

# ESTUDIO CLINICO PATOLOGICO Y EPIDEMIOLOGICO DEL SINDROME FATIGA DE JAULA (FJ) EN AVES DE POSTURA \*

Juan Ignacio Tovar\*\*

Martha Moreno de Sandino\*\*

Luis Carlos Villamil Jiménez\*\*

## RESUMEN

Con el objeto de caracterizar la Fatiga de Jaula (FJ), se realizó un estudio clínico, patológico y epidemiológico de la entidad en seis (6) granjas de ponedoras en jaula de la Sabana de Bogotá; la presencia de la enfermedad estuvo asociada a consumos de calcio inferiores a los recomendados por las casas productoras de las aves, para el período comprendido entre las 20 y 40 semanas de producción; se encontró asociación estadística entre la presencia de la enfermedad y el uso de piedrilla de carbonato de calcio, de partículas menores de 5mm, lo cual constituye desde el punto de vista epidemiológico un factor de alto riesgo para la presentación de la FJ.

La caracterización clínico-patológica de la enfermedad estuvo determinada por la parálisis súbita del ave como el único signo observable, confirmando el diagnóstico por el hallazgo de lesiones indicativas de osteoporosis (desviación de quilla y costillas, fragilidad ósea generalizada), sin encontrar alteraciones patológicas en otros órganos.

Microscópicamente la corteza del hueso de estas aves se presentó erosionada y porosa, estando la presencia de hueso medular condicionada a la actividad ovárica presente en el ave afectada. El estudio morfométrico realizado permitió, por primera vez a nivel mundial, cuantificar las alteraciones óseas en aves afectadas.

## INTRODUCCION

El sistema de explotación de ponedoras en jaula para la producción de huevo comercial, es la práctica más difundida en nuestro medio y a nivel mundial. Aunque las ventajas de este sistema son ampliamente conocidas, a lo largo de la historia se ha hecho presente un problema que es inherente a este tipo de manejo: la enfermedad denominada "FATIGA DE JAULA" (FJ).

Mundialmente se reporta la enfermedad con una incidencia cercana al 3% (Keshavarz, 1992; N y S, 1992); en el país no existen reportes sobre la incidencia de la Fatiga de Jaula, aunque los veterinarios de campo la calculan entre un 0.2% y un 3%. La ausencia de estudios sobre esta enfermedad en Colombia y su similitud con otras entidades patológicas que cursan con postración del ave (postura interna, enfermedad de Marek, leucosis), hacen necesaria la caracterización clínico-patológica de la FJ, para poder estimar el verdadero impacto que sobre la industria de la producción de huevo esté causando la enfermedad en nuestro medio.

Aunque la entidad ha sido caracterizada por varios autores desde el punto de vista macroscópico (Cheng y Col., 1990; Keshavarz, 1992), existe poca información sobre el aspecto microscópico (Keshavarz, 1992). Más aún, los estudios realizados sobre la enfermedad han estado orientados en su mayoría hacia la osteoporosis, la cual es una de las características del sistema óseo de la FJ, pero no es una entidad

patológica (Douglas, 1989; Keshavarz, 1992; Dolin y Col., 1957).

Aunque no se ha dilucidado completamente la etiología de la FJ, los últimos estudios sobre la enfermedad indican que la incidencia en lotes de ponedoras pueden disminuirse mediante medidas de manejo nutricional adecuadas (Dun, 1992; Gibson, 1966; Keshavarz, 1989).

Las pérdidas económicas ocasionadas por la Fatiga de Jaula son importantes, ya que la enfermedad afecta al ave durante el ciclo de postura, pero muy severamente durante el pico de producción y en algunos casos ocasionándole la muerte (Dale, 1992; Keshavarz, 1992).

Como su nombre lo indica, esta condición solo ha sido observada en gallinas comerciales confinadas en jaula. La FJ ocurre principalmente en hembras "White Leghorn" (ponedoras de huevo blanco) cerca al pico de producción, aunque puede presentarse en cualquier etapa del período de postura; también se ha observado en gallinas "Rhode Island" (ponedoras de huevo rojo) y en el segundo período de producción (Bains, 1979; Gibson, 1966; Rad, 1981; Savage, 1987). La enfermedad se presenta tanto en aves mantenidas individualmente en jaula, como en grupos de 3 y 4 aves por jaula (King, 1965; Riddell, 1981).

Por lo anteriormente expuesto, se realizó un amplio estudio clínico patológico y epidemiológico de la F.J. Este trabajo

corresponde a una parte de dicho estudio, quienes tengan interés por conocer con más detalle alguno de los apartes, lo pueden hacer consultando a los autores o a la biblioteca de la Facultad.

## MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en las granjas de 6 empresas productoras de huevo, que empleaban el sistema de explotación en jaula y que utilizaban la misma marca de concentrado para la alimentación de las aves. De estas 6 empresas, 3 manifestaban la presencia de FJ mientras que las otras 3 no.

La ubicación de las 6 granjas fue la siguiente:

Granja 1	Mosquera
Granja 2	Subachoque
Granja 3	Tenjo
Granja 4	Cajicá
Granja 5	Cajicá
Granja 6	Chía

En cada granja objeto de estudio, se seleccionaron lotes de ponedoras que llevarán más de 10 semanas de producción (30 semanas de edad) y que no sobrepasarán las 72 semanas de edad, es decir, lotes en el primer ciclo de producción.

El estudio abarcó tanto aves de líneas de huevo blanco como de huevo rojo, para una población total de 251.000 aves distribuidos en 29 lotes diferentes (Tabla 1).

En cada una de las granjas se obtuvo información de tipo retrospectivo de dos fuentes principales:

\* Este artículo hace parte del trabajo ganador del Premio Nacional de Medicina Veterinaria y de Zootecnia 1992-1994. Para su realización contó con el apoyo económico de la Universidad Nacional y de Concentrados Cresta Roja.

\*\* Respectivamente: D.M.V. Asesor Privado, D.M.V., MSc. y D.M.V., PhD. Profesores Asociados Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia Universidad Nacional de Colombia.

a) Encuesta epidemiológica

Con esta encuesta se pretendió conseguir toda la información posible que permitiera la caracterización de los lotes a lo largo de las etapas de cría, levante y producción hasta el momento de este estudio. La recolección de la información estuvo acompañada de visitas a las granjas, donde cada lote fue observado y se realizaron necropsias de aves sanas tomadas al azar, de aves enfermas y de aves que se hallaron muertas; el objetivo del tal procedimiento fue el de corroborar la presencia o ausencia de la FJ en el lote.

b) Registros de desempeño productivo

Toda la información concerniente a los parámetros más frecuentemente utilizados como indicadores del desempeño de un lote, porcentaje de producción semanal, consumo promedio del alimento por ave, conversión, mortalidad, etc., se obtuvieron directamente de los registros que para tal fin se tenían en cada granja.

La caracterización clínica se realizó por observaciones de aves con Fatiga de Jaula en diferentes estados de afección; aves cuya parálisis había sido reciente (1

día), aves que llevaban caídas dentro de la jaula cierto tiempo (3-4 días) y aquellas que habían sido extraídas de la jaula y eran mantenidas en piso para su recuperación. La caracterización clínico-patológica se realizó por los hallazgos de necropsia encontrados.

Una vez identificadas, las aves fueron trasladadas al laboratorio de patología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional, donde se sometieron a observación clínica, pesaje y sacrificio por sangrado del seno occipital (Zimmermann y Col., 1985). Inmediatamente se sometieron a la necropsia; las glándulas tiroides y paratiroides fueron disectadas y pesadas en una balanza digital (Sartorius Handy H-51); una vez registrado el peso de cada una de ellas, fueron colocadas en frascos de vidrio con una solución de formalina al 10% de pH neutro; el hígado fue pesado y cortado para luego ser fijado en formalina; igualmente, se tomaron muestras de riñón, intestino en la porción media, y nervio ciático. Se disecaron costillas que presentaban deformación en la unión de los segmentos costal y vertebral, y la columna vertebral de todas las aves fue cortada preservando las porciones torácica y lumbar. Se disectó el tibio tarso izquierdo de todas las aves, el cual fue despojado de la musculatura teniendo cuidado de no afectar el hueso. Todos los tejidos anteriormente mencionados fueron sumergidos en formalina y mantenidos en un período de fijación de 72 horas.

Los tejidos blandos fueron procesados de acuerdo a la técnica del laboratorio de histopatología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional. Los huesos fueron lavados con agua durante un día para retirar la formalina y luego colocados en una solución decalcificante de ácido fórmico al 50% por un espacio de 3 semanas, al cabo de las cuales fueron procesados como los otros tejidos. Una vez decalcificados, se realizó un corte transversal en la parte media de la diáfisis de cada tibio tarso y un corte longitudinal de la costilla. Todas las muestras fueron incluidas en parafina utilizando un procesador de tejidos (Autotechnicon model 24. The Technicon Co., Chauncey, N.Y.) y se realizaron cortes de 5 mi-

crómetros de grosor con micrómetro (Microtome, model 280, American Optical Co.). La coloración utilizada para todos los tejidos fue Hematoxilina y Eosina.

Los tejidos fueron observados en el microscopio de luz y evaluados cualitativamente. Los cortes correspondientes a la parte media del tibio tarso fueron evaluados cuantitativamente con la ayuda de un analizador microcomputarizado de imágenes (Leco 2.000); la porción cortical del hueso fue analizada en 2 campos diferentes, realizándose 3 mediciones del grosor del hueso en cada campo, para un total de 6 longitudes por hueso.

Las porciones de columna vertebral fueron cortadas sagitalmente con tijeras para poner de manifiesto el canal medular en el área de las vértebras torácicas cuarta y sexta.

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

La información recolectada fue evaluada mediante procedimientos analíticos como el estudio de casos y controles, (Bains, 1979; Grumbles, 1959; Harm, 1962; Keshavrz, 1991; King, 1965; Riddell; roland 1984).

De acuerdo con lo reportado por la literatura como predisponente para la aparición de la enfermedad, se establecieron estos factores de influencia: Densidad de aves en jaula en el período de producción, nivel de calcio en el período de prepostura, nivel de calcio consumido en el primer período de producción, nivel de calcio consumido en el segundo período de producción, mortalidad acumulada a la semana 40, inicio del suministro de piedrilla, tamaño de la piedrilla; los cuales se plantearon binomialmente para hacer posible el análisis estadístico. Cada factor se expresó con dos posibilidades así:

F1: Exposición al factor de influencia (Factor de riesgo).

F2: No exposición al factor.

Estos factores o variables independientes, fueron comparados por tablas de contingencia 2X2, teniendo en cuenta la presencia o ausencia de Fatiga de Jaula en el lote. El número de casos estuvo dado por las 210 ne-

TABLA 1  
 CARACTERISTICAS DE LOS LOTES ESTUDIADOS

GRANJA	EDAD	LINEA	AVES
1	72	Lohmann LSL	20.200
	69	Lohmann LSL	19.100
	56	Lohmann LSL	19.600
	45	Lohmann LSL	20.100
2	71	Babcok	7.100
	54	Babcok	7.400
	44	Babcok	7.500
	32	Shaver	7.000
3	67	Lohmann LSL	5.400
	55	Lohmann LSL	5.100
	41	Lohmann LSL	4.600
	30	Lohmann LSL	6.000
	55	Lohmann Brown	1.400
	41	Lohmann Brown	1.500
4	62	Lohmann LSL	9.100
	51	Lohmann LSL	11.000
	35	Lohmann LSL	6.200
	30	Lohmann LSL	3.700
5	62	Lohmann LSL	7.800
	53	Lohmann LSL	11.200
	43	Lohmann LSL	12.100
	39	Babcok	6.900
6	47	Shaver	7.300
	41	Delta	6.300
	41	Shaver	7.300
	31	Shaver	7.300
	59	Isa Brown	8.300
	43	Isa Brown	7.200
	41	Warren	7.300
TOTAL: 29 lotes 251.000 aves			

cropsias efectuadas en los 29 lotes. Las asociaciones entre las variables se midieron por la prueba de "chi-cuadrado" y riesgo relativo (Villamil, 1991).

Para el análisis de los resultados obtenidos en la parte experimental entre los dos grupos de aves, FJ y control, se utilizó el programa estadístico PANACEA (PAN, Livestock Services, 1988).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 1. Estudio epidemiológico

#### 1.1. Factores de riesgo asociados a la FJ

El área disponible para las aves en la jaula de acuerdo a la densidad manejada en cada granja, no estuvo asociada significativamente a la presencia de la enfermedad (Tabla 2). El área reportada por King (1965) como de riesgo para la FJ, no se encontró asociada en este estudio.

El consumo de un nivel bajo en calcio (1 %) en el período de prepostura estuvo asociado a la presentación de FJ (Tabla 2), pero con un factor de riesgo bajo. Numerosos autores describen esta época como una de las más significativas y críticas para el correcto manejo de los consumos de calcio en un lote.

El consumo de un nivel de calcio bajo durante el primer período de producción (20 a 40 semanas), con respecto a lo recomendado por las casas productoras, estuvo altamente asociado a la presencia de FJ, con un factor de riesgo 3 veces mayor que en los lotes cuyos niveles fueron adecuados (Tabla 2).

No se encontró asociación entre el aumento de la mortalidad en los lotes y la presencia de FJ. En ninguna granja se establecieron certeramente las causas más frecuentes de mortalidad, aun en casos de estar muy elevada, ya que precisamente por las lesiones óseas de las aves muertas, se presumía como causa la FJ.

La utilización de piedrilla de carbonato de calcio como suplemento a la alimentación de las ponedoras, fue un factor que resultó estar altamente asociado con la entidad (Tabla 2). Se encontró que el tamaño de la partícula denominado "peque-

ño", correspondiente a los calibres 2 1/2 y 3, estaba fuertemente asociado a la presentación de la enfermedad, con un riesgo relativo de 23.94; es decir, que la utilización de una piedrilla de tamaño inferior a 5 mm., como suplemento de calcio para el ave, podría constituir un factor de riesgo 23 veces mayor para la aparición de la FJ en un lote. La importancia de este hallazgo, estriba en que la piedrilla de carbonato de calcio no ha sido reportada por la literatura como elemento relacionado con la FJ, ya que su empleo es recomendado para ayudar a la calidad del cascarón del huevo (Butcher, 1991; Cheng y Col. 1990; Cheng, 1990; Nys, 1992; Scott y Col., 1982). Sólo Bains (1979) la menciona como una ayuda inespecífica en casos de lotes con FJ, pero no involucra cantidad, tamaño ni periodicidad. La influencia del tamaño de la piedrilla en la presentación de la enfermedad, indica que mientras más pequeña es el tamaño de la partícula, más probabilidad hay de sufrir FJ (Tabla 2).

y Roland (1990), probaron que las aves solubilizan proporcionalmente más calcio cuando las partículas son de un tamaño mayor a 2 mm. Las casas productoras de las aves, recomiendan que por lo menos el 50% del calcio de la ración tenga una presentación en forma de partículas grandes.

La piedrilla de carbonato de calcio contiene aproximadamente un 38% de Ca (Dale, 1992), el cual es liberado lentamente por la acción de los jugos gástricos presentes en la molleja; este calcio es particularmente aprovechado por el ave durante la noche, cuando sucede el proceso de calcificación de la cáscara del huevo (Riddell, 1984; Saveuv, 1982; Taylor, 1984). Al suministrar un aporte de calcio de origen diferente al óseo, se asegura una mejor calidad del cascarón, ya que se ha demostrado que la fortaleza de la cáscara es inversamente proporcional a la cantidad de calcio de origen óseo que se deposite en ella (Hurwitz y Col., 1971; Riddell, 1984; Saveuv, 1982). Los

lación interna (osteólisis osteocítica). Tales procesos en las dos porciones de hueso, generan osteoporosis en el hueso cortical y osteomalacia en el hueso medular (Antillon y Col, 1977; Riddell, 1992; Riddell y Col, 1981; Taylor y Col, 1984; Wilson y Col., 1991).

### 2. Estudio clínico-patológico

Los signos clínicos hallados en las aves con FJ en el presente estudio, correspondientes a parálisis de los miembros inferiores y la incapacidad del ave para incorporarse, corresponden a lo reportado en tal enfermedad (Antillon y Col, 1977; Gumbles, 1959; Hams, 1962; Riddell, 1991; Scott y Col, 1982). La forma sobre-aguda de FJ caracterizada por muerte súbita encontrada en este estudio, también ha sido reportada por varios autores (Antillon y Col., 1977; Riddell, 1981; Wilson, 1991).

La fragilidad de huesos como esternón (quilla), costillas, pelvis y fémur, así como la desviación de costillas y del esternón, son características de osteoporosis, y fueron el único hallazgo a nivel macroscópico en aves con FJ, tal como se describen desde el primer reporte de la enfermedad (Antillon y Col., 1977; Hams, 1962; Riddell y Col., 1981; Snoeyenbos y Col., 1957).

El hallazgo de osteoporosis en aves que sufrían enfermedades diferentes a FJ, es consistente con lo reportado por Riddell y Cols. en 1968, haciendo referencia a la posibilidad de confusión de FJ con otras enfermedades a lo largo de la historia.

Los hallazgos de necropsia en aves que murieron súbitamente sin razón aparente, demostraron osteoporosis severa y la presencia de un huevo en proceso de calcificación en el útero, tal como lo describen Antillon y Cols. (1977) y Riddell (1981).

Los cambios regresivos del tracto reproductivo de las aves que habían permanecido paralizadas dentro de la jaula por varios días, son consecuencia de la privación de agua y alimento a que se ven expuestas (Antillon y Col, 1977; Riddell, 1981).

Los casos de hígado graso encontrados en aves del grupo FJ

**TABLA 2**  
**ANALISIS DE LOS FACTORES DE RIESGO PARA LA PRESENTACION DE**  
**FATIGA DE JAULA EN LAS SEIS GRANJAS**

FACTOR DE RIESGO	CHI-CUADRADO	R.R.(+)
Densidad en jaula	2.12	0.52
Calcio bajo en prepostura	14.37	0.27
Calcio bajo en 1er. período	12.74*	3.19
Calcio bajo en 2o. período	1.01	0.67
Mortalidad 1er. período	0.001	0.98
Inicio suministro piedrilla	2.39	0.56
Tamaño de piedrilla pequeño	17.19*	23.94
*: p < 0.001 (+): Riesgo relativo.		

La utilización de piedrilla de carbonato de calcio (caliza, granito, grit soluble) como fuente de calcio para ayudar a la formación de la cáscara del huevo, es una práctica conocida en la avicultura desde hace tiempo (Nys, 1992; Scott y Col. 1982; Scott y Col. 1971). Su principal objetivo es el de lograr la liberación continua de calcio en la molleja, para lo cual el tamaño juega un papel fundamental. Scott en 1971, demostró que partículas de carbonato de calcio inferiores a 1 mm. de tamaño, no son retenidas en la molleja. Más recientemente, Rao

problemas relacionados con osteopenia (osteoporosis, osteomalacia, Fatiga de Jaula) en ponedoras, están determinados principalmente por deficiencias de calcio (Antillon y Col., 1977; Keshavarz, 1992; Tandall, 1991; Riddell, 1992; Riddell 1984; Wilson y Col., 1991). Cuando la extracción de calcio para la formación de la cáscara sobrepasa las capacidades del hueso medular como fuente de Ca lábil, el hueso cortical suple tales requerimientos, primero formando más hueso medular, y segundo, aportando calcio por procesos de remode-



pueden considerarse secundarios a la enfermedad, ya que el hígado graso es una condición común a las aves mantenidas en jaula (Larrier y Col., 1992; Riddell, 1984; Scott y Col., 1982; Whiteman y Col., 1983), como lo demostró su presencia en aves del grupo control.

El hallazgo de sólo un ave del grupo FJ con fractura de la sexta vértebra torácica, y la ausencia de alteraciones histológicas en la médula espinal correspondiente a ese sitio, impiden la confirmación de la hipótesis del origen de la parálisis a causa de compresión medular (Antillon y Col, 1977; Riddell y Col 1981). No obstante, Riddell y Cols. en 1968 (49) reportan que en ocasiones, tales fracturas sólo pueden hacerse evidentes por medio de radiografías.

La visualización de la glándula paratiroides en aves de campo con Fatiga de Jaula, así como la comparación efectuada entre las aves de los dos grupos experimentales, demuestra que existe mucha variación a este respecto; y que es correcta la apreciación de algunos autores que reportan el aumento del tamaño de la glándula paratiroides, como un hallazgo no siempre verificable en FJ (Riddell, 1992; Riddell 1991, Wilson y Col., 1991).

Los resultados relativos a los parámetros de peso entre los dos grupos, permiten establecer que no existieron diferencias apreciables entre los dos grupos de aves. La diferencia en el peso vivo de las aves con FJ fue significativamente menor que para las aves del grupo control, hecho explicable por la pérdida de peso que conlleva la situación paralizante del ave afectada.

Los hallazgos en el peso del hígado de las aves control de 65 semanas de edad y en el peso de la glándula tiroides en las aves del grupo FJ de 65 semanas de edad, las cuales fueron significativamente diferentes, no pudieron ser correlacionadas con los hallazgos a nivel microscópico.

No existieron diferencias significativas en el peso de la glándula paratiroides entre las aves de ambos grupos y para ambos grupos etáreos. Urist en 1960, encontró que el peso de la glándula tiroides para ponedoras estaba en un

rango de 124-202 mg.; el peso de la glándula paratiroides varió entre 15-22mg. Los resultados obtenidos aquí fueron de 78-103 para la tiroides, y 8-11 mg para la paratiroides. Como se observa, las diferencias son demasiado amplias en ambos casos y es especialmente notorio que la glándula paratiroides, la cual a nivel histológico aparece hipertrofiada, sea inferior en peso al de un ave sana. En consecuencia, los datos se juzgaron como no confiables debido a posibles errores metodológicos al momento de la disección y pesaje de los tejidos mencionados.

## 2.2. Patología microscópica

La ausencia de alteraciones en órganos como hígado, riñón, e intestino, también son reportadas por Antillon y Cols. (1977) y Riddell y Cols. (1991, 1992).

Los cambios correspondientes a la hipertrofia de la glándula paratiroides, observada en 11 de las 15 aves con FJ (Figura 1), es reportada en aves con FJ (Antillon, 1977; Riddell 1968; Wilson y col., 1991). Se ha demostrado que esta glándula en las aves posee una extraordinaria capacidad de respuesta a la deficiencia de calcio y vitamina D3, siendo la hipertrofia característica en estos casos (Antillon y col., 1977; Wilson y col., 1991).

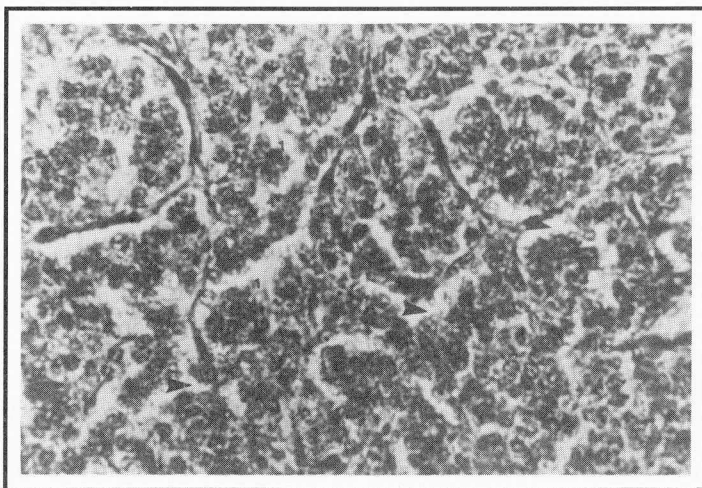


FIGURA 1. Ave con Fatiga de Jaula. Hipertrofia de la glándula paratiroides. Las células principales (1) se caracterizan por el aumento del tamaño de su citoplasma, cuya apariencia es clara y espumosa (puntas de flechas) H.E. (450 X).

Los cambios morfológicos observados en los huesos de las aves de ambos grupos, siguieron patrones definidos de depleción ósea, tanto a nivel cortical como

medular. La ausencia de hueso medular en las aves con FJ (Figura 2), estuvo directamente relacionada con la inactividad del ovario; esta correlación esta dada por el carácter estrógeno-de-

tenue de ellas, y la presencia de áreas que aparentemente correspondían a osteoide sin calcificar, han sido reportadas por Antillon y cols. (1977), Riddell (1968, 1992), y Wilson y Duff (1991).

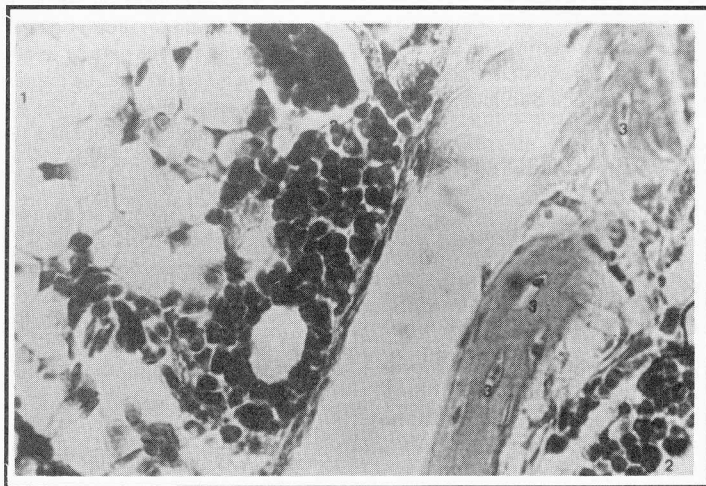


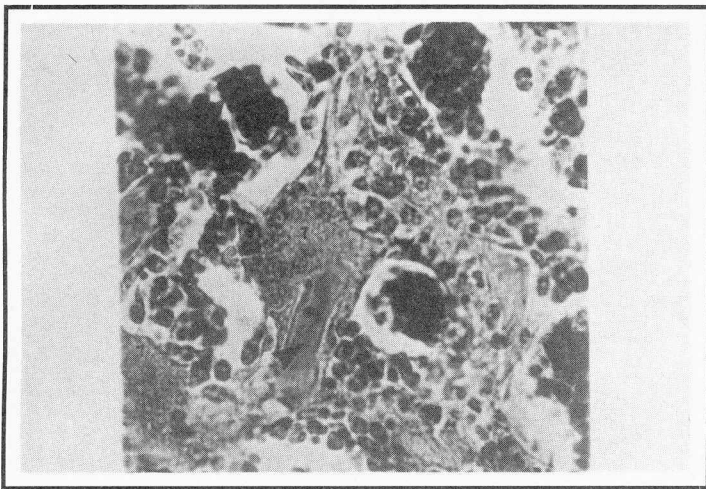
FIGURA 2. Ave con Fatiga de Jaula. Hueso Medular: Desaparición del hueso medular. En la cavidad medular predomina el tejido graso (1) y células hematopoyéticas (2). Las trabéculas delgadas de hueso medular contienen osteoblastos inactivos (3). H.E. (450 X).

pendiente del hueso medular (Saveur, 1982; Taylor y col., 1984). Esto mismo explica la presencia de tal estructura en aves del grupo FJ, cuya actividad del tracto reproductivo denotaba el carácter reciente del padecimiento.

Estos cambios reflejan los estadios finales del proceso de remoción de calcio por los osteoclastos, y el intento de algunos osteoblastos para formar áreas de hueso nuevo (Figuras 3, 4).

La extensa depleción del hueso cortical de las aves con FJ, (Figura 5), manifiesta por un aumento de la osteolisis osteoclástica en el endostio osteonal, demuestra la intensa actividad metabólica de esta porción de hueso para satisfacer las demandas de calcio en el ave. La osteólisis osteoclástica solo ocurre en el hueso cortical (Taylor y col., 1984), y ha sido reportada en FJ por Antillon y col., (1977) y Riddell (1968, 1991). Urist en 1960, la reportó como un "mecanismo desconocido de remodelación ósea", debido a lo reciente del descubrimiento de este fenómeno de resorción en el hueso (Banks, 1981). Por el contrario, en el hueso medular, los procesos de remodelación los efectúan osteoblastos y osteoclastos, exclusivamente (Taylor y col, 1981; Urist y col, 1960; Wilson y col, 1991; Wilson, 1990).

Las características de los huesos cortical y medular de las aves del grupo control (Figuras 6 y 7) demostraron una menor depleción esquelética de ambos



**FIGURA 3.** Ave con Fatiga de Jaula. Resorción trabecular del hueso medular. Un fragmento de hueso medular (punta de flecha) bajo la acción de osteoclastos (1). H.E. (450X).

componentes. La menor actividad remodelativa del hueso cortical, evidente por una menor osteólisis osteocítica de las osteonas, así lo confirma.

Las variaciones de las poblaciones celulares de las trabéculas del hueso medular han sido reportadas como un hallazgo reiterativo en ponedoras y codornices (Antillon y col, 1977; Riddell, 1968; Saveuv, 1982; Taylor y col, 1984; Urist y col, 1960; Wilson, 1990; Wilson y col, 1991). El grosor de las trabéculas varió entre ave y ave; y aunque se pudieron establecer diferencias a este nivel comparándolas con las halladas en el grupo FJ, fue difícil determinar el carácter osteoporótico de ellas, atribuido

por algunos autores especializados en la materia (Wilson y col, 1991; Wilson, 1990).

Los reportes de la literatura sobre existencia de osteoporosis, tanto a nivel cortical como medular, se basan en los criterios subjetivos de los autores, los cuales "juzgan" osteoporótico un hueso o una trabécula, con base en la experiencia de cada uno de ellos (Antillon y col, 1977; Riddell, 1968; Riddell y col 1991; Taylor y col 1984; Urist y col, 1960; Wilson y col, 1991; Wilson, 1990). Tal conocimiento previo no se tuvo para este estudio, y adicionalmente, los puntos de comparación en este caso fueron aves que pertenecían a un mismo lote de ponedoras, las cuales estaban

expuestas a los mismos factores de influencia, ya fueron aves con FJ o aves controles. Por esto, aquí no se utilizó el término osteoporótico, sino en casos de diferencias muy evidentes, como en los huesos corticales entre ambos grupos (Figuras 5 y 6).

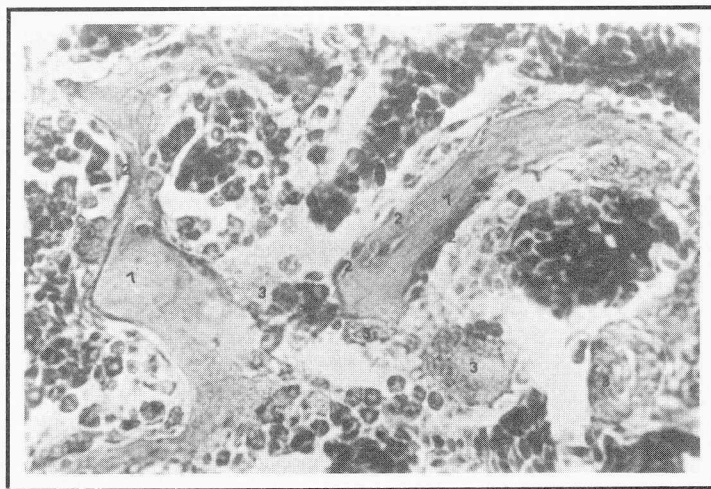
Las evidencias de osteomalacia, observadas en el hueso medular de aves en ambos grupos, tampoco pudieron confirmarse plenamente con las técnicas de preparación y coloración de los cortes utilizadas en este estudio, ya que para tal afirmación se hace necesario trabajar en cortes de hueso sin descalcificar (Banks, 1981; Wilson, 1990; Wilson y col, 1991).

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Fatiga de Jaula estuvo asociada a consumos bajos de calcio durante el período de producción comprendido entre las 20 y 45 semanas de edad y al tamaño de la partícula de carbonato de calcio, inferior a 5 mm.

El intenso ritmo de producción de la ponedora comercial moderna implica tal demanda de calcio para la formación de la cáscara del huevo, que por lo general debe disponer de sus reservas minerales óseas, generándose una condición osteopénica.

El confinamiento de ponedoras en jaula agrava esta con-



**FIGURA 4.** Ave del grupo control. Hueso medular trabecular (1) con predominio de osteoblastos inactivos (2). Se observan osteoclastos (3) multinucleares aunque no de gran tamaño. H.E. (450 X).

### 2.3. Morfometría del hueso cortical

Las diferencias significativas en el grosor del hueso cortical entre ambos grupos de aves, ratificó lo observado a nivel microscópico en el hueso de las aves con FJ, cuya corteza apareció ostensiblemente más porosa y erosionada que la del otro grupo (Figuras 5 y 6).

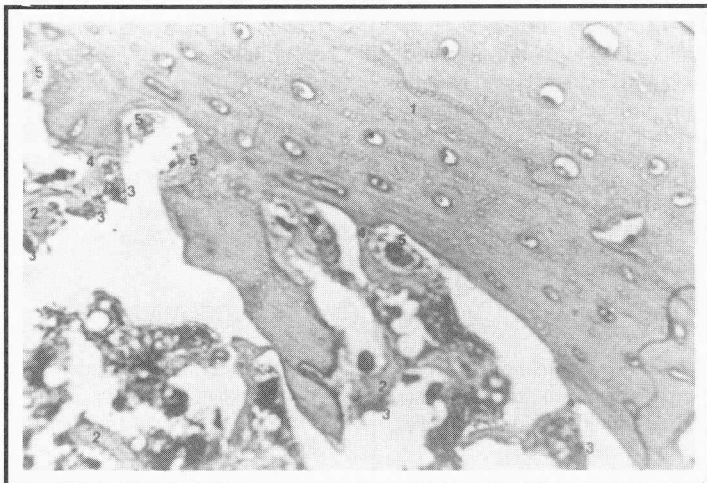
Las diferencias entre ambos grupos, persistieron con la edad, pues el hueso cortical de las aves con FJ se conservó estadísticamente menos grueso, para las aves de 44 semanas de edad e igualmente menor para las aves de 65 semanas. La falta de estudios de carácter cuantitativo en hueso, tanto de aves sanas, como de aves osteopénicas, hacen de estos resultados punto de referencia para estudios posteriores.

dición osteopénica, que en casos muy severos, se manifiesta como Fatiga de Jaula.

Se recomienda el suministro mínimo de 4 gramos diarios de calcio por ave durante el primer período de producción (20 a 40 semanas), y continuar con tal nivel o uno un poco mayor, hasta finalizar el ciclo.

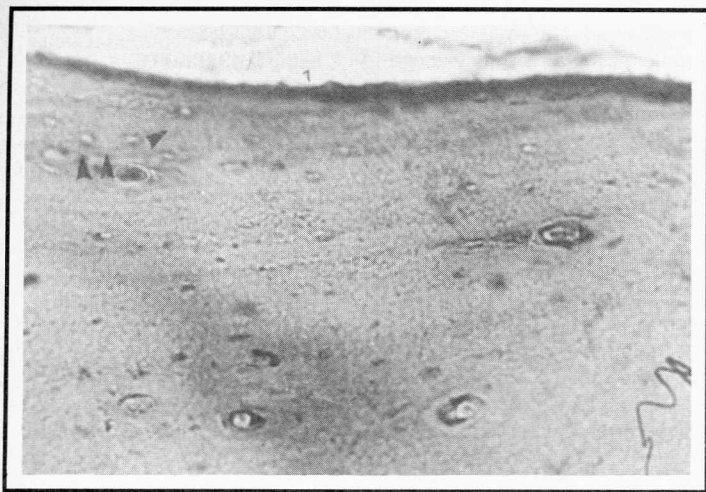
La utilización de piedrilla de carbonato de calcio cuyas partículas sean de un tamaño mayor a 5 mm., puede ayudar a disminuir la incidencia de lesiones osteoporóticas de las ponedoras y al mismo tiempo mejorar la calidad del cascarón del huevo.

Debe extremarse el cuidado con las aves en épocas de bajos consumo (enfermedad, calor), y siempre recordar que un dato

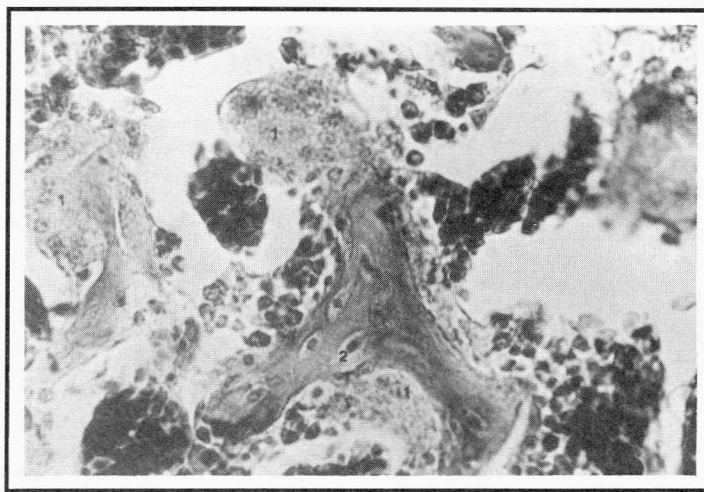


**FIGURA 5.** Hueso cortical y medular de un ave con Fatiga del Jaula. Osteólisis osteocítica abundante en el hueso cortical (1). Trabéculas de hueso medular (2) delgadas por actividad osteoclasticas (3). Nótese la formación de trabéculas medular a partir de hueso cortical (4). Espacios de actividad osteoclastica en el endostio cortical con formación de cavidades (5) H.E. (100 X).





**FIGURA 6.** Hueso cortical de una ve del grupo control. La osteólisis osteocítica está presente pero en menor grado que en FJ (puntos de felcha). Obsérvese la regularidad de la superficie del endostio cortical (1) H.E. (450 X).



**FIGURA 7.** Ave control trabécula de hueso medular con actividad osteoclástica. Obsérvese el tamaño de los dos osteoclastos (1) en comparación con osteoblastos activos (2) H.E. (450 X).

promedio no significa que todas las aves están consumiendo la misma cantidad de alimento.

La cuantificación de los eventos relacionados con osteopenia, ya sea de casos de Fatiga de Jaula clínica, como de osteoporosis en aves de la mortalidad, es algo que

debe realizarse para conocer la magnitud real de la incidencia de estos problemas, y poder establecer su impacto en la población de ponedoras en Colombia.

Por último, se ratifica el hecho de haber contribuido a aumentar el horizonte del conocimiento en

cuanto a FJ se refiere, ofreciendo a los productores y asesores técnicos una alternativa práctica para la prevención de la enfermedad, disminuyendo las pérdidas económicas ocasionadas por la misma. Se recomienda reforzar la investigación en relación con esta entidad enfatizando la reali-

zación de experimentos controlados en laboratorio con metodologías cuantitativas como la que por primera vez se utilizó en este trabajo.

## BIBLIOGRAFIA

- ANTILLON, A.; SCOTT, M.; KROOK, L. y WASSERMAN, R. Metabolic response of laying hens to different dietary levels of calcium, phosphorus and vitamin D3. *Cornell Veterinarian*. 67: 413-444, 1977.
- BAINS, B. Cage layer fatigue. *In* A manual of poultry diseases. Switzerland, Roche, p. 232, 1979.
- BANKS, W. Applied veterinary histology. Baltimore, Williams & Williams, pp. 113-137, 1981.
- BUTCHER, G.; MILES, R. y NILIPOUR, A. La calidad del cascarán del huevo. *Industria Avícola*, 38 (11): 9-10, 1991.
- CHENG, T. y COON, C. Effect of calcium source, particle size, limestone solubility in vitro and calcium intake level on layer bone status and performance. *Poultry Science*. 69: 2214-2219, 1990.
- \_\_\_\_\_. Sensivity of various bone parameters of laying hens to different daily calcium intakes. *Poultry Science*. 69: 2209-2213, 1990.
- DALE, N. Evaluación de fosfatos inorgánicos. *Avicultura Profesional*. 10 (2): 92-93, 1992.
- DOUGLASS, J. Bone breakages in spent caged hens. *Proceedings of the 3rd European Symposium of Poultry Welfare*. Tours, France, pp. 243-247, 1989.
- DUN, P. Cages are at present still the best system for egg producers. *Misset World Poultry*. 8 (8): 28-31, 1992.
- GIBSON, W. Disease problems arising from feeding practices. *The Veterinary Record*. 78: 910-913, 1966.
- GRUMBLES, L. Cage layer fatigue. *Avian Diseases*. 3: 122-125, 1959.
- HARMS, R. Cage layer fatigue: What's the cause and treatment? *Feed Age*. March: 26-29, 1962.
- \_\_\_\_\_. y BAR, A. The effect of prelaying mineral nutrition on the development, performance and mineral metabolism of pullets. *Poultry Science*. 50: 1044-1055, 1971.
- KESHAVARZ, K. Proper calcium and phosphorus nutrition during growing and laying periods for optimum bone formation and egg shell quality. *Multi-State Poultry Meeting*, p. 18, 1992.
- \_\_\_\_\_. Cómo reducir los problemas persistentes. *Industria Avícola*. 38 (2): 13-14, 1991.
- \_\_\_\_\_. Calcium: The balance between osteoporosis and nephritis. *Egg Industry*, July: 22-23, 1989.
- KING, D. Effects of cage size on cage layer fatigue. *Poultry Science*, 44: 898-900, 1965.
- NYS, I. Calcium and phosphorus in poultry nutrition. (Conferencia), p. 11, 1992.
- PAN LIVESTOCK SERVICES. Panacea. Manual del usuario. Inglaterra, Universidad de Reading, p. 300, 1988.
- POLIN, D. y STURKIE, P. The influence of the parathyroids on blood calcium levels and shell deposition in laying hens. *Endocrinology*, 60: 778-784, 1957.
- RANDALL, C. Osteopenia in adult laying hens. *In* A colour atlas of diseases and disorders of the domestic fowl and turkey. 8ed England, Wolfe, pp. 117-119, 1991.
- RAO, K. y ROLAND, D. In vivo limestone solubilization in commercial leghorns: Role of dietary calcium level, limestone particle size, in vitro limestone solubility rate and the calcium status of the hen. *Poultry Science*, 69: 2170-2176, 1990.
- RIDDELL, C. Cage layer osteoporosis. *Proceedings of British Poultry Science Symposium*, pp. 24-28, 1992.

- \_\_\_\_\_. Cage layer fatigue. *In Diseases of poultry*. 9ed. Calnek, B., Barnes, H., Beard, C. y Reid, V. eds. Iowa, Iowa State Univ. Press, pp. 835-836, 1991.
- \_\_\_\_\_. Cage layer fatigue, *In Skeletal deformities in poultry*. *Advances in Veterinary Science and Comparative Medicine*. 25: 227-310, 1981.
- \_\_\_\_\_, HELMBOLDT, C. y SINGSEN, E. A histologic study of medullary bone of laying hens under different diet and housing conditions. *Avian Diseases*. 13: 163-170, 1968.
- ROLAND, D. Efecto del momento de la ingestión de calcio sobre la calidad de la cáscara. *Avicultura Profesional*. 2 (1): 31-32, 1984.
- \_\_\_\_\_. ¿Cuándo aumentar el calcio? *Avicultura Profesional*, 2 (2): 50-52, 1984.
- SAVAGE, S. Milk fever in poultry? *Poultry Tribune*. August: 20-21, 1987.
- SAVEUR, B. Reproducción de las aves. España, Mundi-Prensa, p. 350, 1992.
- SCOTT, M.; NESHEIM, M. y YOUNG, R. Nutrition of the chicken, 3ed. New York, pp. 149-158, 287-304, 1982.
- SCOTT, M.; NELSTEIM, M.; YOUNG, R. Nutrition of the chicken. 3 col. New York. pp. 142-159, 282-304, 1982.
- \_\_\_\_\_, HULL, S. y MULLENHOFF, P. The calcium requirement of laying hens and effects of dietary oyster shell upon egg shell quality. *Poultry Science*, 50: 1055-1062, 1971.
- SNOEYENBOS, G.; SEVOIAN, M.; ANDERSON, D. y BASCH, H. Observations on the bone structure of caged laying hens. (Abstract). *Avian Diseases*, 1 (1): 349, 1957.
- TAYLOR, T. y DACKE, C. Calcium metabolism and its regulation. *In physiology and biochemistry of the domestic fowl*. London, Academic Press, Vol. 5, pp. 126-170, 1984.
- URIST, M. y DEUTSCH, N. Osteoporosis in the laying hen. *Endocrinology*, 66: 377-391, 1960.
- VILLAMIL, L. Medicina Veterinaria Preventiva. Bogotá, Fondo Nacional Universitario, p. 151, 1991.
- WILSON, S. y DUFF, R. Effects of vitamin or mineral deficiency on the morphology of medullary bone in laying hens. *Research in Veterinary Science*. 50: 216-221, 1991.
- \_\_\_\_\_. Morphology of medullary bone during the egg formation cycle. *Research in Veterinary Science*. 48: 216-220, 1990.
- WHITEMAN, C. y BICKFORD, A. Manual de las enfermedades de las aves. 2ed. Pensilvania, AAAP, p. 227, 1983.
- ZIMMERMANN, G. y DIHLON, S. Blood sampling from the venous occipital sinus of birds. *Poultry Science*. 64: 1859-1962, 1985.

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

## FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y DE ZOOTECNIA

### PROGRAMAS DE ESTUDIOS DE POSGRADO

#### MAGISTER EN SALUD Y PRODUCCION ANIMAL

##### AREAS DE INVESTIGACION

FISIOLOGIA  
NUTRICION ANIMAL  
CITOGENETICA Y MEJORAMIENTO ANIMAL  
MICROBIOLOGIA Y EPIDEMIOLOGIA  
FISIOPATOLOGIA

#### DOCTORADO EN CIENCIAS VETERINARIAS

##### AREAS DE INVESTIGACION

HIPERTENSION PULMONAR EN AVES  
MORFOFISIOLOGIA DE LA IMPLANTACION EN BOVINOS

#### INFORMACION

Tel: 368 1294  
Fax: 368 1330  
Santafé de Bogotá, D.C.