

## EFFECTOS DEL FOTOPERÍODO ARTIFICIAL SOBRE LA ACTIVIDAD SUPRARRENAL, PARÁMETROS ELECTROLÍTICOS Y PESO CORPORAL EN LA CODORNIZ JAPONESA (*Coturnix coturnix japonicus*)

DIDEL GUERRA\*; JULIO ARMAS\*; RENNY ALZOLA\*; MARIO BELMAR\* Y GILMA HERNÁNDEZ\*\*

\*Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Dpto. de Biología, Laboratorio de Fisiología Animal.

\*\*Instituto de Investigaciones en Biomedicina y Cs. Aplicadas, Universidad de Oriente.

**RESUMEN:** Se evaluó el efecto de fotoperíodos artificiales sobre la actividad de la glándula suprarrenal y su relación con los parámetros electrolíticos y peso corporal en *Coturnix coturnix japonicus*. Las aves fueron colocadas en jaulas acondicionadas por un lapso de 6 semanas a diferentes fotoperíodos (L = Luz; O = Oscuridad) distribuidos en 5 grupos de 12 animales: Grupo 1 (20 L - 4 O), Grupo 2 (16 L - 8 O), Grupo 3 (12 L - 12 O), el cual representó al grupo control, Grupo 4 (8 L - 16 O) y Grupo 5 (4 L - 20 O). La actividad suprarrenal se determinó por medio del Volumen Fraccional Cortical (VFC). Se identificaron las diferentes zonas de la glándula (corteza y médula). Los electrolitos plasmáticos se cuantificaron por técnicas de fotometría de llama ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ), método mercurimétrico ( $\text{Cl}^-$ ) y espectrofotométricas ( $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$ ). El VFC, al igual que los iones sodio y cloruro alcanzaron sus máximos valores en los grupos 4 y 5, sometidos a la prevalencia de oscuridad, evidenciándose un comportamiento contrario para el  $\text{K}^+$  y  $\text{Mg}^{+2}$ , los cuales aumentaron sus valores en predominio de luz en los grupos 1 y 2, mientras el  $\text{Ca}^{+2}$  aumentó sus valores en mediana prevalencia de luz en el grupo 2. Estos resultados indican que el VFC y las concentraciones iónicas ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$ ) en el organismo se ven modificadas por cambios en los fotoperíodos artificiales.

**PALABRAS CLAVES:** fotoperíodos, glándula suprarrenal, electrolitos.

**ABSTRACT:** The effect of artificial photoperiods was evaluated on the activity of the adrenal gland and its relationship with the electrolytic parameters and body weight in *Coturnix coturnix japonicus*. Birds were placed in cages conditioned by a lapse of 6 weeks to different photoperiods distributed in 5 groups: Group 1 (20 L - 4 O), Group 2 (16 L - 8 O), Group 3 (12 L - 12 O), which represented the group control, Group 4 (8 L - 16 O), and Group 5 (4 L - 20 O). Suprarenal activity was determined by means of the Volume Cortical Fraccional (VFC). The different zone of the gland were identified (bark and marrow). The plasmatic electrolytes they were quantified for technical of flame photometry ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ), method mercurimeter ( $\text{Cl}^-$ ) and espectrofotometer ( $\text{Ca}^{+2}$  and  $\text{Mg}^{+2}$ ). The VFC, the same as the ions sodium and chloride reached their maximum values in the subjected groups to the prevalence of darkness (G4 and G5), being evidenced a contrary behavior for the  $\text{K}^+$  and  $\text{Mg}^{+2}$ , which their values increased in prevalence of light (G1 and G2), while the  $\text{Ca}^{+2}$  increased their values in medium prevalence of light (G2). These results indicate that the VFC and the ionic concentrations ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  and  $\text{Mg}^{+2}$ ) in the organism they are modified by changes in the artificial photoperiods.

**KEY WORDS:** photoperiods, adrenal gland, electrolytes.

### INTRODUCCIÓN

En las aves, el parénquima de las glándulas suprarrenales no presenta una marcada separación entre la corteza y la médula, sino que el tejido medular está entremezclado con el tejido interrenal, diferenciándose en origen, función y estructura; la médula suprarrenal está regulada directamente por el sistema nervioso simpático y la corteza está bajo el control parcial de la adenohipófisis, diferenciándose en zona subcapsular (ZSC) y zona interna (ZI). (Pearce *et al.* 1978; Mikami *et al.* 1980; Selkurt, 1984).

El volumen fraccional cortical (VFC), es un indicador valioso, pues refleja la actividad glandular. Silverin (1979) sostiene que en la glándula suprarrenal el aumento del VFC determina una alta producción de hormonas

mineralocorticoides y glucocorticoides; en cambio, la disminución del VFC se acompaña con una disminución en los niveles de estas hormonas producidas por la corteza de las suprarrenales. los cationes monovalentes sodio y potasio participan en los cambios de polaridad de la membrana, y son regulados en los fluidos corporales de las aves por eficientes mecanismos homeostáticos que incluyen los esteroides suprarrenales (Rosenberg y Hurwitz, 1987). Pablos *et al.* (1995) señalaron que *Gallus domesticus*, sometido a fotoperíodo ambiental, tanto el contenido de sodio como de potasio aumenta durante las últimas horas de la fase de luz, ya que ambos cationes son afectados por los ritmos circadianos, mientras que el calcio muestra una alta concentración durante la fase completa de luz y una disminución en la fase de oscuridad. La tasa de secreción de aldosterona es controlada fundamentalmente por la concentración de los iones sodio ( $\text{Na}^+$ ) y potasio ( $\text{K}^+$ ) en el plasma, por el sistema renina-angiotensina y por la hormona adrenocorticotropina (ACTH).

Recibido: Noviembre 1999. Aprobado: Abril 2000.

En aves ocurre una rápida activación del tejido adrenocortical como respuesta a una gran variedad de estímulos estresantes (hambre, captura, calor, frío, luz, etc.). El ciclo de actividad de las aves es muy parecido al de los mamíferos. La codorniz y el pato al parecer necesitan por lo menos doce horas de luz para que en ellos pueda ocurrir una secreción de mineralocorticoides y glucocorticoides, lo que indica que hay una correlación temporal entre la producción de hormonas y el ciclo de luz - oscuridad, ya que los animales acostumbra utilizar las señales de luz para sincronizar estos ritmos con el ciclo ambiental diario (Meyer & Millán, 1991; Wingfield *et al.* 1994).

La presente investigación tiene como finalidad evaluar las posibles relaciones entre fotoperíodos artificiales, actividad suprarrenal, parámetros electrolíticos y peso corporal en la codorniz japonesa (*C. coturnix japonicus*)

### MATERIALES Y MÉTODOS

Sesenta ejemplares machos adultos de codorniz (*C. coturnix japonicus*) de 6 a 7 semanas de edad, se colocaron en jaulas acondicionadas hasta el momento de la experimentación. Los animales se distribuyeron en cinco grupos (12 animales por grupo), a saber: Grupo 1 (20 L - 4 O), Grupo 2 (16 L - 8 O), Grupo 3 (12 L - 12 O), el cual representó al grupo control, Grupo 4 (8 L - 16 O) y Grupo 5 (4 L - 20 O), por un período de 6 semanas (Fig. 1). Pesándose antes y después de la experimentación en una balanza OHAUS de 2.601 g de capacidad. Se anestesiaron con éter para la extracción de la sangre por punción cardíaca directa; posteriormente fueron sacrificados y se extrajo la glándula suprarrenal, la cual fue colocada en solución fijadora de Bouin por 48 horas para su posterior estudio histológico.

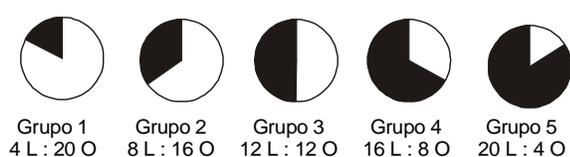


Figura 1. Grupos experimentales de fotoperíodo artificial a que fueron sometidos los machos adultos de codorniz (*C. coturnix japonicus*).

### Microscopía de luz.

Para el estudio histológico de la glándula suprarrenal, se siguieron las técnicas de rutina: deshidratación en alcoholes de grados crecientes, inclusión en parafina, cortes al micrótopo (5  $\mu$ m) y posteriormente se realizaron montajes en láminas. A los cortes se les aplicó la técnica de coloración hematoxilina-eosina (Gridley, 1960), para su posterior observación al microscopio de luz.

### Determinación de la Actividad de la Glándula Suprarrenal.

La actividad de la glándula suprarrenal se determinó mediante el método del volumen fraccional cortical (VFC) modificado por Gorman & Milne (1971). Para ello se utilizaron cortes histológicos de la glándula suprarrenal de cada ejemplar, se observaron con ayuda de un microscopio de luz adaptado con una cámara clara, lo cual permitió proyectar la imagen de cada corte sobre una cuadrícula, con una separación de 50 mm entre cada punto. De esta manera se contó el número de puntos de la cuadrícula que se correspondía con la región cortical y medular.

El conteo se realizó en 5 áreas de cada lámina, para obtener índices que fueron promediados por muestras y grupos, obteniendo el VFC

Los iones sodio y potasio se determinaron por fotometría de llama utilizando un fotómetro de lectura directa, Corning 410, para ello las muestras se diluyeron en una proporción 1: 200 antes de realizar las lecturas fotométricas, Belmar & Rey de Viñas (1971). Los iones cloruro fueron determinados por titulación mercurimétrica según Scribner & Belding (1950). Los iones calcio fueron cuantificados por espectrofotometría con kits comerciales, para lo cual se utilizó un spectronic 21d Milton Roy, según Ray Sarkar & Chanhan (1967). Los iones magnesio fueron valorados por espectrofotometría con kits comerciales y se usó un spectronic 21d Milton Roy, según Merck (1977).

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza sencillo, a un nivel de confiabilidad de 95%. Las variables en las cuales se encontró diferencias significativas, se les aplicó la prueba *a posteriori* de Duncan (Steel & Torrie, 1980) para estudiar el comportamiento de los distintos tratamientos. Adicionalmente se aplicó un análisis de correlación (Sokal & Rohlf, 1979) para determinar el nivel de asociación entre los parámetros electrolíticos y la actividad de la glándula suprarrenal.

### RESULTADOS

Las observaciones de microscopía óptica de la glándula suprarrenal de *C. c. japonicus* (Fig. 2), permitieron corroborar la forma de distribución de la corteza y la médula en dicha glándula, así como también la presencia de vasos sanguíneos con glóbulos rojos nucleados presentes en el parénquima suprarrenal.

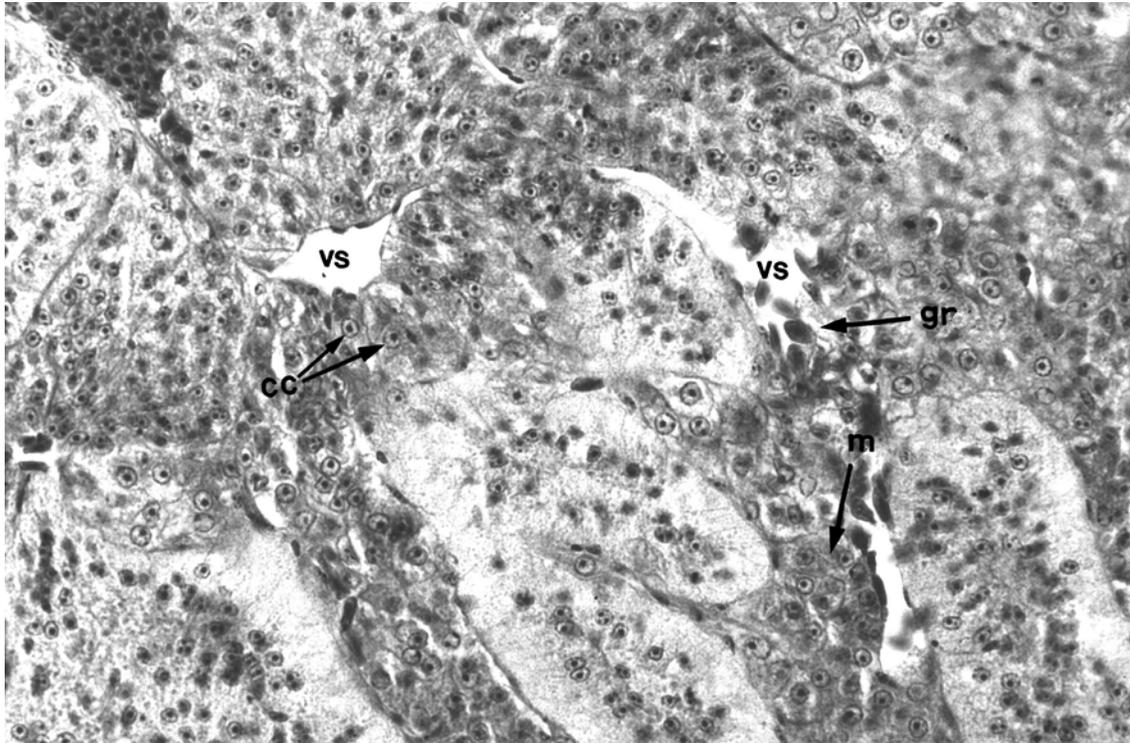


Figura 2. Fotomicrografía de un corte de la glándula suprarrenal de *C. Coturnix japonicus*, se muestra la médula (m), células corticales (cc) y vasos sanguíneos (vs) con glóbulos rojos (gr). Magnificación. 860X.

TABLA 1. Variación del volumen fraccional cortical (%) en *C. coturnix japonicus* sometida a cambios de fotoperíodos artificiales (N: tamaño de la muestra;  $\bar{X}$  : promedio; S: desviación estándar; D: Duncan). El Fs: 14,15 \*\*\* (altamente significativo).

Grupos	N	Intervalo	$\bar{X}$	S	D
3	12	52,1779 - 76,6454	66,5453	6,8234	█
1	12	61,1328 - 77,7912	67,4288	4,4169	
2	12	64,5498 - 73,6358	68,7184	3,0874	
5	12	70,1564 - 81,3636	75,6470	2,7368	
4	12	71,1232 - 84,4867	76,9713	4,2019	

Los análisis de varianza y prueba de Duncan arrojaron los siguientes resultados para los iones plasmáticos: El ion sodio experimentó diferencias altamente significativas en los 5 grupos de animales estudiados (Fs = 27,53; p < 0,001). La Tabla 2 muestra la diferenciación de 4 subconjuntos. Los grupos 4 y 5, con predominio de oscuridad, presentaron los valores promedio más altos, mientras que los grupos 1 y 2, con predominio de luz, presentaron valores promedios más bajos.

El ion cloruro presentó diferencias altamente significativas en todos los grupos estudiados (Fs = 12,60; p < 0,001). La Tabla 2, muestra la diferenciación de 3 subconjuntos.

Se observa que los grupos 4 y 5, con predominio de oscuridad, presentaron los promedios más altos, mientras que los grupos 1 y 2, con predominio de luz, presentaron promedios más bajos.

El ion potasio mostró diferencias altamente significativas (Fs = 12,49; p < 0,001), presentando la formación de 3 subconjuntos. Se observa que el potasio se encuentra disminuido en los grupos 4 y 5 e incrementado en el grupo 2 (Tabla 2).

El magnesio plasmático mostró diferencias altamente significativas (Fs = 12,24; p < 0,001) dando como resultado la formación de 3 subconjuntos. Los análisis de correlación entre el VFC y los electrolitos plasmáticos mostró correlación altamente significativa (Fs = 12,24; p < 0,001) sólo con el Na<sup>+</sup> (r = 0,4732) y Cl<sup>-</sup> (r = 0,6256).

La tabla 3 resume los resultados obtenidos del análisis de varianza para la variación del peso total de animales. Se puede observar que existen diferencias altamente significativas (Fs = 483,14; p < 0,001) para este parámetro. La prueba *a posteriori* de Duncan mantuvo a los grupos separados, donde los grupos 1 y 2 presentaron los valores promedios más bajos, y los grupos 4 y 5 presentaron los valores promedios más elevados.

TABLA 2. Valores electrolíticos de *C. coturnix japonicus* en los cinco fotoperíodos estudiados. G = grupos; X = Valores medios ( $\pm$  DS); FS = Prueba de Fisher (\*\*\*: altamente significativo); D = prueba de Duncan.

G	Parámetros														
	Na <sup>+</sup> (mEq/L)			K <sup>+</sup> (mEq/L)			Cl <sup>-</sup> (mEq/L)			Ca <sup>++</sup> (mEq/L)			Mg <sup>++</sup> (mEq/L)		
	X	D	G	X	D	G	X	D	G	X	D	G	X	D	
1	133,67( $\pm$ 13,44)		5	2,92 ( $\pm$ 0,40)		1	98,33 ( $\pm$ 6,84)		3	2,05 ( $\pm$ 0,21)		3	31,65 ( $\pm$ 0,19)		
3	143,67( $\pm$ 8,22)		4	3,73 ( $\pm$ 0,51)		3	100,79 ( $\pm$ 4,38)		1	2,10 ( $\pm$ 0,27)		4	1,65 ( $\pm$ 0,31)		
2	143,67( $\pm$ 8,22)		1	385 ( $\pm$ 0,61)		2	107,91 ( $\pm$ 19,37)		5	3,03 ( $\pm$ 0,34)		5	1,90 ( $\pm$ 0,35)		
5	160,42( $\pm$ 7,24)		2	4,20 ( $\pm$ 0,35)		5	112,01 ( $\pm$ 15,95)		4	3,41 ( $\pm$ 0,58)		1	2,16 ( $\pm$ 0,21)		
4	164,33( $\pm$ 3,47)		3	4,24 ( $\pm$ 0,61)		4	123,21 ( $\pm$ 12,84)		2	2,72 ( $\pm$ 0,58)		2	2,40 ( $\pm$ 0,48)		
FS	***		***	***		***	***		***			***			

TABLA 3. Variación del peso (g) en un periodo de 6 semanas de *C. coturnix japonicus* sometida a cambios de fotoperíodos artificiales (Abreviaturas como en la Tabla 1). El Fs: 483,14 \*\*\* (altamente significativo).

Grupos	N	Intervalo	X	S	D
2	12	-36,6 - -18,3	-27,924	4,8528	■
1	12	-17,5 - 4,5	-7,092	6,5287	■
3	12	10,3 - 20,5	15,383	3,3229	■
4	12	27,2 - 44,3	32,842	4,8090	■
5	12	44,0 - 57,7	48,783	4,0355	■

## DISCUSIÓN

Los resultados histológicos muestran que la glándula suprarrenal de *C. c. japonicus* sigue el patrón definido para aves descrito por Mikami *et al.* (1980), Holmes *et al.* (1991) y Collie *et al.* (1992), donde el tejido medular está entremezclado con el tejido cortical.

La corteza ocupa mayor proporción que la médula en el parénquima suprarrenal de *C. c. japonicus*, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Mikami *et al.* (1980) quienes sostienen que el parénquima suprarrenal de esta especie está formado aproximadamente por 75% de corteza y 25% de médula, quizás debido a las múltiples funciones fisiológicas que son reguladas por la corteza suprarrenal dentro de las que destaca el mantenimiento del balance hidroelectrolítico normal (Pozo, 1992).

El VFC mostró que los mayores promedios se encontraron en los grupos con prevalencia de oscuridad (grupos 4 y 5) y los menores en los grupos sometidos a predominio de luz (grupos 1 y 2). Lorensen & Farmer (1964) señalan que, en aves, el tejido adrenocortical tiene actividad circadiana, ya que estos eventos fisiológicos pueden ser inducidos fotoperiódicamente y un aumento

o disminución del VFC depende del estado de funcionalidad de la glándula suprarrenal. Estos resultados establecen el criterio de que la prevalencia de oscuridad en aves se acompaña de un aumento en el diámetro de la corteza suprarrenal, lo cual hace más evidente dicho incremento cuando las aves enfrentan fotoperíodos cortos (Gorman & Milne, 1971). Las aves reaccionan a estímulos estresantes con la secreción de la hormona adrenocorticotropina (ACTH), la cual promueve la síntesis y liberación de corticosteroides, y estimula el crecimiento de la corteza suprarrenal (Dawson & Howe, 1983; Kocsis *et al.* 1995).

El sodio es el principal ion extracelular y sus principales reguladores son las glándulas suprarrenales y los riñones. Los resultados obtenidos para este catión muestran que los mayores valores promedios se presentaron en los grupos 4 y 5, con prevalencia de oscuridad, mientras que los promedios más bajos se encontraron en los grupos 1 y 2. Estos resultados presentaron un comportamiento similar al obtenido para el VFC, encontrándose los máximos valores en los grupos 2 y 5 y los menores valores en los grupos 1 y 2. Esta similitud posiblemente se debe a que la mayor actividad de la glándula suprarrenal trajo consigo un aumento en la actividad de la capa de células correspondiente a la zona glomerulosa, la cual aumenta la producción del mineralocorticoide aldosterónico, facilitando la recuperación de Na<sup>+</sup> del lumen tubular al líquido intersticial, y motiva así una mayor reabsorción de este catión al nivel de los túbulos renales.

La secreción de aldosterona puede ser inducida por un aumento de la hormona adrenocorticotropina, la cual promueve la secreción de esteroides en las células adrenocorticales de las aves cuando estas enfrentan un estímulo estresante (Rosenberg & Hurwitz, 1987; Arnason & Skadhange, 1991). Por otra parte, Henderson & Dryer (1992) sostienen que el sodio participa en un mecanismo

de activación de la glándula pineal, la cual secreta la hormona adrenoglomerulotrofina, que estimula la corteza suprarrenal y, por consiguiente, la producción de aldosterona, hormona encargada de promover la retención de sodio al nivel de los túbulos renales distales que sustituye a los iones  $K^+$  e  $H^+$  por los de  $Na^+$  en el filtrado tubular (Herrera, 1993). De igual forma Pablos *et al.* (1995) señalan que la concentración de  $Na^+$  en *Gallus domesticus* presenta una fluctuación circadiana, ya que esta se ve modificada por cambios en los ciclos de luz - oscuridad, disminuyendo en presencia de luz e incrementándose en ausencia de la misma.

El cloruro es un anion extracelular regulado por los riñones, las glándulas suprarrenales, la piel, el tracto gastrointestinal y el pH sanguíneo (Guerci, 1988). En esta investigación el cloruro mostró variaciones en los diferentes grupos de animales estudiados, incrementándose en fotoperíodos cortos y disminuyendo en fotoperíodos largos.

El comportamiento de este anion coincide con el obtenido para el ion sodio, confirmándose la hipótesis que indica que una gran reabsorción de sodio al nivel de los túbulos renales, se acompaña de una reabsorción de cloruro por ser un anion acompañante (Guerci, 1988). Por otra parte, Arnason & Skadhauge (1991), en estudio realizado en gallinas, determinaron que existe una correlación entre los niveles de aldosterona y la reabsorción de sodio y cloruro en el organismo.

El ion potasio presentó gran diferenciación en los grupos de animales estudiados, y mostró un incremento en predominio de luz y disminución en ausencia de la misma. Tales resultados son contrarios a los encontrados en la determinación del VFC y en el análisis del ion sodio, en los cuales los promedios más altos fueron encontrados en los grupos 4 y 5 y los más bajos en los grupos 1 y 2. Este comportamiento confirma la existencia de un mecanismo de intercambio catiónico al nivel de los túbulos renales, en el cual se establece que una mayor reabsorción de los iones sodio se acompaña de una mayor excreción de potasio, por medio de la bomba sodio - potasio. Esto puede estar influenciado por una liberación de aldosterona, producto de la mayor actividad de la corteza suprarrenal (Rosenberg & Hurwitz, 1987; Guerci, 1988). Estos hallazgos coinciden con los obtenidos por Pablos *et al.* (1995), quienes estudiaron el efecto del fotoperíodo en *Gallus domesticus* y determinaron que el potasio alcanza sus máximos niveles durante la fase de luz y que al parecer la ATPasa dependiente de  $Na^+$  y  $K^+$  está envuelta en la activación cíclica de la glándula pineal.

El calcio es principalmente un electrolito extracelular y su excreción renal está regulada por numerosos factores y glándulas, entre las que destaca la glándula suprarrenal. Este catión facilita el acoplamiento del complejo hormona-receptor en la membrana plasmática de las células adrenocorticales y promueve la producción de esteroides suprarrenales (Fakunding *et al.* 1979)

En esta investigación se observó que el calcio alcanzó sus máximos valores en el grupo 2 (mediano predominio de luz sobre la oscuridad). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Pablos *et al.* (1995), quienes determinaron que en aves sometidas a predominio de luz ocurre un aumento en la concentración de calcio plasmático, mediado por el bloqueo de los canales de calcio dependientes de voltaje. Aunque los resultados muestran en el grupo 1 (extrema luminosidad) una disminución de calcio, esta es posiblemente producida por la efectividad de los mecanismos reguladores del organismo para este ion, los cuales tienden a estabilizar las concentraciones de calcio y evitar una descompensación electrolítica en el ave.

El ion magnesio alcanzó sus máximos valores en el grupo 2 (mediano predominio de luz sobre la oscuridad). Este comportamiento es contrario al presentado por el VFC, el cual disminuye en presencia de luz y aumenta en la oscuridad. La excreción de magnesio y su concentración plasmática, se ven afectadas por la actividad glandular. Una disminución de la actividad genera una baja en la síntesis y secreción de aldosterona, lo que provoca un aumento de la concentración plasmática de magnesio (Wilson & Foster, 1989). Tal pronunciamiento confirma la influencia de la aldosterona sobre la excreción y absorción del magnesio en el organismo (Herrera, 1993).

La presencia de una correlación significativa ( $p < 0,005$ ) entre el VFC, el sodio y el cloruro puede deberse a una mayor actividad glandular está determinada por una alta producción de mineralocorticoides y glucocorticoides (Silverin, 1979), hecho que se acompaña por una reabsorción renal de sodio y excreción de potasio debido a la acción de aldosterona, la cual controla el balance electrolítico del organismo (Claus & Skadhauge, 1988).

Finalmente se observó que el incremento en el peso de los animales originado por la diferencia entre el peso inicial y final de los mismos se presentó en los grupos correspondientes a la prevalencia de oscuridad (grupos 4 y 5) y una disminución en los grupos correspondientes a las mayores condiciones lumínicas (grupos 1 y 2). Vilaplana *et al.* (1995) sostienen que generalmente los animales sometidos a prevalencia de oscuridad tienden a aumentar

de peso. Tal incremento quizás se debe al aumento en la producción de mineralocorticoides y glucocorticoides durante el predominio de oscuridad, lo cual promueve la mayor necesidad de ingestión de alimento. Ambos esteroides aumentan los niveles de glucosa sanguínea, la cual causa un aumento en la producción de insulina, que a su vez incrementa la tasa de acumulación de glucosa y esta es convertida en cuerpos grasos que causan un aumento del peso corporal (Gorman & Milne, 1971). Este señalamiento se corresponde con los resultados obtenidos en la presente investigación, en la cual los mayores incrementos de peso correspondieron a los animales colocados a la menor condición lumínica.

Chaplin (1974) señala que en *Parus atricapillus* sometido a fotoperíodo ambiental se evidencia un aumento de peso y que dicho incremento puede estar influenciado por cambios estacionales, ya que los mismos disminuyeron de peso en los días largos. Por otro lado, Silverin *et al.* (1989) sostienen que estos procesos son inducidos fotoperiódicamente, ya que el sistema endocrino es estimulado a promover un aumento de esteroides suprarrenales que afectan el metabolismo intermedio e induce a la acumulación de grasas en el ave.

### CONCLUSIONES

· La actividad de la glándula suprarrenal de *C. coturnix japonicus* se vió afectada por la modificación de fotoperíodos artificiales, y se evidenció un aumento de su funcionalidad cuando los animales son sometidos a fotoperíodos cortos (8 L: 16 O y 4 L: 20 O).

· Los electrolitos plasmáticos mostraron variaciones en los diferentes grupos de animales sometidos a fotoperíodos artificiales. Los iones sodio y cloruro presentaron los valores más altos en los grupos colocados a mediana condición de oscuridad (8 L: 16 O), y los iones calcio y magnesio presentaron los valores más altos en los grupos sometidos a la mediana prevalencia de luz (16 L: 8 O).

· La especie *C. coturnix japonicus* incrementó su peso cuando fue sometida a fotoperíodos de corta luminosidad.

### AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente, por la ayuda prestada a través del proyecto de investigación C.I. 5-024-006-21/94.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ARNASON, S. S. & SKSDHAUGE, E. 1991. Steady - stage sodium absorption and chloride secretion of colon and coprodeum, and plasma levels of osmoregulatory hormones in hens in relation to sodium intake. J. Comp. Physiol. 161B: 1-14.
- BELMAR, M. & REY DE VIÑAS, J. 1971. Temperatura corporal y catecolaminas. Ann. Real Acad. Farmac. 37 (2): 257-280.
- CHAPLIN, S. G. 1974. Daily energetic of the black capped chickadee, *Parus atricapillus* in winter. J. Comp. Physiol. 89: 321-330.
- CLAUS, E. 1998. Modulation of Na<sup>+</sup> and transport by mineralocorticoids. Comp. Biochem. Physiol. 90A (4): 583-589.
- COLLIE, M.; HOLMES, W. & CRONSHAW, P. 1992. A comparison of the responses of dispersed steroidogenic cells derived from embryonic adrenal tissue from the domestic chicken (*Gallus domesticus*), the domestic pekin duck and the wild mallard duck (*Anas platyrhynchos*), and the domestic muscovy duck (*Cairina moschata*). Gen. Comp. Endocrinol. 88: 375-387.
- DAWSON, A. & HOWE, P. 1983. Plasma corticosterone in the wild starlings (*Sturnus vulgaris*) immediately following capture and in relation to body weight during the annual cycle. Gen. Comp. Endocrinol. 51: 303-308.
- FAKUNDING, J. L.; CHOW, R. & CATT, K. J. 1979. The role of calcium in the stimulation of aldosterone production by adrenocorticotropin, angiotensin II and potassium in isolated glomerulosa cell. Endocrinol. 105 (2): 327-333.
- GORMAN, M. & MILNE, H. 1971. Seasonal change in the adrenal steroid tissue of the common eider *Somateria mollissima* and its relations to organic metabolism in normal and oil-polluted birds. Ibis. 113: 218-228.
- GRIDLEY, M. 1960. Manual of histologic and special staining technics. 2<sup>a</sup> Ed. Editorial Mc Graw-Hill Book Company I.N.C. New York. 207 pp.
- GUERCI, A. 1988. Laboratorio métodos de análisis clínicos y su interpretación. 4<sup>a</sup> Ed. Librería "El Ateneo". Editorial Buenos Aires, Argentina. 543 pp.

- HENDERSON, D. & DRYER, S. E. 1992. Voltage and Ca<sup>2+</sup> activated ionic currents in acutely dissociated cells of pineal gland. *Brain. Res.* 572 (1-2): 182-189.
- HERRERA, E. 1993. *Bioquímica*. 2ª Ed. Editorial Interamericana Mc Graw - Hill. Madrid, España. Tomo II. 1160 pp.
- HOLMES, W. N. AL - GHAWAS, S. C.; CRONSHAW, J. & ROHDE, K. 1991. The structural organization and the steroidogenic responsiveness *in vitro* of adrenal gland tissue from the neonatal mallard duck (*Anas platyrhynchos*). *Cell and Tiss. Res.* 263: 557-566.
- KOC SIS, J. F.; SCHIMMEL, R. J. & ROCCO, V. C. 1995. Dissociation of increase in intracellular calcium and aldosterone production induced by angiotensin II (AII): evidence for regulation by distinct all receptor subtypes or isomorphs. *Endocrinol.* 136 (4): 1626-1634.
- LORENZEN, L. y FARMER, D. 1964. An annual cycle in the interrenal tissue of the adrenal gland of white-crowned sparrows, *Zonotrichia leucophrys gambelli*. *Gen. Comp. Endocrinol.* 4:253-563.
- MERCK, E. 1977. *Diagnostic Merck*. Darmstadt, Alemania. 122 pp.
- MEYER, W. E. & MILLÁN, J. R. 1991. Plasma melatonin levels in japanese quail exposed to dim light are determined by subjective interpretation of day and night, not light intensity. *Gen. Comp. Endocrinol.* 84: 377-385.
- MIKAMI, S.; TAKAGI, T. & DONALD, S. F. 1980. Cytological differentiation of the interrenal tissue of the japanese quail, *Coturnix coturnix*. *Cell. Tiss. Res.* 208: 353-370.
- PABLOS, M. Y.; PEREZ-GALLARDO, L.; AGAPITO, M. T. & RECIO, J. M. 1995. Circadian oscillations of calcium, sodium and potassium in chick serum, ultrafiltered serum and pineal gland. *Comp. Biochem. Physiol.* 112A (3/4): 339-345.
- PEARCE, R. B.; CRONSHAW, J. & HOLMES, W. N. 1978. Evidence for the zonation of interrenal tissue in the adrenal gland of the duck (*Anas platyrhynchos*). *Cell. Tiss. Res.* 192: 363-379.
- POZO, C. 1992. Cambios cronológicos celulares de la glándula suprarrenal del pato migratorio *Anas discors* durante su período post y premigratorio mediante el uso del microscopio electrónico. Trabajo de Grado. I.I.B.C.A. - U.D.O. Cumaná. 58 pp.
- RAY SARKAR, B. C. & CHANHAN, U. P. 1967. O-Cresolphthalein complexone without deproteination. *Ann. Biochem.* 20: 155.
- ROSENBERG, J. & HURWITZ, S. 1987. Concentration of adrenocortical hormones in relation to cation homeostasis in birds. *Am. J. Physiol.* 253: R20-R24.
- SCRIBNER, R. & BELDING, S. 1950. Chloride determination in blood. *Proc. Staff meeting of mayo. Clin.* 25: 209-212.
- SELKURT, E. 1984. Seasonal changes in the activity of the thyroid gland and its interaction with testicular fuction in the pied flycatcher *Ficedula hypoleuca*. *Gen. Comp. Endocrinol.* 41:122-129.
- SILVERIN, B. 1979. Activity of the adrenal glands in the pied flycatcher and its relation to testicular regression. *Gen. Comp. Endocrinol.* 38: 162-171.
- SOKAL, R. & ROHLF, F. 1979. *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. H. Blumé Ediciones. Madrid. 872 pp.
- STEEL, G. D. & TORRIE. J. H. 1980. *Principles and procedures of statistics*. 2ª Ed. Editorial Mc Graw-Hill Book Company. New York. 633 pp.
- VILAPLANA, J.; MADRID, J. A.; SÁNCHEZ - VÁZQUEZ, J.; CAMPUZANO, A.; CAMBRAS T. & DIEZ - NOGUERA. 1995. Influence of period length of light / dark cycles on the body weight and food intake of young rats. *Physiol. & Beha.* 58 (1): 9-13.
- WILSON, J. D. & FOSTER, D. W. 1989. *Williams endocrinología*. 7ª Ed. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. Tomo II. 2010 pp.
- WINGFIEL, J. C.; SUYDAM, R. & HUNT, K. 1994. The adrenocortical responses to stress in snow bunting (*Plectrophenax nivalis*) and lapland longspurs (*Calcarius lapponicus*) at Barrou, Alaska. *Comp. Biochem. Physiol.* 108C (3): 299-306.