

# Técnicas de medición de estrés en aves

Alberto Tejeda Perea\*  
Guillermo Téllez Isaías\*\*  
Francisco Galindo Maldonado\*

## Abstract

Stress levels in domestic animals are increased by environmental conditions of modern husbandry systems. Poultry production systems are the best example of these conditions, and health and production problems are more frequent and probably related to stress. One of the first goals in objective stress determination is scientific measurement and its consequences on productivity. This literature review shows some direct and indirect techniques used to measure stress, such as behaviour, exogenous ACTH, haematology and glucagon.

**Key words:** STRESS, MEASURING TECHNIQUES, DOMESTIC BIRDS, WILD DUCKS, POULTRY BEHAVIOUR.

## Resumen

Las condiciones ambientales que presentan los sistemas de producción intensivos propician estados de estrés en los animales domésticos. La producción comercial de aves es uno de los principales ejemplos de lo anterior, ya que cada día se hace más patente la relación de la presencia de problemas de salud y producción que pueden tener relación con los niveles de estrés al que se encuentra sometida esta especie. La medición sistemática de los niveles de estrés es uno de los primeros pasos para su determinación objetiva y las consecuencias en la productividad animal. La presente revisión muestra algunas de las técnicas utilizadas en aves para llevar a cabo estas mediciones, unas de tipo directo como las conductuales y la prueba de ACTH exógena, y otras de tipo indirecto como pruebas hematológicas, medición de glucagon pancreático y la interpretación de los resultados en los parámetros de producción.

**Palabras clave:** TECNICAS DE MEDICION, ESTRES, AVES DOMESTICAS, PATOS SILVESTRES, CONDUCTA EN AVES.

## Introducción

Entre los mecanismos de respuesta a factores causantes de estrés, se encuentran las respuestas derivadas de la activación de la glándula adrenal.<sup>1</sup> De acuerdo con las tres etapas propuestas por Selye y conocidas como "síndrome general de adaptación" (etapas de alarma, resistencia o habituación y fatiga), se diferencian en cuanto a los componentes que intervienen en las mismas.<sup>2</sup> Durante la reacción de alarma responden principalmente el sistema nervioso autónomo, la médula y la corteza adrenal que

producen adrenalina, noradrenalina y glucocorticoides, respectivamente. Otro mecanismo de respuesta a estímulos de estrés, es la activación de un factor neurohormonal que genera el hipotálamo, secretando ACTH y corticosterona.<sup>3,4,5</sup> La medición de los niveles de corticosteroides en otras especies como bovinos y fauna silvestre, se ha utilizado sobre todo en la técnica denominada de desafío a la ACTH exógena. Esta técnica también se utilizó en aves,<sup>6</sup> y se observaron incrementos hasta de un 250% de los niveles de corticosteroides.

Efectos encontrados, que podrían ser utilizados como indicadores, están representados por cambios en la estructura de órganos linfoides considerados como blanco: timo, bazo y bolsa de Fabricio.<sup>4,5,7</sup> Además de los cambios mencionados, también se ha encontrado la estimulación de las células alfa del páncreas, que producen glucagon, conocida como hormona del estrés,<sup>8</sup> así como alteraciones en la estructura de glándula adrenal como consecuencia de su

Recibido el 13 de febrero y aceptado el 27 de mayo de 1997.

\* Departamento de Etología, Fauna Silvestre y Animales de Laboratorio, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

\*\*Departamento de Producción Animal: Aves, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

activación constante en casos de estrés crónico y cambios en los componentes celulares de la sangre.<sup>7,9</sup>

De acuerdo con los mecanismos de respuesta determinados por factores de tipo hormonal o de tipo conductual, se considera que las aves en su afán por cambiar su propia situación respecto del estímulo causante de estrés, realizarán conductas determinadas; por ejemplo, el simple deseo de huida para evadir estímulos como el dolor o una amenaza.<sup>10</sup> En el caso de estímulos generadores de estrés, como el llamado estrés calórico, las aves activan conductas de disminución en el consumo de alimento, incremento en el consumo de agua y mecanismos de termorregulación, que involucran conductas como el repliegue de las plumas, la extensión de las alas y el jadeo.<sup>11</sup>

Se consideran básicamente dos tipos de mediciones de estrés: directas e indirectas. En las primeras se encuentran las de tipo conductual y el uso de ACTH exógena; y en las segundas, las pruebas hematológicas, la medición de glucagón y los parámetros de producción, ya que aquí pueden intervenir muchos factores tanto del ave misma como del ambiente.

### **Medición de conducta**

En la actualidad la mayor parte de las especies ganaderas son explotadas en forma intensiva o semiintensiva. En ambos casos, los animales se ven sometidos a numerosos estímulos o agresiones externas de diversa intensidad y duración que pueden considerarse como consecuencia del estrés. La introducción del sistema de cría intensiva a mediados de siglo tuvo como objetivo incrementar tanto la producción y venta de animales, así como del producto de éstos, y disminuir los costos económicos de dicha producción. Esto último se ha conseguido; sin embargo, ha traído consigo un cambio importante en la patología animal, siendo cada vez más frecuente la presentación de cuadros con componentes de tipo conductual, como son las crisis de pánico colectivo (situación conocida en el medio avícola como histeria aviar), el picaje, canibalismo y el aumento de las interacciones agresivas en todas las especies.<sup>1</sup>

Las patologías de la reproducción y las enfermedades metabólicas y nutricionales también se mantienen en un plano importante, a menudo relacionadas con la tensión a la que se encuentran sometidas las diferentes especies. La intensificación de las producciones ha traído como consecuencia un notorio cambio en su estilo natural de vida, específicamente en la organización de los individuos y la reducción de la capacidad para desarrollar actividades o conductas propias de la especie. La agrupación de anima-

les por especie y raza, por sexo y edad, según los tipos de producción, el confinamiento de los mismos en lugares estrechos, con una alta densidad de población y con pocas posibilidades de movimiento en algunos casos, expuestos siempre a la manipulación del hombre (despique, vacunación, pesaje, etc.), conllevan una importante reducción en la posibilidad de manifestar conductas individuales. Inmersos en ambientes de este tipo, los animales reaccionarán a través de los mecanismos psicobiológicos y neuroendocrínicos que le permitan la adaptación.<sup>2</sup> Cuando estos mecanismos fracasan, aparece la patología de la adaptación, la cual se manifiesta bajo la forma de diversos procesos patológicos o simplemente se presenta en el animal una situación de malestar que es a menudo difícil de valorar.<sup>1</sup>

La mayoría de los animales que se mantienen en confinamiento tienen que enfrentar una serie de estímulos ambientales, en muchas ocasiones adversos, como el aislamiento, la restricción física, condiciones de sobrepoblación y falta de sustrato natural, entre otros. Bajo estas condiciones los animales no pueden expresar sus patrones conductuales normales; en consecuencia, los actos de motivación de aquéllos se ven frustrados.<sup>12</sup> Esto ocasiona que los animales pierdan el control sobre su entorno y no puedan predecir una serie de estímulos externos.<sup>10</sup>

Van Putten\* menciona a Broom, quien propuso que la tasa de mortalidad, el éxito reproductivo, las respuestas fisiológicas de estrés medidas por actividad adrenal, el grado de inmunosupresión, la severidad de una lesión, la incidencia de enfermedades, o la presencia de comportamiento anormal (conductas redirigidas y estereotipias), se pueden medir cuantitativamente y pueden usarse como indicadores de los niveles de estrés presentes en un animal. De acuerdo con Van Putten, la medición de los patrones de comportamiento individual o interactivo permiten la identificación de qué tan bueno o malo es el grado de bienestar y, por lo tanto, de factores de estrés presentes. También patrones específicos del comportamiento indican que el animal está enfermo, que tiene problemas para enfrentarse al medio, o que fracasa en sus intentos de adaptación.

La manera en que los animales son alojados interfieren con los mecanismos que controlan el comportamiento normal e inducen a estados conductuales que pueden ser interpretados como: frustración, miedo, ansiedad, depresión y aburrimiento.\*\* Estas reacciones negativas causan importantes cambios en el comportamiento y provocan la presentación de conductas que en la mayoría de las ocasiones no se pueden explicar, en algunas ocasiones incluso son consideradas como anormales o atípicas para la especie. Una breve descripción de algunos de estos estados es el siguiente:

### **Frustración**

Se puede originar de tres maneras:

● Cuando la conducta se ve impedida por un factor externo; por ejemplo, una barrera física. En general se observa el

\* Van Putten, G. The Welfare of Farm Animals, Apuntes para el Curso de Etología Aplicada a la Producción Porcina, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, noviembre de 1996.

\*\* Galindo, M.F. Apuntes para la Materia de Etología, Tema Bienestar Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, 1994.

aumento en el comportamiento agresivo y la presencia de comportamientos estereotipados o estereotipias.\*

• Una conducta que inicia, pero que no logra retroalimentación negativa completa. En general, se observa la presentación de estereotipias. Por ejemplo, dar poco alimento es igual a una motivación frustrada para alimentarse con resultado de conductas orales estereotipadas.

• Conducta evitada por falta de sustrato/estímulo. Presentación de comportamientos redirigidos; por ejemplo, ausencia de baño de arena en gallinas.<sup>13,14</sup>

### **Ansiedad y miedo**

Cuando el animal es expuesto a un estímulo de aversión que no puede predecir, se pueden presentar los estados conocidos como ansiedad o miedo. Entre las manifestaciones conductuales sobresalen el incremento en actitudes como la vigilancia extrema, el aumento en el estado de alerta y el aumento en la capacidad de reaccionar o reactividad (nerviosismo).\*\*

### **Depresión**

Cuando el animal es incapaz de controlar o evadir un estímulo aversivo, puede llegar a presentarse un cuadro depresivo. Este se caracteriza por una actitud de apatía y falta de cuidado corporal.\*\*\*

### **Aburrimiento**

Cuando el animal recibe un nivel muy bajo de estimulación sensorial puede presentar un cuadro de aburrimiento. Este se puede manifestar igualmente a través de una actitud constante de apatía, pero también mediante la presentación de conductas estereotipadas.<sup>13,14</sup>

### **Hipersensibilidad**

En ambientes donde la estimulación sensorial se convierte en intolerable, se pueden alterar los ritmos fisiológicos; sin embargo, esto dependerá también de las propias experiencias particulares de los animales. En términos de la operación de un modelo de entradas y salidas de información en el proceso de regulación fisiológica, la causa de hipersensibilidad se puede considerar como una baja en el conjunto de mecanismos de control de una actividad específica.<sup>13,14</sup> El resultado es que un estímulo puede generar una respuesta magnificada, en lugar de la que se podría esperar de una manera natural. En el caso de que se incremente la estimulación, la respuesta a los niveles de

intolerancia se alcanzan muy rápidamente, y si esta situación es prolongada, el animal puede morir.<sup>13</sup>

### **Hiposensibilidad**

La sensibilidad reducida ante estimulación, o hiposensibilidad, se ha convertido en objeto de estudio por su capacidad analgésica ante situaciones de dolor. Las sustancias que se encuentran relacionadas con este fenómeno son las encefalinas, endorfinas y dinorfinas, las cuales están químicamente relacionadas con fármacos opioides utilizados como analgésicos.<sup>12,13</sup>

La medición de niveles de estrés por medio de observaciones conductuales es un hecho que va cobrando en la actualidad mayor importancia.<sup>14</sup> En este sentido, existe información de trabajos realizados en Europa que relacionan la conducta de los animales con la determinación de niveles de bienestar, los cuales se encuentran en relación directa con los niveles de estrés presentes. Pese a que éstos pueden ser indicadores conductuales confiables, su utilización para identificar condiciones de estrés aún no está estandarizada y requiere, por lo tanto, de mayor información, sobre todo de un estudio cuidadoso de quien realice la observación para evitar sesgos subjetivos.<sup>15</sup>

Se considera que la presencia de estrés se puede interpretar principalmente, al considerar la ausencia de conductas anormales o redirigidas (picoteos, marchas, etc.), el estado general de los animales, que incluye en las aves, por ejemplo, el estado general de las plumas, el cual puede resultar altamente significativo, como medidas de los niveles de estrés.<sup>12,\*</sup> Muchos de estos estudios han propiciado conductas conocidas que se encuentran asociadas con los conflictos en vida silvestre. Se ha propuesto la presencia o ausencia de frustración conductual para evaluar el estado de bienestar creado por los sistemas zootécnicos.<sup>13</sup>

De acuerdo a experimentos<sup>16,17</sup> en los que se interrumpió la alimentación, la incubación, la cloquera y el comportamiento sexual, se observó que en asociación a la supresión de estas actividades (frustración) se observaron tres conductas: pasos hacia adelante y hacia atrás, desacomodo del plumaje con el pico y aumento de la agresividad.

### **Efecto de la administración de hormona adrenocorticotrópica exógena (ACTH)**

En mamíferos se ha demostrado la posibilidad de medición de niveles de estrés crónico mediante la prueba de desafío a la ACTH exógena, en donde la observación de niveles elevados de cortisol indica una hipertrofia de la corteza adrenal.<sup>18</sup>

En aves, existen datos de la utilización de esta técnica en patos (*Anas rubripes*),<sup>19</sup> gallinas (*Gallus domesticus*),<sup>20</sup> pavos (*Meleagris gallopavo*),<sup>21</sup> patos domésticos (*Anas platyrhynchos*)<sup>22</sup> bajo una variedad de condiciones de estrés, como privación de comida, obtención de muestras, temperaturas extremas, salinidad, sobrepoblación y ejercicio forzado.

\* Se considera conducta estereotipada o estereotipia a un tipo de conducta caracterizada por una secuencia de movimientos repetidos muchas veces, con una pequeña o ninguna variación y sin una función obvia aparente.

\*\* Galindo, M.F., *Op. cit.*

\*\*\* Galindo, M.F., *Op. cit.*

Se menciona en una revisión<sup>9</sup> que la administración de ACTH inyectada o administrada en alimento provoca disminución de la actividad de los anticuerpos, debido a la involución linfoide que ocurre en el timo y en la bolsa de Fabricio, afectando principalmente a la población de linfocitos T. También se menciona que la inyección de ACTH en pollos produce linfopenia con leucocis transitoria, lo cual fue confirmado por Siegel.<sup>5</sup> En esta misma revisión, otro aspecto mencionado es el hecho que la ACTH deprime la población de linfocitos T, mientras que tiene una acción quimiotáctica sobre los heterófilos y monocitos, por lo que se incrementa la resistencia contra infecciones bacterianas, en virtud de la actividad fagocítica de éstos.

En un estudio en patos negros americanos (*Anas rubripes*),<sup>19</sup> se utilizó la técnica a través de inyección vía intramuscular para determinar los niveles una hora después de la misma. Los niveles de concentración de corticosterona plasmática se determinaron por la utilización de kits comerciales.\* Para el desafío se utilizó corticosterona sintética\*\* a dosis de 0.125 y 0.25 mg/pato y también corticotropina natural porcina A,\*\*\* en niveles de 2.5 y 10 IU/kg. Se utilizó como tratamiento testigo la inyección de solución salina en un grupo. Los resultados de este estudio demostraron una respuesta en la elevación de los niveles en todos los patos tratados con el producto sintético, solamente hubo elevación y respuesta en algunos patos tratados con el nivel más alto de corticosterona natural (10 IU) y no se encontró respuesta adrenocortical o fue muy pequeña en los tratamientos con inyección de solución salina. Las concentraciones en los patos testigo con solución salina se incrementaron levemente 30 minutos posinyección y permanecieron en niveles similares a los valores basales después de 1 y 2 horas para finalmente disminuir en un tiempo de 4 horas.<sup>19</sup>

La respuesta a la inyección intramuscular de ACTH sintética en dosis de 0.25 mg/pato, demostró un incremento de dos a tres veces en la concentración plasmática a 30 minutos posinyección; las concentraciones máximas de corticosterona se encontraron entre la primera y segunda horas. Después de las primeras cuatro horas, los niveles declinaron al valor basal previo a la inoculación.

Los autores concluyen que la utilización de esta prueba en patos silvestres, tiene una alta probabilidad de aplicación en la determinación de estrés crónico provocado por causas diferentes, como contaminantes, cambios extremos en el clima, o algunas de otro tipo, como sobrepoblación, contacto con humanos, etc., además de acuerdo a los mismos, puede funcionar tanto para animales en cautiverio como en libertad. Los estímulos de estrés de tipo crónico pueden facilitar (hipertrofia adrenal) o reducir (atrofia adrenal) la reactividad adrenocortical en las aves.<sup>4</sup>

\* Coat-A-Count Y corticoserone RIA kit, Diagnostic Products Corp. Los Angeles, California, USA.

\*\* Cortrosyn, Organon Inc. West Orange, New Jersey, USA.

\*\*\* ACTH 1-39, Sigma Chemical Company, St. Louis Missouri, USA.

De acuerdo a algunas investigaciones, las variaciones de horario, la estacionalidad, la actividad reproductiva, la genética y los niveles de ACTH endógena también pueden afectar las concentraciones de glucocorticoides circulantes en sangre en las aves.<sup>22,23,24</sup> De cualquier manera, se puede evaluar la función de la corteza adrenal mediante la aplicación de un inductor de estrés agudo o aplicando ACTH. Las respuestas pueden indicar hiper o hipoadrenocorticismos y lo importante de esta situación es que se ha asociado a ambas respuestas con efectos no deseados en aves; por ejemplo, daños en la inmunidad humoral y celular, crecimiento y reproducción.<sup>22,25</sup>

## Hematología

La determinación de los límites de referencia en los niveles normales de la sangre de los indicadores: proteínas totales, albúmina, colesterol total y libre, triglicéridos, aspartato aminotransferasa (AST), fosfatasa alcalina (ALP), calcio y fósforo, se podrán usar como indicadores de las condiciones metabólicas y de salud de una parvada.<sup>26</sup>

Se encontró que en las aves se produce una respuesta difásica al enfrentarse ante situaciones de tensión, que involucran cambios en los componentes celulares de la sangre:

a) Fase moderada: se observa heterofilia y linfopenia. Los heterófilos son responsables de la defensa contra las bacterias, mientras que los linfocitos reconocen y destruyen a una gran variedad de patógenos.

b) En la fase extrema o prolongada, se observa heteropenia, linfocitosis, basofilia, monocitosis y trombocitosis. Los basófilos son células que se encuentran en la sangre periférica en una proporción aproximada del 2.7% , siendo más abundantes durante procesos necróticos, etapas iniciales de inflamación, reacciones de hipersensibilidad y presencia de neoplasias.<sup>27</sup>

Se sabe que los animales responden ante condiciones estresantes sufriendo un retraso en el desarrollo e incrementando defensas contra las infecciones bacterianas y parasitarias como consecuencia de la acción quimiotáctica de la ACTH sobre los heterófilos y los monocitos.<sup>28</sup> La relación heterófilos/linfocitos está considerada como un parámetro eficiente para evaluar el estrés en las aves.<sup>29</sup> Este se obtiene dividiendo el número de heterófilos entre el número de linfocitos encontrados en la muestra. Charles<sup>9</sup> indica que de acuerdo a los valores de referencia obtenidos por Olson y Hodges (Cuadro 1), esta relación H/L será mayor a medida que se eleve la intensidad del estrés, pero no indica mayor o menor grado de susceptibilidad a enfermedades.<sup>9</sup>

El estrés por calor a más de 30.4 °C, o cuando se altera el orden social de las aves aislándolas o cambiándolas de parvada, además de la transportación en un camión por más de tres horas, son ejemplos en la relación H/L en donde se eleva a 0.62, respecto de los valores normales, que son inferiores a 0.45.<sup>30</sup> Como respuesta a estímulos causantes de estrés, se observó un decremento en el

**Cuadro 1**  
**RELACION HETEROFILOS/ LINFOCITOS DE ACUERDO**  
**CON LA EDAD EN GALLINA DOMESTICA**

<i>Edad</i>	<i>Relación H/L</i>	<i>Edad</i>	<i>Relación H/L</i>
3 días	1.36	Adulto macho	0.40
8 días	1.03	Adulto hembra	0.17
20 días	0.38		
1 semana	0.32		
6 semanas	0.29		
10 semanas	0.54		

(Olson y Hodges, citado por Charles<sup>9</sup>.)

número de linfocitos y un incremento en el número de heterófilos obtenidos en muestra de sangre en pollos, así como al incrementar los niveles de corticosterona a través del alimento.<sup>29</sup>

Durante el estrés por calor, se altera también la ultraestructura de los basófilos, mostrando degranulación; asimismo, los monocitos presentan gotas de grasa en el citoplasma, mientras que tanto en eritrocitos como en trombocitos se notó un alargamiento anormal además de un incremento significativo de la lobulación de los heterófilos.<sup>27</sup> La consideración de estos cambios radica en determinar si las células mantienen una capacidad de acción adecuada en cuanto a su reacción inmunológica.<sup>9</sup> En casos de estrés severo, destacan la basofilia y la trombocitosis y la relación H/L no es en estos casos un indicador muy exacto, ya que la cuenta leucocitaria se altera notablemente.

El TMS (evaluación morfológica del trombocito) se describe como un parámetro para evaluar el estrés ambiental, que aumenta o disminuye en forma directamente proporcional a la relación H/L.<sup>30</sup> Los resultados implican que en condiciones normales la relación H/L y el valor del TMS deberán ser bajos, considerando que este último debe estar entre 1.72 y 1.89.<sup>9</sup>

Como efecto de la liberación de ACTH y corticosterona, la población de linfocitos T se ve deprimida, además de los cambios eritrocíticos y leucocitarios descritos previamente. Durante la respuesta en la fase de alarma se observa un descenso en el colesterol con elevación de los lípidos intracelulares; en el proceso de adaptación se nota una elevación del colesterol, del calcio y del potasio, aunados a linfocitosis, trombocitosis, monocitosis y heteropenia.<sup>9</sup>

### **Medición de glucagon**

En la porción endocrina del páncreas se encuentran grupos aislados de células, los cuales toman el nombre de islotes de Langerhans, producen hormonas que pasan directamente al torrente sanguíneo, entre éstas se encuentra el glucagon de las células alfa; insulina de las células beta, y somatostatina de las células delta. Esta última inhibe la liberación de la insulina y glucagon por

el páncreas y la de hormona de crecimiento, tiotropina y corticotropina por la adenohipófisis.<sup>31</sup>

El glucagon eleva la concentración de glucosa en la sangre por el estímulo que da a la glucogenólisis (formación de glucosa a partir de glucógeno) en el hígado. Su mecanismo de acción al estimular la generación de AMP 3', 5'-cíclico en el hígado, facilita la activación de fosforilasa, la enzima que cataliza el primer paso de la disociación del glucógeno hepático para formar glucosa sanguínea.

El glucagon se clasifica como una "sustancia antiinsulínica", otras sustancias también consideradas así son el cortisol de la corteza suprarrenal, la adrenalina de la médula suprarrenal y la hormona somatotrópica u hormona del crecimiento de la adenohipófisis.<sup>31</sup>

Existen trabajos en donde se observó aumento en el glucagon pancreático como respuesta a estímulos de alarma, lo cual ha sido demostrado tanto en mamíferos como en aves.<sup>8</sup>

En un experimento a un grupo de pollos se le inyectó vía intraperitoneal con glucagon en una dosis de 50 mg/kg, una vez al día durante un periodo de cinco días a partir del primer día de edad. Las aves fueron pesadas y analizadas histológicamente, en estos análisis se determinó una tasa de crecimiento afectada, con un incremento relativo del peso de las adrenales y se determinó un aumento significativo en las reservas de colesterol de adrenales. Las aves presentaron hipoglicemia e hipercolesteremia, pero también se encontró un decremento en la concentración de corticosterona en plasma.<sup>8</sup> Estos resultados demostraron consistencia con la hipótesis de que el glucagon es una hormona relacionada con estados de estrés y que es responsable de la activación del eje hipotálamo-hipófisis-adrenocortical. Además en este trabajo se menciona que existen experiencias que indican que la manipulación de las aves estimula la producción de glucagon pancreático. La adrenalina también se ve probablemente incrementada por este estímulo, y existen evidencias de que esta hormona es la responsable del daño en la tasa de crecimiento cuando se realiza esta práctica frecuentemente.<sup>32</sup>

Se ha observado el incremento en catecolaminas y glucagon como efecto ante un estímulo de alarma. En este sentido, efectos comunes para ambos tipos de hormonas, como la actividad glucogenolítica, hacen difícil determinar exactamente cuál hormona es responsable de las respuestas. La reducción en la tasa de crecimiento es resultado probablemente del incremento en las catecolaminas endógenas, ya que se ha visto que la aplicación de adrenalina exógena reduce esta tasa de crecimiento y causa un decremento en la concentración de la hormona del crecimiento circulante.<sup>8</sup>

La hipertrofia adrenal es difícil de inducirse, únicamente por la utilización de adrenalina o glucagon de manera separada; sin embargo, se han observado incrementos significativos en la masa adrenal con las dos hormonas. No se determinó un aumento real en la masa de la adrenal, pero sí en los niveles de colesterol; por lo tanto, sí se pueden determinar cambios en el tejido, esto

puede deberse a la influencia del glucagon en la activación del eje hipotálamo-hipófisis. Desde el momento en que se observa que la adrenalina por sí misma no produce este tipo de cambios, se concluye que por lo menos en el pollo doméstico, el glucagon es el estímulo más potente para la activación del inicio de los procesos de adaptación, por medio de la estimulación del eje hipotálamo-hipófisis-adrenocortical.<sup>8</sup>

### **Niveles de producción**

Los estados de tensión en las aves tienen como consecuencias importantes a la inmunodepresión, el retraso en el desarrollo y una conversión alimenticia ineficiente.<sup>33</sup>

En experimentos donde se valoró el efecto de varios estímulos que causan estrés, como ruido continuo, corte de pico, presencia de coccidias, choques eléctricos intermitentes y estrés calórico; en parámetros como ganancia de peso, consumo de alimento y conducta en general, se encontró que todos los estímulos de estrés, a excepción del ruido, bajaban la ganancia de peso, incrementaban el coeficiente de variaciones individuales en peso y disminuían el consumo de alimento y la conversión alimenticia.<sup>28</sup>

El rendimiento es quizá el indicador de estrés más frecuentemente utilizado en la avicultura comercial. Este es, sin duda, el parámetro más importante para los avicultores que dependen del rendimiento para el éxito de sus empresas. Sin embargo, el considerar al rendimiento como una consecuencia directa de los niveles de estrés presentes, puede resultar muy complejo en cuanto a su medición, debido a las causas multifactoriales que pueden provocar el aumento o reducción de éste. Una parvada de animales seleccionados puede tener un mayor rendimiento debido a su genética superior, a la nutrición y a la bioseguridad, pero de todas maneras no estar alcanzando su máximo potencial de producción debido a factores de estrés, ya sea del ambiente o a patógenos.<sup>15</sup>

La relación entre las respuestas a factores de estrés con el mantenimiento de la salud aún no es del todo clara. Esto es debido a que los niveles de estrés que pueden no afectar a una población pueden ser problemáticos para otra. Asimismo, las experiencias previas pueden influenciar una respuesta inmune y la resistencia a un agente puede afectar la respuesta ante otro. En general, los pollos son sometidos de manera rutinaria a factores físicos y conductuales de estrés, su efecto en la inmunidad de los mismos dependerá tanto de la severidad y la duración de estos factores, como de la carga genética de cada individuo o población.<sup>5</sup>

De acuerdo a lo que se ha expuesto, existen varios indicadores para identificar y cuantificar el estrés en las aves; sin embargo, continúa siendo difícil identificar cuantitativamente a los agentes que lo producen en las aves comerciales. No obstante, según Hargis y Téllez,<sup>15</sup> los avicultores con experiencia pueden identificar a los factores causantes de estrés del ambiente en muchas ocasiones.

Entre las experiencias para relacionar parámetros de producción con otros indicadores, en un trabajo se buscó

el efecto en la relación heterófilos/linfocitos y peso corporal en lotes de pollos con un ayuno inicial y uno secundario. Pollos que nunca habían estado sin comida fueron sometidos a un ayuno de dos días de duración en semanas sucesivas. Ambos ayunos resultaron en disminuciones similares en peso corporal. El primer ayuno resultó en una respuesta mucho más severa sobre la proporción heterófilo/linfocito (H/L), que el ayuno secundario. Cuando el ayuno inicial fue seguido una semana más tarde, de dos días de privación de agua, la respuesta sobre la proporción H/L fue similar a la respuesta de una parvada semejante de pollos que no fue sometida a un ayuno antes del periodo de privación de agua.<sup>34,35</sup>

Estudios en donde se compararon diferentes sistemas de jaula con sistemas de libertad o semilibertad, han mostrado algunas diferencias en el rendimiento de los animales a nivel de medición de algunas hormonas de estrés, así como con su rendimiento productivo. En contraposición a lo que se pensaba, en un sistema de producción en jaula bajo buenas condiciones de manejo, se lograron buenos resultados en comparación a un sistema en semilibertad.<sup>25,36</sup>

De acuerdo con otro estudio en los niveles de producción de gallinas en un sistema con patio recubierto con capa vegetal, se mejoraron parámetros como mortalidad, peso al final de ciclo y mantenimiento del *pick* y porcentaje de postura.<sup>36</sup>

### **Conclusiones**

La utilidad de las observaciones de tipo conductual tendrá un valor importante al lograr la determinación de alteraciones observables y estandarizadas que nos aporten datos a nivel de campo sobre el estado general de la parvada. Para este fin se requiere de una mayor cantidad de estudios conductuales de campo bajo condiciones ambientales en México, para confirmar así las evidencias que actualmente existen en otras especies sobre la influencia del ambiente en la modificación de patrones de conducta, en su intento por adaptarse al ambiente donde se desarrollan.

En cuanto al valor diagnóstico de la técnica de ACTH exógena en patos silvestres y otras aves domésticas,<sup>19,20,21,22</sup> se observaron resultados alentadores; sin embargo, por las características mismas de su medición en plasma, la toma de muestras sanguíneas podría alterar los valores, además el costo de la misma reduce el valor de su aplicación en aves de una manera comercial.

Posiblemente la correlación de valores obtenidos por varias de las vías anteriormente descritas será la manera más confiable de determinar los niveles de estrés en pollos y gallinas. Desde un punto de vista preventivo, en algunas ocasiones el conocer la situación de la parvada de acuerdo con los resultados en algunas de las pruebas, auxiliará en la prevención de efectos no deseados, por ejemplo: la baja de peso o la probable susceptibilidad a enfermedades por una inadecuada respuesta en los

componentes celulares sanguíneos, como se ha observado en la relación H/L; y que no estén claramente relacionados con estados más estudiados como la inmunodepresión provocada por agentes infecciosos.

En cualquier caso, aún con la determinación objetiva de las alteraciones resultantes de estados de tensión (estrés), sólo a través de la revisión cuidadosa de todas las condiciones ambientales y de manejo se podrá incidir en las mismas para lograr un producto final que aproveche en su totalidad, al potencial genético de las diferentes estirpes de aves.

## Referencias

- García-Belenger S, Mormede P. Nuevo concepto de estrés en ganadería: psicobiología y neurobiología de la adaptación. *Invest Agropecu Prod Sanit Anim* 1993;8(2):87-110.
- Caballero Ch S. Contribución a la metodología para la caracterización del estrés en bovinos (tesis de maestría). México (DF): Univ Nac Aut Méx, 1996.
- Knol BW. Stress and the endocrine hypothalamus-pituitary-testis system: a review. *Vet Q* 1991;3:104-114.
- Rivier C, Rivest S. Effect of stress on the activity of the hypothalamic-pituitary-gonadal axis: peripheral and central mechanisms. *Biol Reprod* 1991;45:523-532.
- Siegel BP. Poultry stress, immunity interactions are analysed. *Poultry Dig* 1990, Mayo:38-42.
- Nagra CL, Meyer RK. Influence of corticosterone on the metabolism of palmitate and glucose in cockerels. *Gen Comp Endocrinol* 1963;3:131-138.
- Siegel HS. Physiological stress in birds. *Biol Sci* 1980;30.8:529-533.
- Freeman BM. Glucagon: A stress hormone in the domestic fowl. *Res Vet Sci* 1980;28:389-390.
- Charles NM. Hematología del estrés en aves. *Memorias de la V Jornada Médico Avícola*; 1995 abril 19-21; México, DF. México, (DF): Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Univ Nac Aut Méx, 1995:26-27.
- Gentle MJ. Pain in birds. *Anim Welf* 1992;1:235-247.
- Freeman BM. "Energy metabolism" physiology and biochemistry of the domestic fowl. *Poultry Sci* 1983; 4:137-146.
- Galindo MF. La importancia de la etología en la medicina veterinaria y zootecnia, serie temas de actualidad. 1995. México DF: Federación de Colegios y Asociaciones de Médicos Veterinarios Zootecnistas, 1995.
- Broom DM, Johnson KG. Stress and animal welfare. London: Chapman and Hall, 1993.
- Duncan IJ, Rushen J, Lawrence AB. Conclusions and implications for animal welfare. In: Lawrence AB, Rushen J, editors. *Etereotypic animal behaviour: fundamentals and applications to welfare*. Wallingford: CAB International, 1993:193-206.
- Hargis BM, Téllez IG. La influencia del estrés sobre la inmunidad de las aves y su resistencia a las enfermedades. *Memorias del Curso Avances en Inmunología Aviar*; 1996 marzo 15; México, DF. México, (DF): Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas, AC, 1996:1-7.
- Wood-Gush DGM. Animal welfare in modern agriculture. *Br Vet J* 1973;129:167.
- Duncan IJH. Welfare of housed animals. *Vet Rec* 1974;94:100.
- Friend TH, Dellmeier GR, Gbuer EE. Comparison of four methods of calf confinement. *J Anim Sci* 1985;60:1095-1101.
- Spelman LH, Fleming J, David GS, Stoskopf MK. Effect of exogenous adrenocorticotrophic hormone administration on plasma corticosterone concentrations in American black ducks (*Anas rubripes*). *J Wildl Dis* 1995;31:136-141.
- Beuving G, Vonder GMZ. Comparison of the adrenal sensitivity to ACTH of laying hens with immobilization and plasma baseline levels of corticosterone. *Gen Comp Endocrinol* 1986;62:353-358.
- Davis GS, Siopes TD. Plasma corticosterone response of turkeys to adrenocorticotrophic hormone: age, dose and route of administration effects. *Poultry Sci* 1987;66:1727-1732.
- Harvey S, Hall TR. Hormones and stress in birds: Activation of the hypothalamo-pituitary-adrenal axis. *Prog Comp Endocrinol* 1990;342:453-460.
- Edens FW, Siegel HS. Adrenal response in high and low ACTH responses lines of chicken during acute heat stress. *Gen Comp Endocrinol* 1975;25:64-73.
- Wingfield JC, Vleck CM, Moore MC. Seasonal changes in the adrenocortical response to stress in birds of the Sonora desert. *J Exp Zool* 1992;264:419-428.
- Koelkebec KW, Amoss MS. Production and physiological and behavioural responses of laying hens in different management environments. *Poultry Sci* 1987;66:397-407.
- Meluzzi A, Primiceri G, Giordani R, Fabris G. Determination of blood constituents reference values in broilers. *Poultry Sci* 1992;71:337-345.
- Maxwell MH, Robertson GW, Mitchel MA, Carlise AJ. The fine structure of broiler chicken blood cells, with particular reference to basophils, after severe heat stress. *Comp Haem Int* 1992;2:190-200.
- McFarlane JM, Stanley CE, Shanks RD, Carmer SG. Multiple concurrent stressors in chicks. 1. Effect on weight gain, feed intake, and behavior. *Poultry Sci* 1989;68:501-509.
- Gross WS, Siegel HS. Evaluation of the heterophil/lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. *Avian Dis* 1983;27:972-979.
- Gross WB. Factors affecting chicken thrombocyte morphology and the relationship with heterophil:lymphocyte ratios. *Br Poultry Sci* 1989;30:919-925.
- Frandsom BS, Spurgeon TL. Anatomía y fisiología de los animales domésticos. 5a ed. México (DF): Interamericana, 1995.
- Freeman BM, Manning AC. Hormones influence in gain weight in chickens. *Res Vet Sci* 1979;26:223.
- Gross WS, Siegel PB. Effects of early environmental stresses on chicken body weight, antibody response to RBC antigens, feed efficiency, and response to fasting. *Avian Dis* 1981;24:569-579.
- Gross WB, Siegel PB. Effects of initial and second periods of fasting on heterophil/lymphocyte ratios and body weight. *Avian Dis* 1985;30:345-346.
- McFarlane JM, Curtis SE, Simon J, Izquierdo O. Multiple concurrent stressors in chicks. 2. Effects on hematologic, body composition, and pathologic traits. *Poultry Sci* 1989; 68:510-521.
- Posadas HE, Tejada PA, Sánchez LE. Evaluación económica de un sistema de producción de huevos semiintensivo. *Memorias del XXI Congreso de la Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas y la 45th Western Poultry Disease Conference*; 1996 mayo 5-9; Cancún, Quintana Roo, México. Cancún, Quintana Roo, México: Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas, AC, 1996:430-431.