciones, con el fin de reducir los efectos en el rendimiento de las aves.

- La densidad de las aves, igualmente determina la velocidad del aire requerido, incrementando el requerimiento cuando la densidad aumenta.
- La ventilación natural en zonas con clima cálido, siempre debe estar orientada en la dirección este-oeste. Esto, para minimizar la entrada de luz solar directa en el galpón. Cuando se diseña correctamente los aleros, se reduce el ingreso de rayos solares. Estos deben tener un largo mínimo de 0,6 m, aunque puede ser mayor, dependiendo de la altura de la construcción.
- La pendiente de la cubierta es a menudo determinada por el nivel de aislamiento del tejado. Con techos aislados, una inclinación de 45° es muy deseable, ya que permite reducir el estrés relacionado con el calor. En techos sin aislamiento, realizar aspersión con agua, puede mejorar las condiciones internas del galpón, evitando cambios drásticos en el interior.

Otra forma de disminuir pérdidas por termoregulación en la producción a gran escala, es la exposición de las aves al calor en forma interrumpida. Genchev¹³, realizó un estudio sobre la codorniz japonesa, teniendo como objetivo la exposición de las aves, a periodos variables de calentamiento, durante el día y la noche. Para ello, utilizó lámparas de cuarzo de infrarrojos (250 w). El experimento demostró, que la aplicación de calentamiento interrumpido, reduce los costos de energía en un 42%, por efecto de un menor uso de la calefacción. Además, se observó un menor gasto de alimento y mejor conversión. De esta manera, se obtuvo una reducción de 36.5% en los costos totales.

¹³ GENCHEV, A. Potential for use of interrupted heating regimens in potential for use of interrupted heating regimens. En: Trakia Journal of Sciences. 2009. vol. 7, no. 4, p. 40.

De igual manera investigaciones realizadas por Adeyemo, Ayorinde y Apata¹⁴ y Cahaner¹⁵, sobre el efecto del recorte de plumas y el uso de ácido ascórbico, para reducir los efectos del estrés calórico en aves de postura, demostraron, que el recorte de plumas, la suplementación con ácido ascórbico, y una combinación de los dos, pueden usarse como prácticas de manejo del estrés, en este tipo de aves.

1.1.3 Índice de temperatura y humedad. “Los efectos de retroalimentación de la temperatura, sobre la superficie del pollo de engorde, no solamente se podrían inducir por cambios en la temperatura ambiente, sino también, por los cambios en la humedad a alta temperatura. Un estudio demostró, que los ritmos diarios en recto y temperatura de la superficie, se vieron afectadas por la humedad”¹⁶. “Hay una relación directa entre temperatura y humedad relativa”¹⁷. En especies de interés zootécnico, el índice de temperatura-humedad (ITH) se ha tomado como referencia para medir y estimar la condición de estrés, se considera que un ITH es normal, si presenta valores ≤ 74 ; de alerta, si el valor se encuentra entre 75 a 78; de peligro, en valores de 79 a 83; y de emergencia en valores ≥ 84 .

¹⁴ ADEYEMO, A.; AYORINDE, K. y APATA, D. Effect of clipping feathers, dietary ascorbic acid supplementation and season on performance of laying chickens. En: Journal of Livestock Production. 2011. vol. 1, no. 1, p. 8.

¹⁵ CAHANER, A. Breeding Fast-growing, High-yield Broilers for Hot Conditions. En: POULTRY PRODUCTION IN HOT CLIMATES. Faculty of Agriculture, The Hebrew University, Rehovot, Israel, 2008.

¹⁶ LIN, H. *et al.* Thermoregulation Responses of Broiler Chickens to Humidity at Different Ambient Temperatures. II. Four Weeks of Age. En: Poultry Science. 2005. vol. 84, p. 1173–1178.

¹⁷ NIENABER, A. y HAHN, L. Engineering and Management Practices to Ameliorate Livestock Heat Stress. USDA-ARS U.S. Meat Animal Research Center, 2004. 250 p.

1.1.4 Temperatura corporal. Etches y Verrinder¹⁸, han sintetizado en forma visual el efecto medioambiental, sobre los procesos de termorregulación en pollos de

Cuadro 1. Los valores de ITH relacionados con la seguridad de estrés calórico

		Humedad Relativa (%)																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Temperatura ° C	20	63	63	63	64	64	64	64	65	65	65	66	66	66	66	67	67	67	67	68	68
	22	64	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72
	24	66	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75
	26	68	69	69	70	70	71	71	72	73	73	74	74	75	75	76	77	77	78	78	79
	28	70	70	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82
	30	71	72	73	74	74	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86
	32	73	74	75	76	77	77	78	79	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88	89	90
	34	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
	36	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	93	94	95	96	97
	38	78	79	81	82	83	84	85	86	88	89	90	91	92	93	95	96	97	98	99	100

Fuente: Nienaber y Hahn (2004)

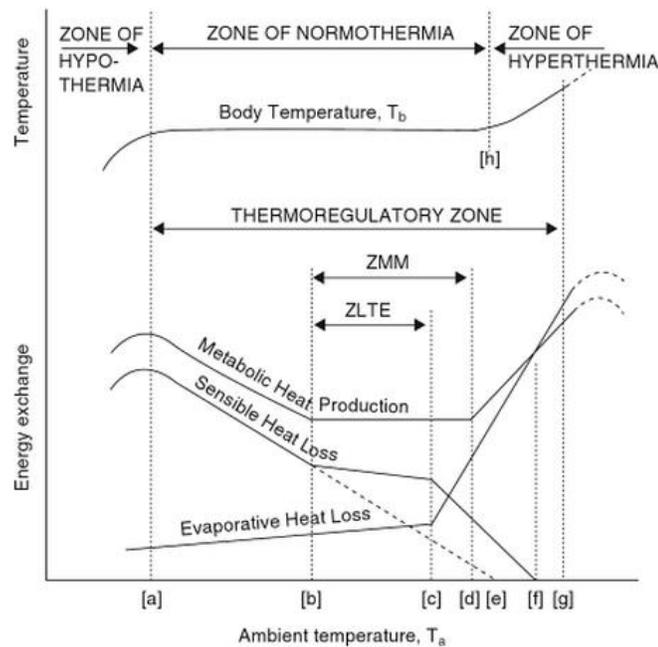
Pollos de engorde (figura 1). En este diagrama, la temperatura del cuerpo, se mantiene en un amplio intervalo de temperaturas ambientales, denominado zona de normotermia. La temperatura crítica inferior ([a] fig. 1) es la temperatura ambiental mínima que el ave puede manejar con el sistema termorregulador, durante cierto período de días, sin comprometer su bienestar.

Quando la TA es menor a la temperatura crítica inferior del ave, la TC comienza a descender y la muerte ocurre dentro de la zona de hipotermia. En

¹⁸ ETCHES, R.; JOHN, M. y VERRINDER, G. Behavioural, Physiological, Neuroendocrine and Molecular Responses to Heat Stress. En: POULTRY PRODUCTION IN HOT CLIMATES, Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, Cambridge. 2008. p. 52.

el otro extremo de la zona de normotermia, indicada por [h] en la fig.1, un incremento de la TA por encima de esta, aumenta la TC del ave, haciendo que ingrese en la zona de hipertermia, hasta alcanzar temperaturas por encima del máximo crítico ([g] en la fig. 1), ocurriendo el deceso del ave. Entre la temperatura crítica inferior y la temperatura crítica máxima, los procesos de termorregulación hacen frente a la TA.

Figura 1. Esquema general que ilustra la TC a través de una amplia gama de TA.



Fuente: Etches, John y Verrinder (2008). Las zonas y los puntos son: ZMM, zona de metabolismo mínimo; ZLTE, zona de esfuerzo termorregulador; punto [a], temperatura crítica inferior; punto [b], temperatura crítica; punto [c], temperatura a la cual la pérdida de calor por evaporación intensa comienza; punto [d], la temperatura crítica superior; punto [e], que es igual a T_a normotérmica; punto [f], donde la pérdida de calor sensible es cero porque la producción de calor metabólico equivale a la pérdida de calor por evaporación; punto [g], máximo térmico crítico; punto [h], el punto de hipertermia incipiente. (dc) disminución del consumo.

A medida que aumenta la TA, una amplia variedad de respuestas fisiológicas, conductuales, neuroendocrinas y moleculares, se inician para mantener la temperatura corporal dentro de los límites normales. En algunos casos, las

respuestas son a corto plazo, usadas para soportar un breve período de temperaturas extremas. Igualmente puede darse respuesta de adaptación a largo plazo, que tienen como fin, permitir la aclimatación de las aves a temperaturas superiores a la zona de termorregulación¹⁹.

1.2 TERMORREGULACIÓN EN POLLOS DE ENGORDE

“Los pollos de engorde son homeotermos o de sangre caliente, tienen la capacidad de controlar dentro de un estrecho margen, su temperatura corporal”²⁰. “Un aumento de la TC por encima de los límites de termorregulación del ave, como resultado de la exposición a elevadas temperaturas ambientales y/o la producción excesiva de calor metabólico, puede dar lugar a una cascada de acontecimientos irreversibles, que pueden ser nocivos para el animal”²¹. De acuerdo a Romanovsky²² y Werner²³, para mantener la tolerancia térmica y evitar las consecuencias perjudiciales del estrés calórico, las aves generan tres respuestas directas: la primera, es la rápida respuesta de choque térmico por aclimatación; la segunda, los mecanismos termorreguladores tratan, en todo momento, de llevar la temperatura corporal al punto de ajuste; y la tercera, se da cuando la variable regulada es el contenido de calor, en lugar de la temperatura *per se*. En este modelo se considera que la temperatura del cuerpo es un subproducto de la regulación. Yahav *et al.*²⁴ y Cheung²⁵, mencionan que los

¹⁹ Ibid., p. 56.

²⁰ DIAZ, A. Fisiología de la termoregulación. [Online], 2008. [Citado 23 marzo, 2012]. dirección: <http://biblioteca.ihautey.cu/links/veterinaria/ft.pdf>

²¹ GENC, L. Sensible and Latent Heat Productions from Broilers in atent Heat Productions from Broilers. En: J. Vet. Anim. Sci. 2005. vol. 29, p. 640.

²² ROMANOVSKY, A. Thermoregulation:some concepts have changed. Functional architecture of the thermoregulation system. En: American Journal of Physiology. 2007. vol 292, p. 40.

²³ WERNER, J. System properties, feedback control and effector coordination of human temperature regulation. En: European Journal of Applied Physiology. 2009. p. 20.

²⁴ YAHAV, S.; SHAMAY, A.; HOREV, G.; BAR – ILAN, D.; GENINA, O. y FRIEDMAN, E. Effect of Acquisition of Improved Thermotolerance on the Induction of Heat Shock Proteins in Broiler Chickens. En: Poultry Science. 1997. vol. 76, p. 1430.

modelos más recientes y aparentemente más aceptados son la teoría del "punto balanceado" y la teoría de "control proporcional". Ambas teorías postulan que la temperatura corporal es controlada por un sistema de retroalimentación "multi-sensor", "multi-procesador", "multi-efector". Por ejemplo, Barbosa *et al.*²⁶, encontraron que durante el transporte del pollito, se puede comprometer el bienestar de las aves y afectar el rendimiento productivo posterior, en esta situación, los animales se exponen a la vibración del vehículo, deshidratación, largas distancias y la estación, siendo este último, el factor térmico durante el viaje.

1.2.1 Niveles de Temperatura en pollos de engorde. “La temperatura ideal para los polluelos recién nacidos, está entre 32°C y 35°C, y humedad relativa alrededor de 60%”²⁷. “Pollitos de un día, expuestos al frío (entre 10°C y 15°C), mostraron una alta pérdida de calor sensible durante los primeros 30 minutos, seguida por estabilización térmica de carga a 15°C y posterior reducción, con temperatura alrededor de 5°C y 10°C”²⁸. Dionello *et al.*²⁹, mencionan que las aves jóvenes

²⁵ CHEUNG, S. *Advanced Environmental Exercise Physiology*. Human Kinetics Publishers, 2009. p. 190.

²⁶ BARBOSA, F.; DELFINO, D.; CORREA, F.; OLIVEIRA, I.; GARCIA, D.; DA SILVA, M. y FERNANDES, B. Transporte de frangos: caracterização do microclima na carga durante o inverno. En: *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2009. Vol. 38, no. 12, p. 2443.

²⁷ LIN, H. *et al.*, *Op. Cit.*, p. 1177.

²⁸ SHINDER, D.; RUSAL, M.; TANNY, J.; DRUYAN, S. y YAHAV, S. Thermoregulatory Responses of Chicks (*Gallus domesticus*) to Low Ambient Temperatures at an Early Age. En: *Poultry Science*. 2007. vol. 86, p. 2208.

²⁹ DIONELLO L.; NELSON, J.; MACARI, M.; FERRO, A. RUTZ, F.; TIRABOSCHI, M. y FURLAN, R. Respostas Fisiológicas Associadas à Termotolerância em Pintos de Corte de Duas Linhagens por Exposição a Altas Temperaturas. En: *Rev. Bras. Zootec.* 2002. vol. 31, no. 1, p. 83.

tienen mayor resistencia a las altas temperaturas, que a temperatura más bajas. Este comportamiento, tiene relación con un sistema termorregulador inmaduro, y por lo tanto, estas aves necesitan mantener una temperatura central superior. Sin embargo, estas mismas temperaturas podrían producir hipertermia en pollos de un día, observándose cambios en la temperatura cloacal (aproximadamente 2°C), aumento de la frecuencia respiratoria y variaciones de peso corporal desde el quinto día.

La temperatura ambiente, tiene efectos sobre el comportamiento productivo de las aves, siendo necesario controlar este parámetro a nivel de los galpones, para ello, Abreu y Nascimento³⁰, reportan temperaturas ideales, para la crianza del pollo de engorde (tabla 1).

Tabla 1. Temperatura ideal para crianza de pollos de engorde.

Edad (semanas)	Temperatura ambiente (°C)
1	32 – 35
2	29 – 32
3	26 – 29
4	23 – 26
5	20 – 23
6	20
7	20

(Abreu y Nascimento 2013)

³⁰ ABREU, P. y NASCIMENTO, V. ESTRESSE CALÓRICO – COMO OCORRE E O QUE FAZER?. [Online]. 2013. [Citado 8 octubre de 2013]. dirección: <http://www.cnpsa.embrapa.br/calor/calor.pdf>

Cuando las aves son expuestas a un ambiente caluroso y/o realizan actividad física intensa, la TC puede subir hasta 2°C. El incremento calórico no puede continuar por largos periodos de tiempo, ya que la TC del ave, puede subir más allá del límite compatible con la vida. Por el contrario, cuando las aves están expuestas a ambientes muy fríos, el calor escapa, y debe ser restituido por los procesos metabólicos del alimento. Si la temperatura corporal sigue en descenso, el ave queda incapacitada y muere por hipotermia.

Mapas de la TC del ave, realizados por Yahav³¹ y Guo *et al.*³², muestran que las pérdidas de calor sensibles, pueden tener mayor importancia, sobre todo, si la rapidez del aire es tomada de manera precisa. A mediano plazo, cambios en la vascularización periférica son hipotéticamente vías de adaptación al ambiente.

1.2.2 Parámetros ambientales en pollos de engorde. En estudios de caracterización del ITH en granjas comerciales, Ajakaive³³, encontró condiciones térmicas estresantes, cuando el ITH fue superior a 70, generando una disminución del 10.5 % en el peso vivo (Tabla 2).

³¹ YAHAV, S. Heat stress in broilers. En: Poultry Congress. (18 a 20 March). Memorias. 2002.

³² GUO, Y.; SONG, Z.; JIAO, H.; SONG, Q. y LIN, H. The effect of group size and stocking density on the welfare and performance of hens housed in furnished cages during summer. En: Animal Welfare, 2012. Vol. 21, p. 48.

³³ AJAKAIVE, J. Efecto de las vitaminas C y E sobre el comportamiento fisiológico y productivo de gallinas White Leghorn (L33) bajo condiciones de verano en clima tropical húmedo. Tesis doctoral. La Habana, 2010. P. 190.

Tabla 2. Parámetros ambientales observados en granjas comerciales.

Peso vivo (g)	TA (°C)		TA (°C)	HR (%)		HR (%)	ITH
	Max.	Min.	Promedio	Max.	Min.	Promedio	Promedio
1 634	30,0±2,4	20,8±2,0	24,5±2,4	88,0± 8,9	55,0±13,0	73,0±11,0	77,0±3,7
1 569	31,2±2,5	22,2±1,7	26,0±1,7	88,0±11,0	47,0±15,0	70,0±13,0	81,0±3,3
1 462	32,1±2,5	24,2±2,0	27,6±1,9	89,0± 4,1	64,0± 7,4	78,0± 5,4	84,0±4,4

Fuente: Ajakaive (2010).

La determinación de estrés calórico en pollos de engorde, se está valorando a través de variables fisiológicas como la TC, el nivel de hiperventilación (NH) y el tiempo de hiperventilación (TH). Los resultados de De Basilio *et al.*³⁴, muestran que estos parámetros tienen cambios evidentes cuando el ave muere por estrés calórico; la TC llega a 47°C (momento de la muerte), mientras que el NH aumenta de 25 a 300 insp/min, estos cambios suceden en TA superior a los 29°C. En un estudio realizado por Collina, *et al.*³⁵, se encontró, que la TC y el TH pueden usarse para determinar cambios en las condiciones de la TA. A medida que la TC y el TH disminuyen en las últimas horas del día (18:00 a 20:00), el NH aumenta. Esto permite concluir, que la TC y el TH reflejan en forma precoz los cambios de TA, a diferencia del NH; estos resultados pueden deberse a que el NH sirve como mecanismo de mantenimiento de la TC en la zona de confort.

³⁴ DE BASILIO, V.; LOVERA, M.; TEPPER, E.; BECERRA, A.; BASTIANELLI, D. y ROJAS, R. Restricción de alimento diurno reduce muerte por calor en granjas avícolas comerciales. *En: Revista Científica Maracaibo*. 2010. Vol. 20, no. 1, p. 20.

³⁵ COLINA, Y.; DE BASILIO, V.; ROJAS, J. y MARTÍNEZ, G. Variables fisiológicas para predecir el nivel de estrés térmico de pollos de engorde. APPA, ALPA Memorias. Cusco, Perú, 2007. p. 2.

“Los pollitos inician su crecimiento con una temperatura media de $39.741 \pm 0.443^{\circ}\text{C}$, inferior al de las aves adultas”³⁶. “Durante este periodo, las aves son particularmente vulnerables a bajas temperaturas y no pueden sobrevivir en ambientes fríos. Al finalizar la primera semana, presentan una temperatura promedio de $40.18 \pm 0.63^{\circ}\text{C}$, con un coeficiente de variación del 1.5% (véase tabla 3). Estos resultados evidencian, homogeneidad en la temperatura corporal de la población, y por tanto, un buen desarrollo del sistema termorregulador. En la segunda y tercera semana se observa un crecimiento progresivo y homogéneo de la temperatura corporal (40.24 ± 0.34 y $40.37 \pm 0.22^{\circ}\text{C}$, respectivamente)”³⁷.

Tabla 3. Cambios en la temperatura corporal de pollos durante la etapa de cría.

Edad (días)	Temperatura rectal ($^{\circ}\text{C}$)		Temperatura superficial ($^{\circ}\text{C}$)	
	Media (\pm D. E)	C V (%)	Media (\pm D. E)	C V (%)
1	39.74 (\pm 0.443)	1.115671	40.238 (\pm 0.413)	1.026067
7	40.175 (\pm 0.634)	1.57837	40.679 (\pm 0.391)	0.960887
14	40.239 (\pm 0.335)	0.835637	40.515 (\pm 0.409)	1.009706

Fuente: Estrada, Márquez y Restrepo (2007)

1.2.3 Disminución de indicadores productivos por el efecto del calor. “En zonas tropicales, la mortalidad en pollo de engorde es mayor después de la cuarta semana de edad, este factor puede ser atribuido a temperaturas superiores a los 35°C en los cobertizos, siendo la causa de hasta un 10% de mortalidad en la

³⁶ ESTRADA, M.; MARQUEZ S. y BETANCUR, L. Efecto de la temperatura y la humedad relativa en los parámetros productivos y la transferencia de calor en pollos de engorde. En: Revista Colombiana De Ciencias pecuarias. 2007. vol. 20, p. 290.

³⁷ MUJAHID, A. y FURUSE, M. Behavioral responses of neonatal chicks exposed to low environmental temperature. En: Poultry Science. 2009. vol. 88, p. 920.

población”³⁸. Vale *et al.*³⁹, realizaron estudios de las ondas de calor, sobre la tasa de mortalidad en pollos de engorde, y concluyeron que días con choques térmicos altos, pueden causar alta mortalidad en las aves. Las olas de calor afectan a aves de diferentes edades, sin embargo, no se encontró impacto en pollos de 29 y 31 días de edad. El índice de temperatura y humedad (ITH) por encima de 30,6°C, fue la principal característica que presentaron las olas de calor, generando un aumento en la mortalidad de pollos de engorde, con más de 31 días de vida.

De igual manera la eficiencia productiva y desempeño de broilers pesados (peso corporal > 3,2 kg), por lo general, requieren altas tasas de ventilación para mantener el confort térmico. Sin embargo, este tipo de aves se observan jadear levemente, a moderadas condiciones térmicas, lo que indica, que la temperatura crítica superior, disminuye con mayores pesos corporales. El objetivo del estudio, realizado por Joseph *et al.*⁴⁰, fue determinar el comportamiento de pollos de engorde pesados, expuestos a ITH entre 14,8°C a 26,9°C. Con un rango de temperatura de bulbo seco de 15°C a 27°C y humedad relativa de 50% a 80%.

Se tomaron parámetros de peso corporal, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, en cuatro estudios con pollos de engorde, alojados en jaulas con manejo ambiental, la temperatura corporal fue medida en tres aves de cada tratamiento. Los resultados muestran, que a medida que el ITH excede aproximadamente 21°C, el rendimiento del ave disminuye significativamente, y la temperatura corporal se incrementa 1,7°C por encima de la temperatura normal

³⁸ LOZANO, C. *et al.* Is sequential feeding a suitable technique to compensate for the negative effects of tropical climate en finishing broilers?. En: Animal Res. 2006. vol. 55, p. 73.

³⁹ VALE, M.; MOURA, D.; NÁÁS, I. y PERERIRA, D. Characterization of Heat Waves Affecting Mortality Rates of Broilers Between 29 Days and Market Age. En: Revista Brasileira de Ciencia Avicola. 2010. vol. 12, p. 282.

⁴⁰ JOSEPH, L.; DOZIER, A.; OLANREWAJU A.; JEREMIAH, D.; XIN, H. y GATES, S. Effect of Temperature-Humidity Index on Live Performance in Broiler Chickens Grown From 49 To 63 Days of Age. En: International Livestock Environment Symposium Sponsored by ASABE. Valencia, España. 2012, p. 3.

(41°C).

En la investigación realizada por Correa *et al.*⁴¹, se evaluó el efecto de las condiciones de transporte sobre la termorregulación de pollitos de un día, para ello, las aves fueron expuestas a diferentes condiciones de transporte (temperatura, humedad y ubicación), encontrando que el estrés por frío, afecta la termorregulación y los indicadores productivos de los pollos recién nacidos.

1.2.4 Cambios comportamentales por incremento de temperatura. De Basilio⁴², encontró que la secuencia de cambios comportamentales, debidos a diferentes grados de estrés, pueden definirse en torno a tres niveles, de la siguiente manera:

1.2.4.1 Primer nivel. Cuando el ave se encuentra cercana o dentro de los niveles de confort térmico (21-25°C), los mecanismos de control fisiológico, no revelan mayores cambios comportamentales, simplemente el ave actúa de forma “normal”. Si hay que liberar calor, el ave aumentará las siguientes actividades: escarbar y enterrarse en la cama, acostarse sobre la cama, aumentar la presencia en el área de bebedero; con el fin de tomar más agua y recostarse (cama más húmeda y fresca), recostarse contra los bloques de las paredes, moverse a áreas más ventiladas y alejarse de áreas soleadas.

⁴¹ CORREA V.; MÁRCIO, F.; OLIVEIRA, J.; OLIVERA, K. y NAZARENO, A. Thermoregulatory responses of day-old chickens submitted to simulated transport condition: effect of thermal environment and box placement. En: ASABE. memorias. 2012. p. 3.

⁴² DE BASILIO, Op. Cit., p. 2.

1.2.4.2 Segundo nivel. Durante este nivel, el ave se encuentra en la primera fase de estrés térmico (25°C y 30°C). Para hacer frente a esta situación, el animal incrementa el comportamiento mostrado en el nivel 1. También inicia el estiramiento del cuerpo sobre la cama, reduce la actividad física, disminuye la presencia en el comedero e inicia la hiperventilación a bajo ritmo.

1.2.4.3 Tercer nivel. En estas condiciones, el ave se encuentra bajo estrés térmico alto (> 30°C por tiempos prolongados). En este nivel el ave permanece casi inmóvil, su ritmo respiratorio aumenta en una primera fase, luego lo disminuye, a medida que el ave se acuesta con el cuello estirado en la cama, para finalmente morir. La muerte se ha observado con varias características: un salto repentino y caída con las patas elevadas, una ligera convulsión en estiramiento de cuello y patas, un cese de actividad sin cambio alguno.

1.2.5 Aclimatación. Es posible introducir algunos conceptos básicos utilizando los datos del lagarto *Sceloporus occidentalis*. Dos grupos de lagartos se mantuvieron a diferente temperatura ambiente durante 5 semanas, los primeros a 16°C y los segundos a 33°C. Sus tasas metabólicas en reposo, se determinaron durante una exposición a 16, 28 y 33°C, durante cortos periodos de tiempo. Se observó que las respuestas de los dos grupos fueron diferentes. Aquellos que habían vivido a una temperatura más fría (16°C), tenían mayor tasa metabólica a determinada temperatura experimental, que aquellos que habían vivido a mayor temperatura (33°C). La única diferencia conocida entre los dos grupos, era la temperatura a la que habían sido sometidos. Cuando se observa distintas respuestas fisiológicas, después de una exposición a diferentes ambientes, que sólo difieren en uno o dos factores bien definidos (por ejemplo, la temperatura), se dice que se ha producido aclimatación.

Estudios recientes, realizados por Yahav y Tzscentke⁴³, muestran que se puede realizar manipulaciones térmicas durante la embriogénesis del pollito, este proceso se fundamenta en las siguientes hipótesis:

- Durante la embriogénesis, se puede lograr una inducción de la memoria fisiológica, basada en la adaptación epigenética del animal.
- La memoria fisiológica de larga duración, podría definir alteraciones en la respuesta del umbral hipotalámico, como resultado de cambios medio ambientales.
- El manejo térmico durante determinados periodos (periodos sensibles), a través de la embriogénesis y la duración de exposición al calor, puede mejorar la termotolerancia durante la vida del animal.

El manejo térmico durante diferentes períodos de embriogénesis, con el uso de diferentes niveles de temperatura y duración, demostraron una mejora en la termotolerancia del ave hasta los 10 días de edad. Sin embargo, estudios recientes con pollos de engorde, no mostraron ninguna ventaja termorreguladora durante la exposición térmica en pollos de mayor edad.

Sin embargo la aclimatación se refiere a modificaciones fenotípicas, que sirven para reducir el estrés de forma natural o inducida. “Sin embargo, termo fisiología, se define como una modificación en respuesta a cambios estresantes, así, la aclimatación, se reserva para modificaciones en respuesta fisiológica inducida en

⁴³ YAHAV, S. y TZSCENTKE, B. Perinatal thermal manipulations in poultry, does it cause long-lasting thermoregulatory memory?. En: European Poultry. 2006. p. 4.

el laboratorio, con el fin de soportar variaciones en la temperatura”⁴⁴. De igual forma, Reichard *et al.*⁴⁵ y Lin *et al.*⁴⁶, mencionan que la aclimatación al estrés por calor, debe ser definida como el logro de un nuevo balance energético, hídrico y de homeostasis fisiológica, durante temperaturas altas y repetidas exposiciones.

El estrés por calor, tanto de forma directa (mediada por hipertermia) e indirecta (mediada por la reducción de la ingesta de nutrientes), afecta la aclimatación metabólica y fisiológica, que puede reducir la síntesis de productos útiles (carne) y aumentar la susceptibilidad del animal a las enfermedades. “La exposición de los animales a condiciones ambientales adversas, promueve respuestas adaptativas como aclimatación, esto genera una serie de reacciones que culminan en la secreción de glucocorticoides, que actúan antagónicamente con el desarrollo y la respuesta inmune de los animales”⁴⁷. Olanrewaju *et al.*⁴⁸, manifiestan que un mejor conocimiento de la relación funcional entre animales y su entorno, y los mecanismos fisiológicos de aclimatación al estrés ambiental, puede contribuir a la adopción de procedimientos que mejoren el bienestar y la eficiencia de la producción. “De la misma manera, los índices productivos son fundamentales para

⁴⁴ DAWSON, R. y WHITTOW, G. Regulation of body Temperature. En: Sturkie’s Avian Physiology, 2000. p. 339.

⁴⁵ REICHARD, D.; PRAJAPATI, I.; AUSTAD, N.; CHARLES, K. y KUNS, H. Thermal Windows on Brazilian Free-tailed Bats Facilitate Thermal Windows on Brazilian Free-tailed Bats Facilitate. En: Integrative and Comparative Biology. 2010. vol. 50, no. 3, p. 362.

⁴⁶ LIN, H.; MALHEIROS, D.; MORAES, V.; CAREGHI, B.; DECUYPERA, E. y BUYSE, J. Acclimation of broiler chickens to chronic high environmental temperature. En: Arch. Geflügelk. 2004. Vol. 1, no. 68, p. 43.

⁴⁷ OBA, A. *et al.* Características productivas e imunológicas de frangos de corte submetidos a dietas suplementadas com cromo, criados sob diferentes condições de ambiente. En: Revista Brasileira de Zootecnia. 2012. vol. 41, no. 5, p. 1806.

⁴⁸ OLANREWAJU H.; PURSWELL J.; COLLIER S. y BRANTON S. Effect of Ambient Temperature and Light Intensity on Growth Performance and Carcass Characteristics of Heavy Broiler Chickens at 56 Days of Age. En: International Journal of Poultry Science. 2010. vol. 8, no. 9, p 723.

el desarrollo de nuevos enfoques (por ejemplo, genética, manejo y nutrición), para mantener la producción, o minimizar la reducción durante los meses de verano⁴⁹.

Para el mantenimiento de la temperatura corporal, los animales homeotermos desarrollan una intensa actividad taquimetabólica-termogénica, así como mecanismos adicionales de regulación, como la producción de calor adicional en condiciones de enfriamiento, por la activación de procesos metabólicos. De acuerdo con Diaz⁵⁰, se entiende por aclimatación, a los ajustes adaptativos a largo plazo de carácter morfo-funcional, que determinan como resultado, un aumento de la tolerancia a la exposición continua o repetida, a ambientes climáticos estresantes, que normalmente se producen en condiciones naturales.

Garriga *et al.*⁵¹, encontraron que los efectos de elevadas temperaturas ambientales, pueden ser compensados por el tipo de adaptaciones: primero, hay una respuesta de aclimatación al calor, luego una matriz autónomamente controlada de los mecanismos fisiológicos, que implican una reducción de la tasa metabólica, una temperatura más baja (14 umbrales para la activación de los efectores de disipación de calor), y un aumento en la capacidad de la sistema de enfriamiento por evaporación.

De igual manera Awwad, Aburd y Abu-Dieyeh⁵² y Aengwanich⁵³, mostraron que pollos de 4 a 8 semanas de edad, criados en un ambiente cercano a los 30 y 35 ±

⁴⁹ BEMABUCCI, U.; LACETERA, N.; BAUMGARD, L.; RHOADS, R.; RONCHI, B. y NARDONE, A. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. En: The Animal Consortium. 2010. vol. 4, no. 7, p. 1172.

⁵⁰ DIAZ, A. Op. Cit., p. 1.

⁵¹ GARRIGA, C.; RICHARD, H.; CONCEPCIÓN, A.; PLANAS J.; MITCHELL, A. y MORETO, M. Eat stress increases apical glucose transport in the chicken. En: American Physiological. 2005. p. 3.

⁵² AWWAD A.; ABDUR, R. y ABU-DIEYEH, Z. Effect of Chronic Heat Stress on Broiler Performance in Jordan. En: Journal of Poultry Science. 2007. vol. 6, no. 1, p. 68.

2°C, presentaron menor tasa de mortalidad, que los criados a temperatura de 25 ± 2°C, por lo cual se concluye, que la aves criadas a temperaturas más elevadas, adquirieron resistencia durante la aclimatación.

1.2.6 Proteínas de choque térmico. El papel que desempeñan, las proteínas de choque térmico (HSP) durante periodos de estrés calórico, está bien establecido. Sin embargo, muy poco se sabe acerca de su contribución a la termotolerancia, en animales homeotermos. Se ha encontrado, síntesis de esta proteína, en los tejidos de pulmón y músculo cardíaco, de pollos de engorde expuesto a elevadas temperaturas ambientales. Yahav *et al.*⁵⁴, encontraron que en pollos aclimatados a los 5 días de edad con temperatura de 36°C, la técnica indujo mecanismos de reducción de la hipertermia a largo plazo, y por lo tanto, reducción en la inducción de HSP.

Una respuesta de todos los organismos (animal, planta o microorganismo) a temperatura elevada, es el aumento de la síntesis HSP. La respuesta al estrés por calor es el sistema más conservado genéticamente, y algunas de las proteínas de choque térmico, no solo son las proteínas más abundantes en la naturaleza, sino que son las proteínas más conservadas, que han sido analizadas. Este grado de conservación, indica el papel fundamental que estas proteínas deben desempeñar, en la restauración de la función normal de las células o en organismos, que están expuestos a estímulos potencialmente dañinos. Las HSP desempeñan un papel esencial, mediante la asociación con una variedad de

⁵³ AENGWANICH, W. Effects of high environmental temperature on the body temperature of thai indigenous, thai indigenous crossbred and broiler chickens. En: Journal of Poultry Science. 2008. vol. 2, no. 2, p. 50.

⁵⁴ YAHAV, S.; STRASCHNOW, A.; PLAVNIK, I. y HURWITZ, S. Blood System Response of Chickens to Changes in Environmental Temperature. En: Institute of Animal Science. 1997b. vol. 76, p. 631.

proteínas, afectando su conformación y ubicación. En un choque térmico celular, las HSP se pueden unir a las proteínas sensibles al calor y proteger de la degradación, o pueden impedir que las proteínas dañadas se precipiten y afecten la viabilidad celular de forma permanente. Estas proteínas son miembros de una gran familia de proteínas del estrés, algunos de los cuales, pueden estar sintetizados por privación de nutrientes, falta de oxígeno, presencia de metales pesados, radicales de oxígeno o alcohol. “Un aspecto importante de estas circunstancias estresantes, es que las células o los organismos que se han recuperado de un episodio estresante leve, y son sometidas nuevamente a niveles elevados de estrés, pueden exhibir mejor tolerancia, evitando anomalías en el desarrollo o la muerte”⁵⁵. Maloyan, Palmon y Horowitz⁵⁶, sugieren que la inducción de fenotipos aclimatados, implica una reprogramación de la expresión genética, que codifican proteínas constitutivas e inducibles por moléculas del estrés. Los datos sobre los cambios en las proteínas celulares constitutivos son esporádicos y se limitan a los intereses especiales de investigación. Buckley y Hofman⁵⁷, indican que las alteraciones en Ca y proteínas reguladoras, han sido el blanco de varias investigaciones. Entre estos estudios, los genes que codifican las proteínas de choque térmico (HSP) 72 k y HSP 90 k, han sido más ampliamente estudiadas.

Las proteínas HSP confieren citoprotección a través de chaperones, con el correcto plegamiento de otras proteínas, que permiten la degradación de proteínas anormales, o alternativamente, a través de su facilidad de interacción con la señalización molecular de citoprotectores. “La aclimatación, sensibiliza la respuesta de los genes HSP transcripcional, e incrementa la reserva constitutiva

⁵⁵ ETCHES, R. *et al.*, Op. Cit., p. 52.

⁵⁶ MALOYAN, A.; PALMON, A. y HOROWITZ, M. Heat acclimation increases the basal HSP72 level and alters its production dynamics during heat stress. En: American Journal of Physiology. 1999. vol. 276, p. R1512.

⁵⁷ BUCKLEY, A. y HOFMAN, E. Thermal acclimation changes DNA-binding activity of heat shock factor 1 (HSF1) in the goby *Gillichthys mirabilis*: implications for plasticity in the heat shock response in natural populations. En: The Journal of Experimental Biology. 2002. vol. 205, p. 3238.

celular de estas proteínas, esto implica, que la citoprotección se puede lograr sin síntesis de nuevas HSP. La acumulación de HSP en las reservas celulares también es intrigante, debido a que la aclimatación al calor en mamíferos, no induce hipertermia severa. Otros mediadores son necesarios para aumentar la transcripción de genes HSP. El fracaso para acumular reservas HSP 72 k celulares durante la aclimatación, en presencia de bloqueo-adrenérgico, lleva a postular que el sistema nervioso simpático, sobre todo durante la aclimatación, es un probable mediador del proceso de transcripción. Tomando en conjunto, los hallazgos anteriores, la HSP forma parte integral de la aclimatación al calor”⁵⁸.

Además, tal termotolerancia, puede incluir ciertos genes que no se encuentran entre el consenso del conjunto inducible. Treinin *et al.*⁵⁹, descubrieron un papel importante en la transcripción del factor-1 (HIF-1), en condiciones de hipoxia, cuando *Caenorhabditis elegans* fue expuesta a aclimatación, permitiendo tomar un enfoque genómico. Este enfoque, ampliará nuestro conocimiento de las familias de genes, que aún no han sido asociados con la aclimatación al calor y/o tolerancia cruzada, que permita distinguir entre el estrés general y la respuesta de aclimatación.

En aclimatación de gallinas, susceptibles a estrés calórico, Jimenez y Beck⁶⁰, encontraron que las HSP participan en la protección celular, durante situaciones adversas, y pueden mejorar la termotolerancia de las aves. En este estudio,

⁵⁸ HOROWITZ, M., BERCHOER, E.; WAPINSKI, E.; FRIEDMAN, N y KODESH, E. Stress-related genomic responses during the course of heat acclimation and its association with ischemic-reperfusion cross-tolerance. En: Journal of Applied Physiology. 2004. vol. 97, p. 1502.

⁵⁹ TREININ, M.; SHILAR, J.; JUANG, H.; POWELL, A.; BROMBERG, Z. y HOROWITZ, M. HIF-1 is required for heat acclimation in the nematode *Caenorhabditis elegans*. En: Physiological Genomics. 2003. vol. 14, p. 19.

⁶⁰ JIMENEZ, F. y BECK, M. Physiological Changes to Transient Exposure to Heat Stress. En: Poultry Science. vol. 86, p. 541.

algunas gallinas fueron incapaces de inducir HSP 70, con 1 hora de pre-exposición a estrés calórico, lo cual puede indicar, que el tiempo de exposición a la adaptación no fue el suficiente, sin embargo, en aves con mayor tiempo de exposición, se encontró un efecto contrario. Claramente, HSPs son importantes actores de protección durante el calor por estrés. No obstante, en vista del gran número de genes del estrés que responden durante un estrés agudo por calor, Kregel⁶¹, encontró que es poco probable que la inducción de genes HSP por sí sola sea suficiente para conferir la aclimatación, inducida por la termotolerancia de un organismo.

Bemabucci *et al.*⁶², manifiesta que el papel de las HSP en la coordinación de la termotolerancia, sugiere que existe una oportunidad para estudiar la asociación entre los polimorfismos de los genes HSP, la producción y la respuesta fisiológica al estrés por calor. Estos estudios, podrían apoyar el desarrollo de programas de cría, con el fin de mejorar el rendimiento de los animales expuestos a estrés térmico.

Schwimmer, Berchoer y Horowitz⁶³, demostraron que la aclimatación al calor implica importantes, pero transitorias, respuestas genómicas, durante el período de aclimatación. En ratas aclimatadas a 34 °C, durante dos días, se observó una regulación positiva de los genes que codifican: canales iónicos, transportadores y la señalización del neurotransmisor. Se postula, que el volumen de regulación de la celda, asociada a los flujos de iones, despolariza la membrana celular y conduce a la liberación de transmisores, con una excitabilidad mejorada que se

⁶¹ KREGEL, C. Invited Review: Heat shock proteins: modifying factors in physiological stress responses and acquired thermotolerance. En: Journal of Applied Physiology. 2002. vol. 92, p. 2182.

⁶² BEMABUCCI, U. *et al.*, Op. Cit., p. 1170.

⁶³ SCHWIMMER, H.; BERCHOER, L. y HOROWITZ, M. Acclimatory-phase specificity of gene expression during the course of heat acclimation and superimposed hypohydration in the rat hypothalamus. En: Journal of Applied Physiology. 2006. vol. 100, p. 1999.

producen en fase de aclimatación. Otro grupo de ratas, fueron aclimatadas por 30 días a 34 °C, observando que la regulación disminuye los genes que codifican la proteína G, acoplada a receptores y proteínas de señalización; es evidente, que los lípidos de la membrana de remodelación juegan un papel fundamental en la respuesta de este último.

Aquil y Zumkifli⁶⁴, realizaron un experimento, para determinar los efectos de dos tipos de sistemas de alojamiento y la edad de restricción alimenticia, sobre la expresión de proteínas HSP 70 y los parámetros sanguíneos en pollos de engorde, sometidos a transporte por carretera. En el día 1, algunas de las aves fueron alojadas en baterías controladas ambientalmente (la temperatura se fijó a 32°C en el día 1 y se redujo gradualmente a 23°C al día 21), y los demás fueron alojados en galpones abiertos (GA), con temperaturas cíclicas (mínimo 24°C, máximo 34°C). Igual número de pollos fueron alojados en cada sistema y sometidos a dos tipos de alimentación, *ad libitum* o 60% de restricción alimenticia, durante los días 4, 5, y 6. En el día 42, todas las aves se transportaron por 6 h. Las aves criadas en GA, tuvieron menor aumento de la proporción heterófilos:linfocitos y concentración de corticosterona en plasma, que las alojadas en batería. Después de 4 h de transporte, las aves GA tenían mayor HSP 70 que sus homólogos de batería.

1.2.7 Aclimatación Precoz. “La aclimatación al calor, es una respuesta de adaptación fenotípica a elevada TA por periodos prolongados, confiere protección contra el estrés por calor agudo y retrasa las lesiones térmicas. Conceptualmente,

⁶⁴ AQUIL, A. y ZUMKIFLI, I. Changes in heat shock protein 70 expression and blood characteristics in transported broiler chickens as affected by housing and early age feed restriction. En: Poultry Science. 2009. vol. 88, p. 1362.

el proceso de aclimatación al calor en homeotermos, puede ser definido como una transición desde una ineficiente a una eficiente fase de tolerancia al calor⁶⁵.

Haddad y Horowitz⁶⁶, manifiestan que el control de los mecanismos fisiológicos para la disipación de calor, se caracteriza por un aumento de la excitabilidad del sistema nervioso autónomo, donde el organismo, procura compensar los problemas de funcionamiento celular a corto plazo (STHA), esta respuesta, se mejora cuando la aclimatación se prolonga por periodos más largos.

Se ha sabido por algún tiempo, que los pollos pueden adaptarse a los cambios climáticos, a través de tres mecanismos: neuronal, hormonal y morfológico. La fase neuronal y hormonal se observan de forma inmediata, mientras que la respuesta morfológica se observa más tarde. Los cambios en la tasa metabólica, se producen con bastante rapidez, ya que implican aspectos neuronales y hormonales. Los cambios morfológicos, tales como agrandamiento de crestas y barbillas, cuerpo con menor grasa y menor cubierta de plumas, que se producen en pollos criados a alta temperatura, requieren mayor tiempo para evidenciarse. Con base en estos estudios, se han hecho intentos por reducir el estrés térmico y la mortalidad en pollos de engorde, a través de la aclimatación (Cuadro 2). “El aumento de temperatura en el galpón, antes de la aparición de una ola de calor, ha demostrado reducir la mortalidad. Esto se atribuye en parte a una reducción en el consumo de alimento, como respuesta al estrés⁶⁷”.

⁶⁵ HOROWITZ, M. From molecular and cellular to integrative heat defense during exposure to chronic heat. En: Esevier Science. 2002. p. 480.

⁶⁶ HADDAD, W. y HOROWITZ, M. Heat acclimation alters nitric oxide response in the splanchnic circulation. En: Journal of Thermal Biology. 1999. vol. 24, p. 405.

⁶⁷ DAGHIR, N. Broiler Feedeng and Managament in Hot Climates. En: POULTRY PRODUCTION IN HOT CLIMATES. 2008. Lebanon. p. 253.

Cuadro 2. Estudios realizados sobre aclimatación en aves.

Periodo de aclimatación	Rango de temperatura °C	Horas de aclimatación	Autor
5, 10 y 15 días	38 ± 2	6 (10:00 a.m. - 4:00 p.m.)	(Barbour, y otros 2010)
22 – 56 días	38 ± 1 Ajuste 26	6 (10:00 a.m. - 4:00 p.m.) Para las restantes 18 horas	(Barbour, y otros 2010)
5 día	36 – 38	24	(V. De Basilio, F. Requena, y otros 2002) (Teeter y Garcia 1993)
3 día Semana 1 Semana 2 Semana 3	42 ± 1 36 34 32	24 Permanentemente Permanentemente Permanentemente	(Sandoval Pineda 2008)
42 días	35 ± 1 25 ± 1	12 Durante el día 12 durante la noche aumentando progresivamente	(Chereji 2008)
3 día	24 - 35 - 24	24	(Daghir 2008)
3 – 5 días	36	24	(H. Lin, H. C. Jiao, y otros 2006)
3 veces por semana durante las 3 primeras semanas	35	4	(Mahmoud y Yaseen 2005)
4 – 8 semanas	25 – 30 – 35 Noche. 25 – 35 en el día	Continua	(Plavnik y Yahav 1998)

La Aclimatación Precoz (AP), es una técnica que consiste en someter a los pollos de 5 días de edad, a una temperatura ambiente de 38°C a 40°C por 24 horas. Surge como una alternativa para aumentar la resistencia de los pollos a olas de calor y disminuir la mortalidad en la etapa de finalización de las aves. Esta técnica fue inicialmente propuesta por Arjona *et al.*, (1988) y desarrollada más específicamente por Yahav (2000), quien ha sido citado por Requena *et al.*⁶⁸.

⁶⁸ REQUENA, F.; De Basilio, V. León, A. y Picard, M. Revista Digital. [Online]. CENIAP HOY. [citado 15 febrero, 2012]. 2004. Dirección: www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n6/arti/requena_f/arti/requena_f.htm

Alrededor de treinta experiencias, con tamaño de muestra variable (entre 20 y 2000 pollos) con duraciones de 7 a 42 días, validan la medida de TC en el colon terminal, utilizando como modelo, un ambiente semi-controlado tropical. La medida estandarizada de la TC en el colon ($\pm 0,1^{\circ}\text{C}$) no produce una variación de la temperatura interna cuando esta es medida por telemetría. Una reducción de la TC es posible cuando se someten los pollos a TA superior a 36°C al menos durante una hora al día. La fuente de calor modifica la eficacia de la aclimatación precoz; con respecto al gas, los bombillos infrarrojos, no producen un aumento de la resistencia de los pollos a los golpes de calor, aunque si la reducción de la TC⁶⁹.

De Basilio⁷⁰, mostró que la exposición diaria a una TA superior a 31°C , puede conducir a una aclimatación tardía, que más tarde enmascara los efectos de la aclimatación precoz sobre la mortalidad. Las variaciones de TC en el pollo joven, parcialmente debidas a la aclimatación, parecen tener una alta heredabilidad (alrededor de 0.4). La aclimatación precoz produce en los pollos de 7 días de edad, una reducción del 85% de la expresión del ARNm, de la proteína desacopladora mitocondrial (avUCP) del músculo del pollo. La aclimatación precoz, produce un cambio metabólico y una reducción de TC inmediata y duradera. Ésta es una técnica fácilmente aplicable en condiciones de producción industrial. La eficacia de la aclimatación precoz sobre la resistencia térmica de los pollos, depende de algunos factores que aún deben ser establecidos y estudiados.

“Durante la AP, el primer efecto encontrado es un aumento de la TC, acompañado por una reducción transitoria del consumo de alimento y el crecimiento de los

⁶⁹ DE BASILIO, V, F REQUENA, A KEÓN, y PICARD, M. "Early Age Thermal Conditioning Immediately Reduces Body Temperature". En: Poultry Science. 2003. vol. 82, p. 1238.

⁷⁰ DE BASILO, V. Op.Cit., p. 2.

animales, durante las 24 horas de exposición”⁷¹. “Después de una hora de finalizada la aclimatación, se reduce significativamente la temperatura corporal (0,10°C a 0,25°C), comparada con la de las aves testigos no expuestas”⁷².

Yahav y Murtry⁷³, ponen en duda la edad de 5 días para suministrar la aclimatación, y afirman que a los 3 días de edad, no sólo se reduce la mortalidad por golpe de calor, sino que puede llegar a aumentar en 100 g el peso vivo de los pollos aclimatados. En tal sentido, se hace necesario profundizar los estudios sobre AP, de esas y otras condiciones, al igual que, variables que puedan permitir optimizar esta tecnología.

Estos resultados indican una falta de asociación entre la temperatura del cuerpo y los aspectos de importancia económica en pollos de engorde, en un ambiente con temperatura normal (21°C). Sin embargo, “cuando se exponen a un entorno que induce un estrés por calor, la correlación negativa, entre TC e indicadores de importancia económica, después de la exposición al calor, es baja”⁷⁴.

Shiyeng y Edens⁷⁵, sugieren que un tratamiento térmico de 2 semanas de acondicionamiento, dan lugar a la aclimatación de las aves. Como resultado de este acondicionamiento térmico, las aves indujeron mecanismos bioquímicos y fisiológicos para hacer frente al estrés calórico, en un ambiente con 41 °C. Esta

⁷¹ DE BASILIO, V.; VILARIÑO, M.; YAHAV, S. y PICARD, M. Early age thermal conditioning and a dual feeding program for male broilers challenged by heat stress. *Op. Cit.*, p. 32.

⁷² REQUENA, F. *et al.*, *Op. Cit.*, p. 2.

⁷³YAHAV, S. y MURTRY, J. Thermotolerance acquisition in broiler chickens by temperature conditioning early in life. The effect of timing and ambient temperature. *En: Poultry Science*. 2001. vol. 80, p. 1664.

⁷⁴ COOPER, M. y WASHBUM, K. The Relationships of Body Temperature to Weight Gain, Feed Consumption, and Feed Utilization in Broilers Under Heat Stress. *En: Poultry Science*. 2001. vol. 80, p. 32.

⁷⁵ SHIYENG, W. y EDENS, F. Heat Conditioning Induces Heat Shock Proteins in Broiler Chickens and Turkey Poults. *En: Poultry Science*. 1998.

inducción, puede haber retrasado la producción de más proteínas HPS, para proteger a las células de efectos perjudiciales, observándose estrés por calor leve en los animales.

Collina, Picarda y Yahav⁷⁶, usaron otra técnica para estimular la termorregulación de las aves. Consiste en la manipulación térmica, durante la incubación de pollos, por 3 horas, con un periodo de 3 días, mejorando los niveles de termotolerancia de los animales.

Rahman *et al.*⁷⁷, mencionan que el proceso de aclimatación precoz, aumenta la edad de comercialización y el costo de producción. Por otra parte, “los pollos de engorde criados en un ambiente cálido, pueden mejorar su tolerancia al calor, que pueden adquirir durante la aclimatación al medio ambiente con altas temperaturas”⁷⁸. Otros estudios, sugieren hallazgos contrarios a los de Shinder *et al.*⁷⁹, quienes encontraron, que el condicionamiento temprano a bajas temperaturas, mejora la termo tolerancia o rendimiento, dependiendo de las condiciones ambientales, durante el período de crecimiento de los pollos.

Los resultados de un estudio realizado por Segura, Feddes y Zuidhof⁸⁰, sugieren que los pollos sometidos a fluctuaciones periódicas de temperatura cíclica, durante

⁷⁶ COLLINA, A.; PICARDA, M. YAHAV, S. The effect of duration of thermal manipulation during broiler chick embryogenesis on body weight and body temperature of post-hatched chicks a INRA. En: Anim. Res. 2005. vol. 54, p. 108.

⁷⁷ RAHMAN, A.; AWWAD, I.; FATAFTAH, Z. y DIEYEH, H. Effect of Chronic Heat Stress on Broiler Performance in Jordan. En: Poultry Science. 2007. vol. 6, no. 1, p. 66.

⁷⁸ DIEYEH-ABU, Z. Effect of Chronic Heat Stress and Long-Term Feed Restriction on Broiler Performance. En: Journal of Poultry Science. 2006. Vol. 5, no. 2, p. 187.

⁷⁹ SHINDER, D.; LUGER, D.; RUSAL, M.; RZEPAKPVSKY, V.; BRESLER, V. y YAHAV, S. Early age cold conditioning in broiler chickens. En: Journal of Thermal Biology. 2002. Vol. 27, p. 520.

⁸⁰ SEGURA, C.; FEDDES, J. y ZUIDHOF, M. Midday and Nighttime Cooling of Broiler Chickens. En: Poultry Science. 2006. Vol. 15, p. 30.

2 semanas, antes del inicio de la etapa de finalización, son capaces de aclimatarse, sin impacto negativo sobre indicadores productivos tales como ganancia de peso, consumo y conversión alimenticia.

Otro tipo de aclimatación, probado por Moniary *et al.*⁸¹, concluye que pollos de engorde de edad temprana, sometidos a calor condicionado, al quinto día de edad, o el uso de algunos programas de alimentación (restricción alimenticia, y Vit. C) durante diferentes temperaturas medio ambientales, podrían mejorar la productividad de las aves, sometidas a estrés en meses más calurosos.

Estudios realizados por El Hafz⁸², concluyeron que la aclimatación para reducir los efectos del estrés calórico, no tiene efectos significativos sobre la calidad de la canal o análisis químico, y podría ser utilizada con éxito, para manejar el efecto del estrés calórico agudo y crónico en las granjas, ya que su utilización es de bajo costo y fácil manejo.

Yardimci *et al.*⁸³, estudiaron el efecto de la exposición a temperaturas bajas, sobre el desempeño del pollo de engorde, para ello se utilizó tres tratamiento, uno testigo (condiciones normales), mientras que los otros se expusieron a 15°C durante tres horas. El tratamiento dos se expuso durante los días uno al quinto y el tratamiento tres al día sexto de vida, luego de esta exposición, las aves continuaron con un manejo normal hasta el sacrificio. Los resultados de este estudio, sugieren que el acondicionamiento a bajas temperaturas en edades

⁸¹ MONIARY, M.; HEMID, A.; WARDANY, I.; GEHAD, A. y GOUDA, A. The Effect of Early Age Heat Conditioning and Some Feeding Programs for Heat-Stressed Broiler Chicks On: 1 - Productive Performance. En: Journal of Agricultural Sciences. 2010. Vol. 6, no. 6, p. 692.

⁸² EL HAFZ, F. Study of some anti-heat stress procedures in broilers. Tesis de maestria. Universidad de Al – Azhar. 2006.

⁸³ YARDIMCI, M.; SENGOR, E.; SAHIN, H.; BAYRAM, I. y CETONGUL, S. The Influence of Cold Conditioning on the Performance of the Broiler Chicken. En: J. Vet. Anim. Sci. 2006. Vol. 30, p. 586.

tempranas (al 5 y 6 día), no presenta efectos perjudiciales sobre el crecimiento y otros parámetros de pollos de engorde. El acondicionamiento al frío, ayudó a reducir los posibles efectos perjudiciales sobre la mortalidad, en edad más avanzada, como resultado de los cambios de temperatura en el galpón.

En estudios realizados por Dunai y Tzschentke⁸⁴, en patos Muscovy, se evaluó la influencia de la estimulación térmica, en el periodo prenatal, sobre la síntesis neuronal de óxido nítrico sintetasa (NOS). Los experimentos se realizaron en periodo embrionario (días 20, 23, 28, 33) y usando histoquímica para la identificación de la nicotinamida adenina dinucleótido fosfato-diaforasa (NADPHd) como marcador de neuronas, que contienen NOS. Todos los embriones de pato fueron incubados a 37,5°C de temperatura. Antes de iniciar el periodo experimental, durante 3 horas, un grupo fue incubado a 37,5°C (grupo control), otro se expuso a 39°C (temperatura alta), y el tercero a 34°C (Temperatura baja). En embriones de pato con incubación normal, la actividad NOS podría ser detectada por primera vez en el día 23. En embriones estimulados con temperatura baja, un aumento significativo en la actividad de NOS se encontró en todos los embriones investigados, incluso en el día 20. La estimulación con temperatura alta induce el efecto opuesto, restableciéndose más tarde en la edad embrionaria (día 33). La investigación concluyó, que en embriones más maduros, el efecto de la estimulación con variada temperatura ambiental, no actúa como mediador de la vía de frío neuronal en el hipotálamo anterior, sin embargo, podría ser mejorado por la estimulación al frío en estado prenatal.

⁸⁴ DUNAI, V. y TZSCHENTKE, B. Impact of Environmental Thermal Stimulation on Activation of Hypothalamic Neuronal Nitric Oxide Synthase during the Prenatal Ontogenesis in Muscovy Ducks. En: The ScientificWorld Journal. 2012. Vol. 10, p. 7.

1.3 FISIOLÓGÍA SANGUÍNEA Y RESPIRATORIA

1.3.1 Fisiología sanguínea. La respuesta fisiológica del ave ante un estrés térmico, permite una fluctuación de la temperatura cutánea, esta variación depende de la zona corporal donde se produce y generalmente se observa una variación de 5°C, incluso cuando la TA excede la zona de confort térmico. Esto es posible gracias a la capa aislante que producen las plumas en determinadas partes del cuerpo.

“La pérdida de calor sensible de los pollos de engorde, se vuelve más eficiente en las áreas del cuerpo que no tiene plumas, tales como pies, zarzo y peine, esas son las partes del cuerpo donde el flujo de sangre aumenta cuando el ave está expuesto a estrés calórico”⁸⁵. “Los pollos expuestos a deshidratación por estrés calórico, redujeron significativamente el flujo de sangre, desde los órganos internos a la superficie de la piel. Esto reduce la pérdida de calor sensible de las extremidades y las zonas sin plumas, produce menor evaporación y una mayor pérdida de calor sensible del centro del ave”⁸⁶.

Swanson⁸⁷, menciona que el sistema cardiovascular desempeña un papel importante en el ajuste circulatorio, según la necesidad corporal. En principio, el calor se produce por la musculatura esquelética y el hígado, y se disipa por la piel y la respiración, por lo que debe redistribuirse por el cuerpo. Los tejidos tienen una conductividad térmica muy baja, siendo ineficaces en la transmisión del calor, de ahí la importancia del sistema cardiovascular, ya que la sangre absorbe calor en

⁸⁵ CANGAR, O.; AERTS, J.; BUYSE, J. y BERCKAMANS, D. Quantification of the Spatial Distribution of Surface Temperatures of Broilers. En: Poultry Science. 2008. Vol. 87, 2495.

⁸⁶ NÄÄS A.; RORMANINI, E.; PEREIRA, D.; RODRIGUES, G. y VARCELLINO, D. Broiler surface temperature distribution of 42 day old chickens. En: Sci. Agric. 2010. Vol. 65, no. 5, p. 500.

⁸⁷ SWANSON, D. Seasonal Metabolic Variation in Birds: Functional and Mechanistic Correlates. 75 - 119. University of South Dakota,, 2010.

un órgano metabólicamente activo y lo transfiere hacia las partes más frías del cuerpo mediante la circulación. Las aves han desarrollado un mecanismo que evita el paso de la sangre venosa, procedente de las piernas, al riñón, en forma directa, este mecanismo está regulado por algunos activadores químicos, como la epinefrina; la cual activa la válvula existente en la unión de la vena renal e iliaca, provocando su apertura. De esta manera, “la sangre venosa procedente de los miembros inferiores pasa directamente al corazón, garantizando un mayor flujo sanguíneo y un mayor esfuerzo físico, como puede ser el escape en muy poco tiempo”⁸⁸.

Beit *et al.*⁸⁹, indica que en el corazón, este fenómeno se manifiesta como un mecanismo de mejora y el rendimiento metabólico reduce el daño, cuando se somete a isquemia-reperfusión (I/R). Con respecto a la citoprotección, la capacidad de calor de animales aclimatados, hace que el corazón incremente la reserva de HSP a un nivel más alto.

“La salida de sangre de los riñones, se hace posible a través de la vena renal eferente, que desemboca en la vena cava posterior. El recibir sangre a través del sistema porta renal, permite a los riñones de las aves conducir la sangre venosa a los túbulos contorneados proximales, que están concentrados en la periferia lobular, lográndose la secreción de uratos”⁹⁰.

⁸⁸ DIAZ, A. Op. Cit., p. 1.

⁸⁹ BEIT, Y.; KOHEN, R.; HOROWITZ, M.; TREMBOVLER, V. y SHOHAMI, E. Changes of Biological Reducing Activity in Rat Brain Following Closed Head Injury: A Cyclic Voltammetry Study in Normal and Heat-Acclimated Rats. En: Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism. 1996. Vol. 17, no. 3, p. 278.

⁹⁰ PIÑEIRO, S. y BERI, E. Valoraciones clínicas de los problemas renales en aves ornamentales. En: Revista electrónica veterinaria. 2010. vol. 11, p. 4.

Otro aspecto que menciona De Basilio⁹¹, tiene que ver con el flujo sanguíneo a corto plazo, en donde la sangre es desviada a la periferia, reduciendo el flujo de sangre en los órganos internos, como son: el tubo digestivo, los músculos y los ovarios, que son órganos de alta importancia productiva.

Chacon *et al.*⁹², han demostrado que las condiciones ambientales extremas del galpón durante la última fase del ciclo productivo, se caracterizan por altas tasas de crecimiento y alto metabolismo, los cuales pueden crear un déficit de oxígeno en los pollos de engorde, el cual se trata de compensar con un incremento en el gasto cardíaco del ventrículo derecho, para procurar aumentar la tasa de hematosis pulmonar. Esta respuesta compensatoria, resulta en hipertrofia del ventrículo derecho, y posteriormente, insuficiencia congestiva de este ventrículo y ascitis en algunas aves.

“La incorporación de herramientas diagnósticas como la electrocardiografía y la ecocardiografía, proporcionan evidencias sobre los efectos del estrés en el funcionamiento cardiovascular. A través de estas metodologías, se pueden valorar los cambios en la frecuencia cardíaca (FC) y el ritmo cardíaco, así como las respuestas termorreguladoras, cuando estos animales se encuentran bajo estrés calórico (EC)”⁹³. “La ecocardiografía ha sido usada principalmente para determinar la morfología y contractilidad miocárdica”⁹⁴.

⁹¹ DE BASILO, V. Op. Cit., p. 2.

⁹² CHACÓN, B.; CONTRERAS, C.; DE ALMEIDA, E. y MENTEN, J. Frecuencia cardíaca como indicador de estrés calórico en pollos de engorde. En: Zootecnia Tropical. 2010. vol. 28, p. 93-100.

⁹³ KETTLEWELL, P.; MITCHELL, M. y MEEKS, I. An implantable radio-telemetry system for remote monitoring of heart rate and deep body temperature in poultry. En: Elsevier Science. vol. 17, p.173 .

⁹⁴ MARTÍNEZ, L.; MILLER, M.; JEFREY, J. y ODOM, T. Echocardiographic Evaluation of Cardiac Structure and Function in Broiler and Leghorn Chickens. En: Poultry Science. 1998. vol. 77, p. 1045–1050.

Al mismo tiempo, la valoración de la FC a través de telemetría, representa una de las técnicas más eficientes y sensibles, para evaluar las modificaciones en esta variable, durante períodos de cambios medioambientales. Sin embargo, Balance *et al.* indican que los altos costos y la inminente necesidad de implantar transductores en las aves, representan importantes limitaciones para su uso, incluso bajo condiciones experimentales.

Existen reportes que sugieren que “el desarrollo de arritmias cardíacas y el colapso cardiovascular agudo, están asociadas a la muerte súbita en pollos de engorde”⁹⁵.

1.3.2 Fisiología respiratoria. Chacón *et al.*⁹⁶, encontraron que una de las respuestas fisiológicas, ante el estrés calórico en las aves, está representada por el incremento en la frecuencia respiratoria, sin modificar el volumen ventilatorio. El jadeo no es constante sino periódico. Sin embargo, hay un ritmo máximo posible, existiendo una reducción de eficacia, debido por una parte, al tamaño del cuello de las aves; que hace que una proporción del aire quede en la tráquea, como resultado de una reducción en su amplitud, y por otra parte, porque el movimiento muscular de la caja torácica produce calor.

Las aves al no disponer de glándulas sudoríparas, recurren al empleo de un mecanismo de evaporación, este se realiza a través de un incremento de la tasa respiratoria (polipnea), produciendo dos consecuencias inmediatas, por un lado, un aumento importante de las necesidades de energía, destinadas al mantenimiento de la actividad muscular, y por otro, la asociación entre el ritmo

⁹⁵ OLKOWSKI, A. Pathophysiology of Heart Failure in Broiler Chickens: Structural, Biochemical, and Molecular Characteristics. En: Poultry Science. vol. 86, p. 1000.

⁹⁶ CHACON, B. *et al.*, Op. Cit., p. 96.

cardiaco y alteraciones del equilibrio ácido-básico de la sangre⁹⁷. El pH de la sangre sufre modificaciones por la elevada pérdida de CO₂, asociada al incremento respiratorio. Este fenómeno produce alcalosis metabólica y el animal intenta compensar este desajuste fisiológico, con la pérdida de bicarbonato a nivel de los riñones. Esto, finalmente causa una reducción del ion calcio en sangre. Este proceso, también se puede asociar, a una reducción en la disponibilidad de calcio dietético y una menor tasa de fósforo disponible, por la disminución en el consumo de alimento⁹⁸.

De acuerdo con DEPRA⁹⁹ y Daly¹⁰⁰, las vías de refrigeración por evaporación del agua (directa o pulmonar) son más eficaces cuando el aire es seco, además, las variaciones térmicas son usualmente de más pequeña amplitud en un clima húmedo que en un clima seco. Estas variaciones se entienden a corto plazo (día/noche) y a mediano plazo (días, semanas). Los mecanismos fisiológicos de adaptación a corto plazo o mediano plazo son distintos. Por ejemplo, el ave no anticipa la subida diaria de temperatura y deja de comer solamente cuando sube su TC. Eso es demasiado tardío, para prevenir los efectos negativos de la producción de calor, por el metabolismo del alimento en el tubo digestivo; siendo ineficaz la adaptación del consumo a corto plazo. Al contrario, a mediano plazo, el ave en clima caluroso reduce su consumo promedio, para ajustar la producción de calor metabólico a la TA, con una precisión relativamente buena. A corto plazo, el ave va a usar mecanismos de emergencia para evacuar la producción de calor. En un ambiente con temperatura más alta, el ave cierra las derivaciones arteria –

⁹⁷ BORGES, S.; DA SILVA, F.; ARIKI, J.; HOOGE, D. y IBRAHIM, M. Dietary Electrolyte Balance for Broiler Chickens Exposed to Thermoneutral or Heat-Stress Environments. En: Poultry Science. 2003. p. 432.

⁹⁸ BARRAGÁN J. Estrés térmico en aves. En: Selecciones Avícolas. Julio 2004 p. 425.

⁹⁹ DEPRA. "Heat Stress in Poultry - Solving the Problem." 22. Noble house, London: Printed in U.K., 2005.

¹⁰⁰ DALY, R. Heat Stress, Fairs and Achievement Days: Animal Considerations. En: Veterinary Science, 2007. p. 1.

vena, para desviar la sangre hacia la periferia del cuerpo, así, aumenta el flujo sanguíneo en las patas y la cresta. Menos conocidos son los efectos sobre el flujo de sangre hacia las alas, siendo común observar aves levantando las alas, cuando presentan estrés calórico.

1.3.3 Perfiles metabólicos. En estudios realizados por Riddell¹⁰¹, se encontró que el volumen de sangre de un pollo adulto es de aproximadamente 6% del peso corporal, obteniéndose el 4% al momento del sacrificio. Las células sanguíneas de un pollo son muy diferentes de un mamífero, y poco se sabe de la función de estas. Las cifras tabuladas a continuación son muy aproximadas y no tienen en cuenta las variaciones que se producen, en relación con el sexo, la edad y la raza.

La química de la sangre, difiere en varios aspectos de la de los mamíferos. Los principales niveles metabólicos en aves están tabulados en la Tabla 4.

Piotrowska, Burlikowska y Szynezko¹⁰², encontraron que la evaluación de la bioquímica de la sangre en las aves, permite la identificación de las alteraciones metabólicas, debido a muchos factores endógenos y exógenos, incluyendo el tipo genético, las condiciones de cría, estación, sexo y edad. Además, la bioquímica de los parámetros sanguíneos, proporciona información valiosa sobre el estado de salud, y con frecuencia, son útiles para revelar trastornos que están en etapa preclínica. Así mismo, “en pollos expuestos a alta TA, se observa efecto en la longitud y el grosor de los glóbulos rojos”¹⁰³.

¹⁰¹ RIDDELL, Craig. A general Overview of Poultry Science. [Online]. 1999. [citado 8 marzo, 2012]. dirección: http://cal.vet.upenn.edu/projects/poultry/syllabus_home.htm

¹⁰² PIOTROWSKA, A.; BURLIKOWSKA, K. y SZYNECZKO, R. Changes in Blood Crenistry in Broiler Chickens during the Fattening Period. En: Folia Biological. vol. 59, p. 183-187.

¹⁰³ NARKKONG, A.; PAMOK, S. y AENGWANICH, W. Dimension of red blood cell in heat stressed broilers. En: Avian Biology Research. 2011. vol. 3, no. 4, p. 99-102.

Tabla 4. Niveles de metabolitos.

Componente	mg/100ml
Ca total	10-30 (de alto nivel en las gallinas ponedoras)
Ultra filtrable	6
Fosfato	4-8 (variable en las gallinas ponedoras)
Mg	3

Fuente: Riddell (1999)

Cuando los pollos son alimentados con dietas estándar, la línea genética y edad de las aves, pueden ser los principales factores que influyen en la intensidad metabólica, generando cambios en los parámetros sanguíneos. El efecto de la edad, durante las primeras 6 semanas, sobre el perfil bioquímico de los pollos de engorde, durante el crecimiento, se examinó en varios estudios, encontrando considerables diferencias individuales en los índices bioquímicos, siendo uno de los principales motivos de la variabilidad fisiológica en el ave. Se examinó 13 parámetros bioquímicos, entre los que se encuentran: las proteínas, los lípidos y el metabolismo mineral en pollos de engorde (Ross 308) de 14 a 42 días. Sólo la concentración de colesterol LDL y de fósforo inorgánico no mostró cambios significativos. Los resultados obtenidos pueden ser útiles en la evaluación de cambios en el perfil metabólico, estado de salud y modelos de producción de crecimiento rápido, durante el periodo de engorde, (Tabla 5).

Tabla 5. Índices bioquímicos en el suero de la sangre de pollos de engorde.

Metabolito	Edad de los pollos			P<
	14d	21d	42d	
Proteína total, g l-1	33.00a ± 3.71	38.80b ± 2.90	47.80c ± 1.99	0.05
Albúmina, g l-1	11.70a ± 2.06	13.10a ± 1.0	17.10b ± 1.97	0.05
Acido úrico, mmol	0.550a ± 0.11	0.371b ± 0.06	0.500a ± 0.11	0.05
Creatinina, mmol l-1	26.52a,b ± 4.17	22.10a ± 4.66	27.40b ± 5.02	0.05
Triglicéridos, mmol l-1	1.34a ± 0.32	0.79b ± 0.16	0.83b ± 0.07	0.05
Colesterol total, mmol l-1	4.13a,b ± 0.61	4.44a ± 0.48	3.71b ± 0.71	0.05
HDL, mmol l-1	1.74a ± 0.23	1.80a ± 0.18	1.40b ± 0.13	0.05
LDL, mmol l-1	1.78 ± 0.52	2.28 ± 0.38	1.93 ± 0.65	NS*
VLDL, mmol l-1	0.61a ± 0.15	0.36b ± 0.07	0.38b ± 0.03	0.05
Calcio, mmol l-1	2.21a ± 0.58	2.73b ± 0.23	3.09b ± 0.17	0.05
Fosforo, mmol l-1	2.63 ± 0.38	2.83 ± 0.21	2.77 ± 0.26	NS*
Magnesio, mmol l-1	1.30a ± 0.14	1.03b ± 0.10	1.05b ± 0.12	0.05
Hierro, mmol l-1	36.98a ± 5.77	19.79b ± 4.40	24.92b ± 3.97	0.05

Fuente: Piotrowska, Burlikowska y Szynezczko (2011). Los valores con letras diferentes difieren significativamente P<0.05. * No existen diferencias significativas. (valor ± SD)

“Las tensiones que se producen en los primeros días de vida, pueden tener un impacto de larga duración, y posiblemente, podrían modificar la expresión de su potencial genético. Cambios en leucocitos, heterófilos y linfocitos a un nivel creciente, pueden ser indicadores de problemas de estrés en las aves”¹⁰⁴.

¹⁰⁴ AZIS, A. Performance and Heterophil to Lymphocyte (H/L) Ratio Profile of Broiler Chickens Subjected to Feeding Time Restriction. En: Journal of Poultry Science. 2012. vol. 11, no. 2, 156.

De igual manera, Blahova *et al.*¹⁰⁵, encontraron que una baja temperatura ambiente influye en otros parámetros bioquímicos, esta, causó un nivel significativamente mayor de proteínas totales ($p < 0,05$), ácido úrico ($p < 0,05$) y fósforo ($p < 0,05$ en hembras y $p < 0,01$ en machos). Además, en los machos, aumentó el nivel de glucosa ($p < 0,05$). Se concluyó que la TA es un factor importante, que puede influir significativamente en los metabolitos sanguíneos, y posteriormente, la producción de pollos de engorde.

Xing, Run y Zhao¹⁰⁶, realizaron un estudio con dos líneas de pollos Broiler, encontrando que el patrón de suero biológico cambió bajo estrés por frío, y la adaptación se vio afectada por la latitud. El análisis de las enzimas séricas y hormonas del folículo, junto con la densidad y diámetro, contribuyen a una mejor comprensión del crecimiento de pollos de engorde, por lo tanto, proporcionan una guía para la cría de nuevas líneas que sean resistentes al frío, con alta calidad de carne y buen rendimiento.

Soleimani y Zulkifli¹⁰⁷, sometieron a diferentes razas de aves (Red Jungle Flow ; Village Flow), y pollo Broiler (línea Coob-500), a 36 ± 1 °C, durante el día 30 de edad, para evaluar la química sanguínea de: colesterol, cretina quinasa, glucosa, proteína total, Sodio, Cloro, Potasio, lactato deshidrogenasa (LDH), heterofilos y linfocitos, concluyendo que los pollos broiler eran más hábiles en soportar el calor, de acuerdo al mejoramiento genético de las últimas décadas, comparado con las otras razas.

¹⁰⁵ BLAHOVA, J.; DOBSIKOVA, R.; STRAHOVA, E. y SUCHY, P. Effect of Low Environmental Temperature on Performance and Blood System in. En: Acta. Vet. 2007. no. 76, p. S19.

¹⁰⁶ XING, Y.; JIANG, S. y GENG ZHAO, Y. Differential effects of two indigenous broilers exposed to cold stress and characters of follicle density and diameter. En: Journal of Animal Science. 2011. vol. 10, no. 8, p. 38.

¹⁰⁷ SOLEIMANI, A. y ZULKIFLI, I. Effects of High Ambient Temperature on Blood Parameters in Red Jungle Fowl, Village Fowl and Broiler Chickens. En: Journal of Animal Veterinary Advances. 2010. vol. 9, no. 8, p. 1201.

Así mismo, en una investigación realizada por Essam *et al.*¹⁰⁸, en la que se evaluó, el desarrollo y la estabilidad de pollos en regiones cálidas, y la variación entre los metabolitos sanguíneos y dos tipos de cruces, se encontró un cambio drástico en la actividad metabólica. En periodos cortos de selección, la presión fue más obvia en los lípidos, especialmente los triglicéridos; la proteína fue alta y no significativa; así también, se encontró una correlación negativa entre el nivel de globulina y el colesterol; y los metabolitos sanguíneos con el peso corporal. Los metabolitos no reflejaban la continuidad metabólica, esto podría ser debido al pequeño tamaño que caracterizan a los pollos locales de las regiones cálidas.

1.3.4 Estrés en aves y cambios hematológicos. La mayoría de los grandes criadores de aves de corral, se encuentran en las zonas templadas (Canadá, Francia, Rumania, los países bajos, el Reino Unido y los EE.UU.). Esto hace que 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.

“La selección para la resistencia al estrés térmico, por sí sola no dará lugar a un ave comercialmente rentable”¹⁰⁹. Faisal *et al.*¹¹⁰, mencionan que la investigación sobre el estrés calórico en aves de corral se inicia hace cuatro décadas y ha

¹⁰⁸ ESSAM, E.; ESTEFTAH, M.; AHMED, A. ABDEL, K.; EL-GAMRY y EL-MALLAH. Developmental Stability in Chickens Local to Warm Climatic Region 2. Variation in Blood metabolites Due to Genetic Selection and Crossing. En: Journal of Poultry Science. 2011. vol. 10, no. 5, p. 359.

¹⁰⁹ GOWE, R. y FAIRFULL, R. Breeding for Resistance to Heat Stress. En: Poultry Production in Hot Climates, CAB International. 2008. p. 15.

¹¹⁰ FAISAL, B.; FALTAH, A.; HOMMOSANY, E, M.; GAWAD, N., y MAIE, F. Immunocompetence, Hepatic Heat Shock Protein 70 and Physiological Responses to Feed Restriction and Heat Stress in Two Body Weight Lines of Japanese Quail . En: Journal of Poultry Science. 2008. vol. 7, no. 2, p. 178.

tenido un alto progreso durante la última década.

De acuerdo con Menteuffel¹¹¹, la teoría de Selye, unificó el fenómeno del estrés, porque propulsó un camino común para todas las variedades de tensores enfrentados. La respuesta general del cuerpo ante el estrés, se establece mediante la entrada en juego del eje hipotalámico-hipofisario-adrenal (HPA) y el sistema simpático, cualquier factor que tienda a variar la homeostasis de los indicadores fisiológicos, se considera un tensor y el impacto que produce en el organismo se conoce como estrés, de manera, que cualquier estímulo de alarma, ya sea físico o neurogénico, produce inmediatamente la activación de las glándulas adrenales por excitación neuroendocrina.

“El estrés por calor, afecta drásticamente la cinética de las enzimas y por consiguiente, la tasa metabólica, y la concentración de productos anabólicos y catabólicos, como el colesterol, la hormona del crecimiento y las hormonas corticoides”¹¹². De esta manera, Sahin *et al.*¹¹³, para mejorar las características de canal de pollos de engorde, expuestos a estrés calórico, la vitamina C ayudó a disminuir el colesterol sérico y a mejorar las características de la canal de aves criadas a una TA de 32 °C .

Lin *et al.*¹¹⁴, realizaron un estudio de aclimatación en pollos de engorde con TA alta, se evaluó los metabolitos sanguíneos en 120 pollos, teniendo en cuenta el

¹¹¹ MENTEUFFEL, G. Central nervous regulation of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and its impact on fertility, immunity, metabolism and animal welfare – a review. En: Research Institute for the Biology of Farm Animals. 2002. vol. 45, p. 585.

¹¹² ZULKIFLI, I.; CHE, M. ; NORMA, T.; ISRAF, A. y OMAR, R. The Effect of Early Age Feed Restriction on Subsequent Response to High Environmental Temperatures in Female Broiler Chickens. En: Poultry Science. 2000. vol. 79, p. 1406.

¹¹³ SAHIN, K.; ONDERCI, M. SAHIN, N. GURSU, M. y KUCUK, O. Dietary Vitamin C and Folic Acid Supplementation Ameliorates the Detrimental Effects of Heat Stress in Japanese Quail. En: American Society for Nutritional Sciences. 2003. p 1882 - 1886.

¹¹⁴ LINK, H. *et al.*, Op. Cit. p. 40.

siguiente protocolo: 35°C durante los primeros dos días, para luego disminuir la temperatura de forma gradual hasta los 30°C en el día 13, esta temperatura se mantuvo hasta el día 38. En el grupo control se disminuyó de forma continua hasta los 22°C en el día 28, para luego dejar el grupo a temperatura ambiente. Se obtuvieron los siguientes resultados: No hubo diferencias significativas en la conversión alimenticia durante todo el período experimental. Las interacciones significativas entre el tratamiento, temperatura y edad se observaron sólo para el consumo de alimento, pero no para la ganancia de peso o eficiencia alimenticia. Las respuestas fisiológicas de glucosa y corticosterona, no fueron influenciadas por el tratamiento con elevada temperatura. Una disminución significativa en ácido úrico y un aumento de la concentración de lactato, por efecto de las elevadas temperaturas, se observó en los días 28 y 35 respectivamente. El pH y PO₂ en sangre venosa, no cambió en absoluto los puntos de medición y el pCO₂ se redujo sólo en el día 38 de edad. Sin embargo, la correlación fue negativa entre el pH y pCO₂, pero se determinó que la exposición al calor no era la razón. La disminución de la pCO₂, especialmente al final del experimento, puede indicar un ligero efecto de jadeo y el comienzo de una alcalosis respiratoria. Expuesto lo anterior, los autores sugieren que el crecimiento y las respuestas fisiológicas de los pollos de engorde, expuestos a altas temperaturas, a edad temprana, cambian con las diferentes etapas de aclimatación. El proceso de aclimatación al calor está relacionado con la forma en que son expuestos y no sólo se refleja en los cambios de las concentraciones absolutas, sino también en las correlaciones entre los índices de sangre.

Huwlidder y Rose¹¹⁵ y De Basilio y Picard¹¹⁶, indicaron que el estrés calórico agudo no está bien descrito, además son climáticamente difíciles de predecir,

¹¹⁵ HUWLIDDER, M. y Rose, S. Temperature and the growth of broilers. En: J. Poultry Sci. 1987. vol. 43, p. 230.

¹¹⁶ DE BASILO y PICARD. Op. Cit. p. 35.

normalmente se ponen de manifiesto, cuando las temperaturas ambientales son elevadas (32 °C) durante largos periodos (> 6 horas) o muy elevadas 36-40 °C por cortos periodos (2 a 3 horas) (. Las altas temperaturas ambientales tienen efectos nocivos sobre el crecimiento y el rendimiento de aves de corral. En pollos de engorde, se ha demostrado que la disminución en la tasa de crecimiento, se produce cuando se eleva la TA.

“Cuando la TA es lo suficientemente alta, para incrementar la TC, esto genera cambios en los leucocitos circulantes del pollo”¹¹⁷. Este tipo de respuestas, provienen de las interacciones generadas por la humedad, el calor radiante y la temperatura y velocidad del aire, donde esta última desempeña un papel importante. Olubunmi y Saidu¹¹⁸, mostraron que la temperatura óptima para el rendimiento es de 18 a 27 °C, en el caso de gallinas ponedoras y de 18 a 22 °C para pollos de engorde. “En los climas tropicales y subtropicales como Brasil, los altos valores de temperatura y humedad relativa, especialmente en condiciones de primavera y verano, generan incomodidad térmica en las aves, inhibiendo su rendimiento”¹¹⁹.

Zuprizal *et al.*¹²⁰, demostraron que en pollos de engorde (machos y hembras), la exposición de las aves a 31°C de TA, produce reducción en la digestibilidad de los

¹¹⁷ ALTAN, O.; ALTAN, A.; CABUK, M. y BAYRAKTAR, H. Effects of Heat Stress on Some Blood Parameters in Broilers. En: J. Vet. Anim. Sci. 2000. vol. 24, p. 147.

¹¹⁸ OLUBUNMI, A. y OBAFEMI, O. Development of Heat Stress Function for two Commercial Poultry Layers (Isa Brown and Bován Nera) in the Humid Tropics. Nigeria, 2007.

¹¹⁹ GOMES, C.; TADAYUKI, J.; DE LIMA, R.; YANAGI, S.; VALCIMAR, F. y DAMASCENO, F. Predição do índice de temperatura do globo negro e umidade e do impacto das variações. En: Ciencia Rural. 2011. vol. 41, no. 9, p. 1645.

¹²⁰ ZUPRIZAL, M.; LARBIER, A. CHAGNEAU, y GERAERT, P. Influence of ambient temperature on true digestibility of protein and amino acids of rapeseed and soybean meals in broilers. En: Poultry Science. 1993. vol. 72, p. 292.

aminoácidos (Treonina, Alanina, Metionina e Isoleucina), cuando se comparan con aves expuestas a una temperatura de 21°C.

Los pollos 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 (glucosa, colesterol, HDL, y triglicéridos), y la reducción de los niveles de presión de oxígeno (pO_2), a mayores niveles de presión parcial de dióxido de carbono (CO_2) y HCO_3 . Igualmente los pesos de los órganos internos se ven afectados (hígado, bazo, riñón y proventrículo)¹²¹.

Resultados del estudio realizado por Rahimi¹²², indican que la aclimatación, es una rápida respuesta de las aves a proporcionar glucosa, a partir de los recursos de glucosa almacenados. En conclusión, la inducción de la aclimatación a temprana edad, a pesar del rendimiento final de las aves, puede ser utilizada como modelo, para entender los fenómenos fisiológicos implicados en los mecanismos de termorregulación.

“El ayuno en pollos de engorde, baja el colesterol sérico y disminuye la proteína muscular en muslo, sin embargo, la aclimatación al calor y el ayuno, aumentan las proporciones de músculo en espalda, en comparación con aves no aclimatadas”¹²³.

¹²¹ ZAKIA, A.; AHMED, y EL.GHAMDI. Multiple Environmental Stresses and Broiler Internal Organs Somatic Indices under Controlled Environment. En: International Journal of Poultry Science. 2008. vol. 7, no. 11. p. 1091.

¹²² RAHIMI, G. Effect of Heat Shock at Early Growth Phase on Glucose and Calcium Regulating Axis in Broiler Chickens. En: Journal of Poultry Science. 2005. vol. 4, no. 10, p. 793.

¹²³ BARBOUR, E.; INSAN, T.; HOUSSAM, S. y IBRAHIM, M. Physiological an carcass traits in heat.stressed broilers differing in heat acclimatization, chemical or feed restriction treatments. En: Agriculture and biology journal of north America. 2010. vol. 1, no. 2, p. 72.

2. METODOLOGÍA PROPUESTA

2.1 LOCALIZACIÓN

El presente trabajo se llevó a cabo en la granja Villa Lucero, ubicada en el municipio de Puerto Asís, departamento del Putumayo, con una altitud de 256 msnm, temperatura promedio de 25,3°C, humedad relativa del 85%, y una precipitación anual de 3520 mm. (IDEAM 1967-1997); corresponde a la zona de vida bosque húmedo tropical (Holdridge 1982).

2.2 INSTALACIONES Y EQUIPOS

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, muros de altura de 1 m, a partir del piso, malla de una pulgada de diámetro, con techo de zinc y alero de 1 m; el galpón cuenta con una altura mínima de 2,40 m y máxima de 4,50 m, con un caballete para asegurar la ventilación.

Se utilizó 18 corrales de 1,5 x 1,5 m, construidos en malla de 2 cm de diámetro, con una estructura en madera de 2 pulgadas. Cada corral se cubrió con viruta seca, obteniendo un espesor de 10 cm, se equipó con un bebedero de depósito y comedero colgante tipo tolva. Para suministrar calor de forma homogénea, se utilizó una criadora a gas, que cubrió todo el corral.

2.3 ANIMALES

Se utilizaron 400 pollos de engorde machos (Línea cobb-500) de 1 día de edad. A su llegada se identificaron individualmente, se pesaron y se ubicaron en los corrales.

2.4 ALIMENTO Y ALIMENTACIÓN

Se suministró un alimento comercial de iniciación de 0 a 19 días de edad, y otro de finalización de los 20 a 41 días, el aporte nutricional se puede observar en las tablas 7 y 8.

Tabla 7. Alimento de inicio.

Nutriente	Porcentaje
Humedad (max.)	13
Proteína (min.)	21
Grasa (min.)	2,0
Fibra (max.)	5
Cenizas (max.)	8

Fuente: Etiqueta. Alimento comercial.

Tabla 8. Alimento de finalización.

Nutriente	Porcentaje
Humedad (max.)	13
Proteína (min.)	19
Grasa (min.)	2,5

Fibra (max.)	5
Cenizas (max.)	8

Fuente: Etiqueta. Alimento comercial.

2.5 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°C y 40°C por un período de 6 horas, desde las 10:00 a.m. hasta las 4:00 p.m.. En el tratamiento dos, la exposición se realizó a los cinco días de edad, con temperaturas comprendidas entre 38°C y 40°C por 24 horas, esta técnica fue propuesta inicialmente por Arjona *et al.*, (1988) y desarrollada por Yahav (2000), quien fue citado por Requena *et al.*, (2004). Para los dos tratamientos, se utilizó tela verde para mantener la temperatura, realizando un monitoreo cada 15 minutos, que permitiera conservar el rango. El tratamiento tres no tuvo aclimatación (testigo).

2.6 TOMA DE MUESTRAS

Este procedimiento se realizó siguiendo normas de bioseguridad para la toma, identificación y envío de muestras serológicas al laboratorio. La muestra de sangre se hizo entre las 06:00 y 9:00 a.m. en el momento del sacrificio, para ello, se realizó punción en la vena del ala, con tubos vacutainer tapa roja a razón de 5 ml.

Se realizaron tres muestras por cada tratamiento, para un total de nueve. Estas fueron identificadas, se centrifugaron a 3500 rpm durante 7 minutos, para luego embalarlas, en los correspondientes tubos EPPENDORF (1,5 c.c), se congelaron y transportaron en nevera portátil con hielo seco, hacia el laboratorio clínico

veterinario de la Universidad de Nariño, donde fueron realizados los respectivos análisis.

2.7 TEMPERATURA AMBIENTAL Y HUMEDAD RELATIVA.

Se utilizó un sensor Marca HOBO[®] data logger temp Ref: U10-001, de temperatura y humedad relativa, 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 sumada a la temperatura real. Para su cálculo se emplea la temperatura real y da como resultado un "índice de calor". De igual manera se utilizaron para cada una de las unidades experimentales, un termómetro marca Jumbo Display Higo[®] – termometer, para el control de la temperatura durante la aclimatación.

2.8 DISEÑO EXPERIMENTAL

2.8.1 Análisis estadístico. Para las variables consumo de alimento, incremento de peso, conversión alimenticia y metabolitos sanguíneos, se utilizó un Diseño Irrestrictamente al Azar (DIA), con tres tratamientos y cuatro réplicas por tratamiento, la diferencia entre medias fue evaluada por la prueba de Tukey (0,05). Mientras que para analizar la mortalidad, se utilizó la prueba de Brandt y Snedecor.

* IC: Combinación de la temperatura del aire y la humedad

El tratamiento uno correspondió a pollos con aclimatación al día 5, 10 y 15; tratamiento dos, pollos con aclimatación al día 5, y el tratamiento tres, pollos sin aclimatación.

El DIA, presentó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + E_{ij} \quad i = 1 \dots t. \quad j = 1 \dots b.$$

Donde:

μ = media general

t_i = efecto del i-ésimo tratamiento

E_{ij} = error experimental en la unidad j del tratamiento i

2.8.2 Formulación de Hipótesis.

Ho: hipótesis nula: no existe diferencias entre tratamientos.

H1: hipótesis alternativa: existe por lo menos un tratamiento que presenta un resultado diferente de las variables a evaluar.

2.9 MANEJO SANITARIO

La finca tiene implementado un sistema de bioseguridad otorgado por el ICA, según la Resolución 1183 de 2010. El galpón, comederos y bebederos fueron lavados y desinfectados con amonio cuaternario al 50 %, a razón de 1 L /2000 L de agua, para finalmente flamear las instalaciones.

2.9.1 Vacunación. Se vacunó contra Newcastle (cepa B1) y bronquitis infecciosa en el día 8, con repetición de Newcastle (cepa la sota) a los 16 días de edad (vía ocular).

2.10 VARIABLES

2.10.1 Consumo de alimento. Se midió diariamente a las 8:00 a.m., mediante la diferencia entre el alimento ofrecido menos el alimento rechazado, durante toda la etapa productiva (38 días).

2.10.2 Ganancia de peso. Para la determinación de la variable, se registraron los pesos semanalmente, con la información se obtuvo la ganancia de peso semanal, teniendo en cuenta el peso inicial y final en cada semana.

2.10.3 Conversión Alimenticia Aparente. Se calculó con como base en los registros semanales de consumo de alimento y ganancia de peso, empleando para ello la siguiente fórmula:

$$CAA = \frac{\text{Alimento consumido / pollo (g)}}{\text{Ganancia de peso corporal / pollo (g)}}$$

2.10.4 Mortalidad. Se determinó la proporción entre el número de aves muertas, con referencia a la cantidad inicial de aves en cada uno de los tratamientos.

2.10.5 Metabolitos sanguíneos. La muestra sanguínea fue tomada al momento del sacrificio, 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. De la muestra sanguínea recolectada, se obtuvo el suero, para ser analizado mediante la técnica de pruebas de química sanguínea,

en el equipo semiautomatizado Stat fax 3300[®], de la Universidad de Nariño, utilizando kits ya estandarizados de la marca Spinreact.

2.10.5.1 Protocolos de los reactivos.

- **Glucosa.** Se determinó antes del sacrificio, mediante punción en la vena del ala, con un glucómetro Fastcheck Laboratorios DAI - FC82974[®], (Samour, 2000).
- **Nitrógeno ureico.** La ureasa cataliza la hidrólisis de la urea, presente en la muestra, en amoníaco (NH₃) y anhídrido carbónico (CO₂) (Kaplan, 1984).
- **Creatinina.** El ensayo de la creatinina está basado en la reacción de la creatinina con el picrato alcalino descrito por Jaffé. La creatinina reacciona con el picrato alcalino formando un complejo rojizo. El intervalo de tiempo escogido para las lecturas permite eliminar gran parte de las interferencias conocidas del método. La intensidad del color formado es proporcional a la concentración de creatinina en la muestra ensayada (Kaplan, 1984.)
- **Colesterol.** El colesterol presente en la muestra origina un compuesto coloreado, la intensidad del color formado es proporcional a la concentración de colesterol presente en la muestra ensayada (Kaplan, 1984.)
- **Triglicéridos.** Los triglicéridos incubados con lipoproteinlipasa (LPL), liberan glicerol y ácidos grasos libres. El glicerol es fosforilado por glicerolfosfato deshidrogenasa (GPO) y ATP en presencia de glicerol quinasa (GK), para producir

glicerol-3-fosfato (G3P) y adenosina-5-difosfato (ADP). El G3P es entonces convertido a dihidroxiacetona fosfato (DAP) y peróxido de hidrogeno (H_2O_2) por GPO. Al final, el peróxido de hidrogeno reacciona con 4-aminofenazona (4-AF) y p-clorofenol, reacción catalizada por la peroxidasa (POD), dando una coloración roja; La intensidad del color formado, es proporcional a la concentración de triglicéridos presentes en la muestra. (Buccolo, 1973).

Magnesio. El magnesio forma un complejo de color púrpura, al reaccionar con la calmagita en medio alcalino. La intensidad del color formado es proporcional a la concentración de magnesio en la muestra. (Farrell, Magnesium y Kaplan 1984)

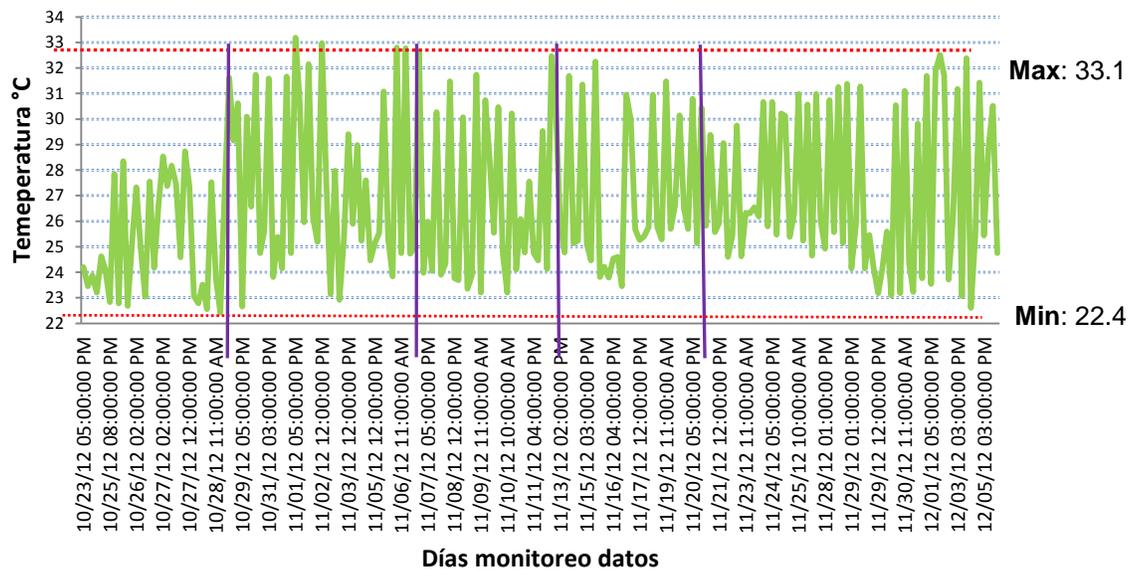
- **Calcio.** La medición del calcio se basa en la formación de un complejo coloreado, entre el calcio de la muestra y la o-cresolftaleína, en medio alcalino. La intensidad del color formado es proporcional a la concentración de calcio, presente en la muestra. (Farrell, Magnesium y Kaplan 1984)

- **Fosforo.** El fósforo inorgánico reacciona en medio ácido con molibdato amónico, formando un complejo fosfomolibdico de color amarillo. La intensidad del color formado, es proporcional a la concentración de fósforo inorgánico presente en la muestra ensayada. (Farrell, Magnesium y Kaplan 1984)

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

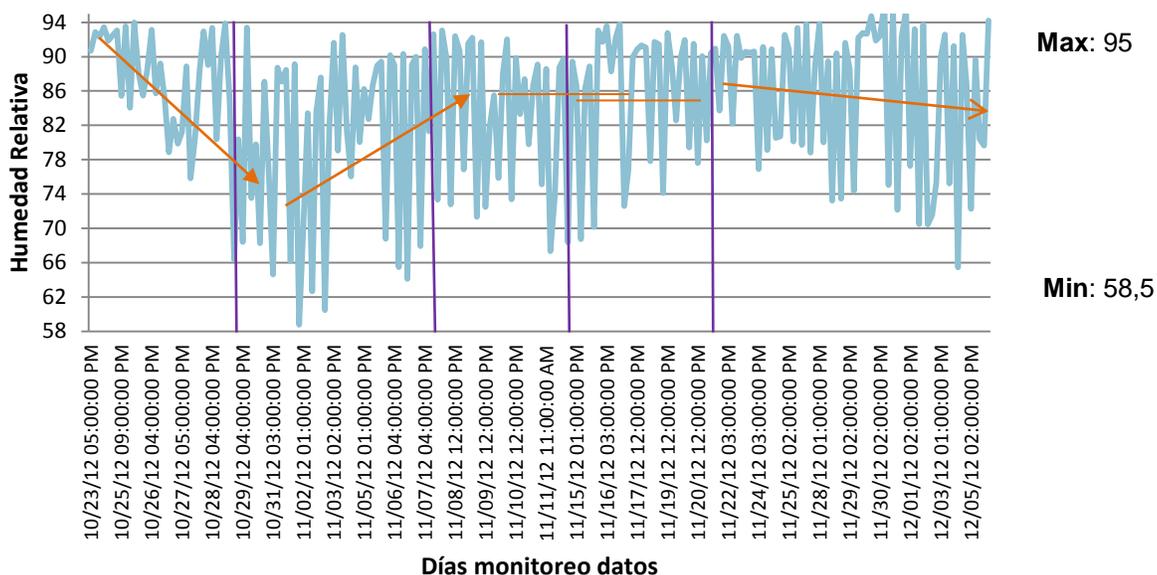
Los indicadores productivos fueron analizados de forma semanal, por un periodo de 35 días, tiempo que duró la fase productiva. Mientras que los indicadores metabólicos se evaluaron en los días 38 y 45. Los parámetros medioambientales (temperatura y humedad) fueron monitoreados durante toda la fase experimental, obteniéndose los resultados mostrados en las figuras 2 y 3. A partir de los datos anteriores, se realizó el cálculo del índice de calor (IC) (figura 4), mediante la aplicación NOAA (University Research Court College Park, 2013).

Figura 2. Temperatura ambiental durante la fase experimental.



La temperatura ambiente (TA) durante la investigación, mostró fluctuaciones entre los 22°C y 33°C (ver figura 2), los cuales se compararon con lo reportado por Nascimento y Abreu, que se observan en la tabla 9. La temperatura ambiente observada por semana, presenta un rango estable. De esta manera, se puede observar como las aves, durante las primeras semanas (1, 2 y 3), fueron

Figura 3. Humedad relativa durante la fase experimental.



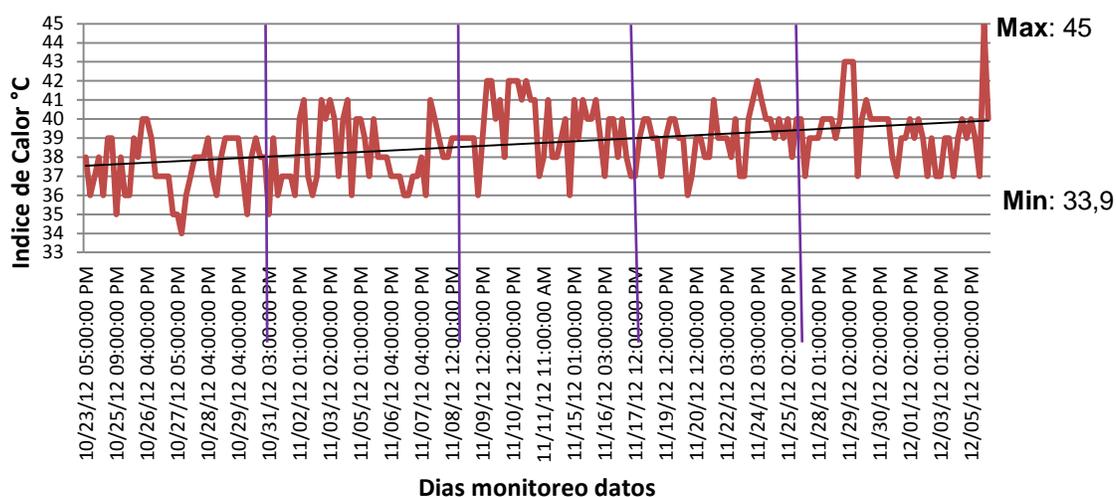
expuestas a cambios fuertes de temperatura ambiente. Sin embargo, durante la cuarta y sexta semana, la TA presentó promedios elevados en determinados periodos (figura 2 y tabla 9). Al respecto Adeleye *et al.*¹²⁴, indicaron que los cambios estacionales o climáticos, podrían positiva o negativamente afectar la producción de pollos de engorde. La humedad relativa reportada en el presente estudio, puede observarse en la figura 3. El rango encontrado fue de 59% a 95%. De acuerdo con Banda¹²⁵, la humedad relativa para pollo de engorde debe oscilar entre el 40% y 70%, siendo inferiores a los reportados en la presente investigación.

Niveles bajos de humedad son frecuentes durante los primeros días de crianza y no son considerados un problema serio, ya que se pueden controlar con relativa

Figura 4. Índice de calor, durante la fase experimental.

¹²⁴ ADELEYE, O; FANIMO, A.; EUYVIBETINE, D. y SOGUNIE. Op. Cit., p. 49.

¹²⁵ BANDA, C. Humedad en las casetas de pollo de engorda. En: Serrano A.R.C. Hernández V.X. (Eda). Sistema de producción animal I. Vol 1. Segunda Edición. Mexico, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 2005.



facilidad. Sin embargo, el incremento de la humedad relativa en el interior, durante las últimas semanas del ciclo, es uno de los factores más difíciles de controlar, debido a las condiciones actuales en las que se realiza la crianza. Gallardo¹²⁶, manifiesta que durante este periodo existen fuentes de humedad extra, que condicionan de manera más drástica la humedad ambiental, entre las que se encuentran: las excretas, fugas en bebederos y la evapotranspiración de las aves.

3.1 INDICE DE CALOR

El índice de calor es la combinación de la temperatura del aire y la humedad que proporciona una descripción de la manera en que se percibe la temperatura. Expresado en grados Celsius ó Fahrenheit, indica el nivel del calor que se siente cuando la humedad relativa se suma a la temperatura real. Para su cálculo emplea la temperatura real obteniendo como resultado una "temperatura aparente".

Tabla 9. Comparación de temperatura encontrada en la fase experimental y la temperatura ideal, para el manejo del pollo de engorde.

¹²⁶ GALLARDO, I. Temperatura ambiental y restricción en parámetros productivos de la canal en pollos de engorda en clima cálido. Tesis profesional. 2010. p. 60.

Edad (Semanas)	Temperatura ambiente (°C)	Resultados encontrados
1	32 - 35	26 – 32
2	29 - 32	22 – 34
3	26 - 29	22 – 33
4	23 - 26	23 - 35
5	20 - 23	25 - 37
6	20	
7	20	

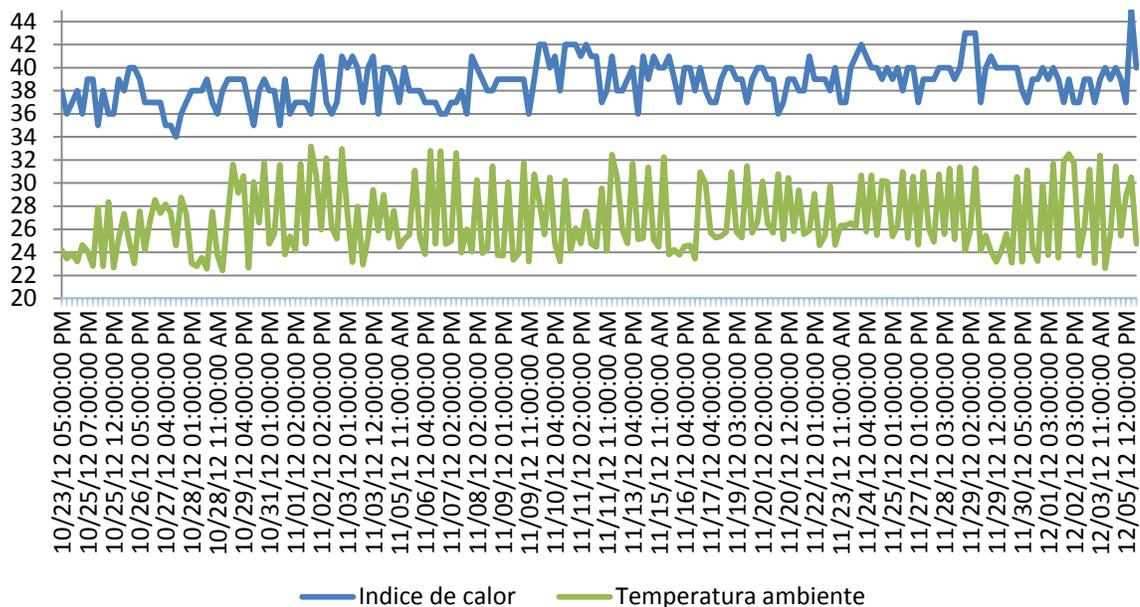
Dado que “el Índice de calor, ofrece un medio para predecir los efectos de la temperatura sobre las aves”¹²⁷, se puede observar en las figuras 4 y 5, como los animales durante todo el periodo de investigación, estuvieron expuestos a elevada temperatura, existiendo una diferencia máxima de 12 °C (min. 33 °C a max. 45 °C), obtenida en la última semana.

Tabla 10. Índice de calor entre los tratamientos.

Ítem	T1	T2	T3
Horas de aclimatación	18	24	0
No Días	3	1	0
Temperatura	39.2	39	29.15
Humedad R.	73.5	81	74.7

Figura 5. Comparación de Temperatura con el índice de calor, durante la fase experimental.

¹²⁷ JOSEPH, *et al.*, Op. Cit., p. 38.



Al observar la figura 5, se puede determinar que las aves, estuvieron expuestas a temperaturas superiores a su zona de confort, siendo expuestas a estrés calórico durante el desarrollo de la investigación. De esta manera, los resultados obtenidos en los indicadores fueron:

3.2 CONSUMO DE ALIMENTO

Los valores promedio al final del periodo, para cada tratamiento fueron: T1: 3203 g, T2: 3394 g, y T3: 3343 g (Ver figura 6). La prueba de Tukey mostró diferencias ($P < 0,05$), entre los tratamientos T2 y T1 (Anexo 1).

En cuanto al consumo semanal, se puede observar que, en las primeras cuatro semanas los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas (tabla 11) ($P > 0,05$), mientras que en la quinta semana se observó diferencias ($P < 0,05$) entre los tratamientos T2 y T1; que corresponden a la aplicación de aclimatación (Anexo 1).

Figura 6. Consumo de alimento periodo.

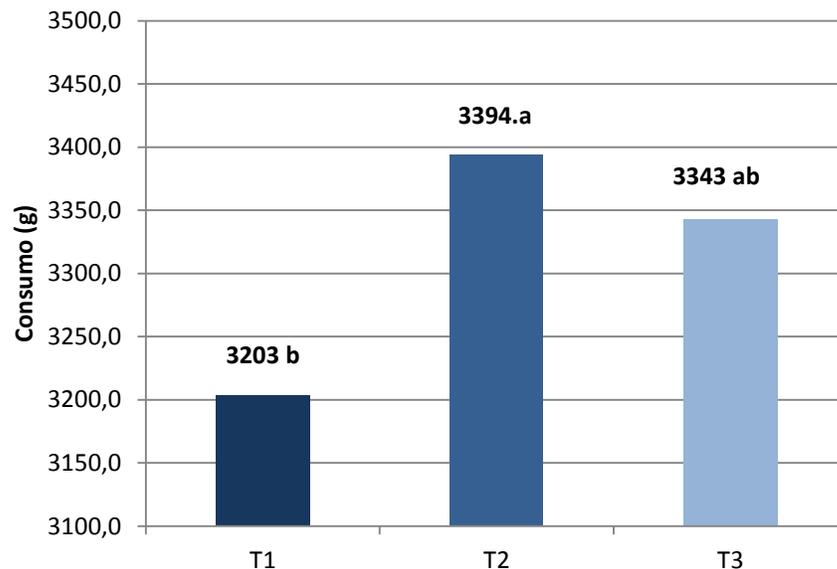


Tabla 11. Consumo determinado por semana y periodo.

	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem5
T1	167,0a	464,3a	612,8a	908,8a	1013,8b
T2	168,3a	459,3a	624,0a	921,0a	1070,3a
T3	173,0a	451,0a	612,0a	904,5a	1047,8ab
Err. Est.	3,94	9,47	5,79	8,33	12,18

Se encontró que el consumo de alimento al final del periodo, en los pollos aclimatados durante un solo día (T2), fue afectado de forma positiva, en relación con los acondicionados térmicamente durante tres días (T1), sin observarse diferencia entre el tratamiento sin aclimatación (T3) y los aclimatados.

Observando el comportamiento del consumo semanal, se evidencia diferencias en los datos de la quinta semana, con un mayor consumo del tratamiento T2, en referencia al T1, sin presentar diferencias con el T3, indicando al parecer, un efecto positivo de la aclimatación, sobre el indicador en el tratamiento T2. Esto es

coherente con lo encontrado por Arjona *et al.*, Yahav, Requena *et al.* y Estrada, *et al.*¹²⁸; quienes reportan que animales más pequeños se adaptan mejor a la aclimatación realizada a los 5 días. En ese sentido, Mujahid y Furuse¹²⁹, manifiestan que los pollitos inician su crecimiento con una temperatura media de $39,741 \pm 0,443^{\circ}\text{C}$ inferior al de las aves adultas.

De igual manera Segura, *et al.*¹³⁰, sugieren que las aves sometidas a fluctuaciones periódicas de temperatura cíclicas, durante 2 semanas, son capaces de aclimatarse, sin impacto negativo sobre los indicadores productivos tales como el consumo de alimento. Sin embargo, de acuerdo con Cobb-Vantress Brasil, Ltda¹³¹, el parámetro, para los tres tratamientos, está por debajo de lo reportado por la línea productiva objeto de estudio, este comportamiento puede atribuirse al índice de calor en que se desarrolló este trabajo. No obstante, los resultados obtenidos son comparables con Lin *et al.*¹³², quienes en un estudio de aclimatación en pollos de engorde con TA alta, obtuvieron interacciones significativas entre los tratamientos, para el consumo de alimento, pero no para ganancia de peso y eficiencia alimenticia.

3.3 GANANCIA DE PESO

¹²⁸ ESTRADA, *et al.*, Op. Cit., p.12.

¹²⁹ MUJAHID y FURUSE. Op. Cit., p. 36.

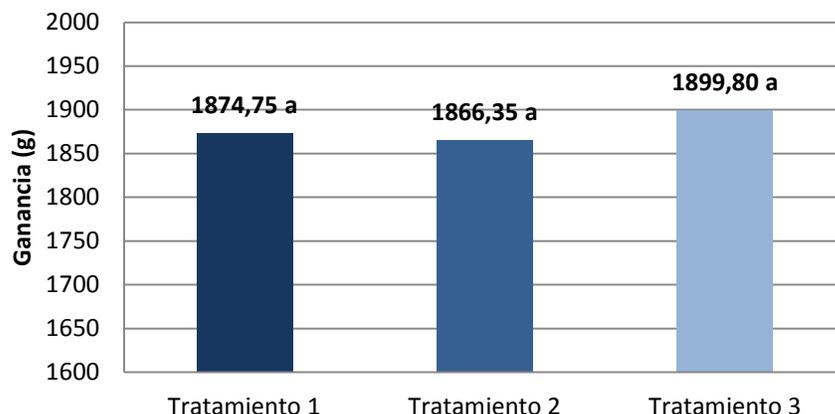
¹³⁰ SEGURA, C. *et al.*, Op. Cit., p. 35.

¹³¹ COBB-VANTRESS BRASIL, Ltda. Complemento de Crecimiento y Nutrición del Pollo. Brasil, 2009.

¹³² LINT, H. *et al.*, Op. Cit. p. 43.

La ganancia de peso total para cada tratamiento fue: T1: 1874,75 g, T2: 1866,35 g, y T3: 1899,80 g (ver figura 7), la prueba de Tukey no mostró diferencias estadísticas ($P > 0,05$), entre los tratamientos (Anexo 2).

Figura 7. Ganancia de peso en el periodo.



La tabla 12 muestra los datos obtenidos de ganancia de peso promedio, discriminados por semana. El análisis estadístico no encontró diferencias ($P > 0,05$) entre tratamientos (Anexo 2).

Tabla 12. Ganancia de peso obtenida por semana.

	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem5
T1	98,40 _a	261,5 _a	394,38 _a	510,9 _a	609,5 _a
T2	97,30 _a	281,8 _a	355,38 _a	548,7 _a	583,1 _a
T3	101,5 _a	281,5 _a	369,80 _a	522,4 _a	624,6 _a
<i>Err. Est</i>	2,51	5,58	11,32	13,45	23,6

Los resultados obtenidos para el tratamiento T3, son similares a los reportados por Yahav y Murtry¹³³, quienes encontraron un incremento significativo de ganancia de

¹³³ YAHAV, S. y MURTRY, J. Op. Cit., p. 1665.

peso, en aves expuestas previamente a temperaturas ambientales elevadas. Es probable que el ambiente térmico presente en el desarrollo del trabajo, afectara la eficiencia de la producción, teniendo en cuenta que el confort térmico y la eficiencia productiva requieren altas tasas de ventilación. Sin embargo, el indicador evaluado no presentó diferencias significativas. El comportamiento de los tratamientos, puede indicar que altas temperaturas, tienen un efecto en aves con menores pesos corporales; donde la tensión térmica, durante las últimas semanas del ciclo, afectó el comportamiento productivo, por disminución de la ganancia de peso. De acuerdo con Oliveros, *et al.*¹³⁴, las funciones biológicas varían considerablemente con las variaciones de la temperatura del cuerpo, a pesar del mecanismo de regulación de la temperatura estrechamente relacionado con el balance térmico. De igual manera, el desempeño orgánico de los animales depende de su relación con el ambiente, y variaciones bruscas provocan falta de confort, que compromete la salud y productividad de los animales, factor que pudo influir en el desarrollo del presente trabajo.

Al comparar los pesos obtenidos por los tratamientos, se encontró resultados diferentes a los hallados por Yahav y Murtry¹³⁵ y De Basilio y Picard¹³⁶, quienes observaron una mayor ganancia de peso en las aves expuestas a 24 horas de acondicionamiento térmico. Estas diferencias pueden ser el resultado de las condiciones ambientales a que fueron sometidas las aves después del acondicionamiento térmico (figura 5). Sin embargo, estos resultados son

¹³⁴ OLIVEROS, Y. *et al.* Aplicación del índice de confort térmico como estimador de periodos críticos en cría de pollos de engorde. En: Zootecnia Tropical. 2008. vol. 4, no. 26, p. 536.

¹³⁵ YAHAV, S. y MURTRY, J. Op. Cit., p. 1665.

¹³⁶ DE BASILIO, V. y PICARD, M. La capacité des poulets á un copu de chaleur est argumentée par une expositioin précoce á une temperatiure élevée. En: Prod. Anim. 2002. p. 246.

coherentes con estudios de Collina, Picard y Yahav¹³⁷, que demuestran un mejor comportamiento de termo tolerancia en aves sometidas a aclimatación, sin efectos en la ganancia de peso; la cual no fue afectada por la tasa de consumo.

Al comparar los resultados de ganancia de peso (GP) obtenidos en este trabajo, con los encontrados por Tzschentke y Halle¹³⁸, estos autores reportan un promedio general de 480 g \pm 34, durante los 28 a 35 días, sin diferencias significativas ($P > 0,05$), siendo similar a lo encontrado en la presente investigación.

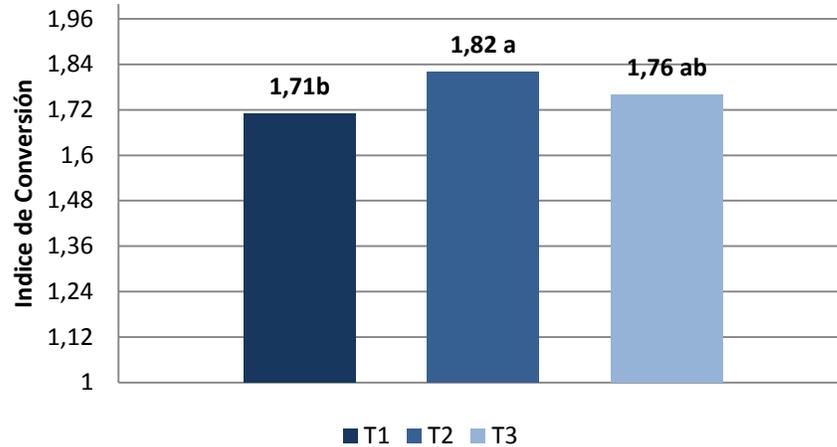
3.4 CONVERSIÓN ALIMENTICIA APARENTE

Los valores promedio para cada tratamiento fueron: T1: 1,71, T2: 1,82 y T3: 1,76 (ver figura 8). La prueba de Tukey empleada para analizar los datos mostró diferencias ($P < 0,05$), entre los tratamientos T1 y T2 (Anexo 3).

¹³⁷ COLLINA, A.; PICARDA, M. YAHAV, S. The effect of duration of thermal manipulation during broiler chick embryogenesis on body weight and body temperature of post-hatched chicks a INRA. En: Anim. Res. 2005. vol. 54, p. 108.

¹³⁸ TZSCHENTKE, B. y HALLE, I. Influence of temperature stimulation during the last 4 days of incubation on secondary sex ratio and later performance in male and female broiler chicks. En: British Poultry Science. 2009. vol. 50, p. 638.

Figura 8. Conversión alimenticia en el periodo.



Para el periodo, los tratamientos T1 y T2 posiblemente se vieron afectados por las condiciones experimentales, de esta manera para T1, la conversión alimenticia se afectó positivamente, siendo inferior a los reportes de Gallardo¹³⁹ con 2,3 y Olanrewaju, *et al.*¹⁴⁰, con 2,5; en aves con condiciones ambientales similares. Esta mejoría puede atribuirse aparentemente a una adecuada termo tolerancia, en condiciones difíciles de temperatura y humedad. Shinder *et al.*¹⁴¹ y Shinder *et al.*¹⁴².

La conversión alimenticia evaluada por semana se puede observar en la tabla 13. Únicamente se encontró diferencias estadísticas ($P < 0,05$), en la segunda

¹³⁹ GALLARDO, I. Op. Cit. p. 65.

¹⁴⁰ OLANREWAJU, H .; WONGPICHET, S.; THAXTON, J.; DOZIER, W. y BRANTON, S. Stress and Acid-Base Balance in Chickens. En: Poultry Science. 2006. p. 1272.

¹⁴¹ SHINDER, D.; RUSAL, M.; GILOH, M. y YAHAV, S. Effect of repetitive acute cold exposures during the last phase of broiler embryogenesis on cold resistance through the life span. En: Poultry Science. 2009. p. 639.

¹⁴² SHINDER, D.; RUZAL, M.; GILOH, M.; DRUYAN, S. PIESTON, Y. y YAHAV, S. Improvement of cold resistance and performance of broilers by acute cold exposure during late embryogenesis. En: Poultry Science. 2011. p. 637.

semana, (Anexo 3). El índice de conversión para el T1, es comparable a lo obtenido en estudios hechos por Saleh, *et al.*¹⁴³, quienes encontraron valores de 1,74 y 1,89. Esta disminución en el índice de conversión, probablemente fue afectado por la disminución del consumo de alimento, al ser sometidas a condiciones de estrés térmico en la semana dos, estos datos coinciden con reportes de De Basilio *et al.*¹⁴⁴, De Basilio y Picard¹⁴⁵, Halevy *et al.*, Moniary *et al.*¹⁴⁶ y Joseph, *et al.*¹⁴⁷, quienes explican una reducción transitoria del consumo en aves aclimatadas. Un aumento de la temperatura corporal por encima de la zona de termo regulación, la exposición a temperaturas promedio por encima de la zona de confort y la producción excesiva de calor metabólico, en los días de aclimatación, pueden dar lugar a una cascada de acontecimientos irreversibles determinados por Yahav, *et al.*¹⁴⁸, entre ellos, la disminución en el consumo, que finalmente pueden afectar la conversión alimenticia.

Tabla 13. Conversión alimenticia por semana.

	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem5
T1	1,70 _a	1,77 _a	1,55 _a	1,64 _a	1,57 _a
T2	1,73 _a	1,63 _{ab}	1,77 _a	1,69 _a	1,83 _a
T3	1,70 _a	1,60 _b	1,65 _a	1,73 _a	1,69 _a
<i>Err. Est</i>	0,06	0,04	0,06	0,08	0,08

¹⁴³ SALEH, E.; WALKINS, S.; WALDROUP, A. y WALDROUP, P. Effects of Early Quantitative Feed Restriction on Live Performance and Carcass Composition of Male Broilers Grown for Further Processing. En: Poultry Science. 2005. p. 91.

¹⁴⁴ DE BASILIO, V. *et al.*, Op. Cit., p. 59.

¹⁴⁵ DE BASILIO, V. y PICARD, M. Op. Cit., p. 244.

¹⁴⁶ MONIARY, M. *et al.* The Effect of Early Age Heat Conditioning and Some Feeding Programs for Heat-Stressed Broiler Chicks On: 1 - Productive Performance. En: Journal of Agricultural Sciences. 2010. Vol. 6, No. 6, p.690.

¹⁴⁷ JOSEPH *et al.*, Op. Cit. p. 10.

¹⁴⁸ YAHAV *et al.*, Op. Cit. p. 1250.

El rango de temperatura establecido para la presente investigación fue de 23°C a 32°C, al respecto Rahman, *et al.*¹⁴⁹, reportan que temperaturas superiores a 25°C disminuyen el consumo de alimento y la ganancia de peso; contrario a lo reportado en este trabajo, lo cual pudo deberse al efecto de la aclimatación. Sin embargo, encontraron menores temperaturas ambientales, registradas en la época fresca, ocasionaron un mayor consumo de alimento y mejor desempeño productivo en comparación con la época calurosa. Del Vesco y Gasparino¹⁵⁰ y Abreu y Nascimento¹⁵¹, indican que la termorregulación es una respuesta fisiológica coordinada por el hipotálamo, la cual es efectiva dentro de ciertos límites, si estos son sobrepasados, el efecto de la aclimatación se hace evidente.

En ese sentido, la conversión encontrada en los tratamientos, está por debajo de los reportes de Moniary *et al.*¹⁵², con 1,91 y Ramirez *et al.*¹⁵³, con 2.0, y López *et al.*¹⁵⁴, reportaron 2,77 y 2,24 con 32°C y 66% de humedad relativa, dado que no se observa efectos negativos en el crecimiento y la conversión alimenticia, y teniendo en cuenta que esta no es la zona de confort adecuada para la producción de pollos de engorde, referente a lo reportado por De Basilio¹⁵⁵. Resultados similares

¹⁴⁹ RAHMAN, A.; AWWAD, I.; FATAFTAH, Z. y DIEYEH, H. Effect of Chronic Heat Stress on Broiler Performance in Jordan. En: Poultry Science. 2007. vol. 6, no. 1, p. 69.

¹⁵⁰ DEL VESCO, A. y GASPARINO, E. Expressão gênica, produção de ros e atividade enzimática em função de suplementação de metionina e estresse térmico em aves. Maringa. Estado de Paraná, 2012.

¹⁵¹ ABREU, P. y NASCIMENTO, V. Op. Cit. p 15.

¹⁵² MONIARY, M. *et al.*, Op. Cit., p. 694.

¹⁵³ RAMIREZ, R. *et al.* Evaluación de algunos parámetros productivos en condiciones ambientales controladas y sistema convencional en una granja comercial de pollos de engorde. En: Revista Científica FCV-LUZ. 2005. vol. XV, no. 1. p. 50.

¹⁵⁴ LÓPEZ, N. *et al.* Condiciones ambientales y respuesta productiva en pollos de engorde en unidad de ambiente semicontrolado. En: Científica FCV-LUZ. 2013. vol. XXIII. no. 2. p. 121.

¹⁵⁵ DE BASILIO, V. Instituto de producción animal. [Online]. 2006 [Citado el 23 de febrero, 2012]. Dirección: www.avpa.ula.ve/docuPDFs/conferencias/stress-calorico.pdf.

se han obtenido en condiciones tropicales reales y simuladas por De Basilio, *et al.*¹⁵⁶ y De Basilio, *et al.*¹⁵⁷.

Adil¹⁵⁸ (2009), obtuvo un rango de conversión alimenticia de 1,66 a 2,15, para pollo de engorde en condiciones controladas, con temperatura de 29°C y 75% de humedad relativa. Igualmente Dieyeh-Abu¹⁵⁹ (2006), encontraron una reducción en el consumo de nutrientes y una reducción metabólica, afectando la homeotermia de las aves. Por otra parte, estudios de Garriga, *et al.*¹⁶⁰, encontraron que los efectos negativos en aves, por exposición a elevadas temperaturas ambientales, pueden ser compensados, a través del manejo ambiental, generando adaptaciones que permitan mejorar su comportamiento en determinadas condiciones: una respuesta de aclimatación al calor, una matriz autónomamente controlada de los mecanismos fisiológicos, que implican una reducción de la tasa metabólica, una temperatura más baja, y un aumento en la capacidad del sistema de enfriamiento por evaporación, estas condiciones probablemente permitieron una conversión alimenticia menor del T1.

“Los pollos de engorde criados en ambientes calurosos pueden mejorar la tolerancia al calor, a través de la aclimatación”¹⁶¹, con exposición a altas temperaturas, (Dieyeh-Abu 2006). Igualmente, Shinder, *et al.*¹⁶², encontraron, que el condicionamiento puede mejorar la termotolerancia o el rendimiento,

¹⁵⁶ DE BASILIO, V.; VILARIÑO, M.; YAHAV, S. y PICARD, M. Early age thermal conditioning and a dual feeding program for male broilers challenged by heat stress. En: Poultry Science. 2001. vol. 8. p. 32.

¹⁵⁷ DE BASILIO, V.; OLIVEROS, I.; VILARIÑO, M.; DIAZ, J.; LEÓN, A. y PICARD, M. Intérêt de la acclimatation précoce dans les conditions de production des poulets de chair a Venezuela. En: Rev. Elev. Med. Vet. 2001b. vol. 54. p. 162.

¹⁵⁸ ADIL, A. Effects of some Climates Parameters of Enviromentally Uncontrolable Broiler Houses on Broiler Performance. En: Journal of Animal and Veterinary Advances. 2009. vol. 8, no. 12, p. 2610.

¹⁵⁹ DIEYEH-ABU, Z. Effect of Chronic Heat Stress and Long-Term Feed Restriction on Broiler Performance. En: Journal of Poultry Science. 2006. Vol. 5, no. 2, p. 188.

¹⁶⁰ Garriga, *et al.* Op. Cit. p. 5.

¹⁶¹ MARANDURE, T. Effect of duration of early - age thermal conditioning of broiles chickens on production and heat tolerance. Zimbabwe: Universidad of Zimbabwe, 2007

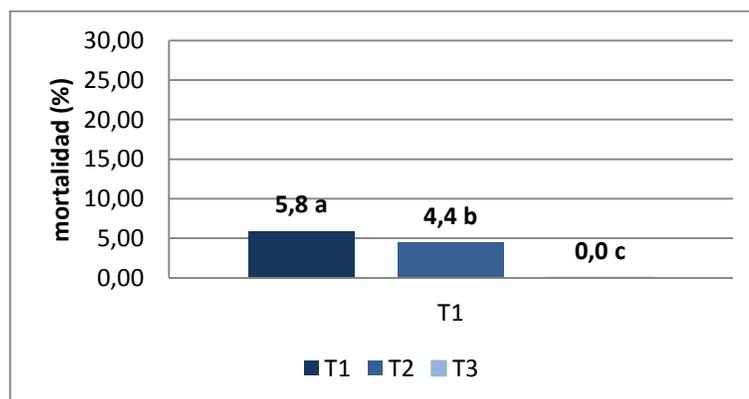
¹⁶² Shinder, *et al.* Op. Cit. p. 253.

dependiendo de las condiciones ambientales, durante el período de crecimiento de los pollos. El tipo de aclimatación probado por Moniary, *et al.*¹⁶³ y utilizado en este trabajo, sugiere que los resultados del T2 son menos eficientes en referencia a T1, a pesar de las fluctuaciones de las diferentes temperaturas del medio ambiente o de calor por aclimatación. Los resultados obtenidos en la presente investigación muestran que se podría mejorar la productividad de pollos de engorde bajo estrés calórico en condiciones por encima de la zona de confort térmico.

3.5 MORTALIDAD

El porcentaje total de aves muertas fue de 5,88%; 4,44% y 0%, para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente (ver figura 9). La prueba de Brandt y Snedecor empleada para analizar los datos mostró diferencias estadísticas ($X^2 > 7,81$ y 2 gl.) entre los tratamientos (Anexo 4). El análisis demostró que todos los tratamientos fueron diferentes.

Figura 9. Mortalidad en el periodo.



¹⁶³ Moniary, *et al.* Op. Cit. p. 696.

La tabla 13 muestra la mortalidad discriminada por semana. La prueba de Brandt y Snedecor mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos con aclimatación (T1 y T2), con referencia al tratamiento sin aclimatación, durante la primera semana. Igualmente, la segunda semana presentó diferencias entre el tratamiento con aclimatación durante varios días (T1) y los otros tratamientos (T2 y T3). Para las semanas 3, 4 y 5, no existieron diferencias entre los tratamientos, (Anexo 4).

Tabla 14. Mortalidad (%) por semanas.

Trat.	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem5
T1	1.47 a	4.41 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
T2	2.94 a	0.00 b	1.47 a	0.00 a	0.00 a
T3	0.00 c				

En la primera semana (tabla 13), se encontró mortalidad en los tratamientos con aclimatación (T1 y T2). Si se tiene en cuenta, que el índice de calor al que estuvieron expuestas las aves durante este periodo (figura 4), mostró un ambiente caluroso, fuera de la temperatura de confort del pollo de engorde, se puede deducir que posiblemente, los efectos de la aclimatación produjeron un nivel más elevado de estrés calórico en estas aves, incrementando la mortalidad durante este periodo. Estos resultados difieren de lo propuesto por Mujahid y Furuse¹⁶⁴, quienes argumentan una mejor tolerancia al calor en pollitos de una semana, cuando se comparan con las aves adultas. Sin embargo, el efecto de este índice de calor al parecer no afectó a las aves sin aclimatación, dado que en este tratamiento (T3), no se presentó mortalidad. Al respecto Lozano, *et al.*¹⁶⁵, encontraron que temperaturas superiores a los 35°C pueden ser la causa de un 10 % de la mortalidad total, en pollos de engorde.

¹⁶⁴ MUJAHID, A. y FURUSE, M. Behavioral responses of neonatal chicks exposed to low environmental temperature. *En*: Poultry Science. 2009. vol. 88, p. 920.

¹⁶⁵ LOZANO, C. *et al.* Op. cit. p. 10.

Durante la segunda semana, la mortalidad se observó en el tratamiento T1, existiendo un incremento de 3 puntos porcentuales por encima de la mortalidad obtenida en la primera semana. La temperatura y humedad relativa tuvieron un máximo de 33,5°C y 92 %, respectivamente. Estos valores pudieron influir en los resultados obtenidos por el tratamiento T1 durante la segunda semana. El índice de calor estuvo entre los 35 y 41°C (ver figura 2 y 3). Al parecer existió una relación entre la aclimatación y el índice de calor durante la investigación, pues se observa que la mortalidad, en esta semana, solo se presentó en el tratamiento que continuó con la aclimatación (T1).

A pesar de presentarse mortalidad en la tercera semana, el estadístico no encontró diferencias entre los tratamientos. Sin embargo, no se observó una causa evidente, que produjera la muerte del ave, ya que los otros tratamientos, no tuvieron dificultad para resolver sus problemas fisiológicos, frente a los factores ambientales a que fueron expuestos.

Las semanas cuatro y quinta, no evidenciaron problemas por efecto de la aclimatación, no presentando mortalidad durante este periodo.

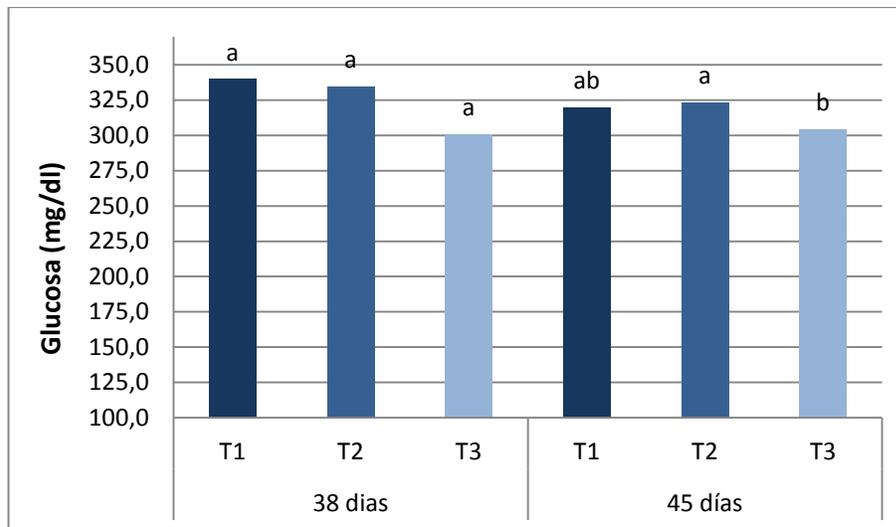
El efecto de la mortalidad en cada semana, contribuye a la mortalidad total (periodo), por esta razón se observa un mayor porcentaje de mortalidad en el tratamiento T1 (5.88%). El tratamiento T2 fue el segundo en presentar mayor mortalidad, con un total de 4.44%, mientras que el tratamiento sin aclimatación no presentó mortalidad. Como se mencionó en párrafos anteriores, la variable evaluada (mortalidad periodo) fue influenciada por la aclimatación y el índice de calor, observándose un efecto más agudo en el tratamiento T1. Al respecto Vale, *et al.*¹⁶⁶, encontraron un efecto benéfico de la aclimatación, disminuyendo la mortalidad en los tratamientos con aclimatación sin tener en cuenta el índice de calor, resultado diferente a lo reportado en la presente investigación.

¹⁶⁶ VALE, M.; MOURA, D.; NÁÁS, I. y PERERIRA, D. Op. Cit. p. 281.

3.5 METABOLITOS

3.5.1 Glucosa. Los valores promedio para los tratamientos al día 38 fueron: T1: 339,7 mg/dl; T2: 334,3 mg/dl, y T3: 301,0 mg/dl (ver figura 10), la prueba de Tukey no mostró diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre los tratamientos (Anexo 5), mientras que para los 45 días se obtuvieron valores promedio de T1: 319,6 mg/dl, T2: 323,3 mg/dl, y T3: 304,0 mg/dl (ver figura 10), se encontró diferencias estadísticas ($P < 0,05$) entre los tratamientos (Anexo 5).

Figura 10. Niveles de glucosa.



“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”¹⁶⁷. “En el estrés, la demanda de energía aumenta varias veces y la fuente preferida

¹⁶⁷ OGNIK, K. y SEMBRATOWICZ, I. Stress as a factor modifying the metabolism in poultry. En: Universitatis Mariae Curie-skłodowska. 2012. vol. 30, no. 2, p. 39.

para producir energía es la glucosa¹⁶⁸. Después de la comida aumenta la "hiperglucemia alimentaria" en animales monogástricos. De acuerdo con lo encontrado en esta investigación, se sugiere que las respuestas fisiológicas de glucosa, tomadas al día 35, no fueron influenciadas por los tratamientos. Sin embargo se encontraron diferencias entre los valores de los tratamientos, para los 45 días, dentro del rango normal para glucosa de 200 a 400 mg/dl, propuestos por Holguín¹⁶⁹ y con 250 a 400 mg/dl, Halliwell¹⁷⁰. La medición de los niveles de estrés es requisito indispensable para evaluar objetivamente los efectos en la productividad de las aves; al obtener una medida de los cambios ocurridos en el animal, ante determinadas situaciones de estrés (combinaciones de temperatura y humedad para el alojamiento de las aves), es posible predecir el manejo de los factores de confort que conduzca a un mínimo estrés. De esta manera, los niveles encontrados en los 45 días para el T2, están dentro de los rangos más altos estadísticamente que los reportados por Lopez *et al.*¹⁷¹ de 218,43 ± 21,10 mg/dl. Aparentemente se dieron durante la reacción de alarma, en las aves, las cuales liberan adrenalina, noradrenalina, corticosterona y un factor de liberación de

¹⁶⁸ ZAPATA, W.; HOLTMAN, B. y FAJARDO, D. manual de química sanguínea, [Online]. 1997. [Citado 15 junio, 2013]. dirección: [http://www.mvzunipaz.edu.co/Manual de quimica sanguínea veterinaria](http://www.mvzunipaz.edu.co/Manual_de_quimica_sanguinea_veterinaria). 1997.

http://www.mvzunipaz.edu.co/documentos/biblioteca/libros/hematologia/manual_de_quimica_sanguinea_veterinaria.pdf

¹⁶⁹ HOLGUÍN V. Estudio Del Estrés Físico Y La Hepatoprotección En Pollos Broilers. disertación Doctoral 32, no. 003 (2011).

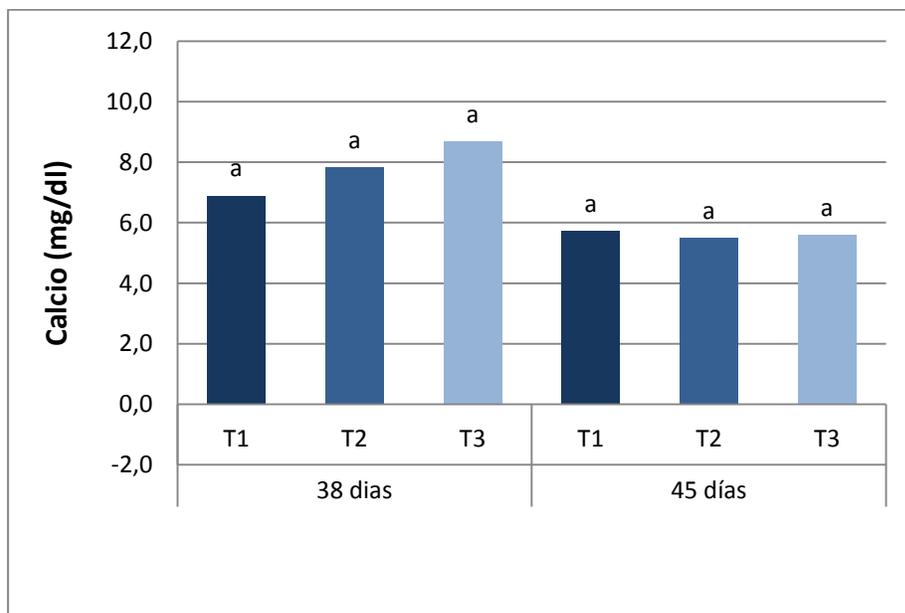
¹⁷⁰ HALLIWELL, W. Westpath Laboratories Inc., Fort Collins, Colorado, USA. [Online]. 2013. [Citada 10 agosto, 2013] dirección: <file:///D:/M.Sc/Trabajo%20investigaci%C3%B3n/Tesis%20agosto-10-2013/Estado%20Arte/Valores%20sericos.htm> (accessed 08 10, 2013).

¹⁷¹ LOPEZ, S.; REYES, H.; MUÑOZ, R.; HIGUERA, A.; ARZALLÚZ, M. y URDANETA, H. Parámetros productivos y química sanguínea en pollos de engorde alimentados con tres niveles diéticos de harina de granos de frijol (*vigna unguiculata* (L.) walp.) durante la fase de crecimiento. En: Revista Científica. 2007. FCV-LUZ 17, no. 2, p. 150 - 160.

ACTH. De igual manera Holguín¹⁷² (2011), 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, encontrada en el T2.

3.5.2 Calcio. Los valores promedio de los tratamientos a los 38 días fueron de T1: 6,9 mg/dl; T2: 7,83 mg/dl y T3: 8,70 mg/dl. Para los 45 días, se obtuvieron los valores promedio de T1: 5,7 mg/dl, T2: 5,5 mg/dl y T3: 5,6 mg/dl (ver figura 11). La prueba de Tukey empleada para analizar los datos, no mostró diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre los tratamientos (Anexo 6).

Figura 11. Niveles de calcio.



“Los niveles de Calcio están relacionados con la demanda orgánica de alimento, influenciado por mecanismos de control hormonal, de acuerdo con las condiciones

¹⁷² Holguín, V. Op. Cit. 180.

de estrés”¹⁷³. Los resultados encontrados para los 38 días, en los tratamientos son altos comparados con los encontrados por Piotrowska, *et al.*¹⁷⁴ y Olanrewaju *et al.*¹⁷⁵, de 6,10 mg/dl y 4,1 mg/dl, respectivamente. Y son bajos para los 45 días comparados con los de Holguín¹⁷⁶, que maneja un rango de 8,0 a 10,0 mg/dl. Sin embargo se encontraron valores un poco más bajos para los tres tratamientos por fuera del rango normal a los 45 días; aparentemente por las condiciones de estrés calórico en que se desarrolló esta investigación.

De igual manera, resultados del estudio realizado por Rahimi¹⁷⁷, indican 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 por que el riñón elimina más bicarbonato para restaurar el pH normal en sangre Mashaly *et al.*¹⁷⁸ y Corona¹⁷⁹. De acuerdo con lo encontrado en el T1 para los 38 días, y T2 a los 45 días, probablemente la inducción de la aclimatación a temprana edad, genero una reducción del parámetro evaluado. En referencia a estudios de Barragán¹⁸⁰, el pH de la sangre sufre una modificación por la elevada pérdida de CO₂, asociada con el aumento de la respiración, que produce alcalosis metabólica, así, el animal intenta compensar con una pérdida de bicarbonato a nivel de los riñones. Esto finalmente causa una reducción del ion calcio en sangre; “este proceso se asocia con una reducción en la disponibilidad

¹⁷³ MESQUITA, F. Níveis e formas de vitamina D em racoes para frangos de corte. Universidad Federal de Lavras, 2012. p. 110.

¹⁷⁴ Piotrowska, *et al.* Op. Cit. p. 18.

¹⁷⁵ Olanrewaju *et al.* Op. Cit. p.153.

¹⁷⁶ Holguín, V. Op. Cit. 182.

¹⁷⁷ RAHIMI, G. Op. Cit. 190.

¹⁷⁸ MASHALY, M.; HENDRICKS, L.; KALAMA, M.; GEHAD, A. y PATTERSON, P. Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. En: Poultry Science. 2004. vol. 83. p. 890.

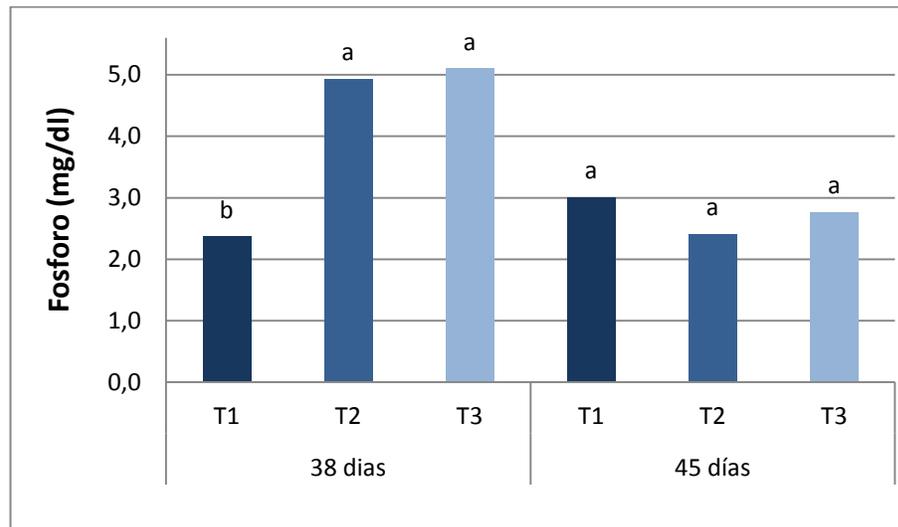
¹⁷⁹ CORONA, J. Efecto del estrés calórico sobre la fisiología y calidad del huevo en gallinas ponedoras. En: Revista Electrónica de Veterinaria. 2013. vol. 14, no. 7. p. 2.

¹⁸⁰ BARRAGÁN, J. Estrés térmico en aves. En: Selecciones Avícolas. Julio 2004 p. 425.

de calcio y fósforo dietéticos, por la reducción del consumo y la pérdida destinada a restablecer el equilibrio ácido-básico de la sangre”¹⁸¹.

3.5.3 Fósforo. Los valores promedio para cada uno de los tratamientos a los 38 días fueron de T1: 2,3 mg/dl, T2: 4,9 mg/dl y T3: 5,1 mg/dl. La prueba de Tukey empleada para analizar los datos, mostró diferencias estadísticas ($P < 0,05$) entre los tratamientos. Para los 45 días se obtuvieron los valores promedio de T1: 3,0 mg/dl, T2: 2,4 mg/dl y T3: 2,7 mg/dl (ver figura 12). La prueba de Tukey empleada para analizar los datos, no mostró diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre los tratamientos (Anexo 7).

Figura 12. Niveles de fósforo.



“El estrés por calor disminuye el consumo de hidratos de carbono y probablemente, el ciclo del metabolismo de Calcio. Se puede afirmar que desde el almacenamiento de glucógeno hepático que es disponible, el metabolismo de P es

¹⁸¹ LIN, H.; JIAO, H.; BUYSE, J. y DECUYPERE, E. Strategies for preventing heat stress in poultry. En: World's Poultry Science Journal. 2006. vol. 62, no. 1, p. 87.

dependiente de Calcio y de las fuentes de energía en la dieta”¹⁸². Estrada *et al.*¹⁸³, manifiestan que de igual manera un periodo largo de hipertermia produce cambios de las actividades enzimáticas, como el aspartato aminotransferasas y la fosfatasa alcalina

Sin embargo, los resultados encontrados a los 38 días en T1 son bajos, en comparación a los reportados por Riddell¹⁸⁴ y Hommosany¹⁸⁵, de 4 a 8 mg/dl y de 6,66 mg/dl, respectivamente. Blahova, *et al.*¹⁸⁶, sugieren que la temperatura ambiental y la aclimatación temprana no influyen estos valores, lo cual es diferente a lo encontrado a los 38 días en el T2 y T3 que están dentro del rango normal de 4 - 6 mg/dl, reportado por Dyer y Boe¹⁸⁷ y Franco *et al.*¹⁸⁸. Para los 45 días, es probable que los niveles bajos encontrados en los tratamientos, hayan tenido una exigencia de este elemento mas alta, a las temperaturas en que se desarrollo la investigación. Algunos autores como García y Ortiz¹⁸⁹, han demostrado una reducción de la retención de fósforo cuando la temperatura es elevada. Al parecer los valores encontrados en el T1 y T2 a los 45 días, no tuvo efecto de la aclimatación, ya que se vieron afectados en una disminución en los niveles; los bajos niveles de fosforo encontrados pueden estar relacionados con

¹⁸² STURKIE, P.; SMITH, S.; WEST, H. y JONES, R. The Cardiovascular System. En: Avian physiology. 1998. New York. G.C.W. p. 179.

¹⁸³ ESTRADA, M. y MARQUEZ, S. Interacción de los factores ambientales con la respuesta del comportamiento productivo en pollos de engorde. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 2005. vol. 18, no. 3. p. 247.

¹⁸⁴ RIDDELL, C. Op. Cit., p. 1.

¹⁸⁵ HOMMOSANY, Y. Op. Cit., p. 42.

¹⁸⁶ BLAHOVA, J. *et al.*, Op. Cit. p. S17.

¹⁸⁷ DYER, M. y BOE, H. The chemistry of the blood af normal chickens. En: Journal of nutrition. 2012. p. 625.

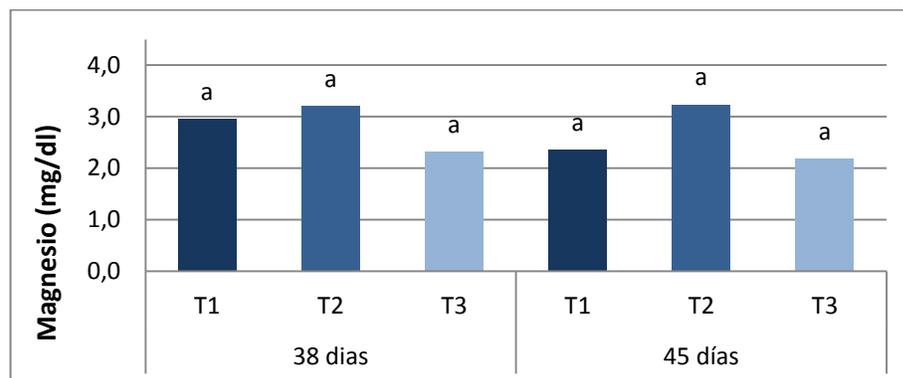
¹⁸⁸ FRANCO G., HOYOS, M.; RAMIREZ, F. y CORREA, A. Hallazgos hematológicos y química sanguínea en amazona amazonica y amazona ochrocephala cautivas de la reserva forestal torre cuatro. En: Boletín científico Centro de museos, museo de historia natural. 2009. vol. 2, no. 13, p. 73.

¹⁸⁹ GARCÍA V. y ORTIZ, A. Sress térmico y alimentación de gallinas ponedoras. Encuentro técnico de avicultura puesta., 2006.

un incremento en la excreción y disminución en la absorción a nivel intestinal y renal. “En cuadros de deshidratación asociados con poliuria y pasaje rápido del alimento bajo estrés calórico crónico, puede ocurrir un incremento en la excreción de algunos compuestos bioquímicos entre ellos el fosforo”¹⁹⁰.

3.5.4 Magnesio. Los valores promedio para los tratamientos a los 38 días fueron de T1: 2,9 mg/dl, T2: 3,2 mg/dl y T3: 2,3 mg/dl. Para los 45 días, se obtuvieron los valores promedio de T1: 2,3 mg/dl, T2: 3,2 mg/dl y T3: 2,1 mg/dl (ver figura 13). La prueba de Tukey empleada para analizar los datos, no mostró diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre los tratamientos (Anexo 8).

Figura 13. Niveles de magnesio.



En esta investigación y para el caso de los tres tratamientos en los días 38 y 45, se encontraron niveles dentro del rango de 1,6 a 3,0 mg/dl descrito por Dyer y Boe¹⁹¹, sin embargo para el T1, a los 45 días, los valores son comparables con los reportados por Diaz¹⁹², para la línea Coob, de $2,15 \pm 1,20$, y por encima de

¹⁹⁰ DÍAZ, E. Efecto del estrés calórico en el piedemonte amazónico colombiano sobre algunos parámetros fisiológicos y zootécnicos en dos estirpes de pollo de engorde. Tesis de Magister en estudios amazónicos. Leticia, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 2012. p. 42.

¹⁹¹ DYER, M. y BOE, H. Op. Cit., p. 625.

¹⁹² DÍAZ, E. Op. Cit. p. 52.

Piotrowska, *et al.*¹⁹³, que están en 1,03 mg/dl a una edad de 45 días. “El magnesio, interviene en la formación de neurotransmisores y neuromoduladores, repolarización de la neuronas, relajación muscular (siendo muy importante su acción en el músculo cardíaco); actúa como energizante y calmante en el organismo; valores por debajo del rango se deben a diversas causas, en especial cuando hay circunstancias de estrés”¹⁹⁴. A mayor estrés, mayor es la pérdida de magnesio en el organismo. Otro factor que se desencadena es el balance de electrolitos en la dieta y respuestas al estrés térmico, como también en el metabolismo de ciertos nutrientes, como aminoácidos, minerales y vitaminas. En ese sentido, 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⁻] (Farfán, *et al.*, 2010¹⁹⁵). Por último, la concentración de magnesio en sangre es tan efectiva como la concentración de calcio en el control de la secreción de hormona paratiroidea, según Piquer e Ibérica¹⁹⁶.

3.5.5 Colesterol. Los valores promedio para los tratamientos a los 38 días fueron: T1: 160,5 mg/dl, T2: 216,3 mg/dl y T3: 249,1 mg/dl. La prueba de Tukey empleada para analizar los datos, mostró diferencias estadísticas (P < 0,05) entre los tratamientos. Para los 45 días se obtuvieron los valores promedio de T1: 176,6 mg/dl, T2: 157,1 mg/dl y T3: 158,1 mg/dl (ver figura 13). La prueba de Tukey

¹⁹³ Piotrowska, *et al.* Op. Cit. p. 22.

¹⁹⁴ *ibid.*, p. 62.

¹⁹⁵ FARFÁN, C.; OLIVEROS, I. y DE BASILIO, V. Efecto de la adición de minerales en agua o en alimento sobre variables productivas y fisiológicas en pollos de engorde bajo estrés calórico. En: *Zootecnia Trop.* 2010. vol. 3, no. 28, p. 369.

¹⁹⁶ PIQUER, J. y Premix Ibérica. Interacción nutrición. reproducción en aves. [Online]. 2010. [Citado 6 junio, 2013]. dirección: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Nutrici%C3%B3n-Reproducci%C3%B3n_en_Aves.pdf.

empleada para analizar los datos, no mostró diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre los tratamientos (Anexo 9).

Los niveles de colesterol encontrados en esta investigación están en el rango de 114 a 244 mg/dl reportado por Dyer y Boe¹⁹⁷, y $148,4 \pm 4,43$ mg/dl reportado por Musa, *et al.*¹⁹⁸, sin embargo, para el 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 Tatli, *et al.*¹⁹⁹, 123,7 mg/dl, por Osorio, *et al.*²⁰⁰ y 123,5 mg/dl a los 42 días por Hosseini *et al.*²⁰¹. La reducción del colesterol, por el ayuno de los pollos

¹⁹⁷ DYER, M. y BOE, H. Op. Cit., p. 626.

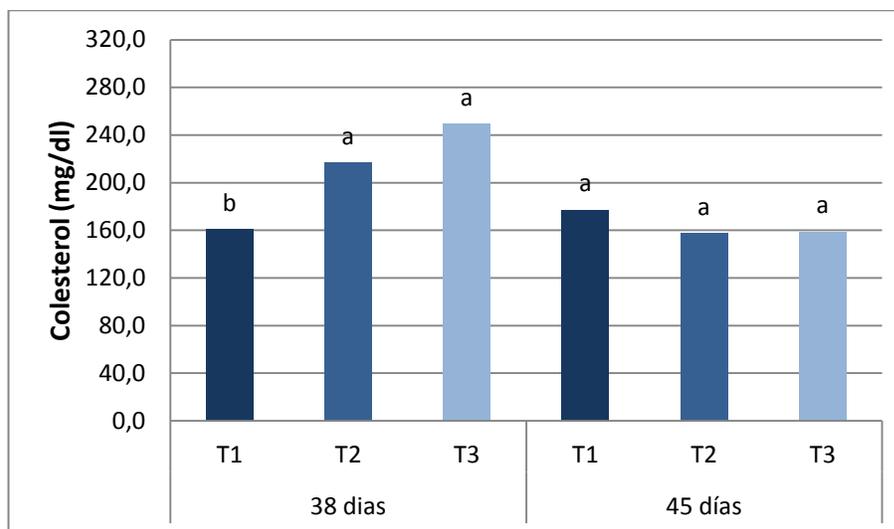
¹⁹⁸ MUSA, H.; GUO, H.; JIN, H. y GALAL, M. Relation between Abdominal Fat and Serum Cholesterol, Triglycerides, and Lipoprotein Concentrations in Chicken Breeds. En: Turk. J. Vet. Anim. Sci. 2007. vol. 31, no. 6, p. 378.

¹⁹⁹ SEVEN T.; SEVAL, Y.; ISMAIL, S.; IBRAHIM H.; CERCI, M.; AZMAN, A. y YILMAR, M. Effects of Propolis on Selected Blood Indicators and Antioxidant Enzyme Activities in Broilers under Heat Stress. En: Acta. Vet. Brno. 2009. vol. 78, p. 83.

²⁰⁰ OSORIO, J.; FLOREZ, J. y ENRIQUE, J. Evaluación de los métodos directo, precipitado y Friedewald para la cuantificación de colesterol LDL y HDL en pollos de engorde. En: Rev. Med. Vet. 2012. no. 24, p. 87.

²⁰¹ HOSSEINI, S.; GOLIAN, A.; YAGHOBFAR, A.; ZARBAN, A. AFZALI, N. y ESMAEILINASAB, P. Antioxidant status, immune system, blood metabolites and carcass characteristic of broiler chickens fed turmeric rhizome powder under heat stress. En: African Journal of Biotechnology. 2012. vol. 11, no. 94, 16120.

Figura 14. Niveles de colesterol.



de engorde que informó Faisal, *et al.*²⁰², se debe principalmente a la mejora de las reacciones catabólicas de lípidos en la sangre y la reducción en síntesis del colesterol; Sahin, *et al.*²⁰³, para el T1 podría ser un resultado de la adaptación a los días de aclimatación, efecto encontrado en los estudios de Barbour, *et al.*²⁰⁴, sin embargo es contrario a lo encontrado en el T3 y T2. Esto últimos son comparables a lo encontrado por Franco G., *et al.*²⁰⁵, porque se reduce la degradación del colesterol, sin disminuir la síntesis, por lo que los niveles en sangre aumentan. En hipotiroidismo, los niveles de colesterol aumentan, porque la carencia de hormonas tiroideas reduce la actividad metabólica de las células hepáticas, así como también de las células de otras partes del organismo. “Los niveles bajos de colesterol pueden indicar debilidad o mala absorción de grasa, pero son de muy rara incidencia”²⁰⁶, lo cual aparentemente ocurrió durante el día 38 en el T1 de la presente investigación.

²⁰² FAISAL, B. *et al.*, Op. Cit. p. 175.

²⁰³ SAHIN. *et al.* Op. Cit. p. 1889.

²⁰⁴ BARBOUR, E. *et al.*, Op. Cit. p. 73.

²⁰⁵ FRANCO, G. *et al.*, Op. Cit. p. 71.

²⁰⁶ ZAPATA, W.; HOLTMAN, B. y FAJARDO, D. . Op. Cit., p. 5.

Según Noworgu, *et al.*²⁰⁷, las hormonas tiroideas juegan un papel crucial en los niveles de termorregulación y el plasma de las aves, esto se correlaciona positivamente con la producción de calor. “Las hormonas tiroideas aceleran la tasa metabólica basal y el metabolismo oxidativo, al causar un aumento en la masa y el contenido de citocromo, al igual que la frecuencia respiratoria”²⁰⁸. De igual manera, estos resultados son bajos comparados con Soleimani y Zulkifli²⁰⁹, quienes reportan un valor de 141,86 mg/dl, Aquil y Zumkifli²¹⁰. Lo que probablemente ocurrió con el T3 y T2, en el día 38.

En contraste, los pollos expuestos a diferentes temperaturas se caracterizan por grandes fluctuaciones en el metabolismo de los lípidos. La temperatura elevada dio como resultado en un aumento de los niveles de lípidos y colesterol total, mientras que una disminución en la temperatura provocó una disminución del nivel de este parámetro y del contenido de ácidos grasos libres. Temperaturas inferiores o superiores a la temperatura óptima disminuyen el nivel de lípidos totales en sangre. “El aumento de los niveles sanguíneos de colesterol total se determinó en un estudio con pollos sometidos a estrés calórico”²¹¹, contrario al resultado observado en esta investigación, al parecer debido a los efectos de la aclimatación para el T1.

3.5.6 Triglicéridos. Los valores promedio para cada uno de los tratamientos a los 38 días fueron de T1: 48,9 mg/dl, T2: 40,2 mg/dl y T3: 49,0 mg/dl. Para los 45 días se obtuvieron los valores promedios de T1: 41,2 mg/dl, T2: 51,7 mg/dl y T3: 38,4

²⁰⁷ NWORGU, F.; OGUNGBENRO, K. y SOLESI, K. Performance and Some Blood Chemistry Indices of Broiler Chicken Served Pumpkin (*Telfaria occidentalis*) Leaves Extract Supplement. En: American - Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 2007. vol. 1, no. 2, p. 93.

²⁰⁸ STURKIE, P.; SMITH, S.; WEST, H. y JONES, R. Op. Cit. p. 180.

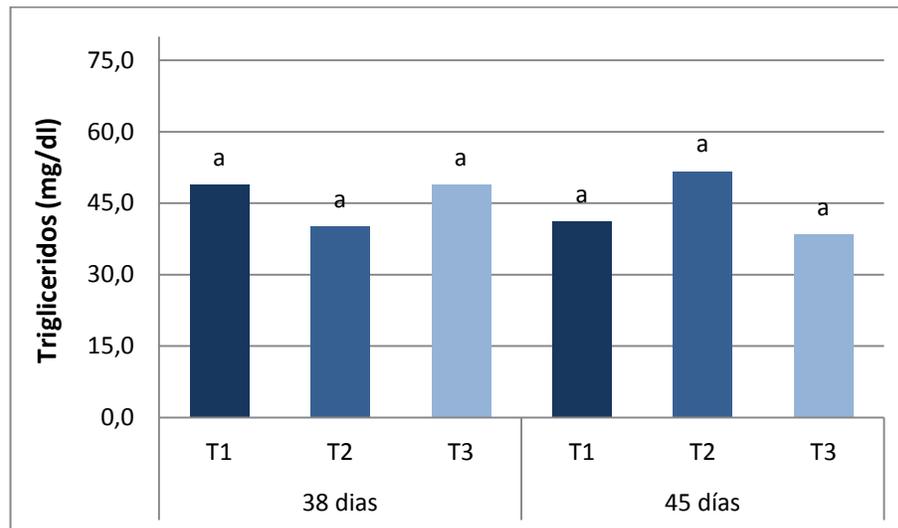
²⁰⁹ SOLEIMANI, A. y ZULKIFLI, I. Op. Cit. p. 302.

²¹⁰ AQUIL, A. y ZUMKIFLI, I. Op. Cit. p. 1360.

²¹¹ OGNIK, K. y SEMBRATOWICZ, I. Op. Cit. p. 41.

mg/dl (ver figura 15). La prueba de Tukey empleada para analizar los datos, no mostró diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre los tratamientos (Anexo 10).

Figura 15. Niveles de triglicéridos.



En esta investigación se encontraron valores de 51,7 mg/dl para el T2 a los 45 días, similar a lo encontrado por Terraes, *et al.*, (2001)²¹², quienes reportaron niveles de triglicéridos de 46,36 mg/dl. Y por debajo que los obtenidos por Piotrowska, Burlikowska y Szynezko²¹³, de 73.4 ± 6.19 a los 42 días. Para el caso de los tres tratamientos a los días 38 y 45; los rangos son un poco más altos que el normal, esto posiblemente se debió a “la elevación de glucagón, que disminuye los triglicéridos disponibles”²¹⁴. De igual manera, cuando la litogénesis hepática no puede eliminar los triglicéridos en forma de lipoproteínas, éstos se acumulan, causando esteatosis o niveles altos. Similares reportes tuvieron Blahova, *et al.*²¹⁵ con valores de 31,81 y 34,5 mg/dl; los valores encontrados en los

²¹² TERRAES, J.; GLADIS, L.; FERNANDEZ, R. y REVIDATTI, F. Use of ring recoveries to predict habitat Use of ring recoveries to predict habitat. *En: Veterinaria Mexico*. 2001. vol. 2, no. 32, p. 198.

²¹³ PIOTROWSKA, BURLIKOWSKA y SZYNECZKO, *Op. Cit.* p. 18.

²¹⁴ ZHAO, A.; Wang, D.; Chen, G. y Lu, Z. Low-level expression of cholesterol 7 α -hydroxylase is associated with the formation of goose fatty liver. *En: Poultry Science*. 2011. vol. 90, p. 1048.

²¹⁵ BLAHOVA, J. *et al.*, *Op. Cit.* p. S 18.

tres tratamientos son bajos comparados con lo encontrado por Piotrowska, *et al.*²¹⁶, de 75,45 mg/dl. De esta manera los niveles de triglicéridos según Olanrewaju, *et al.*²¹⁷, se ven afectados en los pollos que sufren estrés agudo, resultante de la continua infusión de hormona adrenocorticotropica (ACTH), exhibiendo niveles elevados de corticosterona (CS), y un aumento de los niveles sanguíneos de los sustratos metabólicos principales (glucosa, colesterol, HDL, y triglicéridos). Caso contrario a lo encontrado en el presente estudio. “Una elevada TA y HR, genera un aumento de los radicales libres, estos inician el proceso de peroxidación lipídica en las citomembranas y por lo tanto, un aumento en los niveles de triglicéridos”²¹⁸. De igual manera, al comparar la producción de calor y metabolitos de los lípidos plasmáticos entre las diferentes razas, “la producción de calor, es un indicativo en la selección para la resistencia al estrés calórico, de esta forma los niveles altos predispondrán en las aves niveles en sangre altos”²¹⁹.

3.5.7 Creatinina. Los valores promedio para cada uno de los tratamientos a los 38 días fueron de T1: 0,59 mg/dl, T2: 0,34 mg/dl y T3: 0,32 mg/dl. Para los 45 días se obtuvieron los valores promedios de T1: 0,28 mg/dl, T2: 0,34 mg/dl y T3: 0,32 mg/dl (ver figura 16). La prueba de Tukey empleada para analizar los datos, no mostró diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre los tratamientos (Anexo 11).

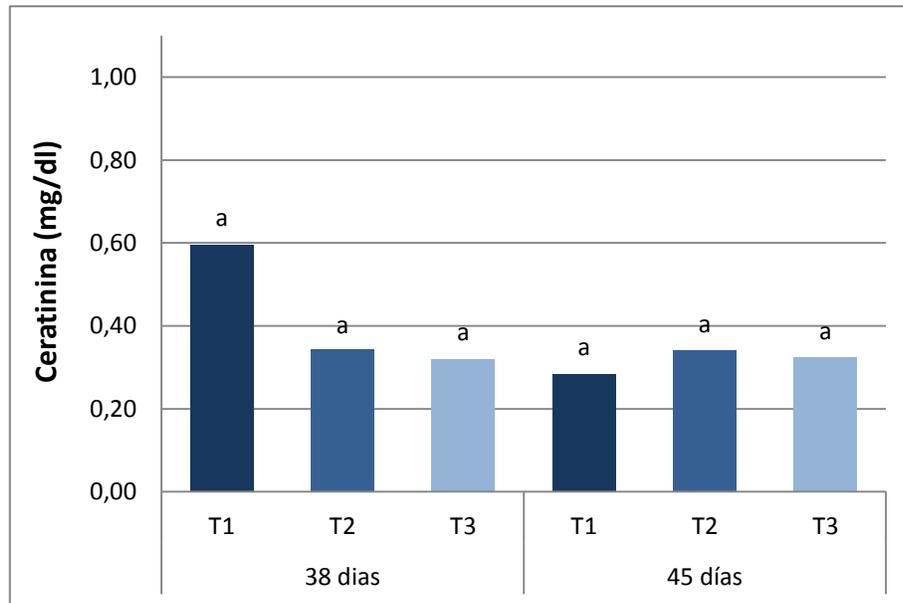
²¹⁶ PIOTROWSKA, A.; BURLIKOWSKA, K. y SZYNECZKO, R. Op. Cit. p. 186.

²¹⁷ OLANREWAJU, H. *et al.*, Op. Cit. p. 1270.

²¹⁸ AJAKAIYE, J.; PÉREZ, B. y MOLLINEDA, A. Effects of high temperature on production in layer. En: Rev. MVZ Córdoba. 2011. vol. 1, no. 16, p. 2290.

²¹⁹ SATO, M.; NODA, K.; KINO, K.; NAKAMURA, A. y FURUSE, M. Comparison of heat production and plasma lipid metabolites between meat- and egg-types of Nagoya breed chicken during embryonic development. En: Animal Science Journal. 2007. vol. 78, p. 615.

Figura 16. Niveles de creatinina.



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. Es un parámetro indicador de la función renal dentro de los límites normales el riñón la elimina por la orina, de lo contrario la vierte en plasma. La creatinina está en el cuerpo principalmente en forma de fosfato de alta energía. En animales jóvenes se encuentra en mayores cantidades debido a su crecimiento.

La creatinina es una sustancia muy difusible y distribuida de manera uniforme en el agua corporal. Se elimina del plasma aproximadamente en la tasa de filtración glomerular. Los resultados encontrados en este estudio son bajos en comparación con los encontrados por Dyer y Boe²²⁰ de 0,8 a 1,5 mg/dl, Piotrowska, *et al.*²²¹ con

²²⁰ DYER, M. y BOE, H. Op. Cit., p. 626.

²²¹ PIOTROWSKA, A.; BURLIKOWSKA, K. y SZYNECZKO, R. Op. Cit. p. 185.

0,31 mg/dl y Malekinejad, *et al.*²²² con 0,49 mg/dl, existiendo una mayor diferencia con los tratamientos del día 45. Holguín²²³, reporta valores similares para el T1 a los 38 días, es probable que sea debido al estrés físico, el cual altera el metabolismo del animal, así, “pollos expuestos a estrés térmico a corto plazo se caracterizan por un aumento significativo en la concentración de creatinina, el aumento del nivel de este parámetro indica mayor catabolismo de las proteínas musculares”²²⁴. Los niveles elevados solamente se presentan cuando se altera la función renal. La medición de los niveles de creatinina en sangre proporciona la misma información para el diagnóstico y pronóstico de la función renal que la obtenida por la medición del nitrógeno ureico. Caso contrario a lo reportado en este estudio, “el aumento de la concentración de la creatinina elevada en aves, se ha asociado con dietas de alto contenido proteico, septicemias, traumas renales y drogas nefrotóxicas”²²⁵.

3.5.8 Nitrógeno Ureico (BUN). Los valores promedio para cada uno de los tratamientos a los 38 días fueron de T1: 9,1 mg/dl, T2: 8,0 mg/dl y T3: 9,1 mg/dl. Para los 45 días se obtuvieron los valores promedios de T1: 9,1 mg/dl, T2: 8,9 mg/dl y T3: 9,5 mg/dl (ver figura 17). La prueba de Tukey empleada para analizar los datos, no mostró diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre los tratamientos (Anexo 12).

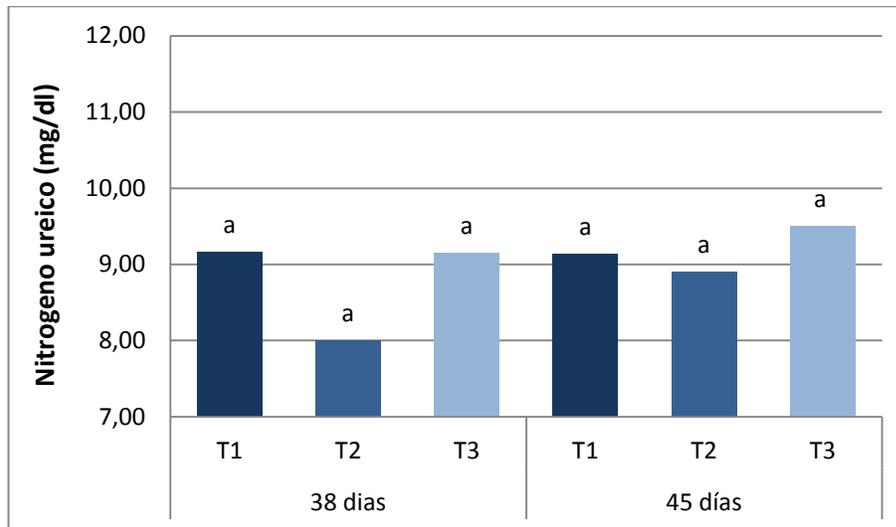
²²² MALEKINEJAD, H.; ALLYMEHR, A. HOBHENAGHI, R. y REZAIE, A. Cyclopiazonic acid augments the hepatic and renal oxidative stress in broiler chicks. En: Human & Experimental Toxicology. 2010. vol. 30, no. 8, p. 915.

²²³ HOLGUÍN V. Op. Cit., p. 25.

²²⁴ OGNIK, K. y SEMBRATOWICZ, I. Op. Cit., p. 41.

²²⁵ FRANCO G., HOYOS, M.; RAMIREZ, F. y CORREA, A. Op. Cit., p. 70.

Figura 17. Niveles de nitrógeno ureico.



De acuerdo con los resultados encontrados, los niveles son altos para todos los tratamientos, de acuerdo con lo reportado por Dyer y Boe²²⁶ con 2,5 a 7,5 mg/dl; bajos comparados con lo reportado por Malekinejad *et al.*²²⁷ con 12,91 mg/dl.

De esta forma, el nitrógeno ureico en sangre en forma de urea es el resultado final del metabolismo de las proteínas, se forma en el hígado a partir de la destrucción de estas. De acuerdo con Franco *et al.*²²⁸, durante la digestión las proteínas son separadas en aminoácidos, estos contiene nitrógeno que se libera como ión amonio, y el resto de la molécula se utiliza para generar energía en las células y tejidos. El amonio se une a pequeñas moléculas para producir urea, la cual aparece en la sangre y es eliminada por la orina. Si el riñón no funciona bien, la urea se acumula en la sangre y se eleva su concentración, un incremento en los niveles de urea puede ocurrir en todas las condiciones que causen bajo flujo de orina, como en deshidrataciones u obstrucción ureteral bilateral. “Así el descenso

²²⁶ DYER, M. y BOE, H. Op. Cit., p. 626.

²²⁷ MALEKINEJAD, H. *et al.*, Op. Cit. p. 917.

²²⁸ FRANCO G., HOYOS, M.; RAMIREZ, F. y CORREA, A. Op. Cit., p. 71.

en los niveles de urea son raros, teóricamente pueden presentarse en asociación con graves enfermedades hepáticas o malnutrición de proteínas²²⁹.

En el mismo sentido Newson *et al.*²³⁰, encontró que el ácido úrico se ha propuesto por capturar los radicales libre en humanos y aves de corral, y se considera como uno de los mecanismos para mejorar la esperanza de vida de las aves. A pesar de que la concentración plasmática de AU (Ácido Úrico) en las aves, es aproximadamente el doble de los humanos, su transformación a ATP en el plasma de pollos de engorde es de alrededor de 50%, sin tener en cuenta el efecto de la temperatura, y es similar a la de los seres humanos (60%). La concentración plasmática de AU no ha cambiado de manera significativa por la exposición aguda al calor. “Esto puede relacionarse con el grado menos grave de estrés”²³¹, lo cual no se encontró en el presente estudio. De igual manera, los glucocorticoides constituyen sustancias que aceleran la degradación proteínica de músculos, tejidos linfoides y conjuntivo, e inhiben la captación de aminoácidos, así como la síntesis de proteínas en tejidos extra hepáticos; de este modo los depósitos de proteína corporales pueden ser seriamente reducidos. Por último Lin *et al.*²³², 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.

²²⁹ ZAPATA, W.; HOLTMAN, B. y FAJARDO, D. . Op. Cit., p. 1.

²³⁰ NEWSON, M.; POPE, G.; ROBERTS, R.; LOLAT, S. y CARROLL, A. Stress-dependent and genderspecific neuroregulatory roles of the apelin receptor in the hypothalamic–pituitary–adrenal axis response to acute stress. En: Journal Endocrinology. 2013. vol. 216, p. 103.

²³¹ LIN, H. *et al.* Las respuestas para la termoregulación de Pollos de Engorde a la humedad en las diferentes temperaturas ambientales, en la primera semana de edad. En: Poultry Science. 2005. vol. 84, p. 1169 .

²³² LIN, H. *et al.*, Op. Cit. p. 41.

4. CONCLUSIONES

Las aves estuvieron sometidas a estrés calórico en el desarrollo de toda la investigación, debido a que la temperatura como índice de calor, tuvo un mínimo de 34°C y un máximo de 43°C, que se encuentra por encima de la zona de confort.

Los tratamientos sometidos a aclimatación precoz no tuvieron ningún efecto, sobre la variable de ganancia de peso, durante el periodo experimental.

Los tratamientos con aclimatación precoz, tuvieron efecto positivo sobre las variables consumo de alimento y conversión alimenticia aparente, durante el periodo experimental.

Durante la investigación, la mortalidad fue influenciada por el índice de calor, en ese sentido, los tratamientos afectados son los de aclimatación.

Los tratamientos con aclimatación precoz, afectaron negativamente el metabolito de fosforo y positivamente los niveles colesterol y glucosa.

Evaluado el suero sanguíneo en los pollos de engorde, se pudo determinar que los niveles de calcio, magnesio, triglicéridos, no se vieron afectados por los tratamientos de aclimatación durante la investigación.

Para el caso de la creatinina y nitrógeno ureico, los resultados encontrados son bajos para los tratamientos con aclimatación y sin aclimatación, por debajo de los rangos normales.

Al comparar los tratamientos de aclimatación, el que ofreció los mejores resultados fue el realizado el día cinco con 24 horas de aclimatación.

5. RECOMENDACIONES

Se sugieren más estudios sobre el periodo de aclimatación a los días 5, 10 y 15 de las aves, sometiendo a un incremento de temperatura constante en el periodo de 32 a 40 días, con la medición de los niveles de glucosa, fosforo y colesterol.

Considerar los rangos de temperatura en cuanto a los índices de calor, el cual es indicador que mide la temperatura real a la cual son sometidos los animales, lo cual está influenciada por la humedad, o en su defecto trabajar en ambientes controlados para estas dos variables.

Realizar una comparación periódica de la temperatura ambiental promedio respecto de la temperatura por aclimatación.

BIBLIOGRAFÍA

ABREU, P. y NASCIMENTO, V. ESTRESSE CALÓRICO – COMO OCORRE E O QUE FAZER?. [Online]. 2013. [Citado 8 octubre de 2013]. dirección: <http://www.cnpsa.embrapa.br/calor/calor.pdf>

ADAMO, S.; ROBERTS, R; EASY, H. y ROSS, W. Competition between immune function and lipid transport for the protein apolipoprotein III leads to stress-induced immunosuppression in crickets. En: The Journal Experimental Biology. 2008. vol. 211,p. 531 - 538.

ADELEYE, O; FANIMO, A.;EUYVIBETINE, D. y SOGUNIE, O. Strain and house-type effects on carcass yield of cockerels reared in early tropical rainy season. En: Journal of Applied Animal Sciences. 2010. Vol. 1, no. 2, p. 48 - 51.

ADEYEMO, A.; AYORINDE, K. y APATA, D. Effect of clipping feathers, dietary ascorbic acid supplementation and season on performance of laying chickens. En: Journal of Livestock Production. 2011. vol. 1, no. 1, p. 7 - 10.

ADIL, A. Effects of some Climates Parameters of Enviromentally Uncontrolable Broiler Houses on Broiler Performance. En: Journal of Animal and Veterinary Advances. 2009. vol. 8, no. 12, p. 2608 - 2612.

AENGWANICH, W. Effects of high environmental temperature on the body temperature of thai indigenous, thai indigenous crossbred and broiler chickens. En: Journal of Poultry Science. 2008. vol. 2, no. 2, p. 48 - 52.

AJAKAIVE, J. Efecto de las vitaminas C y E sobre el comportamiento fisiológico y productivo de gallinas White Leghorn (L33) bajo condiciones de verano en clima tropical húmedo. Tesis doctoral. La Habana, 2010. 215 p.

AJAKAIYE, J.; PÉREZ, B. y MOLLINEDA, A. Effects of high temperature on production in layer. En: Rev. MVZ Córdoba. 2011. vol. 1, no. 16, p. 2283 - 2291.

ALTAN, O.; ALTAN, A.; CABUK, M. y BAYRAKTAR, H. Effects of Heat Stress on Some Blood Parameters in Broilers. En: J. Vet. Anim. Sci. 2000. vol. 24, p. 145 - 148.

AQUIL, A.; ZULKIFLI, A.; SAZILI, A.; OMAR, A. RAJION, M. Effects of the Hot, Humid Tropical Climate And Early Age Restriction on Stress and Fear Responses, and Performance in Broiler Chickens. En: Journal Animal Sciences. 2009. vol. 11, p. 1581-1586.

AQUIL, A. y ZUMKIFLI, I. Changes in heat shock protein 70 expression and blood characteristics in transported broiler chickens as affected by housing and early age feed restriction. En: Poultry Science. 2009. vol. 88, p. 1358–1364.

AWWAD A.; ABDUR, R. y ABU-DIEYEH, Z. Effect of Chronic Heat Stress on Broiler Performance in Jordan. En: Journal of Poultry Science. 2007. vol. 6, no. 1, p. 64 - 70.

AZIS, A. Performance and Heterophil to Lymphocyte (H/L) Ratio Profile of Broiler Chickens Subjected to Feeding Time Restriction. En: Journal of Poultry Science. 2012. vol. 11, no. 2, 153-157.

BANDA, C. Humedad en las casetas de pollo de engorda. En: Serrano A.R.C. Hernández V.X. (Eda). Sistema de producción animal I. Vol 1. Segunda Edición. Mexico, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 2005.

BARBOSA, F.; DELFINO, D.; CORREA, F.; OLIVEIRA, I.; GARCIA, D.; DA SILVA, M. y FERNANDES, B. Transporte de frangos: caracterização do microclima na carga durante o inverno. En: Revista Brasileira de Zootecnia. 2009. Vol. 38, no. 12, p. 2442-2446.

BARBOUR, E.; INSAN, T.; HOUSSAM, S. y IBRAHIM, M. Physiological and carcass traits in heat-stressed broilers differing in heat acclimatization, chemical or feed restriction treatments. En: Agriculture and biology journal of north America. 2010. vol. 1, no. 2, p. 65-74.

BARRAGÁN J. Estrés térmico en aves. En: Selecciones Avícolas. Julio 2004 p. 423 - 426.

BEDANOVA, I., *et al.* Stress in Broilers Resulting from Shackling. En: Poultry Science . 2007. vol. 86, p. 1065 - 1069.

BEIT, Y.; KOHEN, R.; HOROWITZ, M.; TREMBOVLER, V. y SHOHAMI, E. Changes of Biological Reducing Activity in Rat Brain Following Closed Head Injury: A Cyclic Voltammetry Study in Normal and Heat-Acclimated Rats. En: Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism. 1996. Vol. 17, no. 3, p. 273-279.

BEMABUCCI, U.; LACETERA, N.; BAUMGARD, L.; RHOADS, R.; RONCHI, B. y NARDONE, A. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. En: The Animal Consortium. 2010. vol. 4, no. 7, p. 1167 - 1183.

BLAHOVA, J.; DOBSIKOVA, R.; STRAHOVA, E. y SUCHY, P. Effect of Low Environmental Temperature on Performance and Blood System in. En: Acta. Vet. 2007. no. 76, p. S17 - S 23.

BORGES, S.; DA SILVA, F.; ARIKI, J.; HOOGE, D. y IBRAHIM, M. Dietary Electrolyte Balance for Broiler Chickens Exposed to Thermoneutral or Heat-Stress Environments. En: Poultry Science Association. 2003. p. 428-435.

BOYLES, G.; BEN, G. y MC KECHNIE, E. A New Comparative Metric for Estimating Heterothermy in Endotherms. En: Chicago Journals. Physiological and Biochemical Zoology. 2011. vol. 84, no. 1, p. 115 - 123.

BRIGHAM, R.; Mc Kenchnie, A.; DOUCETTE, I. y GEISER, F. Heterothermy in Caprimulgid Birds: A Review of Inter- and Intraspecific Variation in Free-Ranging Populations. University of New England,, 2012: 175 - 187.

BRISCHOUX, F.; BONNET, J. y SHINE, R. Kleptothermy: an additional category of thermoregulation, and a possible example in sea kraits (*Laticauda laticaudata*, Serpentes). En: Biology letters. 2009. vol. 5, p. 729 - 731.

BROSSI, C.; CONTRERAS, C.; ALMEIDA E. y MACHADO, J. Estresse térmico durante o pré-abate em frangos de corte Heat stress during the pre-slaughter on broiler chicken. En: Ciencia Rural Santa Maria. 2009. Vol. 39, p. 1284-1293.

brumicold microclimas. brumicold microclimas. Efecto del estrés térmico en aves de corral. [Online]. 2010. [Citado 12 junio, 2013] dirección: <http://brumicold.com/es/aplicaciones/granjas-de-animales/estres-termico-aves.html>

BUCKLEY, A. y HOFMAN, E. Thermal acclimation changes DNA-binding activity of heat shock factor 1 (HSF1) in the goby *Gillichthys mirabilis*: implications for

plasticity in the heat shock response in natural populations. En: The Journal of Experimental Biology. 2002. vol. 205, p. 3231–3240.

BUCCOLO G *et al.* Quantitative determination of serum triglycerides by use of enzymes. En: Clin. Chem. 1973. vol. 19, no. 5, p.476-482

BURNESS, G.; ARMSTRONG, C.; FEE, T. y SXHINDEL, T. Is there an energetic-based trade-off between thermoregulation and the acute phase Is there an energetic-based trade-off between thermoregulation and the acute phase. En: The Journal of Experimental Biology. 2010. vol 213, p. 1386 - 1394.

CAHANER, A. Breeding Fast-growing, High-yield Broilers for Hot Conditions. En: POULTRY PRODUCTION IN HOT CLIMATES. Faculty of Agriculture, The Hebrew University, Rehovot, Israel, 2008.

CANGAR, O.; AERTS, J.; BUYSE, J. y BERCKAMANS, D. Quantification of the Spatial Distribution of Surface Temperatures of Broilers. En: Poultry Science. 2008. Vol. 87, 2493–2499.

CARRASCAL, L.; PÉREZ, V. y SEOANE, J. Thermal, food and vegetation effects on winter bird species richness of Mediterranean oakwoods. Universidad Autónoma de Madrid, 2010: 1 - 27.

CHACÓN, B.; CONTRERAS, C.; DE ALMEIDA, E. y MENTEN, J. Frecuencia cardíaca como indicador de estrés calórico en pollos de engorde. En: Zootecnia Tropical. 2010. vol. 28, p. 93-100.

CHEREJI, I. The decrease of the negative effects of high temperatures on “roso” laying hybrid production by modifying forage ratio. University of Oradea, 2008: 1 - 4.

CHEUNG, S. Advanced Environmental Exercise Physiology. Human Kinetics Publishers, 2009. 255 p.

COBB-VANTRESS BRASIL, Ltda. Complemento de Crecimiento y Nutricion del Pollo. Brasil, 2009.

COLINA, Y.; DE BASILIO, V.; ROJAS, j. y MARTÍNEZ, G. Variables fisiológicas para predecir el nivel de estrés térmico de pollos de engorde. APPA, ALPA Memorias. Cusco, Perú, 2007. p. 1-4.

COLLINA, A.; PICARDA, M. YAHAV, S. The effect of duration of thermal manipulation during broiler chick embryogenesis on body weight and body temperature of post-hatched chicks a INRA. En: Anim. Res. 2005. vol. 54, p. 105-110.

COLLINA, Y.; DE BASILIO, V.; ROJAS, J. y MARTINEZ, G. Variables fisiológicas para predecir el nivel de estrés térmico de pollos de engorde. En: APPA, ALPA, Cusco, Perú, 2007, 1-4.

COOPER, C. y GELSER, F. The “minimal boundary curve for endothermy” as a predictor of heterothermy in mammals and birds: a review. En: J. Comp Physiol B. Department of Environmental Biology, 2007.

COOPER, E.; KORTNER, G.; BRIGHAM, M. y GEISER, F. Body temperature and activity patterns of free-living laughing kookaburras: the largest kingfisher is heterothermic. En: The Condor. 2008. vol. 110, p. 110 - 115.

COOPER, M. y WASHBUM, K. The Relationships of Body Temperature to Weight Gain, Feed Consumption, and Feed Utilization in Broilers Under Heat Stress. En: Poultry Science. 2001. vol. 80, p. 29-36.

CORONA, J. Efecto del estrés calórico sobre la fisiología y calidad del huevo en gallinas ponedoras. En: Revista Electrónica de Veterinaria. 2013. vol. 14, no. 7. p. 2.

CORREA V.; MÁRCIO, F.; OLIVEIRA, J.; OLIVERA, K. y NAZARENO, A. Thermoregulatory responses of day-old chickens submitted to simulated transport condition: effect of thermal environment and box placement. En: ASABE. memorias. 2012. 5 p.

CRESSWELL, W.; CLARK, J. y MACLEOD, R. How climate change might influence the starvation–predation risk trade-off response. Proceeding of the Royal B Society. En: Biological Sciences. 2009. vol. 276, p. 3553–3560.

CZARICK, M. y FAIRCHILD, B. Poultry Housing for Hot Climates. In POULTRY PRODUCTION IN HOT CLIMATES, The University of Georgia, Athens, Georgia. 2008. 131 p.

DAGHIR, N. Broiler Feedeng and Managament in Hot Climates. En: POULTRY PRODUCTION IN HOT CLIMATES. 2008. Lebanon. 227 – 261 p.

DAGUIR, N.; BEIRUT y LEBANON. Nutritional Strategies to Reduce Heat Stress" En: Lohmann Information. 2009. vol. 44, no. 1, p. 6.

DALY, R. Heat Stress, Fairs and Achievement Days: Animal Considerations. En: Veterinary Science, 2007. p. 1.

DAWSON, R. y WHITTOW, G. Regulation of body Temperature. En: Sturkie's Avian Physiology, 2000. p. 338-435.

DE BASILIO, V. y PICARD, M. La capacité des poulets á un copu de chaleur est argumentée par une expotition précoce á une temperatiure élevée. En: Prod. Anim. 2002. p. 246.

DE BASILIO, V, F REQUENA, A KEÓN, y PICARD, M. "Early Age Thermal Conditioning Immediately Reduces Body Temperature". En: Poultre Science. 2003. vol. 82, p. 1235 - 1241.

DE BASILIO, V.; OLIVEROS, I.;VILARIÑO, M.; DIAZ, J.; LEÓN, A. y PICARD, M. "Intérêt de la acclimatation précoce dans les conditions de production des poulets de chair a Venezuela." En: Rev. Elev. Med. Vet. 2001b, vol. 54, p. 159-167.

DE BASILIO, V.; VILARIÑO, M.; YAHAV, S. y PICARD, M. Early age thermal conditioning and a dual feeding program for male broilers challenged by heat stress. En: Poultry Science. 2001, vol. 80, p. 29-36.

DE BASILIO, V. Instituto de producción animal. [Online]. 2006 [Citado el 23 de febrero, 2012]. Dirección: www.avpa.ula.ve/docuPDFs/conferencias/stress-calorico.pdf.

DE BASILIO, V.; REQUENA, F.; LEÓN, A.; VELAZCO, Z. y PICARD, M. Does early thermal conditioning sometimes fail to improve the resistance of broilers to heat stress?. En: Anim. Res. 2002. vol. 51, p. 407–420.

DE BASILIO, V.; LOVERA, M.; TEPPER, E.; BECERRA, A.; BASTIANELLI,. D. y ROJAS, R. Restricción de alimento diurno reduce muerte por calor en granjas avícolas comerciales. En: Revista Científica Maracaibo. 2010. Vol. 20, no. 1, p. 18-26.

DEL VESCO, A. y GASPARINO, E. Expressão gênica, produção de ros e atividade enzimática em função de suplementação de metionina e estresse térmico em aves. Maringa. Estado de Paraná, 2012.

DEPRA. "Heat Stress in Poultry - Solving the Problem." 22. Noble house, London: Printed in U.K., 2005.

DIAZ, A. Fisiología de la termoregulación. [Online], 2008. [Citado 23 marzo, 2012]. dirección: <http://biblioteca.ihautey.cu/links/veterinaria/ft.pdf>

DÍAZ, E. Efecto del estrés calórico en el piedemonte amazónico colombiano sobre algunos parámetros fisiológicos y zootécnicos en dos estirpes de pollo de engorde. Tesis de Magister en estudios amazónicos. Leticia, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 2012. p. 42.

DIEYEH-ABU, Z. Effect of Chronic Heat Stress and Long-Term Feed Restriction on Broiler Performance. En: Journal of Poultry Science. 2006. Vol. 5, no. 2, p. 185 - 190.

DIONELLO L.; NELSON, J.; MACARI, M.; FERRO, A. RUTZ, F.; TIRABOSCHI, M. y FURLAN, R. Respostas Fisiológicas Associadas à Termotolerância em Pintos de Corte de Duas Linhagens por Exposição a Altas Temperaturas. En: Rev. Bras. Zootec. 2002. vol. 31, no. 1, p. 79-85.

DO, G.; PEREIRA, D.; NÄÄS, I. y RODRIGUES, L. ÍNDICE FUZZY DE CONFORTO TÉRMICO PARA FRANGOS DE CORTE. En: Eng. Agríc. 2011. vol. 31, no. 3, p. 219-229.

DOUCETTE, L.; BRIGHAM, M.; PAVEY, R. y FRITZ, G. Roost type influences torpor use by Australian owl-nightjars. En: Naturwissenschaften. 2011. Vol. 98, p. 845 - 854.

DRAGAN, R.; GORDANA, M.; DUSAN, S. y MIODRAG, I. The influence of long term sound stress on histological structure of immune organs in broilers chickens. En: Proc. Nat. Sci. 2010. no. 118 p. 151 - 159.

DUNAI, V. y TZSCHENTKE, B. Impact of Environmental Thermal Stimulation on Activation of Hypothalamic Neuronal Nitric Oxide Synthase during the Prenatal Ontogenesis in Muscovy Ducks. En: The ScientificWorld Journal. 2012. Vol. 10, p. 7.

DYER, M. y BOE, H. The chemistry of the blood af normal chickens. En: Journal of nutrition. 2012. p. 623 - 626.

EL DAILY, E.; WARDANY, I.; AWAD, A.; HEMID, A. y AZEEN, N. Physiological, Biochemical and Metabolic Responses of Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*) as Affected by Early Heat Stress and Dietary Treatment. En: Iranian Journal of appiled animal Science. 2013. vol. 3, no. 1, p. 207-216.

EL HAFZ, F. Study of some anti-heat stress procedures in broilers. Tesis de maestria. Universidad de Al – Azhar. 2006.

ELKHEIR, M.; MOHAMMED, M. y ABDEL, S. Effect of Feed Restriction and Ascorbic Acid Supplementation on Performance of Broiler Chicks Reared under Heat Stress. En: Journal of Animal and Veterinary Sciences. 2008. vol. 3, p. 1- 8.

ERAUD, C.; CHASTEL, D. y FAIVRE, B. The energetic cost of humoral immunity in the Collared Dove, *Streptopelia decaocto*: is the Magnitude sufficient to force energy - based trade - offs.?. En: Functional Ecology. 2005. vol. 19, p. 110 - 118.

ESSAM, E.; ESTEFTAH, M.; AHMED, A. ABDEL, K.; EL-GAMRY y EL-MALLAH. Developmental Stability in Chickens Local to Warm Climatic Region 2. Variation in Blood metabolites Due to Genetic Selection and Crossing. En: Journal of Poultry Science. 2011. vol. 10, no. 5, p. 358 - 364.

ESSEN, A. y ESTEFAN, M. Develomsdfksdofsodfsan. En: Poultruu. 2011. vol. 10, no. 5, p. 359 - 9595.

ESTRADA, M.; MARQUEZ S. y BETANCUR, L. Efecto de la temperatura y la humedad relativa en los parámetros productivos y la transferencia de calor en pollos de engorde. En: Revista Colombiana De Ciencias pecuarias. 2007. vol. 20, p. 288-303.

ESTRADA, M. y MARQUEZ, S. Interacción de los factores ambientales con la respuesta del comportamiento productivo en pollos de engorde. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 2005. vol. 18, no. 3. p. 247.

ETCHES, R.; JOHN, M. y VERRINDER, G. Behavioural, Physiological, Neuroendocrine and Molecular Responses to Heat Stress. En: POULTRY PRODUCTION IN HOT CLIMATES, Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, Cambridge. 2008 49 – 69 p.

FAISAL, B.; FALTAH, A.; HOMMOSANY, E, M.; GAWAD, N., y MAIE, F. Immunocompetence, Hepatic Heat Shock Protein 70 and Physiological Responses to Feed Restriction and Heat Stress in Two Body Weight Lines of Japanese Quail . En: Journal of Poultry Science. 2008. vol. 7, no. 2, p. 174-183.

FARFÁN, C.; OLIVEROS, I. y DE BASILIO, V. Efecto de la adición de minerales en agua o en alimento sobre variables productivas y fisiológicas en pollos de engorde bajo estrés calórico. En: Zootecnia Trop. 2010. vol. 3, no. 28, p. 363-373.

FARRELL, E. MAGNESIUM, E. y KAPLAN, A. Clin Chem The C.V. Mosby Co. St Louis. Toronto. Princeton 1984; 1065-1069

FERREIRA, L.; YANAGI ,T.; LACERDA, W. y RABELO, G. A fuzzy system for cloacal temperature prediction of broiler chickens. En: Ciencia Rural. 2012. vol. 42, no. 1, p. 166-171.

FRANCO G., HOYOS, M.; RAMIREZ, F. y CORREA, A. Hallazgos hematológicos y química sanguínea en amazona amazonica y amazona ochrocephala cautivas de la reserva forestal torre cuatro. En: Boletín científico Centro de museos, museo de historia natural. 2009. vol. 2, no. 13, p. 63-77.

GALLARDO, I. Temperatura ambiental y restricción en parámetros productivos de la canal en pollos de engorda en clima cálido. Tesis porfesional, 2010: 55 - 69.

GALLUP, C.; MICHAEL, M. y CLARK, B. Yawning and thermoregulation in budgerigars, *Melopsittacus undulatus*. The Association for the Study of Animal Behaviour. Published by Elsevier Ltd. 72 (2009): 109–113.

GARCÍA V. y ORTIZ, A. Sress térmico y alimentacion de gallinas ponedoras. Encuentro tecnico de avicultura puesta., 2006.

GARRIGA, C.;RICHARD, H.; CONCEPCIÓN, A.;PLANAS J.; MITCHELL, A. y MORETO, M. Eat stress increases apical glucose transport in the chicken. En: American Phisiological. 2005. p. 3.

GENC, L. Sensible and Latent Heat Productions from Broilers in atent Heat Productions from Broilers. En: J. Vet. Anim. Sci. 2005. vol. 29, p. 635 - 643.

GENCHEV, A. Potential for use of interrupted heating regimens in potential for use of interrupted heating regimens. En: Trakia Journal of Sciences. 2009. vol. 7, no. 4, p. 38-45.

GOMES, C.; TADAYUKI, J.; DE LIMA, R.; YANAGI, S.; VALCIMAR, F. y DAMASCENO, F. Predição do índice de temperatura do globo negro e umidade e do impacto das variações. En: Ciencia Rural. 2011. vol. 41, no. 9, p. 1645 - 1651.

GOWE, R. y FAIRFULL, R. Breediing for Resistance to Heat Stress. En: Poultry Production in Hot Climates, CAB International. 2008. 13 – 26 p.

GUO, Y.; SONG, Z.; JIAO, H.; SONG, Q. y LIN, H. The effect of group size and stocking density on the welfare and performance of hens housed in furnished cages during summer. En: Animal Welfare, 2012. Vol. 21, p. 41-49.

HABBAK, M.; GHAMRY, A. MALLAH, G. YOUNIS, H. y KAMY, E. Influence of dietary vitamin E and C supplementation on performance and some metabolic reponse of broiler chicks subjeted to heat stress. En: Journal of agricultures sciences. 2011. vol. 3, no. 7, p. 258 - 269.

HADDAD, W. y HOROWITZ, M. Heat acclimation alters nitric oxide response in the splanchnic circulation. En: Journal of Thermal Biology. 1999. vol. 24, p. 403 - 408.

HALLIWELL, W. Westpath Laboratories Inc., Fort Collins, Colorado, USA. [Online]. 2013. [Citada 10 agosto, 2013] dirección:

file:///D:/M.Sc/Trabajo%20investigaci%C3%B3n/Tesis%20agosto-10-2013/Estado%20Arte/Valores%20sericos.htm (accessed 08 10, 2013).

HAWLEY, M.; DURANT, E.; AMANDA, F.; JAMES, S. y HOPKINS, A. Additive metabolic costs of thermoregulation and pathogen infection. En: Functional Ecology. 2012. vol. 10, no. 1111, p. 1365-2435.

HEIDARI, M.; MOEINI, M. y NANEKARANI, S. Effect of Vitamin C, Acetylsalicylic, NaHCO₃ and KCL supplementation on the performance of broiler chickens under heat stress condition. En: Journal of Agricultural Technology. 2013. vol. 9, no. 2, p. 255-263.

HOFMANN, E. and BRADLEY A. Thermal acclimation changes DNA-binding activity of heat shock factor 1 (HSF1) in the goby *Gillichthys mirabilis*: implications for plasticity in the heat shock response in natural populations. En: The Journal of Experimental Biology. 2002. vol. 205, p. 3231–3240.

HOLDRIDGE, L. Life Zone Ecology. Tropical Science Center, 1982.

HOLGUÍN V. Estudio Del Estrés Físico Y La Hepatoprotección En Pollos Broilers. disertación Doctoral 32, no. 003 (2011).

HOROWITZ, M. From molecular and cellular to integrative heat defense during exposure to chronic heat. En: Esevier Science. 2002. p. 475–483.

HOROWITZ, M., BERCHOER, E.; WAPINSKI, E.; FRIEDMAN, N y KODESH, E. Stress-related genomic responses during the course of heat acclimation and its association with ischemic-reperfusion cross-tolerance. En: Journal of Applied Physiology. 2004. vol. 97, p. 1496–1507.

HOSSEINI, S.; GOLIAN, A.; YAGHOBFAR, A.; ZARBAN, A. AFZALI, N. y ESMAEILINASAB, P. Antioxidant status, immune system, blood metabolites and carcass characteristic of broiler chickens fed turmeric rhizome powder under heat stress. En: African Journal of Biotechnology. 2012. vol. 11, no. 94, 16118-16125.

HUWLIDER, M. y Rose, S. Temperature and the growth of broilers. En: J. Poultry Sci. 1987. vol. 43, p. 228-237.

IDEAM. "Datos climatológicos." 1967-1997.

JIMENEZ, F. y BECK, M. Physiological Changes to Transient Exposure to Heat Stress. En: Poultry Science. vol. 86, p. 538 - 544.

JOSEPH, L.; DOZIER, A.; OLANREWaju A.; JEREMIAH, D.;, XIN, H. y GATES, S. Effect of Temperature-Humidity Index on Live Performance in Broiler Chickens Grown From 49 To 63 Days of Age. En: International Livestock Environment Symposium Sponsored by ASABE. Valencia, España. 2012, 7 p.

KAPLAN A. Urea. Kaplan A et al. Clin Chem The C.V. Mosby Co. St Louis. Toronto. Princeton 1984; 1257-1260.

KETTLEWELL, P.; MITCHELL, M. y MEEKS, I. An implantable radio-telemetry system for remote monitoring of heart rate and deep body temperature in poultry. En: Elsevier Science. vol. 17, p.161 - 175 .

KREGEL, C. Invited Review: Heat shock proteins: modifying factors in physiological stress responses and acquired thermotolerance. En: Journal of Applied Physiology. 2002. vol. 92, p. 2177–2186.

LIN, H.; MALHEIROS, D.; MORAES, V.; CAREGHI, B.; DECUYPERA, E. y BUYSE, J. Acclimation of broiler chickens to chronic high environmental temperature. En: Arch. Geflügelk. 2004. Vol. 1, no. 68, p. 39 - 46.

LIN, H. *et al.* Las respuestas para la termoregulación de Pollos de Engorde a la humedad en las diferentes temperaturas ambientales, en la primera semana de edad. En: Poultry Science. 2005. vol. 84, p. 1166-1172 .

LIN, H. *et al.* Thermoregulation Responses of Broiler Chickens to Humidity at Different Ambient Temperatures. II. Four Weeks of Age. En: Poultry Science. 2005. vol. 84, p. 1173–1178.

LIN, H.; JIAO, H.; BUYSE, J. y DECUYPERE, E. Strategies for preventing heat stress in poultry. En: World's Poultry Science Journal. 2006. vol. 62, no. 1, p. 71 86.

LIN, H. y BUYSE, J. Acute heat stress induces oxidative stress in broiler chickens. En: Science Direct. 2006. no. 144, p. 11-17.

LOPEZ, S.; REYES, H.; MUÑOZ, R.; HIGUERA, A.; ARZALLÚZ, M. y URDANETA, H. Parámetros productivos y química sanguínea en pollos de engorde alimentados con tres niveles diéticos de harina de granos de frijol (*vigna unguiculata* (L.) walp.) durante la fase de crecimiento. En: Revista Científica. 2007. FCV-LUZ 17, no. 2, p. 150 - 160.

LÓPEZ, N. *et al.* Condiciones ambientales y respuesta productiva en pollos de engorde en unidad de ambiente semicontrolado. En: Científica FCV-LUZ. 2013. vol. XXIII. no. 2. p. 119-121.

LOZANO, C. *et al.* Is sequential feeding a suitable technique to compensate for the negative effects of tropical climate on finishing broilers?. En: Animal Res. 2006. vol. 55, p. 71-76.

MADER, T.; DAVIS, M. y BRANDL T. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. En: Journal Animal Science. 2006. vol. 84, p. 712 - 719.

MAHMOUD, K. y YASEEN, A. Effect of Feed Withdrawal and Heat Acclimatization on Stress Responses of Male Broiler and Layer-type Chickens (*Gallus gallus domesticus*). En: Jordan University of Science and Technology. 2005. p. 1445 - 1450.

MALEKINEJAD, H.; ALLYMEHR, A. HOBENAGHI, R. y REZAIE, A. Cyclopiazonic acid augments the hepatic and renal oxidative stress in broiler chicks. En: Human & Experimental Toxicology. 2010. vol. 30, no. 8, p. 910-918.

MALOYAN, A.; PALMON, A. y HOROWITZ, M. Heat acclimation increases the basal HSP72 level and alters its production dynamics during heat stress. En: American Journal of Physiology. 1999. vol. 276, p. R1506-R1515.

MARANDURE, T. Effect of duration of early - age thermal conditioning of broiler chickens on production and heat tolerance. Zimbabwe: Universidad of Zimbabwe, 2007.

MARELLI, S.; REAELLI, V. COSTA, N.; COZZI, M. y LUZI, F. Thermography: a non invasive method to investigate thermoregulation as welfare indicator in Naked Neck broiler chickens. University of Milan; Dept. of Animal Science, 2012.

MARTÍNEZ, L.; MILLER, M.; JEFREY, J. y ODOM, T. Echocardiographic Evaluation of Cardiac Structure and Function in Broiler and Leghorn Chickens. En: Poultry Science. 1998. vol. 77, p. 1045–1050.

MASHALY, M.; HENDRICKS, L.; KALAMA, M.; GEHAD, A. y PATTERSON, P. Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. En: Poultry Science. 2004. vol. 83. p. 890-900.

MCKECHNIE, E. y MZILIKAZI, N. Heterothermy in Afrotropical Mammals and Birds: A Review. En: University of Pretori. 2011. vol. 51, no. 3, p. 349 - 163.

MENTEUFFEL, G. Central nervous regulation of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and its impact on fertility, immunity, metabolism and animal welfare – a review. En: Research Institute for the Biology of Farm Animals. 2002. vol. 45, p. 575 - 595.

MESQUITA, F. Niveis e formas de vitamina D en racoes para frangos de corte. Universidad Federal de Lavras, 2012: 1-101.

MALDONADO, B.; ALVAREZ, R.; OLIVEROS, I. y MACHADO W. Efecto de dos tipos de coberturas de galpones sobre el estrés calórico en pollos de engorde durante la época seca. En: Revista científica RCV-LUZ 2. 2002. p. 491-493.

MONIARY, M.; HEMID, A.; WARDANY, I.; GEHAD, A. y GOUDA, A. The Effect of Early Age Heat Conditioning and Some Feeding Programs for Heat-Stressed Broiler Chicks On: 1 - Productive Performance. En: Journal of Agricultural Sciences. 2010. Vol. 6, no. 6, p. 689-695.

MUJAHID, A. y FURUSE, M. Behavioral responses of neonatal chicks exposed to low environmental temperature. En: Poultry Science. 2009. vol. 88, p. 917–922.

MUSA, H.; GUO, H.; JIN, H. y GALAL, M. Relation between Abdominal Fat and Serum Cholesterol, Triglycerides, and Lipoprotein Concentrations in Chicken Breeds. En: Turk. J. Vet. Anim. Sci. 2007. vol. 31, no. 6, p. 375-379.

NÄÄS A.; RORMANINI, E.; PEREIRA, D.; RODRIGUES, G. y VARCELLINO, D. Broiler surface temperature distribution of 42 day old chickens. En: Sci. Agric. 2010. Vol. 65, no. 5, p. 497-502.

NARDONE, R.; LACETERA, M. y BERNABUCCI, U. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. En: Livestock Science. 2010. vol. 130 p. 57 - 69.

NARKKONG, A.; PAMOK, S. y AENGWANICH, W. Dimension of red blood cell in heat stressed broilers. En: Avian Biology Research. 2011. vol. 3, no. 4, p. 99-102.

NEWSON, M.; POPE, G.; ROBERTS, R.; LOLAT, S. y CARROLL, A. Stress-dependent and genderspecific neuroregulatory roles of the apelin receptor in the hypothalamic–pituitary–adrenal axis response to acute stress. En: Journal Endocrinology. 2013. vol. 216, p. 99-109.

NIENABER, A. y HAHN, L. Engineering and Management Practices to Ameliorate Livestock Heat Stress. USDA-ARS U.S. Meat Animal Research Center , 2004. 250 p.

NWORGU, F.; OGUNGBENRO, K. y SOLESI, K. Performaance and Some Blood Chenistry Indices of Broiler Chicken Served Pumpkin (*Telfaria occidentalis*) Leaves Extract Supplement. En: American - Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 2007. vol. 1, no. 2, p.90 - 98.

OBA, A. *et al.* Características productivas e imunológicas de frangos de corte submetidos a dietas suplementadas com cromo, criados sob diferentes condições de ambiente. En: Revista Brasileira de Zootecnia. 2012. vol. 41, no. 5, p. 1806

OGNIK, K. y SEMBRATOWICZ, I. Stress as a factor modifying the metabolism in poultry. En: Universitatis Mariae Curie-skłodowska. 2012. vol. 30, no. 2, p. 34 - 41.

OLANREWAJU H.; PURSWELL J.; COLLIER S. y BRANTON S. Effect of Ambient Temperature and Light Intensity on Growth Performance and Carcass Characteristics of Heavy Broiler Chickens at 56 Days of Age. En: International Journal of Poultry Science. 2010. vol. 8, no. 9, p. 720 - 725.

OLANREWAJU, H .; WONGPICHET, S.; THAXTON, J.; DOZIER, W. y BRANTON, S. Stress and Acid-Base Balance in Chickens. En: Poultry Science Association. 2006. p. 1266.1274.

OLANREWAJU, H.; PURSWELL, J.; COLLIER, S. y BRANTON, S. Effect of Ambient Temperature and Light Intensity on Growth Performance and Carcass Characteristics of Heavy Broiler Chickens at 56 Days of Age. En: Poultry Science. 2010. vol. 9, no. 8, p. 720-725,.

OLIVEROS, Y. *et al.* Aplicación del índice de confort térmico como estimador de periodos críticos en cría de pollos de engorde. En: Zootecnia Tropical. 2008. vol. 4, no. 26, p. 531-537.

OLKOWSKI, A. Pathophysiology of Heart Failure in Broiler Chickens: Structural, Biochemical, and Molecular Characteristics. En: Poultry Science. vol. 86, p. 999–1005.

OLUBUNMI, A. y OBAFEMI, O. Development of Heat Stress Function for two Commercial Poultry Layers (Isa Brown and Bovan Nera) in the Humid Tropics. Nigeria, 2007.

OSORIO, J.; FLOREZ, J. y ENRIQUE, J. Evaluación de los métodos directo, precipitado y Friedewald para la cuantificación de colesterol LDL y HDL en pollos de engorde. En: Rev. Med. Vet. 2012. no. 24, p. 85-90.

PIÑEIRO, S. y BERI, E. Valoraciones clínicas de los problemas renales en aves ornamentales. En: Revista electrónica veterinaria. 2010. vol. 11, p. 4-5.

PIOTROWSKA, A.; BURLIKOWSKA, K. y SZYNECZKO, R. Changes in Blood Crenistry in Broiler Chickens during the Fattening Period. En: Folia Biological. vol. 59, p. 183-187.

PIQUER, J. y Premix Ibérica. Interaccion nutrición. reproducción en aves. [Online]. 2010. [Citado 6 junio, 2013]. dirección: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Nutrici%C3%B3n-Reproducci%C3%B3n_en_Aves.pdf.

PLAVNIK, I. y YAHAV, S. Effect of Environmental Temperature on Broiler Chickens Subjected to Growth Restriction at an Early Age. En: Poultry Science. 1998. vol. 77, p. 870–872.

RAMIREZ, R. *et al.* Evaluación de algunos parámetros productivos en condiciones ambientales controladas y sistema convencional en una granja comercial de pollos de engorde. En: Revista Científica FCV-LUZ. 2005. vol. XV, no. 1. 1-6 p.

RAHIMI, G. Effect of Heat Shock at Early Growth Phase on Glucose and Calcium Regulating Axis in Broiler Chickens. En: Journal of Poultry Science. 2005. vol. 4, no. 10, p. 790-794.

RAHMAN, A.; AWWAD, I.; FATAFTAH, Z. y DIEYEH, H. Effect of Chronic Heat Stress on Broiler Performance in Jordan. En: Poultry Science. 2007. vol. 6, no. 1, p. 64-70.

REICHARD, D.; PRAJAPATI, I.; AUSTAD, N.; CHARLES, K. y KUNS, H. Thermal Windows on Brazilian Free-tailed Bats Facilitate Thermal Windows on Brazilian Free-tailed Bats Facilitate. En: Integrative and Comparative Biology. 2010. vol. 50, no. 3, p. 358–370.

REQUENA, F.; De Basilio, V. León, A. y Picard, M. Revista Digital. [Online]. CENIAP HOY. [citado 15 febrero, 2012]. 2004. Dirección: www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n6/arti/requena_f/arti/requena_f.htm

RIDDELL, Craig. A general Overview of Poultry Science. [Online]. 1999. [citado 8 marzo, 2012]. dirección: http://cal.vet.upenn.edu/projects/poultry/syllabus_home.htm

ROMANOVSKY, A. Thermoregulation:some concepts have changed. Functional architecture of the thermoregulation system. En: American Journal of Physiology. 2007. vol 292, p. R37-46.

SAHIN, K.; ONDERCI, M. SAHIN, N. GURSU, M. y KUCUK, O. Dietary Vitamin C and Folic Acid Supplementation Ameliorates the Detrimental Effects of Heat Stress in Japanese Quail. En: American Society for Nutritional Sciences. 2003. p 1882 - 1886.

SALEH, E.; WALKINS, S.; WALDROUP, A. y WALDROUP, P. Effects of Early Quantitative Feed Restriction on Live Performance and Carcass Composition of Male Broilers Grown for Further Processing. En: Poultry Science. 2005. p. 88-93.

SALVANTE, G. FRNACOIS, K. y WILLIAMS, D. Evidence for within-individual energy reallocation in cold-challenged, egg-producing birds. En: The Journal of Experimental Biology. 2010. p. 1991-2000.

SAMOUR, J. Clinical and diagnostic procedures. 28 - 42. Barcelona, España: Mosby Editorial.

SATO, M.; NODA, K.; KINO, K.; NAKAMURA, A. y FURUSE, M. Comparison of heat production and plasma lipid metabolites between meat- and egg-types of Nagoya breed chicken during embryonic development. En: Animal Science Journal. 2007. vol. 78, p. 613 – 618.

SCHWIMMER, H.; BERCHOER, L. y HOROWITZ, M. Acclimatory-phase specificity of gene expression during the course of heat acclimation and superimposed hypohydration in the rat hypothalamus. En: Journal of Applied Physiology. 2006. vol. 100, p. 1992–2003.

SEGURA, C.; FEDDES, J. y ZUIDHOF, M. Midday and Nighttime Cooling of Broiler Chickens. En: Poultry Science. 2006. Vol. 15, p. 28 - 39.

SENGOR, E.; YARDIMCI, N.; OKUR, y CAN, U. Effect of short-term pre-hatch heat shock of incubating eggs on subsequent broiler performance. En: Journal of Animal Science. 2008. vol. 1, p. 38.

SEVEN T.; SEVAL, Y.; ISMAIL, S.; IBRAHIM H.; CERCI, M.; AZMAN, A. y YILMAR, M. Effects of Propolis on Selected Blood Indicators and Antioxidant

Enzyme Activities in Broilers under Heat Stress. En: Acta. Vet. Brno. 2009. vol. 78, p. 75–83.

SHINDER, D.; RUSAL, M.; GILOH, M. y YAHAV, S. Effect of repetitive acute cold exposures during the last phase of broiler embryogenesis on cold resistance through the life span. En. Poultry Science. 2009. p. 636–646.

SHINDER, D.; RUSAL, M.; TANNY, J.; DRUYAN, S. y YAHAV, S. Thermoregulatory Responses of Chicks (*Gallus domesticus*) to Low Ambient Temperatures at an Early Age. En: Poultry Science. 2007. vol. 86, p. 2200–2209.

SHINDER, D.; RUSAL, M.; GILOH, M.; DRUYAN, S. PIESTON, Y. y YAHAV, S. Improvement of cold resistance and performance of broilers by acute cold exposure during late embryogenesis. En: Poultry Science. 2011. p. 633–641.

SHINDER, D.; LUGER, D.; RUSAL, M.; RZEPAKPVSKY, V.; BRESLER, V. y YAHAV, S. Early age cold conditioning in broiler chickens. En: Journal of Thermal Biology. 2002. Vol. 27, p. 517 - 523.

SHIYENG, W. y EDENS, F. Heat Conditioning Induces Heat Shock Proteins in Broiler Chickens and Turkey Poults. En: Poultry Science, 1998.

SMIT, B. Patterns of thermoregulation and seasonal metabolic adjustments in small owls in an arid environment. Tesis de maestría. Johannesburg: The University of the Witwatersrand, 2008, , 160 p.

SOLEIMANI, A. y ZULKIFLI, I. Effects of High Ambient Temperature on Blood Parameters in Red Jungle Fowl, Village Fowl and Broiler Chickens. En: Journal of Animal Veterinary Advances. 2010. vol. 9, no. 8, p. 1201 - 1210.

STRASCHNOW, A.; PLAVNIK, I.; YAHAV, S. y HURWITZ, S. Blood System Response of Chickens to Changes in Environmental Temperature. En: Institute of Animal Science. 1997. vol. 76, p. 627 - 633.

STURKIE, P.; SMITH, S.; WEST, H. y JONES, R. The Cardiovascular System. En: Avian physiology. 1998. New York. G.C.W. 176-180 p.

SWANSON, D. Seasonal Metabolic Variation in Birds: Functional and Mechanistic Correlates. 75 - 119. University of South Dakota,, 2010.

TEETER, R. GARCÍA, R. Optimización de la producción durante el stress por calor. Universidad Autonoma de Barcelona, 1993: 230 - 249.

TEJEDA A.; TELLEZ, G. y GALINDO, F. Técnicas de medición de estrés en aves. En: Vet. Mex. 1997. vol. 4, no. 28, p. 345-351.

TERRAES, J.; GLADIS, L.; FERNANDEZ, R. y REVIDATTI, F. Use of ring recoveries to predict habitat Use of ring recoveries to predict habitat. En: Veterinaria Mexico. 2001. vol. 2, no. 32, p. 195 - 199.

TREININ, M.; SHILAR, J.; JUANG, H. POWELL, A.; BROMBERG, Z. y HOROWITZ, M. HIF-1 is required for heat acclimation in the nematode *Caenorhabditis elegans*. En: Physiological Genomics. 2003. vol. 14, p. 17-24.

TZSCHENTKE, B. y HALLE, I. Influence of temperature stimulation during the last 4 days of incubation on secondary sex ratio and later performance in male and female broiler chicks. En: British Poultry Science. 2009. vol. 50, p. 634 - 640.

VALANCE, D.; DESPRÉS, G.; BOÍSSY, A.; MIGNON, G.; CONSTANTIN, P. y LETERRIER, C. Genetic selection on a behavioural fear trait is associated with

changes in heart rate variability in quail. En: Journal Compilation. 2007. vol. 6, p. 339–346.

VALE, M.; MOURA, D.; NÁÁS, I. y PERERIRA, D. Characterization of Heat Waves Affecting Mortality Rates of Broilers Between 29 Days and Market Age. En: Revista Brasileira de Ciencia Avicola. 2010. vol. 12, p. 279-285.

WERNER, J. System properties, feedback control and effector coordination of human temperature regulation. En: European Journal of Applied Physiology. 2009. p. 13-25.

Westem College de Mediciina veterinaria. "Anatomía Comparada, histología y fisiología de EL POLLO,." 2010: 4.

WILL, R. Fisiología Animal *Comparada*. Michigan State.: Editorial Reverte S.A., 2002.

XING, Y.; JIANG, S. y GENG ZHAO, Y. Differential effects of two indigenous broilers exposed to cold stress and characters of follicle density and diameter. En: Journal of Animal Science. 2011. vol. 10, no. 8, p. 38 - 42.

YAHAV, S. Heat stress in broilers. En: Poultry Congress. (18 a 20 March). Memorias. 2002.

YAHAV, S. y MURTRY, J. Thermotolerance acquisition in broiler chickens by temperature conditioning early in life. The effect of timing and ambient temperature. En: Poultry Science. 2001. vol. 80, p. 1662-1666.

YAHAV, S.; SHAMAY, A.; HOREV, G.; BAR – ILAN, D.; GENINA, O. y FRIEDMAN, E. Effect of Acquisition of Improved Thermotolerance on the Induction

of Heat Shock Proteins in Broiler Chickens. En: Poultry Science. 1997. vol. 76, p. 1428–1434.

YAHAV, S.; STRASCHNOW, A.; PLAVNIK, I. y HURWITZ, S. Blood System Response of Chickens to Changes in Environmental Temperature. En: Institute of Animal Science. 1997b. vol. 76, p. 627 - 633.

YAHAV, S.; STRASCHOW, A.; LUGER, D.; SHINDER, D.; TANNY, J. y COHEN, S. Ventilation, Sensible Heat Loss, Broiler Energy, and Water Balance Under Harsh Environmental Conditions. En: Poultry Science. 2004. p. 253 - 258.

YAHAV, S. y TZSCENTKE, B. Perinatal thermal manipulations in poultry, does it cause long-lasting thermoregulatory memory?. En: European Poultry. 2006. p. 1 - 6.

YARDIMCI, M.; SENGOR, E.; SAHIN, H.; BAYRAM, I. y CETONGUL, S. The Influence of Cold Conditioning on the Performance of the Broiler Chicken. En: J. Vet. Anim. Sci. 2006. Vol. 30, p. 583-588.

ZAKIA, A.; AHMED, y EL.GHAMDI. Multiple Environmental Stresses and Broiler Internal Organs Somatic Indices under Controlled Environment. En: International Journal of Poultry Science. 2008. vol. 7, no. 11. p. 1089-1094.

ZAPATA, W.; HOLTMAN, B. y FAJARDO, D. manual de química sanguínea, [Online]. 1997. [Citado 15 junio, 2013]. dirección: <http://www.mvzunipaz.edu.co/> Manual de química sanguínea veterinaria. 1997. http://www.mvzunipaz.edu.co/documentos/biblioteca/libros/hematologia/manual_de_quimica_sanguinea_veterinaria.pdf

ZHAO, A.; Wang, D.; Chen, G. y Lu, Z. Low-level expression of cholesterol 7 α -hydroxylase is associated with the formation of goose fatty liver. En: Poultry Science. 2011. vol. 90, p. 1045–1049.

ZULKIFLI, I.; CHE, M. ; NORMA, T.; ISRAF, A. y OMAR, R. The Effect of Early Age Feed Restriction on Subsequent Response to High Environmental Temperatures in Female Broiler Chickens. En: Poultry Science. 2000. vol. 79, p. 1401–1407.

ZUPRIZAL, M.; LARBIER, A. CHAGNEAU, y GERAERT, P. Influence of ambient temperature on true digestibility of protein and amino acids of rapeseed and soybean meals in broilers. En: Poultry Science. 1993. vol. 72, p. 289-295

ANEXOS

ANEXO 1. Anova y prueba de Tukey para consumo de alimento.

CS_S1

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F	
Modelo	2	80.166666	40.0833	0.6400	0.5481	NS
Error	9	560.7500	62.3055			
Total correcto	11	640.9166				

Err. Estd	Coef Var
3.94	4.65

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	173.00	4	T3
A	168.25	4	T2
A	167.00	4	T1

CS_S2

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F	
Modelo	2	358.166600	179.0833	0.5000	0.6230	NS
Error	9	3229.5000	358.8333			
Total correcto	11	3587.6666				

Err. Estd	Coef Var
9.74	4.13

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	464.25	4	T1
A	459.25	4	T2
A	451	4	T3

CS_3

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F	
Modelo	2	361.500000	180.7500	1.3500	0.3081	NS
Error	9	1208.7500	134.3056			
Total correcto	11	1570.2500				

Err. Estd	Coef Var

5.79 1.88

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	624	4	T2
A	612.75	4	T1
A	612	4	T3

CS_S4

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	587.166600	293.5833	1.0600	0.3872 NS
Error	9	2501.7500	277.9722		
Total correcto	11	3088.9166			

Err. Estd	Coef Var
8.33	1.82

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	921	4	T2
A	908.75	4	T1
A	904.5	4	T3

CS_S5

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	6472.666666	3236.3333	5.4500	0.0281 S
Error	9	5342.2500	593.5833		
Total correcto	11	11814.9166			

Err. Estd	Coef Var
12.18	2.33

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	1070.3	4	T2
AB	1047.8	4	T3
B	1013.8	4	T1

CS_TTAL

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	77763.956000	38881.9780	5.1900	0.0317 S
Error	9	67436.3721	7492.9302		
Total correcto	11	145200.3283			

Err. Estd	Coef Var
43.28	2.61

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	3393.56	4	T2
AB	3342.94	4	T3
B	3203.20	4	T1

ANEXO 2. Anova y prueba de Tukey para ganancia de peso.

GP_S1

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F	
Modelo	2	37.595000	18.7975	0.7400	0.5035	NS
Error	9	228.2075	25.3563			
Total correcto	11	265.8025				

Err. Estd	Coef Var
2.51	5.08

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	101.5	4	T3
A	98.4	4	T1
A	97.33	4	T2

GP_S2

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F	
Modelo	2	1080.221600	540.1108	4.3300	0.0482	NS
Error	9	1122.6075	124.7341			
Total correcto	11	2202.8291				

Err. Estd	Coef Var
5.58	4.06

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	281.8	4	T2
A	281.5	4	T3
A	261.53	4	T1

GP_S3

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F	
Modelo	2	3111.105500	1555.5527	3.0300	0.0985	NS
Error	9	4618.5195	513.1688			
Total correcto	11	7729.6250				

Err. Estd	Coef Var
11.32	6.07

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	394.38	4	T1
A	369.8	4	T3

A	355.38	4	T2
---	--------	---	----

GP_S4

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	3004.035300	1502.0176	2.0700	0.1816 NS
Error	9	6515.8840	723.9871		
Total correcto	11	9519.9194			

Err. Estd	Coef Var
13.45	5.10

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	548.7	4	T2
A	522.4	4	T3
A	510.9	4	T1

GP_S5

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	3522.086600	1761.0433	0.7900	0.4828 NS
Error	9	20055.6600	2228.4066		
Total correcto	11	23577.7466			

Err. Estd	Coef Var
23.6	7.79

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	624.6	4	T3
A	609.55	4	T1
A	583.15	4	T2

GP_TTAL

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	2422.620000	1211.3100	1.5000	0.2730 NS
Error	9	7244.1000	804.9000		
Total correcto	11	9666.7200			

Err. Estd	Coef Var
14.18	1.50

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
-------	-------	------------	------

A	1899.8	4	T3
A	1874.8	4	T1
A	1866.4	4	T2

ANEXO 3. Anova y prueba de Tukey para conversión alimenticia por semanas y periodo.

CA_S1

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F	
Modelo	2	0.002450	0.0012	0.1200	0.8882	NS
Error	9	0.0918	0.0102			
Total correcto	11	0.0942				

Err. Estd	Coef Var
0.0513	5.89

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	1.73	4	T2
A	1.70	4	T3
A	1.70	4	T1

CA_S2

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F	
Modelo	2	0.070850	0.0354	4.6200	0.0416	S
Error	9	0.0690	0.0077			
Total correcto	11	0.1398				

Err. Estd	Coef Var
0.04	5.24

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	1.77	4	T1
AB	1.63	4	T2
B	1.60	4	T3

CA_S3

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F	
Modelo	2	0.094716	0.0474	2.9100	0.1060	NS
Error	9	0.1465	0.0163			
Total correcto	11	0.2412				

Err. Estd	Coef Var
0.06	7.67

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	1.77	4	T2

A	1.65	4	T3
A	1.55	4	T1

CA_S4

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	0.016216	0.0081	0.3100	0.7384 NS
Error	9	0.2327	0.0259		
Total correcto	11	0.2489			

Err. Estd	Coef Var
0.08	9.49

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	1.73	4	T3
A	1.69	4	T2
A	1.64	4	T1

CA_S5

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	0.136016	0.0680	2.6100	0.1281 NS
Error	9	0.2350	0.0261		
Total correcto	11	0.3710			

Err. Estd	Coef Var
0.08	9.49

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	1.83	4	T2
A	1.69	4	T3
A	1.57	4	T1

CA_TTAL

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	0.024266	0.0121	4.8800	0.0368 s
Error	9	0.0224	0.0025		
Total correcto	11	0.0467			

Err. Estd	Coef Var

		0.02	2.82
Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	1.82	4	T2
AB	1.76	4	T3
B	1.71	4	T1

ANEXO 4. Prueba de Brandt y Sneidercord para la mortalidad.

SEMANA 1 (T1 vs T2 vs T3)				
	<i>Calculado</i>	<i>Tabulado</i>	<i>Gl</i>	<i>Significancia</i>
CHI-CUADRADO	42.82	7.81	2	**

SEMANA 1 (T1-T2 vs T3)				
	<i>Calculado</i>	<i>Tabulado</i>	<i>Gl</i>	<i>Significancia</i>
CHI-CUADRADO	4.57	3.84	1	**

SEMANA 1 (T1 vs T2)				
	<i>Calculado</i>	<i>Tabulado</i>	<i>Gl</i>	<i>Significancia</i>
CHI-CUADRADO	3.41	3.84	1	ns

SEMANA 2 (T1 vs T2 vs T3)				
	<i>Calculado</i>	<i>Tabulado</i>	<i>Gl</i>	<i>Significancia</i>
CHI-CUADRADO	46.88	7.81	2	**

SEMANA 2 (T1 vs T2-T3)				
	<i>Calculado</i>	<i>Tabulado</i>	<i>Gl</i>	<i>Significancia</i>
CHI-CUADRADO	9.13	3.84	1	**

SEMANA 3 (T1 – T3 vs T2)				
	<i>Calculado</i>	<i>Tabulado</i>	<i>Gl</i>	<i>Significancia</i>
CHI-CUADRADO	3.01	3.84	1	ns

TOTAL (T1 vs T2 vs T3)				
	<i>Calculado</i>	<i>Tabulado</i>	<i>Gl</i>	<i>Significancia</i>
CHI-CUADRADO	11.05	7.81	2	**

TOTAL (T1-T2 vs T3)				
	<i>Calculado</i>	<i>Tabulado</i>	<i>Gl</i>	<i>Significancia</i>
CHI-CUADRADO	10.87	3.84	1	**

TOTAL (T1 vs T2)				
--------------------------	--	--	--	--

	<i>Calculado</i>	<i>Tabulado</i>	<i>Gf</i>	<i>Significancia</i>
CHI-CUADRADO	7.35	3.84	1	**

ANEXO 5. Anova y prueba de Tukey para glucosa día 38 y 42 de edad.

GLUCOSA 38 días

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	1986.666666	993.3333	2.6900	0.1607 NS
Error	5	1843.3333	368.6667		
Total correcto	7	3830.0000			

Err. Estd	Coef Var
13.57	5.85

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	339.7	3	T1
A	334.3	3	T2
A	301.0	2	T3

GLUCOSA 45 días

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	632.666666	316.3333	6.2200	0.0345 S
Error	6	305.3333	50.8889		
Total correcto	8	938.0000			

Err. Estd	Coef Var
4.1186	2.25

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	323.3	3	T2
AB	319.6	3	T1
B	304	3	T3

ANEXO 6. Anova y prueba de Tukey para calcio día 38 y 42 de edad.

CALCIO 38 días

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	3.973333	1.9867	1.4800	0.3134 NS
Error	5	6.7267	1.3453		
Total correcto	7	10.7000			

Err. Estd	Coef Var
0.82	15.06

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	8.7	2	T3
A	7.83	3	T2
A	6.90	3	T1

CALCIO 45 días

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	0.082200	0.0411	0.3700	0.7055 NS
Error	6	0.6667	0.1111		
Total correcto	8	0.7489			

Err. Estd	Coef Var
0.1924	5.94

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	5.7	3	T1
A	5.6	3	T3
A	5.5	3	T2

ANEXO 7. Anova y prueba de Tukey para fósforo día 38 y 42 de edad.

FÓSFORO 38 días

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F	
Modelo	2	13.035416	6.5177	58.5900	0.0003	S
Error	5	0.5533	0.1107			
Total correcto	7	13.5888				

Err. Estd	Coef Var
0.23	8.29

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	5.1	2	T3
A	4.93	3	T2
B	2.36	3	T1

FÓSFORO 45 días

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F	
Modelo	2	0.548888	0.2744	0.5100	0.6259	NS
Error	6	3.2467	0.5411			
Total correcto	8	3.7955				

Err. Estd	Coef Var
0.4247	27.02

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	3	3	T1
A	2.7	3	T3
A	2.4	3	T2

ANEXO 8. Anova y prueba de Tukey para magnesio día 38 y 42 de edad.

MAGNESIO 38 días

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F	
Modelo	2	0.969020	0.4845	1.3600	0.3367	NS
Error	5	1.7761	0.3552			
Total correcto	7	2.7451				

Err. Estd	Coef Var
0.42	20.61

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	3.21	3	T2
A	2.95	3	T1
A	2.32	2	T3

MAGNESIO 45 días

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F	
Modelo	2	1.889600	0.9448	2.3600	0.1749	NS
Error	6	2.3972	0.3995			
Total correcto	8	4.2868				

Err. Estd	Coef Var
0.3649	24.35

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	3.2	3	T2
A	2.3	3	T1
A	2.1	3	T3

ANEXO 9. Anova y prueba de Tukey para colesterol día 38 y 42 de edad.

COLESTEROL 38 días

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	10199.260420	5099.6302	30.3900	0.0016 S
Error	5	839.0983	167.8196		
Total correcto	7	11038.3587			

Err. Estd	Coef Var
9.16	6.36

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	249.1	2	T3
A	216.3	3	T2
B	160.5	3	T1

COLESTEROL 45 días

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	720.968800	360.4844	0.5900	0.5843 NS
Error	6	3676.0533	612.6755		
Total correcto	8	4397.0222			

Err. Estd	Coef Var
14.29	15.09

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	176.6	3	T1
A	158.1	3	T3
A	157.1	3	T2

ANEXO 10. Anova y prueba de Tukey para triglicéridos día 38 y 42 de edad.

TRIGLICÉRIDOS 38 días

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F	
Modelo	2	142.148333	71.0742	1.5900	0.2916	NS
Error	5	223.0667	44.6133			
Total correcto	7	365.2150				

Err. Estd	Coef Var
4.72	14.62

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	49.00	2	T3
A	48.90	3	T1
A	40.23	3	T2

TRIGLICÉRIDOS 45 días

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F	
Modelo	2	296.055500	148.0277	2.4400	0.1680	NS
Error	6	364.4133	60.7355			
Total correcto	8	660.4688				

Err. Estd	Coef Var
4.49	17.79

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	51.7	3	T2
A	41.2	3	T1
A	38.4	3	T3

ANEXO 11. Anova y prueba de Tukey para creatinina día 38 y 42 de edad.

CREATININA 38 días

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	0.130016	0.0650	2.1500	0.2125 NS
Error	5	0.1515	0.0303		
Total correcto	7	0.2816			

Err. Estd	Coef Var
0.12	40.25

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	0.597	3	T1
A	0.343	3	T2
A	0.32	2	T3

CREATININA 45 días

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	0.005088	0.0025	0.8200	0.4829 NS
Error	6	0.0185	0.0031		
Total correcto	8	0.0236			

Err. Estd	Coef Var
0.032	17.61

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	0.34	3	T2
A	0.32	3	T3
A	0.28	3	T1

ANEXO 12. Anova y prueba de Tukey para nitrógeno ureico día 38 y 42 de edad.

BUN 38 días

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	2.523333	1.2617	3.0200	0.1383 NS
Error	5	2.0917	0.4183		
Total correcto	7	4.6150			

Err. Estd	Coef Var
0.45	7.41

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	9.17	3	T1
A	9.15	2	T3
A	8.00	3	T2

BUN 45 días

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	0.548888	0.2744	3.0100	0.1242 NS
Error	6	0.5467	0.0911		
Total correcto	8	1.0956			

Err. Estd	Coef Var
0.1742	3.28

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	9.5	3	T3
A	9.1	3	T1
A	8.9	3	T2