

# EFECTO DE LA ACLIMATACIÓN PRECOZ SOBRE LA TERMOTOLERANCIA EN POLLOS DE ENGORDE SOMETIDOS A UN ESTRÉS TÉRMICO TARDÍO EN CONDICIONES DE CLIMA TROPICAL

Effect of Early Age Acclimation for Induction of Thermotolerance in Broilers  
under Late Heat Stress in Tropical Conditions

Vasco **De Basilio**<sup>1</sup>, Maria **Vilariño**<sup>2</sup>, Alicia **León**<sup>2</sup> y Michel **Picard**<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Apartado 4579.

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Zootécnicas, FONAIAP, Apartado 4653. Maracay 2101, Venezuela.

<sup>3</sup>INRA, Station de Recherches Avicoles 37380. Nouzilly, France.

## RESUMEN

Se evaluó la aclimatación precoz como técnica para generar resistencia al estrés por calor en condiciones de clima tropical. Dos tratamientos fueron comparados, Aclimatados (A): 120 pollos sometidos a  $36 \pm 2^\circ\text{C}$ , durante 24 horas a 5 días de edad y No aclimatados (N): 120 pollos testigo a  $30 \pm 1^\circ\text{C}$ , durante el mismo periodo. Se utilizaron 12 repeticiones de 10 pollos cada una. Luego de la aclimatación todos los pollos fueron mantenidos en condiciones similares. Se midió consumo de alimento, ganancia de peso, temperatura corporal (TC), composición corporal y comportamiento. Al día 40 de edad, se elevó la temperatura hasta  $36^\circ\text{C}$  para producir un golpe de calor y se midieron además de los parámetros anteriores, el número de animales que hiperventilan y la tasa respiratoria. La aclimatación precoz no cambió los parámetros zootécnicos ni la composición corporal. La TC de los pollos aclimatados es significativamente ( $P < 0,001$ ) inferior a la de los no aclimatados ( $41,41 \pm 0,47^\circ\text{C}$  vs  $41,52 \pm 0,43^\circ\text{C}$ ) de forma consistente en el tiempo. Durante la aclimatación los pollos disminuyeron su presencia en el comedero y aumentaron su presencia en el bebedero, pero esta modificación no se observó durante el golpe de calor. La hiperventilación y la tasa respiratoria se elevaron durante el golpe de calor para ambos tratamientos sin embargo, la tasa respiratoria aumentó más rápidamente en los pollos aclimatados. La aclimatación precoz aumenta la resistencia a un golpe de calor, disminuyendo en alrededor de 50% la mortalidad de los pollos.

Palabras clave: Pollos de engorde, aclimatación, estrés térmico, temperatura corporal.

## ABSTRACT

The early-age acclimation was evaluated as a technique to generate resistance to heat stress under real tropical conditions. Two groups of 120 five-days-age chickens were exposed during 24 hours at  $36 \pm 2^\circ\text{C}$  (acclimatized group) or at  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  (no acclimatized group), respectively. After this treatment, both groups were divided in 12 groups of 10 chickens each one. Feed intake, gain of weight, body temperature, body composition and the behavior were measured. The day 40 of age, the temperature was rose up to  $36^\circ\text{C}$  to produce a heat stress and then besides the previous parameters it was measured the number of animals that hyperventilate and also the breathing rate. The early-age acclimation did not change the performance neither the body composition of broilers. The body temperature of the acclimatized chickens was lower ( $P \leq 0.001$ ) than those no acclimatized ( $41.41 \pm 0.47^\circ\text{C}$  vs  $41.52 \pm 0.43^\circ\text{C}$ ) in a consistent way through the time. During the acclimation treatment, the acclimatized chickens decreased their presence to the feeder but increased those to the drinker. This behavior was not showed during late heat stress. The number of animals that hyperventilate and breathing rate rose during late heat stress for both treatments, however breathing rate increased more rapidly in the acclimatized chickens. The early-age acclimation increased the resistance to heat stress, reducing the mortality rate by about 50%.

Key words: Broilers, acclimation, acclimatization, heat stress, body temperature.

## INTRODUCCIÓN

La globalización de los mercados obliga a los productores de aves a ser cada vez más eficientes para mantenerse competitivos. Varios de los socios comerciales venezolanos como Brasil y Estados Unidos son los dos más importantes productores y exportadores de carnes de pollo a nivel mundial, lo cual plantea un riesgo de competencia muy grande a la industria nacional. La avicultura venezolana a pesar de los problemas de dependencia en cuanto a la **genética** (100% importada) y a la alimentación (80% importada), es uno de los pocos rubros agropecuarios que ha crecido en medio de la crisis económica de los últimos años. Aunado a los problemas de dependencia existe un problema ambiental, ya que más del 50% de las granjas avícolas se ubican en zonas con temperaturas ambientes (TA) promedio anuales de 30°C. Durante las épocas de mayor calor las temperaturas pueden sobrepasar los 36°C durante varias horas del día (golpes de calor), generando problemas de mortalidad en la producción avícola nacional [1].

Numerosas soluciones han sido planteadas para mejorar la productividad en ambientes cálidos, tales como modificaciones estructurales (recubrir tuberías de agua, pintar y/o humedecer techos, entre otros etc.), adquisición de equipos (ventiladores y nebulizadores), etc [2, 16], pero estas soluciones ofrecen beneficios limitados para reducir las altas mortalidades producidas por los golpes de calor. La aclimatación precoz surge como una alternativa para aumentar la capacidad de adaptación de los pollos a los golpes de calor. Esta técnica que consiste en someter a los pollos de 5 d de edad a temperaturas próximas a 36°C durante 24 horas parece generar una resistencia (reducción de la mortalidad) a una exposición calórica más tarde en la etapa de finalización. Varios autores [3, 17, 18] han evaluado con éxito la aclimatación. Sin embargo, Bougon y col. [5] y McDonald y col. [10], no obtuvieron beneficios significativos. Los trabajos reportados que obtienen reducción de la mortalidad de los pollos aclimatados, han sido realizados en condiciones climáticas controladas y constantes (21 ó 26°C) entre la aclimatación y el golpe de calor [3, 17, 18]. Recientemente se han evaluado los beneficios de esta técnica en condiciones de clima cíclico tropical simulado (26-30-26°C) logrando una reducción de la mortalidad [6]. La ausencia de efectos negativos sobre la producción [4, 18], un posible aumento en la cantidad de músculo pectoral en las aves aclimatadas [6], la simplicidad y bajo costo de esta técnica permitirían su utilización a corto plazo a nivel comercial.

La menor temperatura corporal (TC) de los pollos aclimatados es sugerida como uno de los mecanismos de **termotolerancia** en las aves durante un golpe de calor [6, 17]. Este **parámetro** ha sido utilizado como un estimador de la eficiencia del proceso de aclimatación tardía o precoz y como un predictor de la capacidad de los pollos a sobrevivir a un golpe de calor [6, 9].

En este trabajo se evaluó la aclimatación precoz como técnica para generar resistencia al estrés por calor en condi-

ciones de clima tropical real y sus consecuencias sobre los parámetros productivos, la temperatura corporal, la composición de la canal y el comportamiento en pollos de engorde.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue realizado en la Unidad Avícola Experimental del FONAIAP, estado Aragua, Venezuela.

### Instalaciones y equipos

Se utilizaron 24 corrales (1,30 m x 1,85 m) del área central de un galpón abierto. Cada corral se cubrió de concha de arroz y se equipó con un bebedero automático tipo plasson y un comedero colgante. Para suministrar calor de forma homogénea durante la aclimatación, se diseñaron dos criadoras eléctricas (mezcla de 16 bombillos de diferentes intensidades calóricas según el tratamiento). Un termómetro digital (1°C de precisión) para mediciones puntuales y un termohidrógrafo (SIAP BOLONA de 1°C de precisión) de registro continuo se utilizaron para medir la temperatura ambiente (TA).

### Iluminación

Se suministran 24/24 h/luz durante todo el ensayo, empleando durante la noche, un bombillo de luz blanca (60 w) en cada corral.

### Animales

Fueron utilizados 300 pollos de engorde machos (híbrido Cobb) de 1 día de edad. A su llegada se identificaron individualmente, pesaron, dividieron en dos grupos de 150 aves c/u y se ubicaron en corrales situados en extremos opuestos del galpón. El día 6, luego de la aclimatación, de los 150 pollos de cada tratamiento se seleccionaron 120 pollos al azar y reparcieron en los 24 corrales (10 aves/corral). Los tratamientos fueron asignados de acuerdo a un diseño de bloques ordenados según su ubicación.

### Vacunación

Los pollitos se vacunaron en incubadora contra Marek y el día 7 de edad contra Gumboro y Newcastle (vía ocular).

### Alimentos

Se suministraron: un alimento iniciador de 0 a 19 días y otro terminador de 20 a 41 días, elaborados siguiendo la fórmula descrita en la TABLA I.

### Tratamientos

Se evaluaron dos tratamientos. Aclimatados (A): pollos sometidos al proceso de aclimatación descrito y No aclimatados (N): pollos testigo. Cada tratamiento se replicó 12 veces y cada replicación estuvo constituida por 10 pollos.

**TABLA I**  
**COMPOSICIÓN PORCENTUAL Y VALOR NUTRICIONAL**  
**CALCULADO DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES**

Edad (días)	0 - 19	(20-41)
Materias primas	Iniciador	Terminador
Maiz	50,00	55,11
Torta de soya 48	41,61	34,00
Aceite de soya	4,00	6,50
Carbonato de Calcio	1,00	1,00
Fosfato bi cálcico	2,30	2,30
DL Metionina	0,14	0,14
Premezcla <sup>1/</sup>	0,95	0,95
<b>Valor nutricional calculado</b>		
Energía Metabolizable (kcal/kg)	2981	3198
Proteína Bruta (%)	23,70	20,70
Lysina (%)	1,34	1,13
Metionina + Cystina (%)	0,91	0,82
Calcio (%)	1,08	1,06
Fósforo disponible (%)	0,48	0,48

<sup>1/</sup> 0,300 g de sal uso animal + 0,650 g de pre-mezcla comercial para pollos de engorde.

#### Gestión de la Temperatura Ambiente (TA)

Inicio: Los pollos se recibieron a 33°C de TA, reduciéndose paulatinamente hasta llegar a 30°C el día 4.

Acimatación: En el corral del tratamiento A, la TA fue aumentada para lograr 36 ± 2°C durante 24 h (de las 9:00 h del día 5 hasta las 9.00 h del día 6). En el corral del tratamiento N la TA se mantuvo a 30 ± 1°C durante las mismas 24 h.

Golpes de calor (GC): El día 35 los pollos se expusieron al primer golpe de calor (1GC) aumentando la TA de 28 a 34°C entre las 9:00 y 16:00 horas, sin lograr los niveles deseados debido a temperaturas externas más bajas de lo habitual. La exposición al segundo golpe de calor (2GC) se realizó el día 40 logrando aumentar la TA de 30 a 36°C entre las 9:00 y las 18:00 h. Para suministrar el calor adicional (superior a las condiciones externas) se utilizaron bombillos infrarrojos de 250 w (1 por corral).

#### Variables medidas

Temperatura (TA) y humedad del ambiente (HR): Se registraron continuamente en bandas de papel utilizando dos termohidrógrafos colocados dentro de dos corrales, uno central y otro en el borde. Al inicio y al final de los periodos de medición de temperatura corporal fue registrada la temperatura ambiente con un termómetro digital.

Mortalidad: Se registró diariamente. El tiempo de sobrevivencia de cada animal fue tomado durante la acimatación y el golpe de calor.

Consumo de alimento: Fue medido por pesaje de los corneeros de cada corra los días 0, 4, 5, 6, 13, 20, 26 y luego oos veces a. día (9:00 y 16:00 n) entre el d 27 y e d 41

Peso de los pollos: Fue medido individualmente a la llegada y los días 5, 6, 13 y 20. Entre el d 27 y el d 40 se pesaron individualmente dos veces al día (7:00 y 14:00 horas).

Temperatura corporal (TC): Medida en paralelo al peso de los pollos y segundos después de su muerte durante el golpe de calor. La medida de temperatura (de gran velocidad entre 8 y 10 segundos por pollo) se realizó con un termómetro Testo 110 y una sonda de inmersión/penetración, introducida en la cloaca a una profundidad variable según la edad: de 0 a 20 d 2,0 cm, de 20 a 27 d 3,0 cm, de 27 d al final 3,5 cm.

Comportamiento: Antes, durante y después de la acimatación se registró el número de aves presentes en comederos y bebederos. Se utilizó la metodología de scan *sampling* [18] con 15 registros continuos por corral a intervalos de 1 min, en el siguiente horario (9:00, 10:00, 11:00, 13:30, 14:30, 15:30 y 16:30 h). Antes y durante el 2GC se registró la cantidad de pollos echados (hiperventilando o no), parados, comiendo y bebiendo. Se utilizó la metodología de scan *sampling* con 4 registros por corral a intervalos de 3 min, en el siguiente horario (9:30, 10:30, 11:30, 12:30, 13:30 h).

Tasa respiratoria (TR): Durante el 2GC se midió el tiempo (décimas de segundo) de 10 inspiraciones continuas de un pollo en hiperventilación. Esta medida se realizó en un pollo marcado al azar de cada corral, de forma repetida en el tiempo (9:30, 10:30, 11:30, 12:30, 13:30, 14:00, 14:30 y 15:00 h). Con estos valores se calculó la tasa respiratoria que se expresa en número de inspiraciones por min (inslmin).

Composición corporal: Se sacrificaron 24 pollos por decapitación el día 5 (antes de la acimatación) y el día 6 (después de la acimatación). Los días 20, 34 y 41, dos pollos por corral fueron igualmente sacrificados los cuales son seleccionados por poseer pesos representativos del peso promedio del tratamiento. Todos los pollos sacrificados tuvieron un ayuno previo de dos horas. Después del sacrificio a los pollos seleccionados y a todos los muertos por el 2GC se les retira: piel, plumas, intestinos y patas; el resto se congela entre -3,5 y -6,5°C, durante 48 horas. Transcurrido este periodo se practica una disección a las canales y se pesan: corazón (solo músculo cardíaco sin arterias, venas, ni sangre), bazo, hígado, músculos pectorales menores y mayores, molleja y grasa abdominal.

Análisis estadístico: Los resultados son analizados utilizando el programa Stat View 5.1 (SAS). La ganancia de peso, el consumo y la conversión de alimento son analizados por ANOVA [14], tomando el corral como unidad experimental. La mortalidad es analizada por  $\chi^2$ . Los datos individuales de peso de los órganos son expresados como porcentaje del peso vivo y luego transformados por arcoseno de la raíz cuadrada para ser analizados por ANOVA. La TC y la TR son analizadas to

TABLA II

## CONSUMO DE ALIMENTO Y GANANCIA DE PESO PROMEDIO DE LOS POLLOS ACLIMATADOS O NO ACLIMATADOS A DIFERENTES MOMENTOS DE LA EXPERIENCIA

Periodo de medición	Consumo (g/pollo)		Ganancia de peso (g/pollo)	
	A	N	A	N
0 - 5 días	57,3	59,7	59,5	64,4**
Aclimatación (24 h)	24,9	20,2	19,4	15,5**
Antes 1GC (PC)(2)	45,5	48,7	41,3	45,9
1GC - día 35 (PC)	39,5	37,8	13,4	7,9*
Antes 2GC (PC)	48,9	48,9	39,4	39,2
2GC - día 40 (PC)	31,6	30,7	-16,0	-23,5
6 - 42 días	3369	3452	2011	2031

A = Aclimatados. N = No aclimatados. PC = Período caluroso (9:00-16:00 horas). 1GC = Primer golpe de calor. 2GC = Segundo golpe de calor. \*P < 0,05. \*\*P < 0,001.

mando el ave como unidad experimental por ANOVA en medidas repetidas. Los resultados de comportamiento son analizados por métodos no paramétricos (Mann-Whitney).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante esta experiencia las condiciones ambientales fueron representativas del clima tropical con promedios de TA mínima de  $24 \pm 2^\circ\text{C}$ , HR mínima de  $50 \pm 10\%$ , TA máxima de  $32 \pm 2^\circ\text{C}$  y HR máxima de  $75 \pm 5\%$ .

### Mortalidad

En el periodo entre la aclimatación y el 2GC la mortalidad fue 4,7% para A y 3,1% para N y no existen indicios de que estas mortalidades estén asociadas al calor. Durante el 1GC no se produjo mortalidad. Durante el 2GC de los 139 pollos existentes (70 A y 69 N) murieron 34. De los pollos A, murieron 12 (17%) y de los N, murieron 22 (32%), siendo estos valores estadísticamente diferentes ( $\chi^2 = 4,09$ ;  $P < 0,05$ ; 1 gL).

La mortalidad en el segundo golpe de calor pareciera haber sido de origen hipertérmico ya que los pollos alcanzan temperaturas promedio de  $46,4^\circ\text{C}$  a la muerte, sin diferencias entre A y N. Las primeras muertes se produjeron 5 horas después de iniciado el 2GC y se sucedieron al azar sin ninguna secuencia de acuerdo al tratamiento.

La aclimatación precoz aumentó la resistencia a un golpe de calor en condiciones de ambiente tropical real (TA mínima de  $24 \pm 2^\circ\text{C}$  y TA máxima de  $32 \pm 2^\circ\text{C}$ ) disminuyendo la mortalidad. Similares resultados fueron reportados cuando se crían las aves en condiciones de ambiente controlado estable ( $26^\circ\text{C}$ ) [19] y en clima tropical simulado (ciclos  $26-30-26^\circ\text{C}$ ) [6].

### Consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia

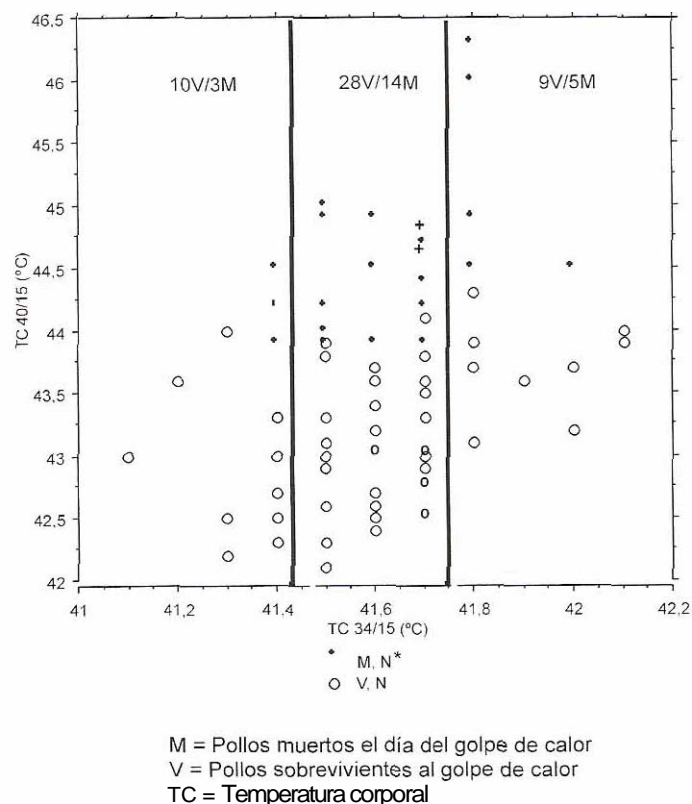
La aclimatación no afectó los parámetros zootécnicos principales, TABLA II. La ganancia de peso, consumo y con-

versión de alimento fueron en promedio respectivamente de 2011 g, 3369 g y 1,68 para los pollos A y 2031 g, 3452 g y 1,71 para los pollos N, sin diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Sin embargo, los pollos A mostraron una ganancia de peso significativamente superior a N, de forma puntual, durante los periodos de aclimatación y 1GC, con diferencias numéricas en el 2GC. Este efecto durante la aclimatación pudiera ser explicado por las altas y variables intensidades lumínicas aplicadas durante el proceso (encendido y apagado de infrarrojos) lo que pudo haber estimulado el consumo de alimento y/o por un mayor consumo o utilización metabólica del agua en las aves aclimatadas.

El efecto estimulante de la luz sobre el consumo de alimento en pollos de engorde ha sido ya reportado [13]. Yahav y Plavnik [19] sugieren que los pollos expuestos a la aclimatación a 5 días tienen una habilidad especial para mantener el agua corporal en condiciones de estrés térmico en relación a los pollos no aclimatados. Contrariamente Arjona y col. [3] encontraron que el proceso de aclimatación precoz ocasiona en las aves una reducción del peso vivo y del consumo de alimento que persiste aun a los 28 días de edad. Sin embargo, los mismos autores en un trabajo posterior [4], lograron evitar la reducción de peso de las aves aclimatadas aumentando la HR (50%) y adicionando electrolitos al agua durante el proceso de aclimatación.

### Composición de canal

Un aumento estadísticamente significativo ( $P < 0,01$ ) del peso relativo del corazón de los pollos A (de 0,59 a 0,64% PV) en comparación a los pollos N (0,64 a 0,57% PV) fue detectado durante el proceso de aclimatación (del día 5 al día 6). Estas diferencias entre tratamientos no se observaron en el resto de la experiencia. El aumento puntual del peso del corazón puede deberse a un mayor flujo sanguíneo, producto del aumento de la vaso-dilatación periférica y del esfuerzo de la hiperventilación de los pollos durante la aclimatación, para la disipación de calor. Sin embargo, Yahav y Plavnik [19] obtuvie-



**FIGURA 1. RELACIÓN ENTRE TEMPERATURA CORPORAL (TC) ANTES (DÍA 34) Y DURANTE (DÍA 40) EL SEGUNDO GOLPE DE CALOR DE LOS POLLOS NO ACLIMATADOS, SOBREVIVIENTES O NO AL GOLPE DE CALOR. VALORES MEDIDOS AL FINAL DE LA FASE CALUROSA Y MINUTOS ANTES DE LA MUERTE.**

ron una reducción significativa del peso del corazón a 42 días de edad y de la producción de hematocritos sanguíneos en los animales aclimatados, lo que fue atribuido a un cambio en el metabolismo de las aves.

El peso del músculo pectoral no mostró diferencias significativas entre los tratamientos durante el proceso de aclimatación (A=5,72 vs N=5,69% PV el día 6), en el resto de las mediciones, ni para los sobrevivientes al golpe de calor (A=15,2 vs N=14,7% PV el día 42). Contrariamente, De Basilio [6] reportó un aumento en el porcentaje de músculo pectoral de los pollos aclimatados sobrevivientes al golpe de calor. Para los pesos de bazo, molleja, hígado y grasa abdominal no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos durante el proceso de aclimatación.

Las aves muertas durante el 2GC (d 40) no mostraron diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a los pesos de músculo pectoral (A=14,5 vs N=14,5% PV), grasa abdominal (A=1,25 vs N=1,29% PV), y órganos evaluados: hígado (A=2,10 vs N=2,15% PV), molleja (A=1,11 vs N=1,17% PV), bazo (A=0,10 vs N=0,11% PV) y músculo cardíaco (A=0,33 vs N=0,35% PV). En las aves sobrevivientes la respuesta fue similar, no evidenciándose diferencias entre A y N,

lo que indica que no existe un efecto de selección entre muertos y sobrevivientes.

### Temperatura corporal

Durante la fase fresca la TC promedio de las 14 evaluaciones realizadas fue significativamente ( $P < 0,001$ ) inferior ( $41,09 \pm 0,23^{\circ}\text{C}$ ) a la de la fase calurosa ( $41,78 \pm 0,28^{\circ}\text{C}$ ). Esta variación de la TC entre las dos fases puede ser el resultado de las diferencias en la TA promedio ( $5^{\circ}\text{C}$ ). Meltzer [12] sugiere que para una gallina en particular y a un tiempo particular, de todos los factores estudiados (raza, estado nutricional, tamaño del grupo, actividad y variación diurna de TA), el factor que más influye sobre la tasa metabólica y las fluctuaciones de TC es la TA. Otros elementos como el ritmo circadiano que afecta el hipotálamo [E] y las variaciones en el consumo de alimento pudieran también afectar la TC [20]. En el presente trabajo probablemente exista un efecto aditivo entre la TA y el consumo de alimento, como ya ha sido reportado [15].

La TC promedio de los pollos A fue de  $41,41 \pm 0,47^{\circ}\text{C}$ , significativamente inferior ( $P < 0,001$ ) a la de los pollos N de  $41,52 \pm 0,43^{\circ}\text{C}$ . Esta diferencia se mantuvo tanto en las mediciones de la fase fresca como de la fase calurosa. La reducción de la TC en las aves sometidas a la aclimatación precoz ha sido reportada previamente [21]. Una de las posibles explicaciones a la disminución de la TC de las aves A, es la reducción de hematocritos, la cual contribuye a aumentar las pérdidas de calor sensible debidas a la vasodilatación. El incremento de las pérdidas por vía sensible permite reducir las pérdidas evaporativas, conservando mejor el balance hídrico [19]. Otros trabajos han sugerido como mecanismo que induce termotolerancia en los pollos, la reducción de la triiodotyrosina (T3) [17]. La fuerte disminución de T3 desde el día 4 antes de nacer ( $50 \text{ ng/mL}$ ) hasta el día 5 de nacido ( $20 \text{ ng/mL}$ ) pudiera ser reforzada durante la exposición a altas temperaturas durante la aclimatación, estableciendo un nivel de T3 más bajo para las aves expuestas [11].

La estrecha relación entre niveles de T3 y la TC, aunado a los resultados ya expuestos parecen indicar que la TC puede ser utilizada como predictor de la efectividad de la aclimatación precoz en los pollos, pero debe continuarse realizando investigaciones a los fines de confirmarlo.

Durante el 2GC se observó la mayor diferencia ( $0,34^{\circ}\text{C}$ ) entre los tratamientos, con  $43,27^{\circ}\text{C}$  para A y  $43,61^{\circ}\text{C}$  para N, respectivamente. Esto sugiere que los pollos A, no sólo presentaron una TC más baja, sino que esta se eleva menos durante un golpe de calor, coincidiendo con resultados ya reportados [17, 20, 18].

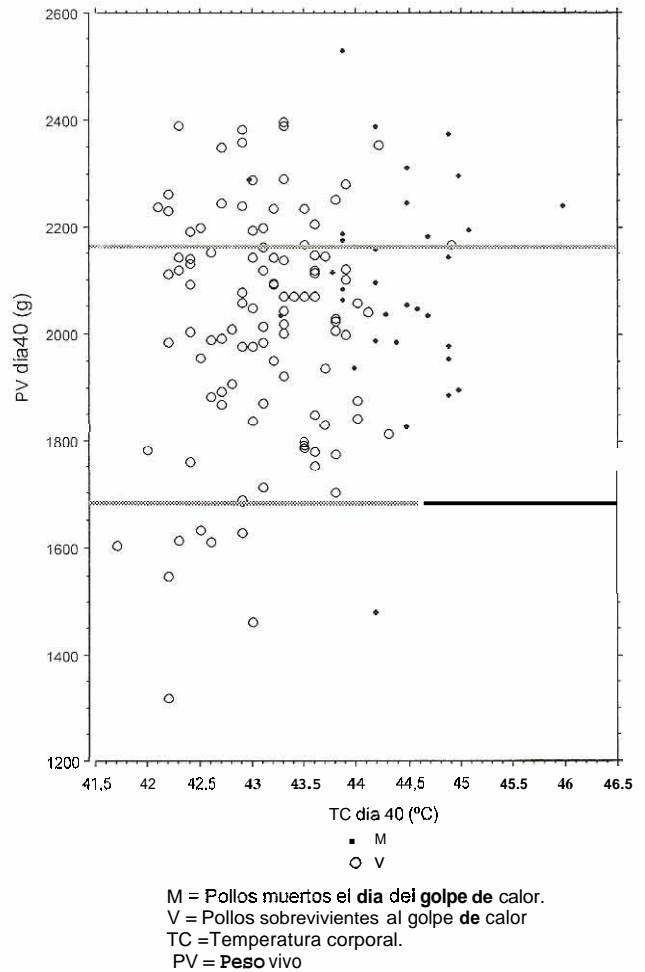
Para evaluar la TC como un estimador de la capacidad de sobrevivencia en los pollos, se analizó la relación entre la TC antes (día 34) y durante el 2GC con la sobrevivencia de los pollos, FIG. 1. Debido a que la aclimatación induce menores TC en los pollos, de forma consistente, la evaluación se realizó únicamente sobre los animales no aclimatados, evitando así

un sesgo en los resultados. Al tomar el 20% de los animales con TC más baja el día 34 ( $< 41,55^{\circ}\text{C}$ ), la relación vivos muertos fue de 3,33 (77% sobrevivencia), en el 20% de los animales con TC más alta ( $>41,75^{\circ}\text{C}$ ), fue de 1,80 (64% de sobrevivencia), y para el total de las aves fue de 2,0 (68% de sobrevivencia). Estos resultados sugieren que bajas TC en los pollos pudieran relacionarse con una mayor capacidad de resistir al golpe de calor. De Basilio [6] reportó 97% de sobrevivencia el día del golpe de calor en los pollos cuya TC 8 días antes fue inferior a  $41,5^{\circ}\text{C}$  y 25% de sobrevivencia en pollos con TC superior a  $42,2^{\circ}\text{C}$ . Las diferencias entre los valores de sobrevivencia entre estos dos trabajos pudieran explicarse por un rango más amplio de TC en el trabajo de De Basilio [6], proveniente de diferencias en la TA al momento de la medición.

La FIG. 2 muestra la relación entre TC y peso vivo, discriminando según la sobrevivencia durante el 2GC. El 15% de los pollos con peso corporal inferior a 1826 g (promedio - 10%) y el 32% de los pollos de peso superior a 2232g (promedio + 10%) murieron en el golpe de calor. La mayor mortalidad (70%) se da en pollos de peso promedio. El bajo peso corporal parece favorecer la sobrevivencia de los pollos al golpe de calor, sin embargo, el alto peso corporal no es necesariamente un indicador de alto riesgo de mortalidad.

### Comportamiento

En las observaciones de comportamiento durante la aclimatación (día 5 y 6 de vida) se evidenció una reducción ( $P=0,054$ ) del número promedio de pollos A que comen en relación a los pollos N, esta reducción coincide con un aumento significativo ( $P=0,025$ ) de la presencia en el bebedero (doble de pollos bebiendo) de los pollos A en relación a los pollos N. Un día después de la aclimatación los pollos A mantienen aun una baja presencia (estadísticamente no significativa) al comedero en relación a los N pero sin diferencias con respecto a la presencia al bebedero, FIG. 3. La menor presencia en el comedero de las aves A con un consumo similar al de las aves N, TABLA II, bajo condiciones extremas de temperatura, sugiere una modificación del comportamiento alimenticio basado en una mejor relación costo beneficio, mediante una disminución de la actividad de exploración del alimento y lo una mayor eficiencia en la prehensión del mismo. El aumento del tiempo en el bebedero denota un aumento en el consumo de agua, a pesar de que este no fue medido, ya que este comportamiento no tiene asociado un componente exploratorio que pueda hacer variar la relación tiempoconsumo. Este aumento del consumo de agua probablemente pueda ser explicado como una respuesta del animal para reducir su TC, ya que al día siguiente, cuando la TA es similar entre tratamientos, no se observaron diferencias del tiempo en el bebedero. Sin embargo el efecto sobre la presencia en el comedero se mantiene, posiblemente como un reflejo del cansancio de las aves por el intenso jadeo durante las 24 horas del proceso de aclimatación.



**FIGURA 2. RELACIÓN ENTRE EL PESO VIVO (PV) Y LA TEMPERATURA CORPORAL (TC) DURANTE EL SEGUNDO GOLPE DE CALOR (DÍA 40) EN POLLOS SOBREVIVIENTES O NO AL GOLPE DE CALOR. VALORES MEDIDOS AL FINAL DE LA FASE CALUROSA Y MINUTOS ANTES DE LA MUERTE.**

Considerando todos los pollos (A y N) el 2GC no produjo cambios significativos en las actividades medidas, con una distribución promedio de actividades de 5,84% al comedero; 3,13% al bebedero; 6,50% parados y 84,53% echados. Al analizar por tratamientos, solo los pollos N redujeron significativamente el tiempo en el comedero, de 8,09% a 3,80%, durante el golpe de calor sin una disminución real en el consumo, TABLA II. Ni antes ni durante el 2GC se evidenciaron diferencias entre los tratamientos. Sin embargo, Zhou y col. [21] reportaron que los pollos aclimatados pasan menos tiempo echados que los no aclimatados durante un golpe de calor de 3 horas a  $33^{\circ}\text{C}$ .

El número de aves que hiperventilan aumenta de forma progresiva con el aumento de la TA. Este aumento es mayor durante el 2GC, alcanzando valores de alrededor de 70% de las aves, independientemente del tratamiento, FIG. 4. Este incremento puede deberse a un aumento del número de animales que hiperventilan, la frecuencia de hiperventilación y/o la

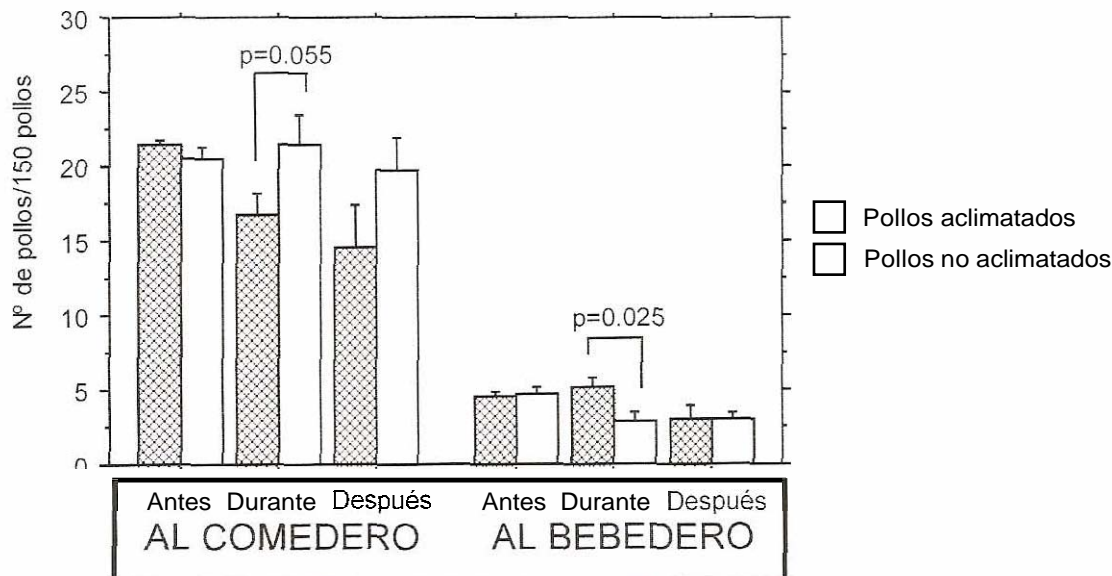


FIGURA 3. NÚMERO DE POLLOS OBSERVADOS AL COMEDERO Y AL BEBEDERO ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DEL PROCESO DE ACLIMATACIÓN (DÍA 5) POR EL MÉTODO DE *SCAN SAMPLING*, SEGÚN EL TRATAMIENTO. VALORES PROMEDIO DE 105 REGISTROS POR TRATAMIENTO ENTRE LAS 9:00 Y 17:00 HORAS.

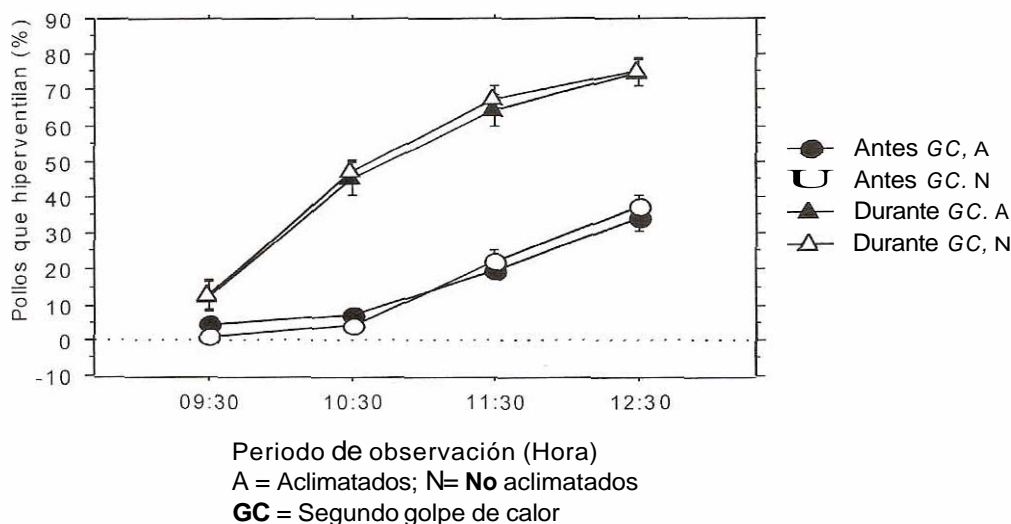


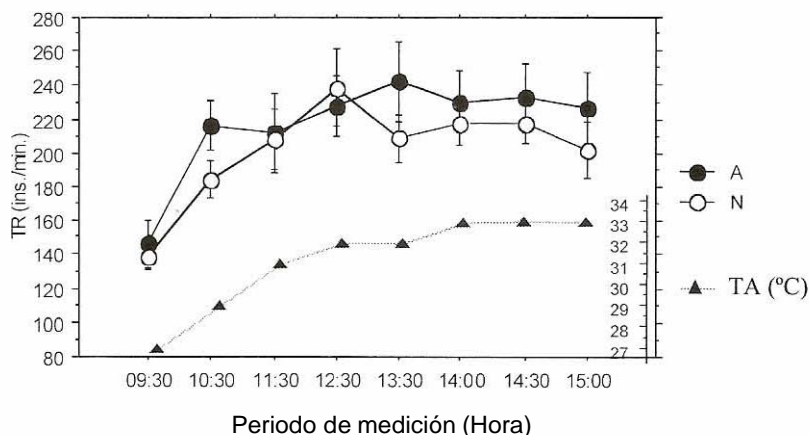
FIGURA 4. EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE POLLOS (EXPRESADO EN PORCENTAJE) QUE HIPERVENTILAN ANTES (DÍA 39) Y DURANTE (DÍA 40) EL SEGUNDO GOLPE DE CALOR, SEGÚN EL TRATAMIENTO, MEDIDO POR EL MÉTODO DE *SCAN SAMPLING*. VALORES PROMEDIO DE 48 REGISTROS POR TRATAMIENTO, POR CADA PERIODO DE OBSERVACIÓN.

duración de cada fase de hiperventilación, pero estas variables no pueden ser discriminadas por el método de scanning. Este comportamiento característico del estrés calórico debería ser estudiado y descrito de forma más precisa.

#### Tasa respiratoria

El aumento de la TA durante el 2GC va acompañado de un aumento en la tasa respiratoria, FIG. 5. Al inicio del 2GC con una temperatura promedio de  $28 \pm 1^\circ\text{C}$  se observó una tasa respiratoria (TR) promedio de 140 inspiraciones por minuto (ins/min), que es similar para los pollos A y N. Transcurrida la primera hora la tasa respiratoria de los animales A y N mos-

traron una tendencia ( $P=0,09$ ) a la diferenciación, mientras los pollos A aumentan su TR a 210 ins/min, los pollos N la aumentan solamente a 180 ins/min. Esta diferencia se pierde en las mediciones subsecuentes, aun cuando pareciera existir cierta tendencia de los pollos A a presentar TR más elevadas. Estos resultados son similares a los reportados por Zhou y col. [21] donde pollos expuestos a un golpe de calor a  $33^\circ\text{C}$  durante 3 horas elevan su TR a 230-240 ins/min encontrando solo diferencias significativas en la segunda hora de exposición al calor, con valores superiores para los animales sometidos a aclimatación precoz. En aves ponedoras se ha determinado que en tan solo 60 minutos de un choque térmico a  $35^\circ\text{C}$  se logra-



- TR = Tasa respiratoria (nº de inspiraciones por minuto)  
 A = Pollos aclimatados; N = Pollos no aclimatados  
 TA = Temperatura ambiente

FIGURA 5. EVOLUCIÓN DE LA TASA RESPIRATORIA DE LOS POLLOS DURANTE EL SEGUNDO GOLPE DE CALOR (DÍA 40), SEGÚN EL TRATAMIENTO Y TEMPERATURAS AMBIENTE PROMEDIO. LOS VALORES DE TR REPRESENTAN EL PROMEDIO DE 12 INDIVIDUOS POR TRATAMIENTO, POR CADA PERIODO DE OBSERVACIÓN.

ba incrementar la tasa respiratoria de gallinas ponedoras hasta 150 ins/min [7].

Los resultados de este trabajo pudieran sugerir una respuesta más rápida de las aves A al estímulo producido por el calor, lo que representaría un mecanismo de adaptación, que podría permitirle una mejor disipación de calor. Sin embargo, la elevación de la TR no produjo ninguna ventaja en relación con la supervivencia de las aves, la cual fue similar entre las aves que murieron y las que sobrevivieron.

## CONCLUSIONES

La aclimatación precoz aumenta la resistencia a un golpe de calor en condiciones de ambiente tropical real, disminuyendo la mortalidad de los pollos.

La aclimatación precoz no genera efectos detrimentales en relación a los parámetros zootécnicos ni de composición corporal.

La TC de los pollos aclimatados es inferior a la de los no aclimatados siendo la diferencia más importante en condiciones de golpe de calor.

La baja TC pudiera ser un indicador de la capacidad de supervivencia de los pollos a un golpe de calor.

Durante el proceso de aclimatación los pollos modifican su comportamiento alimenticio, disminuyendo su presencia en el comedero y aumentando su presencia en el bebedero, esta modificación es temporal, no presentándose durante el golpe de calor.

El número de aves en hiperventilación y la tasa respiratoria se elevan en ambos tratamientos durante el golpe de ca-

lor, sin embargo la tasa respiratoria se elevó más rápidamente en los pollos aclimatados.

## AGRADECIMIENTO

Este trabajo fue financiado por el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. El Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (UCV) aporta una beca-sueldo al Prof. Vasco de Basilio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGULO, I. Efecto del calor sobre la productividad de los pollos de engorde en Venezuela. *IX Symposium Elanco de Avicultura*. Caracas. Venezuela. 19 Septiembre, 1989.
- ANGULO, I. Manejo nutricional de aves bajo condiciones de estrés térmico. *FONAIAP Divulga*. Julio-Septiembre. Venezuela. 2-4. 1991.
- ARJONA, A.; DENBOW, D.; WEAVER, W. Effect of heat stress early in life on mortality of broilers exposed to high environmental temperatures just prior to marketing. *Poultry Sci.* 67: 226-231. 1988
- ARJONA, A.; DENBOW, D.; WEAVER, W. Neonatally-induced thermotolerance: physiological responses. *Comp. Biochem. Physiol.* 95A (3) 393-399. 1990.
- BOUGON, M.; LE MENEZ, M.; BALAINE, L.; LAUNAY, M. Influence d'un stress thermique a 5 jours et d'une mise a jeun des poulets lors d'un coup de chaleur a 37 jours, sur la mortalité. *Sciences et Techniques Avicoles*, 14: 4-11. 1996.



- DE BASILIO, V., 1999. L'acclimatation precose et l'alimentation alternée augmentent la résistance des poulets de chair mâles soumis a un stress thermique. Memoire de DEA. ENSA, Rennes (France). 23 p.
- EL HADI, H.; SYKES, A. Thermal panting and respiratory alkalosis in the laying hens. *Br. Poultry Sci.* **23**: 49-57. 1982.
- FREEMAN, B. Body temperature and thermoregulation. Chapter 19. In: *Physiology and biochemistry of the domestic fowl*. Vol. 4. Academy Press, London, pp 365-377, 1987
- MAY, J.; DEATON, J.; BRANTON, S. Body temperature of acclimated broilers during exposure to high temperature. *Poultry Sci.* **66**: 378-380. 1987.
- [10] McDONNARD, K.; BELAY, T.; DEYHIM, F.; TEETER, R. Comparison of the 5-day acclimation and fasting techniques to reduce broiler heat distress mortality. *Poultry Sci.* **69** (suppl. 1): 90 (Abstr.). 1990.
- [11] McNABB, A.; OLSON, M. Development of thermoregulation and hormonal control in Precocial and altricial birds. *Poultry and Avian Biology Reviews* **7** (2/3): 111-125. 1996.
- [12] MELTZER, A. Acclimatization to ambient temperature and its nutritional consequences. *World's Poultry. Sci. J.* **43**: 33-44. 1987.
- [13] PRAYITNO, D.; PHILLIPS, C.; STOKES, D. The effects of color and intensity of light on behavior and leg disorders in broiler chickens. *Poultry Sci.* **76**: 1674-1681. 1997.
- [14] SNEDECOR, G.; COCHRAN, W. **Statistical methods**. Ed. State College Press, Ames, IA (USA). 1968
- [15] TEETER, R.; SMITH, O.; WIERNUSZ, C. Broiler acclimation to heat distress and feed intake effects on body temperature in birds exposed to thermoneutral and high ambient temperatures. *Research Note. Poultry Sci.* **71**: 1101-1104. 1992.
- [16] TEETER, R. **Optimizing** production of heat stressed broilers. *Poultry Digest*, 94:10-27. 1994.
- [17] YAHAV, S.; HURWITZ, S. Induction of thermotolerance in male broiler chickens by temperature conditioning and early age, *Poultry Sci.* **75**:402-406. 1996.
- [18] VILARIÑO, M.; LEON, A.; PICARD, M. Comportamiento alimenticio de las aves. Conceptos básicos, metodologías y resultados. **V** Encuentro sobre nutrición y producción de animales monogastricos. Producción de aves. p 37-45. Maracay, Noviembre 1999.
- [19] YAHAV, S.; PLAVNIK, I. Effect of early-age thermal conditioning and food restriction on performance and thermotolerance of male broiler chickens. *Br. Poultry Sci.* **40**: 120-126. 1999.
- [20] ZHOU, W.; YAMAMOTO, S. Effects of environmental temperature and heat production due to food intake on abdominal temperature, shank skin temperature and respiration rate of broilers. *Br. Poultry Sci.* **38**: 107-114. 1997.
- [21] ZHOU, W.; FUJITA, M.; ITO, T.; YAMAMOTO, S. Effects of early heat exposure on thermoregulatory responses and blood viscosity of broilers prior to marketing. *Br. Poultry Sci.*, **38**: 301-306. 1997.