

**DESEMPEÑO ETOLÓGICO DE DOS ESTIRPES DE GALLUS GALLUS DOMESTICUS
SOMETIDAS A ESTRÉS TÉRMICO AGUDO**

***Ethological Performance of Two Lineages of Gallus gallus domesticus
Exposed to Acute Heat Stress***

Tony Chacón Ch.^{*1}, Vasco De Basilio de Abreu^{**}, Jesús Rojas U.^{*},
Livia Pinto Santini^{**}, y Néstor E. Obispo^{***}

^{**}Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. ^{**}Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. ^{***}Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Venezuela.

Correo-E:mvtonycch@gmail.com

Recibido: 11/07/18 - Aprobado: 28/01/19

RESUMEN

La selección genética en aves de corral se ha basado en el desarrollo de caracteres para crecimiento rápido y no para adaptabilidad al estrés térmico (ET). Esta investigación evaluó las variables etológicas en dos estirpes de *Gallus gallus domesticus*, bajo condición de ET agudo (ETA). Se utilizaron pollos de engorde comerciales (n=40) y pollos criollos (n=40), sobre la base de un diseño completamente aleatorizado (Etapa I: 0-29 d de edad) y, posteriormente, con un arreglo factorial 2 x 2 (dos estirpes y dos condiciones ambientales: cálida: 25 a 27 °C; fresca: 22 a 23 °C, en la Etapa II: 32-36 d de edad. El día 37 (Etapa III), las aves fueron expuestas a simulación de ETA. Las mediciones diarias de temperatura y humedad se dividieron en tres períodos (P): P1: de 07:00 – 09:00 h; P2: de 12:00 – 14:00 h; P3: de 16:00 – 18:00 h. Se evaluaron las siguientes variables etológicas: alimentándose, bebiendo agua, parado sin actividad, echado sin actividad adicional?, hiperventilando y escarbando. Los datos se analizaron mediante ANAVAR. Los resultados mostraron que en la Etapa I, 69 ± 2,37% de los pollos comerciales y 4 ± 0,85% de los criollos, hiperventilaron durante el P2 (P≤0,01). En la Etapa 2, los mayores niveles de ET ocurrieron

ABSTRACT

The genetic selection in poultry has been based on the development of characters for rapid growth and not for adaptability to heat stress (HS). This research evaluated the ethological variables in two lineages of *Gallus gallus domesticus*, under conditions of acute heat stress (AHS). A total of eighty birds (40 commercial broilers and 40 Creoles) were used, and initially assigned to a completely randomized design (Stage I: 0-29 d of age) and, subsequently, to a 2 x 2 factorial arrangement (two strains and two environmental conditions: warm: 25 to 27 °C, fresh: 22 to 23 °C, in Stage II: 32-36 d of age). On day 37 (Stage III), the birds were exposed to simulation of AHS. Daily measurements of temperature and humidity were made, subjecting the birds to three periods (P): P1: from 07:00 - 09:00 h; P2: from 12:00 - 14:00 h; P3: from 16:00 - 18:00 h. The following ethological variables were evaluated: feeding, drinking water, standing without activity, lying down without additional activity?, hyperventilating, and digging. The data was analyzed by ANOVA. The results showed that in Stage I, 69 ± 2.37% of commercial chickens and 4 ± 0.85% of Creoles hyperventilated during P2 (P≤0.01). In Stage 2, the highest levels of HS occurred in P2 and

¹ A quien debe dirigirse la correspondencia (To whom correspondence should be addressed)

en el P2 y los rasgos de exploración en los pollos comerciales estuvieron prácticamente ausentes. El día del ETA, la mayoría de los pollos comerciales ($72 \pm 3,47\%$) hiperventilaron, con un 3,6% de mortalidad, comparados con $5 \pm 1,36\%$ en el grupo de criollos ($P \leq 0,01$), donde no hubo mortalidad. La adaptabilidad de los animales criollos resultó ser una ventaja competitiva para la sobrevivencia en condiciones de cría tropical, comportamiento que se vio comprometido en el caso del grupo comercial, debilitado ante los retos ambientales a los que fue sometido en la presente investigación.

(Palabras clave: Pollos parrilleros; criollos; aves; estrés calórico; etología)

the exploration traits in commercial poultry were practically absent. On the day of the AHS, the majority of commercial chickens ($72 \pm 3.47\%$) hyperventilated, with 3.6% mortality, compared with $5 \pm 1.36\%$ in the group of Creoles ($P \leq 0.01$), where mortality was absent. The adaptability of Creole animals proved to be a competitive advantage for survival in tropical breeding conditions; behavior that was compromised in the case of the commercial group, weakened by the environmental challenges to which it was subjected in the present investigation.

(Key words: Broilers creole; birds; heat stress; ethology)

INTRODUCCIÓN

Durante la domesticación, los animales han sido seleccionados genéticamente de acuerdo a rasgos de interés básicamente productivos. Esta selección se ha traducido en cambios morfológicos y de comportamiento durante generaciones [1, 2]. En el caso de las aves de corral, durante los últimos años la selección genética ha estado orientada a la búsqueda del aumento productivo a través del diseño programado de cruzamientos, formulación de nutrientes y tecnificación de los sistemas de manejo. Debido a que la alimentación es uno de los principales factores limitantes de la producción, se han seleccionado especies o estirpes con índices de conversión alimenticia eficientes y con desarrollo altamente precoz; sin embargo, como producto de estas mejoras genéticas, ha aparecido un número de efectos deletéreos sobre su metabolismo, reproducción, salud, comportamiento, anatomía (tamaño del corazón y pulmones) [1-8], que pueden, además, limitar la capacidad para soportar cambios en la temperatura ambiental, por lo que, bajo condiciones de estrés por calor, la fisiología del organismo y, en particular, los parámetros etológicos de los pollos de engorde pueden verse alterados [3, 4, 9].

Lo anterior, aunado a las variaciones ambientales producto del cambio climático, podría poner en riesgo la producción de aves de corral en los países

tropicales, debido entre otros factores, a las muertes por estrés térmico en pollos de engorde comerciales y a los altos costos derivados de trabajar con ambientes controlados. En contraste con los pollos de engorde, los llamados pollos criollos, aun cuando algunos han sido conservados para la producción de huevos y otros para la producción de carne, mantienen importantes características de rusticidad, de resistencia al clima tropical y a las enfermedades endémicas y de comportamiento social, conservando aún el instinto de búsqueda de alimento y el de conservación ante depredadores, entre otros [10]. Estas características de rusticidad de los pollos criollos, los convierte en un excelente modelo, para estudiar el comportamiento ante situaciones estresantes y para establecer cómo la selección genética para variables productivas puede influenciar las funciones etológicas de las aves de corral.

En Venezuela, 60% de los pollos de engorde y 70% de las granjas de ponedoras, están ubicadas en los estados Aragua, Carabobo y Zulia, regiones donde las temperaturas ambientales oscilan alrededor de los 30 a 32 °C, viéndose estas aves afectadas por problemas de estrés térmico ambiental, que conduce a altas tasas de mortalidad en la etapa final de la producción, con cuantiosas pérdidas económicas [11]. Con base a lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue comparar el desempeño etológico de pollos

de engorde comerciales y pollos criollos, sometidos a estrés térmico ambiental.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Laboratorio Sección de Aves de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Central de Venezuela, en Maracay, estado Aragua; la cual se encuentra ubicada a 10° 16' 50" LN y 67° 35' 58" LO, a 480 m.s.n.m, con una temperatura ambiente (TA) media de 26 °C y una humedad relativa (HR) del 75% [12]. Para la realización del ensayo, se seleccionaron al azar, 40 pollos comerciales de la línea Ross 308, sin discriminación por sexo, escogidos de un grupo de 100 animales, y de igual manera, 40 pollos criollos GDB-UCV Barrada, criados por la Facultad de Agronomía de la UCV, de un lote de 100, nacidos el mismo día que los comerciales.

Etapa I: Desde el punto de vista experimental, cada tratamiento estuvo constituido por el recurso genético. Los animales fueron criados a TA, desde el día uno del nacimiento hasta el día 29 de vida, y fueron distribuidos bajo un diseño completamente aleatorio, en ocho corrales, cuatro (repetición) para los comerciales y cuatro (repetición) para los criollos, con 10 aves cada uno. A partir del día ocho de vida de los pollos, se realizaron las mediciones de las variables etológicas los días lunes, miércoles y viernes, en tres horarios diurnos, a saber: Período 1 (P1): de 7:00 – 9:00 h; Período 2 (P2): de 12:00 – 14:00 pm; Período 3 (P3): de 16:00 – 18:00 pm. Para ambos lotes de pollos se utilizó un alimento comercial, acorde con la etapa de cría, el cual fue, al igual que el agua de bebida, suministrado *ad libitum*.

Etapa II: A partir del día 32 hasta el 36, los mismos pollos del experimento anterior se ubicaron, bajo un diseño completamente al azar, con arreglo factorial 2 x 2, en cuatro salas de ambiente semicontrolado: dos cálidas (de 25 a 27 °C) y dos frescas (de 22 a 23 °C). Cada sala contó con cuatro corrales, dos para los comerciales y dos para los criollos, con cinco animales por corral.

Etapa III: En el día 37, todas las aves fueron sometidas a una simulación de estrés térmico agudo (ETA), en las mismas salas de ambiente semicontrolado. A partir de las 8:00 h, se fue aumentando la temperatura proporcionalmente, comenzando con 28 °C, hasta llegar a una temperatura

máxima de 34°C a las 11:00 h, cuando se consideró que existía el máximo valor de TA que podían tolerar estos animales, con cero tasa de mortalidad [13]. El aumento de la TA de las salas se generó a través de criadoras a gas, reguladas con sensores de temperatura. Desde este momento se evaluaron las variables etológicas.

Variables Evaluadas

TA y HR: Estas variables se registraron automáticamente en forma continua cada 30 min, desde el día siete de vida, hasta el final del ensayo. Para ello, se utilizó una estación meteorológica automática marca Cambell®, CR10X y dos termo-hidrómetros marca Testo®, modelo 171. Se registraron y almacenaron en un colector de datos (*data logger*, por sus siglas en inglés), cada media hora, hasta el día 37, que correspondió al día de simulación del ETA. Los datos fueron promediados para cada período. La TA se expresó en grados Celsius (°C) y la HR como porcentaje (%).

Evaluación etológica: Las mediciones de comportamiento se llevaron a cabo desde el día 8 hasta el día 37 de vida. Para ello, se siguió una metodología denominada muestreo de exploración (*scan sampling*, por sus siglas en Inglés) [11], el cual consiste en un proceso de observación sistemática, donde se evalúa a intervalos al grupo estudiado y se registra el número de individuos que ejecutan una determinada actividad. En cada momento de la evaluación, se realizaron seis observaciones a los pollos de cada corral, con una duración aproximada de dos minutos por corral, verificándose algunos elementos de comportamiento (actividades rutinarias del ave) sobre cada animal, destacándose los siguientes: alimentándose, bebiendo agua, parado sin actividad, echado sin realizar otra actividad, hiperventilando, escarbando. Los datos obtenidos en cada tiempo de observación se promediaron para cada corral, expresándose como el porcentaje (%) del tiempo realizando determinada actividad, y luego fueron promediados por tratamiento y por período.

Análisis Estadístico

Los datos se analizaron estadísticamente, recurriendo a un análisis de la varianza (ANAVAR), utilizando el paquete estadístico SAS (SAS, 2005). Las medias se compararon mediante la prueba de rango múltiple de Tukey. Los resultados fueron

considerados estadísticamente significativos, a un nivel alfa (α) menor o igual a 0,05 ($P \leq 0,05$). Los valores se expresaron como la media \pm el error estándar de la media (EEM).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Temperatura Ambiental y Humedad Relativa

En la Figura 1 se resumen los valores de TA y HR, desde el día 8 de vida hasta el día 29, el cual se correspondió con el período de crianza (Etapa I), adaptado a temperaturas de cría estándar comercial en el país. Del análisis de dicha figura, se puede evidenciar que las horas más calurosas del día fueron las del P2 (desde las 12:00 hasta las 14:00); las horas más frescas las del P1 (7:00-9:00 am) y las temperaturas intermedias se registraron durante el P3 (16:00-18:00). Estas temperaturas se encuentran ubicadas en lo que se ha denominado niveles de confort para la cría de pollos de engorde en Venezuela en etapas de crecimiento, no llegando en ningún caso a alcanzar el estado de ETA.

Con relación a la HR, se siguió el mismo procedimiento contemplado con la TA, desprendiéndose de la observación de la Figura 1, que los valores más altos se encontraron en el P1, mientras que los menores correspondieron al P2. En este estudio, los valores promedio de las variables TA (29,45 °C) y HR (62,51%) para esta etapa de vida, no constituyen niveles extremos para la cría de los animales [14].

El período comprendido entre la quinta y sexta semana de vida del pollo comercial, la cual coincide con la etapa II, se considera como aquel período donde se requieren niveles óptimos de TA (21 a 22 °C), para que los animales no padezcan de condiciones de estrés térmico. La HR en esta etapa no excedió los niveles de confort de las aves comerciales, con de TA y HR de acuerdo a como fueron programadas en función de los requerimientos de los pollos parrilleros, y partiendo de la premisa de que los pollos criollos estaban adaptados a las condiciones tropicales que son más variables, y algunas veces consideradas extremas para los comerciales (Cuadro 1).

El día 37 de edad, todas las aves fueron sometidas al ETA experimental, con una temperatura que no produjera mortalidad en la parvada comercial, pero que revelara los efectos visuales del estrés térmico en los pollos comerciales, como la hiperventilación

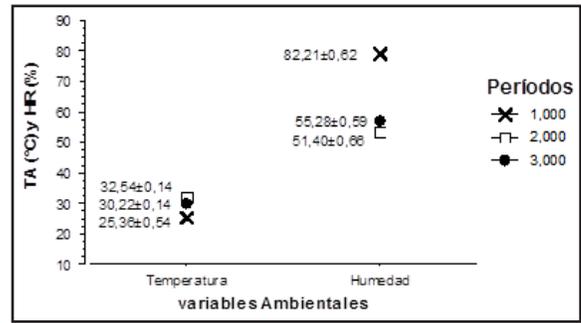


Figura 1. Valores promedio de temperatura ambiente (TA) y humedad relativa (HR) durante la etapa I (1-29 d de edad). Se muestran los valores por períodos (Período 1: 7 a 9; Período 2: 12:00-14:00 h; Período 3: 16:00-18:00 h). TA=29,45 \pm 0,10 °C; HR = 62,51% \pm 0,45%

[11, 14]. Esta temperatura aunque fue programada en 34 °C, con una HR entre 48-50% (Cuadro 1), produjo una mortalidad de 9 individuos (3,6%) al final del ensayo.

La TA y la HR en conjunto, no generaron niveles de ETA durante el período de cría en los animales (Figura 1), es decir, los pollos comerciales (parrilleros) en las primeras semanas de vida, requieren condiciones de TA que oscilan entre 32 a 35°C [15], a diferencia de las últimas etapas de producción (5^{ta} y 6^{ta} semanas de vida), cuando se plantea que se requieren temperaturas más bajas que oscilan entre 18 a 26°C [15-17]. La TA requerida en los pollos de engorde comerciales, se ha de disminuir en la medida en que éstos aumentan su edad, pero igualmente, también con la edad y el peso corporal aumenta la susceptibilidad al calor [18]. Las condiciones ambientales de TA y HR que se les proporcionó a estos dos grupos de animales, son consideradas como condiciones de cría estándar en países del trópico [9, 19, 20]. Los valores de TA y HR que se registraron durante la época de cría a los animales, no causaron la muerte de las aves en este

Cuadro 1. Variables ambientales durante las etapas II y III*

Edad (días)	Ambiente	TA (°C)	HR (%)
32	Cálido	25,00 \pm 0,31	63,60 \pm 0,06
	Fresco	22,68 \pm 0,12	64,41 \pm 0,18
36	Cálido	26,66 \pm 0,18	60,30 \pm 0,20
	Fresco	22,82 \pm 0,06	58,29 \pm 0,10
37	ECA	34,00 \pm 0,00	48,74 \pm 0,00

*Valores expresados como la media (\pm) el error estándar de la media (EEM). TA: temperatura ambiente, HR: humedad relativa. ETA: estrés térmico agudo

ciclo (1 - 29 d de edad), lo cual coincide con otras investigaciones en el país [11, 20].

Las mayores temperaturas se presentaron en el P2 de la etapa de cría, con una HR por debajo de 60%. Este nivel de humedad les permitió a los pollos de engorde disipar el calor a través de sus mecanismos fisiológicos [9, 17]. La pérdida de calor sensible se presenta cuando existen elevadas TA, y se suprime con HR altas [9]. Cuando la temperatura supera los 28 °C, las aves comienzan a jadear para eliminar el calor por evaporación respiratoria (calor latente) [21]; este proceso es efectivo cuando el ambiente es seco, es decir, cuando la HR es <65% [14, 20]. Los efectos térmicos sobre el animal que generan estrés o distrés propiamente dicho, se hacen más evidentes cuando las condiciones de HR son altas, incidiendo sobre la temperatura corporal (TC), la frecuencia cardiaca, la frecuencia respiratoria, la concentración de hemoglobina y el número de glóbulos rojos [2, 22].

De acuerdo con May *et al.* [23], las TA elevada durante tres días, es suficiente para incrementar la resistencia al estrés térmico, observándose un nivel de adaptación de tipo protector. Sin embargo, en esta investigación no se observó una interacción significativa entre los dos tipos de ambiente (cálido y fresco) y las respuestas etológicas encontradas en el día del estrés térmico. Esto pudo deberse a que las temperaturas consideradas en esta etapa probablemente no fueron lo suficientemente altas como para generar una estimulación previa de defensa frente al calor ambiental en las aves, sobre todo en la estirpe comercial.

En el día 37 de edad, los pollos fueron evaluados bajo una condición de ETA, con una temperatura que permitiera mostrar signos clínicos de estrés térmico, destacándose entre éstos, la hiperventilación y el decúbito esternal con las alas extendidas. Sin embargo, que este estrés térmico no fuera lo suficientemente elevado para alcanzar la producción de un umbral de calor corporal que generara mortalidad en ambos grupos; la temperatura ideal se consiguió a los 34°C [14] (Cuadro 1).

En la presente investigación, se registró una TA promedio de $29,37 \pm 0,10$ °C, en el período de 1 a 29 d, siendo la mayor en el P2 ($32,54 \pm 0,14$ °C), es decir, los niveles de TA siempre estuvieron dentro de los límites acordes para esta etapa de cría.

En el caso de las últimas semanas de producción de los pollos comerciales (29-42 d de edad), el rango de la

zona de termo-neutralidad es mucho más bajo (18 a 26 °C) [14-16], de allí que la TA en la cual se consideró que las aves se encontraban en ETA, sí las afectó, lo que condujo a los pollos, mayormente a los comerciales, a activar su principal mecanismo de disipación calórica como es el de la hiperventilación [9, 14].

Variables Etológicas

Etapa I: El Cuadro 2 muestra los porcentajes de animales realizando las actividades etológicas evaluadas en los diferentes períodos. En la etapa de cría (0 a 29 d) en condiciones estándar de producción, se observa la distribución de ambos grupos de animales en cada período, notándose que las aves comerciales durante el P2, bajo condiciones de TA promedio de $32,54 \pm 0,14$ °C y HR de $51,40 \pm 0,66\%$, así como durante el P3, bajo condiciones de TA promedio de $30,2 \pm 0,14$ °C y HR de $55,28 \pm 0,59\%$, se encontraban en condiciones de hiperventilación, signo o actividad que ha sido considerada como indicador de estrés térmico, en un porcentaje mayor en el P1 ($P \leq 0,01$).

Para el P1, cuando los animales fueron expuestos a una TA promedio de $25,36 \pm 0,54$ °C, con una HR de $82,21 \pm 0,62\%$, encontramos que la mayor cantidad ($69 \pm 1,77\%$) de animales comerciales ($P \leq 0,01$), fueron observados en la actividad denominada echados. En ninguno de los tres períodos se observó a las aves comerciales en actividades de exploración (escarbando). En las horas más frescas del día, las cuales correspondieron al P1, se observó la mayor cantidad de animales en actividades de consumo de agua ($4 \pm 0,52\%$) y de alimento ($9 \pm 0,78\%$), comparados con P2 y P3 ($P \leq 0,05$).

Para la actividad denominada parados, se observa que el mayor porcentaje ($8 \pm 1,03\%$) de aves comerciales con este comportamiento, se ubicó en el P1, correspondiente a las horas más frescas ($P \leq 0,01$); y el menor porcentaje, en el P2 ($2 \pm 0,27\%$), correspondiente a las horas más calurosas. La actividad de exploración (escarbando) fue muy manifiesta en el grupo de los criollos ($14 \pm 0,79\%$) durante los tres períodos de medición, siendo mayor para el P1 ($18 \pm 1,63\%$; $P \leq 0,05$).

En las aves criollas, las variables que se consideraron en este ensayo, para demostrar bienestar animal, fueron las que concentraron el mayor porcentaje de animales. Así es el caso de la variable echados (Cuadro 2), para los animales

Cuadro 2. Proporción de actividades diarias realizadas por pollos comerciales y criollos en la etapa de cría (1 a 29 d de vida), para los diferentes períodos del día*

Tratamiento	Período	Comiendo	Bebiendo	Escarbando	Echados	Hiperventilando	Parados
Comerciales	I	9 ± 0,78 a A	4 ± 0,52 a	0 ± 0,2 A	69 ± 1,77 a A	8 ± 1,33 a A	8 ± 1,03 a A
	II	5 ± 0,66 b	2 ± 0,35 b	0 ± 0,76 A	0 ± 0,00b A	69 ± 2,37 b A	2 ± 0,27 b A
	III	6 ± 0,81 c A	2 ± 0,30 c	0 ± 0,00 A	32 ± 2,17 c A	57 ± 2,42 c A	3 ± 0,58 c A
Criollos	I	6 ± 0,67 B	2 ± 0,25 B	18 ± 1,63 a B	41 ± 2,28 a B	1 ± 0,44 a B	31 ± 1,91a B
	II	5 ± 0,63	3 ± 0,43	16 ± 1,32 b B	16 ± 1,81 b B	4 ± 0,85 b B	22 ± 1,34b B
	III	4 ± 0,48 B	2 ± 0,38	10 ± 1,14 c B	58 ± 1,92 c B	2 ± 0,40 c B	22 ± 1,41c B

*Valores expresados como la media () ± el error estándar (EEM), para los diferentes períodos.

Letras minúsculas distintas dentro de tratamientos (comerciales o criollos), representan diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$). Letras mayúsculas distintas entre los tratamientos (comerciales y criollos), representan diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$). Período 1: de 7-9 h; Período 2: de 14:00 a 16:00 h; Período 3: de 16:00 -18:00 h

criollos que muestra incluso en las horas más calurosas (P2), mantuvieron un alto porcentaje de estos animales echados ($P \leq 0,01$), comparados con el mismo período para los animales comerciales. Por otra parte, en la actividad etológica parados, se concentran también una buena proporción de animales criollos ($P \leq 0,01$), comparados con las aves comerciales para los tres períodos. Para la variable hiperventilación, el porcentaje de criollos fue bajo ($P \leq 0,01$) en los tres períodos, cuando se compara con las aves comerciales; sin embargo, en el período más caliente, se observaron aves de esta estirpe, bajo esta condición etológica.

Etapla II: El Cuadro 3 muestra los dos grupos de aves sometidos a las dos condiciones ambientales (fresca y cálida). El clima cálido consistió de una TA de 25 a 27 °C y una HR de 60 a 64%. El mayor porcentaje de pollos comerciales (64 ± 4,40%), expuestos a un ambiente cálido, exhibió un estado de hiperventilación, produciéndose diferencias significativas ($P \leq 0,01$), al compararlos con los pollos comerciales en ambiente fresco (15 ± 3,66%) y con los pollos criollos en los mismos ambientes.

La condición de echados fue superior en el ambiente fresco para los comerciales, comparada con el ambiente cálido ($P \leq 0,05$) y la actividad de exploración (escarbando) no fue realizada por este grupo. En el caso de la hiperventilación, ésta no se observó en ninguno de los dos tipos de ambiente en las aves criollas, lo que indica el poco impacto que generó el ambiente cálido en la posible producción

de estrés térmico en esta estirpe.

La actividad de escarbar en los pollos criollos fue superior en el ambiente fresco; sin embargo, en el ambiente cálido también se observó un porcentaje (10 ± 2,86%) de las aves realizando esta actividad. La condición de parados fue igualmente mayor ($P \leq 0,05$) para este grupo, en comparación con los comerciales. En esta investigación, se consideró este comportamiento, como una expresión de bienestar animal (Cuadro 3).

La actividad comiendo se observó en mayor porcentaje ($P \leq 0,05$) en los pollos comerciales en el ambiente fresco (7 ± 2,41%), en comparación al ambiente cálido. Las aves criollas concentraron el mayor porcentaje de animales en esta actividad en el ambiente cálido (5 ± 1,71%).

Etapla III: Como se señaló en la sección de metodología, los dos grupos de animales fueron sometidos a condiciones ambientales de ETA (34 °C de TA y 48,74% de HR). Esta TA se alcanzó en un período de tres horas (de 08:00-11:00 h).

No se evidenció interacción entre los ambientes cálido y fresco aplicados durante los días 32-36 de vida, en relación a las variables etológicas estudiadas, con respecto al día de estrés térmico, para ninguna de las dos estirpes. Por este motivo, se muestran sólo los valores totales para aves criollas y comerciales.

En la Figura 2 observamos el comportamiento de ambas estirpes bajo ETA, para las variables de comportamiento estudiadas. De ellas, la que hemos considerado como la principal indicadora de estrés

Cuadro 3. Proporción (%) de actividades diarias realizadas por pollos comerciales y criollos entre los 32 a 36 días de edad (etapa II), bajo dos condiciones ambientales*

Tratamiento	Período	Comiendo	Bebiendo	Escarbando	Echados	Hiperventilando	Parados
Comerciales	Cálido	3±1,61	2±0,89	0±0,00 A	29±4,29 a A	64±4,40 a A	2±0,81 A
	Fresco	7±2,41A	1±0,71	0±0,00 A	72±4,37 b A	15±3,67 b A	5±1,93 A
Criollos	Cálido	5±1,71	1±0,71	10±2,86 a B	51±4,83 B	0±0,00 B	33±3,70 a B
	Fresco	1±0,92 B	3±1,41	21±4,35 b B	50±6,16 B	3±2,15 B	22±3,68 b B

*Los valores se dan en porcentaje (%), expresados como la media media (\pm) error estándar (EEM). Letras minúsculas distintas dentro tratamientos (comerciales o criollos), representan diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$); Letras mayúsculas distintas entre los tratamientos (comerciales y criollos), representan diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$).

térmico es la hiperventilación, la cual muestra niveles muy superiores ($P \leq 0,01$) para los pollos comerciales ($72 \pm 3,47\%$) en comparación con los pollos criollos ($5 \pm 1,36\%$). Por otro lado, la proporción de aves en las condiciones de echados y parados, que en esta investigación son consideradas como indicadoras de bienestar, resultaron mucho mayores ($P \leq 0,01$) para el grupo de animales criollos (echados: $57 \pm 3,33\%$ vs. $26 \pm 3,43\%$; parados: criollos $28 \pm 2,80\%$ vs. $1 \pm 0,28\%$). Esto constituye un buen indicador de una mayor adaptación a condiciones extremas de calor. Igualmente, la actividad de exploración resultó mayor ($P \leq 0,01$) en los criollos (escarbando $7 \pm 1,77\%$ vs. $0 \pm 0,00\%$). En referencia a la ingestión de agua, $2 \pm 0,75\%$ de los pollos criollos se mantuvo ingiriendo agua, mientras que los comerciales no manifestaron el deseo de querer hacerlo en esta condiciones a las que fueron expuestos.

Con el análisis del desempeño etológico, logramos evidenciar que las aves comerciales desde su etapa de cría ya muestran signos de estar afectadas por la TA, expresándose esto a través de la actividad de hiperventilación en la fase 0 a 29 d de edad (Cuadro 2), mayormente en las horas más calurosas del día, el P2, pero también observada, en menor porcentaje en el P1, cuando la condición fue más fresca.

Una de las limitantes de la cría de pollos comerciales en el trópico, es su pobre adaptación a condiciones elevadas de TA y HR. En esta investigación se observó, que aun cuando la TA en las primeras semanas de cría no sobrepasó los límites para los pollos comerciales $18-26^\circ\text{C}$ [14], se presentaron signos de estrés térmico

reflejados por la hiperventilación.

Para esta primera etapa, la hiperventilación en los pollos criollos se observó escasamente en el período más caluroso. Del análisis de esta variable etológica, se puede razonar que las aves criollas mostraron un nivel de adaptación óptimo para las temperaturas promedio registradas en esta investigación, las cuales se correspondieron con las condiciones tropicales de cría en Venezuela.

Con relación a la variable hiperventilación, en la fase de 32 a 36 d de edad, con dos tipos distintos de ambiente (Cuadro 3), se observa que, con una variación aproximada de 4°C en la TA, entre las salas frescas y cálidas, se produjo una diferencia importante dentro del grupo comercial. Estos cambios influyen en el comportamiento de estos animales, al recurrir a la hiperventilación como vía para disipar calor a través de la evaporación respiratoria. En contraste, en los pollos criollos no se evidenció influencia de las TA aquí manejadas.

Durante el día del ETA (Figura 2), se observó un alto porcentaje de animales comerciales hiperventilando. La hiperventilación, como ya se ha señalado, es un mecanismo que tiene el ave para disipar calor corporal a través de la evaporación respiratoria, aumentando su frecuencia respiratoria considerablemente [11]. En este ensayo, con una TA de 34°C , el $72 \pm 3,47\%$ de los pollos comerciales hiperventilaron; sin embargo, cabe señalar que los promedios de temperatura en algunas regiones del país pueden ser mayores y en estas mismas regiones, existen importantes granjas de producción de pollos

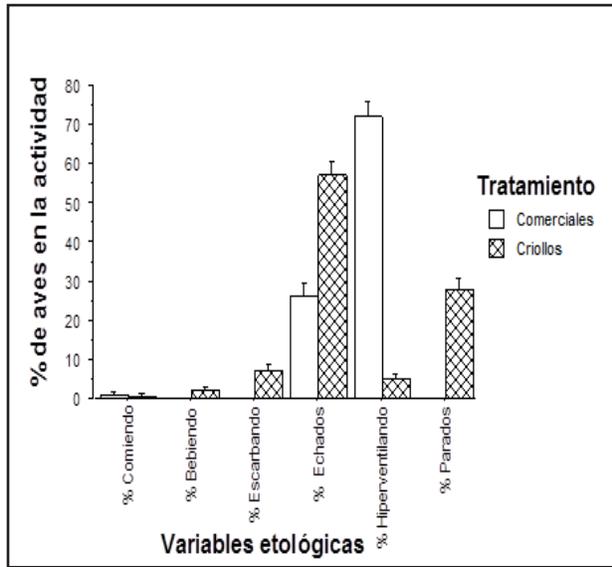


Figura 2. Desempeño etológico (%) de las aves comerciales y criollas, durante el día de estrés térmico (día 37)

de engorde.

Durante la hiperventilación, el animal no realiza otra actividad, pierde grandes cantidades de líquido a través de la evaporación, consume grandes cantidades de energía, al aumentar las tasas metabólicas en los órganos que participan en los mecanismos de disipación calórica, deja de consumir alimento y agua, pudiendo presentarse un cuadro de alcalosis metabólica, que obliga al sistema renal a perder HCO_3^- para contrarrestar la alcalosis y así tratar de disminuir el pH de la sangre, pero esta pérdida de HCO_3^- arrastra electrolitos y agua, lo que origina deshidratación, tal y como ha sido reportado [13]. La alcalosis metabólica pudiera ser uno de los principales mecanismos de muerte en pollos de engorde, bajo condiciones de estrés calórico.

En las aves criollas, para el día del ETA, se observó un porcentaje muy bajo de animales hiperventilando ($5 \pm 1,36\%$), lo que consolida la teoría que se ha venido planteado cuando se evalúa cada una de las variables aquí estudiadas, referida al nivel de adaptación que tienen las aves de corral criollas a TA elevadas.

Durante los P2 y P3, los animales comerciales dedicaron muy poco tiempo al consumo de alimento y agua, actividades acometidas mayormente durante el P1 (Cuadro 2), lo que se corresponde con lo observado por Druyan *et al.* [5], quienes notaron que pollos comerciales tienden a consumir grandes cantidades de alimento en períodos breves de tiempo.

Nielsen [24], señala que el rápido aumento del peso corporal de los pollos de engorde guarda relación con una disminución de la interacción del centro hipotalámico para la saciedad alimenticia, por lo que consumen altas cantidades de alimento durante esos períodos. Igualmente, Lindqvist [6] describe que las aves de corral comerciales pasan gran parte de su tiempo echadas, condición que se observó en un alto porcentaje durante el P1. Esto se explica por la capacidad que tienen estas aves de consumir grandes cantidades de alimento en breves períodos, situación que debe ser considerada en los planes de manejo alimenticio en esta estirpe, es decir, proporcionar el alimento en las horas más frescas para disminuir los aumentos de TC postprandial en las horas más calurosas del día [17].

Durante los días 32 al 36 (Cuadro 3), como ocurrió en la etapa anterior, el consumo de alimento en las aves comerciales fue mayor en el ambiente fresco. El día del ETA (Figura 2), los pollos comerciales disminuyeron esta actividad considerablemente, lo cual pudiera estar relacionado con la exposición a elevadas TA y, además, siguieron consumiendo alimento, pudiendo aumentar su calor corporal [14, 17], debido a que este puede elevarse hasta en un 20% de su nivel basal, producto de la digestión del concentrado.

Los hábitos de exploración en busca de alimento han sido abolidos casi por completo en los animales comerciales, es decir, lo que representa la capacidad de conseguir alimentos por ellos mismos, ya no es una conducta presente en estas aves, o es muy escasa. Los pollos comerciales se han hecho dependientes completamente de la dieta que se les ofrece. A esto podría llamarse como una relajación en los factores de la selección natural. Las aves comerciales han perdido los hábitos de explorar debido a que el alimento, agua y refugio son provistos por el humano, condición que ha sido evidenciada en muchas investigaciones en las cuales, donde se ha observado, por ejemplo, en gallinas ponedoras comerciales, que han reducido su actitud a la exploración en busca de alimento, características anti depredadoras, entre otras [9,22, 25-27].

Este cambio etológico de las aves domesticadas sugiere que escasamente sobrevivirían en un ambiente salvaje, a no ser que encuentren alimentos en abundancia, debido a que tienen muy poca capacidad de adaptarse a otros ambientes, encontrar o recordar y

escoger alimentos y áreas de alimentación [7, 28].

En esta investigación, para los tres períodos durante la etapa de cría (Cuadro 2), no se observaron aves comerciales escarbando, actividad que fue considerada como característica para evaluar los hábitos de exploración, es decir, esta estirpe ha perdido su capacidad de búsqueda de alimento [4, 9, 25, 28], posiblemente acrecentada por una cría en espacios que reducen igualmente esta capacidad [29].

La actividad de exploración (escarbando), estuvo presente en los pollos criollos en los tres períodos, siendo mayor en el período más fresco. Esto podría traducirse en que el nivel de domesticación en estos animales es menor, debido a que todavía conservan rasgos ancestrales del gallo de Selva Rojo, como lo han señalado diversos investigadores [4, 25, 28, 30], con lo que se puede establecer un patrón de comparación para medir el grado de domesticación en estas aves. Mientras más se exprese esta característica etológica, menor va a ser el nivel de domesticación. Este rasgo en los pollos criollos les asegura mayor supervivencia a la hora de enfrentar sitios abiertos, en donde tienen que proveerse de comida, refugio y defensa ante los depredadores [31].

Para los días 32 a 36 (Cuadro 3), con dos tipos de ambiente, las aves comerciales no realizaron actividades de exploración, característica que siguió expresándose en el grupo de los pollos criollos, con mayor actividad de escarbar bajo ambiente fresco. Este comportamiento, ha sido particularmente observado en aves con alta producción de huevos, y se aprecia que a medida que aumenta la edad, ocurre una disminución de la actividad de exploración [28]. En esta investigación, los pollos criollos mostraron conductas muy parecidas a las referidas para el ancestro común, es decir, los hábitos de exploración se mantuvieron, a pesar del incremento de la edad del ave.

Las aves comerciales no evidenciaron actividad de exploración (escarbando) en las etapas de cría y de 32 a 36 d de edad; por ende, difícilmente las veríamos bajo condiciones de ETA, situación que se demuestra en los datos recogidos y evaluados (Figura 2). No obstante, se aprecia que los pollos criollos, aun bajo una TA que se considera extrema para los pollos comerciales, mantuvieron esta actividad. Esto indica que, para estos animales, una TA de 34°C no representa niveles extremos de estrés térmico, como sí ocurre en los pollos comerciales [2].

En los pollos criollos, la actividad de echados se

observó mayormente en el P3 (Cuadro 2). En estos animales, la mayor actividad la realizaron durante las horas matutinas y para las horas de la tarde se observaron más calmados. En la fase de 32 a 36 d, la actividad de estar parado (considerada en este ensayo como un estado del bienestar del animal), sin ejercer otro tipo de actividad, fue más evidente en los animales criollos, en comparación con los pollos comerciales (Cuadro 3). Durante el día del ETA, no se observaron aves comerciales parados, condición que confirma el nivel de tensión al cual estaban sometidas estas aves, bajo niveles de TA de este tipo; sin embargo, en los pollos criollos sí se puede afirmar que existía un nivel de bienestar ambiental, a través de la evaluación de esta variable, manteniéndose $28 \pm 2,80\%$ de sus individuos en esta condición durante el ensayo.

La domesticación ha generado cambios en los animales que han sido sometidos a ésta, por ejemplo, mayor presencia del color blanco en las aves de corral, disminución en el tamaño de la cabeza y cambios morfológicos y fisiológicos [26].

En el caso de las aves comerciales estudiadas, la mayoría han sido domesticadas para vivir dentro de galpones industriales, donde son provistas de todo tipo de ofertas ambientales (luz, comida, agua, nidos), impuestas por el hombre. En el caso de las aves criollas, muchas de ellas son criadas a tras patio, donde tienen la libertad de explorar, buscar alimentos distintos a los ofertados por el hombre y, en algunas ocasiones, seleccionar ellos mismos los nidos, entre otras, de ahí que mantengan características parecidas a sus ancestros comunes. La domesticación modifica el comportamiento de los animales, ya sea directa o indirectamente, debido a la alta selección para la producción [32].

Uno de los factores que se pudo evidenciar en las dos estirpes estudiadas, siendo signos que se evalúan para considerar distintos niveles de domesticación en los animales, fue la aceptación que ofrecieron estas aves a la manipulación humana [29]. Los pollos comerciales fueron más dóciles ante la presencia del hombre, incluso ante su manipulación directa, contrariamente al caso de los pollos criollos, que siempre emprendían la huida ante el acercamiento y manipulación.

Price [29], señala que la aceptación a la manipulación en el caso de los cerdos es una característica medianamente heredable; sin embargo, otros autores [25] consideran que la mansedumbre

de los animales domesticados, ante la presencia del hombre, es una conducta aprendida en un breve período de vida de estos individuos. Igualmente, el gregarismo ha sido señalado como una de las principales características en animales domesticados de granja [33], condición más observada en esta investigación para el caso de los pollos comerciales.

CONCLUSIONES

La temperatura ambiental, ejerce una clara influencia sobre la temperatura corporal de aves de corral, ejerciendo un mayor efecto sobre los pollos de engorde comerciales, cuando se comparan con los pollos criollos, de acuerdo a su desempeño etológico, que puede colocar en riesgo su vida frente a condiciones de estrés térmico agudo.

En la presente investigación el comportamiento adaptativo de los pollos criollos, ante las condiciones experimentales de temperatura y humedad relativa, permite demostrar su alta habilidad para soportar las condiciones de cría en áreas tropicales, sin que éstas afecten su eficiencia inherente, contrariamente, los pollos comerciales, a través del proceso de selección por el hombre y de condiciones medioambientales de crianza, han perdido mucha de las mismas, limitando sus posibilidades de crianza fuera de las condiciones artificiales.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses con relación a esta publicación.

APORTE DE LOS AUTORES

TCH: diseño de ensayo, trabajo de campo, análisis de datos, escritura de trabajo, búsqueda de bibliografía. VdB: diseño de ensayo, análisis de datos, lectura y corrección de trabajo. JR: lectura y corrección de trabajo. LP: Análisis de datos, escritura de trabajo. NO: Análisis de datos, lectura y corrección de trabajo.

AGRADECIMIENTOS

A la sección de aves del Instituto de Producción Animal, de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela.

REFERENCIAS

- [1] Väisänen J, Lindqvist C, Jensen P. Co-segregation of behavior and production related traits in an F3 intercross between Red Jungle fowl and White Leghorn laying hens. *Livest Prod Sci.* 2005; 94:149-158.
- [2] Mirkena T, Duguma G, Haile A, Tibbo M, Okeyo A, Wurzinger M, Solkner J. Genetics of adaptation in domestic farm animals: a review. *Livest Sci.* 2010; 132:1-12.
- [3] Rauw W, Kanis E, Noordhuizen-Stassen F, Grommers F. Undesirable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. *Livest Prod Sci.* 1998; 56:15-33.
- [4] Schütz K, Forkman B, Jensen P. Domestication effects on foraging strategy, social behaviour and different fear responses: a comparison between the Red Jungle fowl (*Gallus gallus*) and a modern layer strain. *Appl Anim Behav Sci.* 2001; 74:1-14.
- [5] Druyan S, Shlosberg A, Cahaner A. Evaluation of growth rate, body weight, heart rate, and blood parameters as potential indicators for selection against susceptibility to the ascites syndrome in young broilers. *Poultry Sci.* 2007; 86: 621-629.
- [6] Lindqvist C. Domestication effects on foraging behavior - consequences for adaptability in chickens. Linköping in Science and Technology. Dissertation N° 1164. IFM Biology Division of Zoology. Linköping University, Sweden Linköping. 2008; 1-37.
- [7] Lindqvist C, Jensen P. Domestication and stress effects on contra freeloading and spatial learning performance in Red Jungle fowl (*Gallus gallus*) and White Leghorn layers. *Behav Processes.* 2009; 81:80-84.
- [8] Rivero A, Farfan C, Oliveros Y, Chacón T, De Basilio V. Effect of two environmental conditions (hot and fresh) on the biometric variables in chickens of puts on weight separated by sex and corporal condition. XXIX World's Poultry Congress. Brazil. 2012.
- [9] Yahav S, Shinder D, Tanny J, Cohen S. Sensible heat loss: the broiler's paradox. *Worlds Poultry Sci J.* 2005; 61:419-434.
- [10] González E, Bisbal F. Los Recursos Zoogenéticos de Venezuela. Las Especies de Explotación Zootécnica. Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. 2007; 14-35.
- [11] De Basilio V, Vilariño P, León A, Picard M. Efecto de la aclimatación precoz sobre la termotolerancia en pollos de engorde sometidos a un estrés térmico tardío en condiciones de clima tropical. *Rev Cient FCV-LUZ.* 2001; 11:60-68.
- [12] INIA. Unidad Agroclimatológica. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Reporte de Estación

- Climatológica. Maracay, Venezuela. 2007; 1.
- [13] Sumano H, Gutiérrez L. Bases Farmacológicas del Tratamiento del Estrés Calórico en Aves. Farmacología Clínica en Aves Comerciales. 4^a Edición. Mc Graw Hill México. 2010; 505-523.
- [14] Cândido, Márcia GL, Tinôco Ilda De FF, Pinto Francisco de A de C, Santos Nerilson T, Roberti RP. Determination of thermal comfort zone for early-stage broilers. *Engenharia Agr*, 2016; 36(5):760-767.
- [15] Estrada M, Márquez S. Interacción de los factores ambientales con la respuesta del comportamiento productivo en pollos de engorde. *Rev Colomb Cienc Pecu*. 2005; 18(3):205-252.
- [16] Álvarez M, Delgado, T, Aenlle, F, Álvarez L. Efectos de la Temperatura del Aire, la Humedad Relativa y el Viento Sobre la Explotación Comercial de Aves y Su Mitigación. Instituto de Meteorología. Cuba. 2002. URL:[http://www.met.inf.cu/memorias/paginas/articulos/Cubanos\(PDF\)/Rosendo_Alvarez1.pdf](http://www.met.inf.cu/memorias/paginas/articulos/Cubanos(PDF)/Rosendo_Alvarez1.pdf). [En línea]. Consultado el 07-09-2010.
- [17] Rojas J, Comerma S, Chacón T, Rossini M, Zerpa H, Farfán C, et al. Efecto de la adición de minerales en el agua o alimento sobre la frecuencia cardíaca, en pollos de engorde sometidos a estrés calórico crónico y agudo. *Rev Fac Cs Vet UCV*. 2008; 49 (2):99-111.
- [18] Lin H, Zhang H, Du R, Gu H, Zhang Z, Buyse J, Decuyper E. Thermoregulation responses of broiler chickens to humidity at different ambient temperatures. II. Four weeks of age. *Poultry Sci*. 2005; 84:1173-1178.
- [19] Freire, E. Influencia de la temperatura ambiente en la respuesta de algunos parámetros biofísicos del broilers en desarrollo. *Avances Cienc Veter*. 1991; 6(1):36-42.
- [20] Oliveros, Y. Evaluación de los elementos climáticos sobre el comportamiento productivo y social de pollos de engorde en etapa de finalización en una granja comercial bajo condiciones tropicales. Tesis de Maestría. UCV. Postgrado en Producción Animal. Facultad de Agronomía. 2000; Maracay, estado Aragua: 61p.
- [20] Yahav, S. Relative humidity at moderate ambient temperature: its effect on male broiler chickens and turkeys. *Poultry Sci*. 2000; 41:94-100.
- [21] Chacón T, Comerma S, Colina Y, Rojas J, Rossini M, Zerpa H, et al. Frecuencia cardíaca como indicador de estrés calórico en pollos de engorde. *Zoot Trop*. 2009; 28(1):93-100.
- [22] Chacón T. Variables fisiológicas y etológicas en *Gallus gallus domesticus* de diferentes niveles de domesticación, criados a temperatura ambiente y bajo simulación de estrés térmico. Tesis de Maestría. Instituto de Zoología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 2012; 81 p.
- [23] May J, Deaton W, Branton S. Body Temperature of acclimated broilers during exposure to high temperature. *Poultry Sci*. 1986; 66:378-380.
- [24] Nielsen, B. Behavioral aspects of feeding constraints: do broilers follow their gut feelings. *Applied Anim Behav Sci*. 2004; 86:251-260.
- [25] Hakansson J y Jensen P. Behavioral and morphological variation between captive populations of red jungle fowl (possible implications for conservation). *Bio. Conserv*. (2005); 122:431-439.
- [26] Mignon-Grasteau S, Boissy A, Bouix J, Faure J, Fisher A, Hinch G, et al. Genetics of adaptation and domestication in livestock. *Livest Prod Sci*. 2005; 93:3-14.
- [27] Lindqvist C, Jensen P. Effects of age, sex and social isolation on contra freeload in red junglefowl (*Gallus gallus*) and white leghorn fowl. *Applied Animal Behav Sci*. 2008; 114:419-428.
- [28] Lindqvist C, Lind J, Jensen P. Effects of Domestication on food deprivation-induced behaviour in red junglefowl, *Gallus gallus*, and White Leghorn Layers. *Anim Behav*. 2009; 77:893-899.
- [29] Price E. Behavioral Development in Animals Undergoing Domestication. *Applied Anim Behav Sci*. 1999; 65:245-271.
- [30] Andersen I, Nævdal E, Bøe K, Bakken M. The significance of theories in behavioural ecology for solving problems in applied ethology – possibilities and limitations. *Applied Anim Behav Sci*. 2006; 97:85-104.
- [31] Andersson M, Nordin E, Jensen P. Domestication effects on foraging strategies in fowl. *Applied Anim Behav Sci*. 2001; 72:51-62.
- [32] Väisänen J, Jensen P. Social versus exploration and foraging motivation in young red junglefowl (*Gallus gallus*) and white leghorn layers. *Applied Anim Behav Sci*. 2003; 84:139-158.
- [33] Forkman B, Boissy A, Meunier-Salaün M, Canali E, Jones R. A Critical review of fear test used in cattle, pigs, sheep, poultry and horses. *Physiol Behav*. 2007; 92:340-374.