

CARACTERIZACION MORFOLOGICA DE LOS PROBLEMAS DE LOCOMOCION EN POLLOS DE ENGORDE II. DISCONDROPLASIA DE LA TIBIA

Luz A Correa G MV, Héctor E González Ch MVZ, MSc Ph D

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo con el objeto de caracterizar macro y microscópicamente la morfología de las principales condiciones patológicas que se manifiestan con problemas de locomoción en pollos de engorde. Se evaluaron 133 animales en una granja comercial localizada en el municipio de Sasaima (1200 metros sobre el nivel del mar 28°C) con una población de 35 mil pollos de la raza Arbor Acres. Las observaciones se realizaron durante el ciclo de producción de siete semanas mediante una visita semanal en las cuales se seleccionaron para el estudio los pollos que desde el punto de vista clínico presentaron anomalías estructurales del aparato locomotor: los que presentaban movimientos anormales de desplazamiento y aquellos que sin presentar ninguna alteración anatómica aparente tenían posiciones defectuosas. De los animales retirados con las características anteriormente mencionadas se tomó la fracción muestral para los estudios clínico patológicos. En cada una de las observaciones se tomaron dos animales clínicamente sanos para efecto de comparación. Clínicamente los animales con problemas de locomoción se caracterizaron por su menor tamaño dentro del lote y claudicaciones ocasionadas por desviación de las extremidades en 40 animales, tumefacción de las articulaciones en 30 animales, posiciones anormales en 30 y parálisis en 20 animales. Los hallazgos macroscópicos más sobresalientes consistieron en disminución de la longitud del tibiotarso en 86 pollos, engrosamiento articular en 34 animales, engrosamiento e irregularidad de la línea epifisaria en doce, torsión del tibiotarso en quince animales y proyecciones cartilaginosa en forma de cuña típica de discondroplasia de la tibia (DT) en tre animales. La evaluación microscópica de los tibiotarsos permitió demostrar que además de los tres pollos con franca discondroplasia doce presentaron lesiones que de acuerdo con el presente estudio y con otros autores se debe considerar como casos asintomáticos o prediscondroplásicos. La discondroplasia de la tibia se caracteriza por la presencia de cuñas de cartilago avascular que penetra hacia la diáfisis del tibiotarso aunque la lesión puede encontrarse en otros huesos como el femur y el humero. Se plantea la necesidad de adelantar estudios de asociación causa efecto destacando la correlación que podría existir entre contaminación alimenticia por micotoxinas y la presentación de la enfermedad.

Palabras Claves Adicionales: Discondroplasia de la tibia, locomoción, pollos de engorde

ABSTRACT

Morphologic studies of leg abnormalities in broilers II. Tibial dyschondroplasia

This study was conducted to describe the gross and microscopic pathology in broilers having leg

abnormalities as well as locomotor distress chickens were selected from a flock of 35 000 Arbor Acres broiler located at Sasaima Cundinamarca (1 200 a s i 28°C) 133 animals were studied during a comercial cycle of seven weeks Chickens choosed to be evaluated had one out of three anomalies those which exhibited anatomical anomalies those with abnormal walk movements and those having abnormal postures Every week two clinically normal birds were selected as control In addition to retarded growth, birds with locomotion distress had lameness and do not walk except when forced to do so The most important gross lesions detected were decreased tibial length in 86 animals, joint thickness in 43 thick and irregular physis in 12 birds blended condilos in 15 animals and tibial dyschondroplasia in three animals Microscopically it was found that in addition 12 birds had microscopic lesions considered to have asymptomatic changes Tibial Dyschondroplasia is an abnormality characterized by the presence of avascular cartilage projection toward the bone diaphysis not only in the tibia but also in other bones such as femur and humerus The authors pointed out the necessity to carry out experimental work in Colombia to determine the cause-effect relationship primarily those related to mycotoxins and tibial dyschondroplasia

Additional Key Words Tibial Dyschondroplasia Leg abnormalities Broilers

Las explotaciones pecuarias sólomente tienen sentido cuando los costos de producción permiten un margen de rentabilidad que satisfaga las metas económicas de los productores En este sentido la ciencia y la tecnología aplicada a la producción animal han desarrollado metodologías que sin lugar a dudas han demostrado sus resultados positivos particularmente en la especie aviar en la cual se han logrado mayores índices de conversión alimenticia y tasas de crecimiento más aceleradas mediante una manipulación apropiada de la selección genética sistemas de alimentación de manejo y manejo sanitario

Sin embargo estas tasas de crecimiento acelerado conjugadas con factores genéticos predeterminan o desencadenan alteraciones del sistema músculo esquelético como el raquitismo o discondroplasia de la tibia anomalías que reducen un mayor o menor grado de rentabilidad de la industria en pollos de engorde Estas patologías se denominan genéricamente como "síndrome de patas torcidas" o cojeras de pollos de engorde pero es indispensable caracteri-

zar y separar las diferentes anomalías que se expresan con alteraciones músculo esqueléticas y articulares con el propósito de establecer los correctivos necesarios cuando esto sea posible

La discondroplasia de la tibia (DT) se presenta en forma espontánea en pollos de engorde y en pagos (Haynes et al, 6) y puede tener una forma clínica o subclínica, que en la práctica equivale a detectable o no detectable (Chu et al 2) Se ha observado como causa de claudicación en el 1% de la población sin que se asocie directamente con deformación de las extremidades, pero se cree que hasta un 7% de las aves podrían tener la condición expresándose únicamente con retraso en el crecimiento (Chu et al Haynes et al 7 Meinicke et al 12 Paasch et al 14)

La enfermedad morfológicamente se caracteriza por la presencia de una masa de cartilago avascular en forma de cono, anormalmente retenida durante los procesos de osificación endocondral Lauña se localiza entre la fisis y la metafisis extendiendo su

vértice hacia esta última (Haynes et al, 6, McCaskey et al Meinicke et al 12 Villegas 16, Walser et al 17)

Wasler et al, 18, consideran que la presencia de fisís amplias pueden evaluarse como una lesión precursora de DT. Los conos cartilagosos pueden poseer tamaños muy diferentes y son patológicamente significativos cuando su longitud es de 1 mm en adelante (Walser et al, 17), sin embargo, conos de cartílago que poseen 0.5 mm de longitud, se consideran una lesión ligera de DT (Haynes y Walser, 7). La lesión generalmente se localiza en el epífisis proximal del tibiotarso (McCaskey et al, 11, Meinicke et al, 12), pero también se ha encontrado en la parte proximal del fémur y del humero (Long et al, 9). En estas cuñas se encuentran condrocitos necróticos necrosis que resulta de la separación o de la obstrucción del suplemento vascular (Meinicke et al 12, Walser et al, 18)

Los mayores efectos negativos de DT se traducen en el tamaño y calidad de la carcaza y disminución de las partes comerciales por fracturas de las patas durante el manejo en la planta de procesamiento (Meinicke et al, 12). En el matadero se ha observado que las aves con problemas de DT, tienen un promedio de tres veces más fracturas en los huesos de las piernas, que los animales sanos (Edwards, 5). Su presencia también se asocia a deformaciones en el tibiotarso, caracterizadas por abultamientos en la fisís proximal o en el tercio proximal del hueso (McCaskey et al, 11 Meinicke et al, 12) con arqueamiento en éste y fractura en "palo verde" sin evidencia de daño mecánico externo. Clínicamente los animales con DT rechazan el movimiento o la permanencia en pie cuando el hueso afectado es la tibia, se observa engrosamiento bilateral en el extremo proximal y deformación en curvatura convexa craneoventral (Walser et al, 18). Los síntomas se presen-

tan comúnmente desde la cuarta semana de edad aunque se ha reportado en edades tan tempranas como los cuatro, seis o catorce días (Haynes, 6). La enfermedad no es reversible pero los síntomas son menos evidentes hacia la séptima u octava semana, como si hubiese alcanzado una especie de fase curativa (Edwards, 5, Walser et al, 17)

Histológicamente el tejido discondroplásico, presenta condrocitos contraídos y eosinofílicos, con un núcleo oscuro, picnótico encontrándose la zona proliferante gruesa e irregular mientras que la zona hipertrófica permanece delgada o incluso ausente, la matriz se presenta ligeramente basofílica y débilmente metacromática, en contraste con lo que sucede en lesiones de osteocondrosis de las vértebras. En esta última la matriz se presenta basofílica y metacromática esto sugiere que la constitución metabólica y cantidad de proteoglicanos está afectada en forma diferente (McCaskey et al 11)

Desde el punto de vistas nutricional, se han estudiado diversos componentes de las dietas y en varias concentraciones involucrándose principalmente elementos tales como Ca, P, Cl, factores inhibidores de tripsina y ureasa y el alto contenido energético de las raciones (Haynes et al, 6, 7)

Se observa un incremento en la casuística con concentraciones altas de Cl en los alimentos. Esta afección se ha observado en animales de cuatro semanas de edad, que han consumido a voluntad dieta con alto porcentaje (3%) de cloruro de amonio (NH_4Cl) (McCaskey et al 11)

La concentración de inhibidores de tripsina y ureasa, presentes en la torta de soya también guardan relación directa con la incidencia de DT (Edwards 5, Paasch y Pérez 14)

Walser et al, 18, identificaron por primera vez la toxina del *Fusarium roseum* produciendo DT. Otros autores también han demostrado claramente que los hongos y sus toxinas además del *Fusarium roseum* son capaces de producir DT, aunque el mecanismo por el cual esto sucede no se conoce exactamente (Haynes y Walser, 7 Walser et al, 18)

En el presente estudio, se evaluó morfológicamente macro y microscópicamente una muestra representativa de la totalidad de pollos que durante el ciclo de producción presentaron clínicamente problemas de locomoción con o sin alteración apreciable de las estructuras óseas. En un artículo anterior (Correa y González, 4) se presentó y discutió la asociación del síndrome con raquitismo. En este artículo se presentan los resultados pertinentes con discondroplasia de la tibia

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en una granja avícola comercial con una población de 35 mil pollos Arbor Acres distribuidos en 33 galpones. Los animales recibieron durante todo el ciclo de producción una dieta comercial balanceada y agua a voluntad. Geográficamente la granja está situada en el municipio de Sasaima que tiene una temperatura promedio de 28°C y 1 200 m s n m.

El tamaño muestral fue de 115 animales, calculado con base en un nivel de confianza del 97% y una probabilidad de encontrar casos positivos del 3% según el modelo III de la Nota Técnica No. 18 de la Organización Panamericana de la Salud

(13)

Del número total de animales seleccionados para el estudio, se separaron en alícuotas semanales durante las siete semanas del ciclo de producción. Se seleccionaron aquellos pollos que en el momento de la visita presentaban anomalías visibles del aparato locomotor, tales como desviaciones, articulaciones o huesos engrosados, posiciones anatómicas visibles y que mostraban movimiento de desplazamiento anormales. En cada una de las visitas se seleccionaron dos animales clínicamente sanos para efectos de estudio comparativo.

De los animales seleccionados con las características previamente descritas, se les tomó la información pertinente para caracterizar clínicamente los problemas locomotores. Posteriormente se sacrificaron por punción cardíaca y embolia gaseosa y se les practicó una necropsia completa. Se describieron las alteraciones macroscópicas del sistema musculoesquelético y se tomaron los tejidos para evaluarlos microscópicamente.

Para el estudio microscópico, se tomaron los tibiotarsos de cada uno de los animales. Se fijaron en formalina al 10% durante 48 horas. Posteriormente se sometieron a un proceso de decalcificación en solución al 50% de ácido fórmico. Los huesos decalcificados se procesaron por el método ordinario de inclusión en parafina. Se hicieron cortes de 5 μ m de grosor, se tiñeron con hematoxilina-eosina y se evaluaron con microscopía de luz. La evaluación microscópica consistió en un análisis descriptivo de la morfología ósea, considerando la organización y distribución celular del cartilago articular, línea epifisaria espongiosa primaria y secundaria, hueso trabecular y corteza ósea.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los problemas del aparato locomotor que se presentaron en la población estudiada, no solamente se expresaron con cojeras, de hecho el numero de animales que presentaron claudicación, fue menor que el numero de animales que presentaron disminución de la tasa de crecimiento (Figuras 1 y 2) Durante el ciclo completo de producción, se retiraron 274 animales por defectos locomotores, que representa un 0.8% de la población total, cifra relativamente baja que es soportada por los avicultores pero que no deja de representar una pérdida real en la relación costo-beneficio de la operación. Además los problemas de locomoción en pollos de engorde varían en frecuencia de presentación de lote a lote llegando en algunas oportunidades hasta el 7% de la población total (Paasch y Pérez, 14)



FIGURA 1 Discondroplasia de la tibia Pollo de cinco semanas Tendencia a permanecer sentados en los tibiotarsos

Clinicamente la frecuencia de presentación y tipo de anomalías locomotrices así como los hallazgos de necropsia que se observaron en el estudio se presentan en las Tablas 1 y 2. Estos problemas empezaron a manifestarse a partir de la segunda semana de vida pero fueron más numerosos

y severos entre las semanas tercera y séptima del ciclo, situación que tiene mayor repercusión económica durante la operación

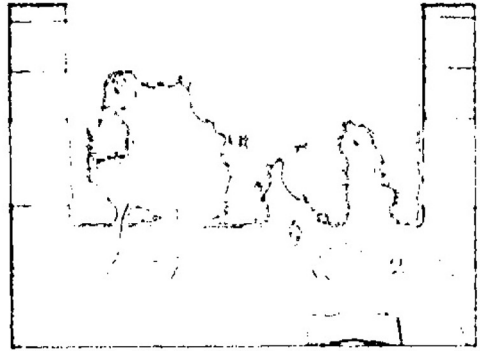


FIGURA 2 Discondroplasia de la tibia Pollos de seis semanas Retraso en el crecimiento y posiciones anómalas

Únicamente con la evaluación clínica no es muy prudente aproximar el diagnóstico etiológico del problema, por la similitud entre varias entidades o por la superposición de dos o más etiologías interactuando en un momento dado este concepto es compartido por otros autores (Browin, 1 Paasch y Pérez 14)

Algunas enfermedades del aparato locomotor se expresan de una manera clara fácilmente identificable como la enfermedad de Marek o tendosinovitis infecciosa sin embargo no es fácil diferenciar clínicamente el raquitismo de la discondroplasia de la tibia o de la condición denominada patas torcidas (Haynes y Walser 7 Long et al 10 Paasch y Pérez 14) por tanto se requiere la evaluación post mortem que incluye el estudio morfológico macro y microscópico de las estructuras óseas y articulaciones (Browin Paasch y Pérez 14)

En el presente estudio la evaluación morfológica permitió separar las diferentes patologías que se expresaron con problemas de locomoción. En todos los animales in

TABLA 1 Síntomas y número de animales observados durante las siete semanas del ciclo de producción

Síntoma	Con claudicación n/N	Sin claudicación n/N	Total n/N
Crecimiento	15/133	71/133	86/133
Desviación unilateral o bilateral de los miembros	40/133	0/133	40/133
Desviación de los dedos	0/133	25/133	25/133
Tendencia a permanecer sentados	10/133	12/133	41/133
Parálisis	20/133	0/133	20/133

n Número de casos presentados

N Número de animales observados

La diferencia numérica entre el número de observaciones y número de síntomas obedece a que un animal presente más de dos anomalías

TABLA 2 Lesiones macroscópicas observadas durante las siete semanas del ciclo de producción

LESION	n/N
Acortamiento del tibiotarso	86/133
Irregularidad de la metafisis proximal del tibiotarso	12/133
Engrosamiento de la articulación del tibiotarso	34/133
Aumento del volumen del fluido sinovial	5/133
Desviación del gastrocnemio	2/133
Torción del tibiotarso y desviación de los cóndilos	15/133
Franca discondroplasia de la tibia	3/133
Sin lesiones	2/133
TOTAL	159/133

n Número de casos presentados

N Número de animales observados

La diferencia numérica entre el número de observaciones y número de síntomas obedece a que un animal presente más de dos anomalías

cluyendo aquellos seleccionados como normales para efectos de comparación se observaron anomalías estructurales de sus extremidades lo más sobresaliente fue

el engrosamiento e irregularidad de la metafisis del tibiotarso que se presentó en 34.6% de los pollos evaluados, y diferencias marcadas en la longitud y grosor del

tibiotarso con desviación lateral de los condilos (Figuras 3 y 4)

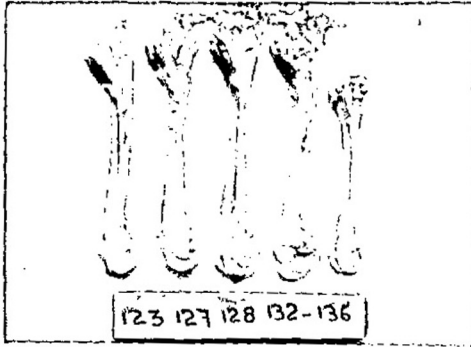


FIGURA 3 Discondroplasia de la tibia Diferencias marcadas en la longitud y grosor del tibiotarso en animales de la misma edad Seis semanas

longitud del cono es igual o mayor de 1 mm (Walsler, et al 17) y esta lesión puede pasar inadvertida en una necropsia corriente



FIGURA 5 Discondroplasia de la tibia Presencia de cuña cartilaginosa que se proyecta hacia la cavidad medular

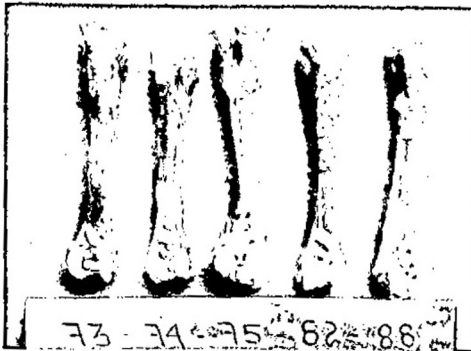


FIGURA 4 Desviación de los condilos del tibiotarso especialmente notorio en los especímenes 75 y 88 También se observan diferencias en la longitud del tibiotarso



FIGURA 6 Retención de una cuña de cartilago avascular, hacia la diafisis ósea

El engrosamiento e irregularidad en la metafisis proximal del tibiotarso (Figuras 5 y 6) características que identifican a la discondroplasia de la tibia El porcentaje real de animales con discondroplasia de la tibia fue de 11.3% si se tiene en cuenta el concepto expresado por Walsler et al (8), quienes consideran que la presencia de DT son patológicamente significativas cuando la

Microscópicamente en los casos encontrados de DT se observó la presencia de cuñas de cartilago retenido, avascular y de aspecto necrótico caracterizado principalmente por la apariencia intensamente eosinofílica de los condrocitos, sin núcleo discernible y un número apreciable de lagunas cartilaginosas vacías (Figura 7) Estas cuñas se extienden desde la zona hipertrófica hasta la metafisis, en dirección a la cavidad medular (Figura 8)

FIGURA 7 Imagen microscópica de las figuras 5 y 6 Lagunas cartilaginosas vacías y aspecto eosinofílico de los núcleos de los condrocitos Hematoxilina-eosina 450x

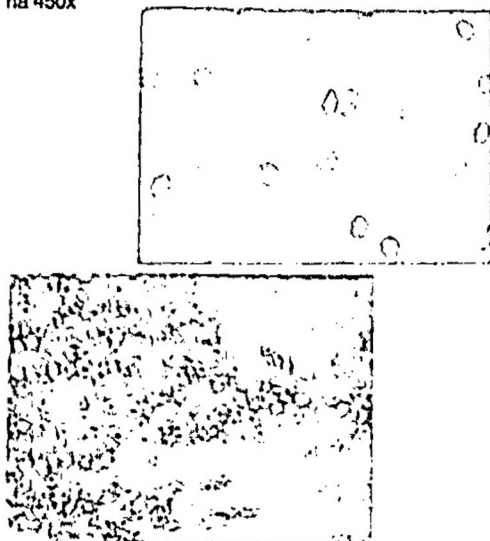


FIGURA 8 Imagen microscópica del cono cartilaginoso avascular en DT HE x 250 X

La DT no está documentada en Colombia, se han encontrado en la sala de necropsias algunos casos con lesiones características de la enfermedad. Con el presente estudio, se documenta y caracteriza la enfermedad en animales que clínicamente presentaron retraso en el crecimiento, cojeras y patas torcidas. Se destaca que en el 100% de los animales que presentaron síndrome de patas torcidas se encontraron lesiones prediscondroplásicas o francamente discondroplásicas, características que coincide con la apreciación de otros autores (Paasch y Pérez, 14), en relación a la similitud de eventos que se suceden en la patogénesis de DT y síndrome de patas torcidas.

La evidencia de este síndrome permite proponer que en Colombia se adelantan estudios que permitan conocer la frecuencia de presentación, los factores predisponentes o determinantes y las posibles etiologías de DT en el país. De hecho la investigación en los problemas de locomoción en pollos de engorde deben considerarse como prio-

ritaria en los proyectos de investigación en medicina aviar.

La DT puede manifestarse hasta en un 1% de la población con manifestaciones clínicas y lesiones macroscópicas características (Paasch y Pérez, 15) adicionalmente, mencionan los mismos autores que hasta un 7% de los animales pueden tener DT sin sintomatología clínica ni lesiones macroscópicas claras, la única expresión en estos casos puede ser el retraso en el crecimiento (Paasch y Pérez 15).

Aunque no se ha encontrado una explicación exacta para la presencia de los conos de cartilago avascular se puede afirmar que se debe enfocar el análisis patogénico hacia el proceso de resorción en la osificación endocondral, porque no hay aumento en la proliferación del condrocito o de matriz y el cartilago discondroplástico de hecho presentó evidencia de disminución en la producción de glicosaminoglicanos.

El propósito del presente estudio, no fue el de relacionar etiológicamente los síndromes de locomoción, sin embargo, es conveniente con el ánimo de orientar estudios ulteriores, discutir brevemente la información pertinente reportada en la literatura. La etiología y la patogénesis no están claramente definidas (Haynes y Walser 7, Merincke et al 12). Se mencionan factores muy diversos como causas directas o indirectas de esta anomalía, entre los que se encuentran factores genéticos, medioambientales, nutricionales y tóxicos que actuando en forma individual o combinada conducen finalmente al desarrollo de DT (Chu et al 2, Edwards, 5, Haynes et al 6,7, MacCaskey et al 11, Paasch y Pérez 14, Veltman y Jensen 15, Villegas 16, Wasler et al 18).

La influencia genética puede reflejarse en sentidos opuestos de tal manera que la selección puede dar lugar a líneas extre-

madamente susceptibles o resistentes, siendo el ejemplo clásico de la última característica las aves de tipo Leghottn (Edwards 5, Paasch y Pérez, 14, Veltmann y Jensen 15, Villegas, 16) Sin embargo, se ha observado que la mayoría de los pollos de engorde son susceptibles (Villegas, 16) En cuanto a las condiciones medioambientales, parece ser que los animales levantados en corrales y con camas sobre el piso presentan mayores porcentajes de DT, que los criados y levantados en jaulas con piso de alambre, pero no se sabe si el consumo de la cama, es el factor determinante por cuando podría contener el patógeno o la toxina relacionada con DT (Veltman y Jensen 15) En Colombia la gran mayoría de granjas productoras de pollo de engorde siguen el sistema de galpones en piso de tierra con camas de viruta o cascarilla

Distintos componentes de las dietas y en varias concentraciones están asociados con la presentación de la enfermedad particularmente elementos como calcio fósforo cloro, factores inhibidores de la tripsina y ureasa presentes en la soya y alto contenido energético en las raciones (Haynes et al 6, Hulan y Proudfoot, 8)

La contaminación de las materias primas como maíz, sorgo, soya con micotoxinas podría estar asociada con la alta incidencia de discondroplasia encontrada en el presente estudio Wasler et al (17), identificaron la toxina de *Fusarium roseum* produciendo DT En Colombia la problemática de las micotoxinas y micotoxicosis continúa en ascenso situación que es ampliamente discutida por Carpintero y Peña (3) Debe ser motivo de estudio con métodos investigativos la influencia que tienen las micotoxinas en la presentación de DT y otras patologías del sistema locomotor

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Por las características macro y microscópicas, se documentó la presencia de discondroplasia de la tibia en pollos de engorde esta entidad se caracteriza principalmente por la disminución en la ganancia de peso con pérdidas económicas que esto implica El porcentaje de presentación del problema en el presente estudio fue en términos absolutos bajo considerando que solamente el 0.8% de la población total presentó problemas de locomoción, pero el peso relativo de DT fue proporcionalmente alto con relación a los animales que fueron retirados por problemas de locomoción Debe considerarse que este porcentaje puede variar en diferentes ciclos de producción pudiendo llegar hasta un 8%

En otros países la DT representa en la actualidad una de las principales limitantes en la producción aviar en Colombia es necesario estudiar las causas y efectos de la enfermedad particularmente en los aspectos relacionados con genética alimentación micotoxinas así como la repercusión económica que representa

La evaluación clínica y macroscópica no son suficientes para detectar la enfermedad Unicamente los casos avanzados pueden detectarse en forma clara durante la necropsia pero aquellos que son asintomáticos es decir no detectables requieren la evaluación microscópica del tibiotarso Lesiones tan pequeñas como cuñas de cartilago de 0.5 mm de longitud se consideran como una lesión ligera de DT

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Brown R H 1983 Factores nutricionales que pueden contribuir a condiciones de artritis y de

- formación de articulaciones Avicultura Andina 7 170
- 2 Chu, W , Cook, M E , Wu, W , Smalley, E B 1988 Immune and bone preparties of chicks consuming corn contaminated with a Fusarium that induces dyschondroplasia Avian Diseases 32 132 136
- 3 Carpiñtero, M , Peña, N E 1989 Aflatoxinas en maíz de clima medio y cálido cosechado en Cundinamarca durante 1983 I Incidencia y niveles de contaminación Revista ICA 24 (3)297-305
- 4 Correa, G L A , González, H E 1991 Caracterización morfológica de los problemas de locomoción en pollos de engorde I Raquitismo Revista Acovez 15 (3)19-22 16 (1)8-12
- 5 Edwards, H M 1983 Causas comprobadas de discondroplasia de la tibia calcio fósforo y soya Avicultura Profesional 66-68
- 6 Haynes, J S , Walser, M M , Lawler, E M 1985 Morphogenesis of Fusarium sp Induced tibial dyschondroplasia in chickens Veterinary Pathology 22 629 636
- 7 Haynes, J S , Walser, M M 1986 Ultraestructure of Fusarium induced tibial dyschondroplasia in chickens A sequential study Veterinary Pathology 23 499-505
- 8 Hulan, H W Proudfoot, F G 1984 Effect of different levels of dietary sorbic acid on general performance and incidence of leg abnormalities of comercial broilers reaster weight Poultry Science 63 1800 1802
- 9 Long, P H , Lee, S R , Rowland, G N , Britton, W M 1984 Experimental rickets in broilers gross microscopic and radiographic lesions I Phosphorus deficiency and calcium excess Avian Diseases 28 460-474
- 10 Long, P H , Lee, S.R.; Rowland, G N., Britton, W.M 1984 Experimental rickets in broilers gross microscopic, and radiographic lesions III Vitamina D Deficiency Avian Diseases 28 933-943
- 11 McCaskey, P C , Rowland, G N ; Page, R.K , Minear, L R. 1982 Focal failures of endochondral ossification in the broiler Avian Diseases 26 701 715
- 12 Meinicke, C F , Skeeles, J K ; Stephenson, E L , Nelson, T S 1980 An intermittent problem with tibial dyschondroplasiaG Avian Diseases 24 517 519
- 13 Organización Panamericana de la Salud 1973 Procedimientos para estudios de prevalencia de enfermedades crónicas en el ganado Nota Técnica no 18 (Buenos Aires) p 19 22
- 14 Paasch, M L , Pérez, F H 1985 Caracterización del síndrome de patas torcidas y discondroplasia tibial en parvadas de pollo de engorde en México Veternaria Mexicana 16 3 12
- 15 Veltmann, J R Jr , Jensen, L S 1980 Variations in the incidence of tibial dyschondroplasia associated with different environmental conditions Avian Diseases 24-625-630
- 16 Villegas, P 1986 VI Seminario Internacional de Patología Aviar Memorias Athens, Georgia E U A p 57-68 Julio 14 18
- 17 Walser, M M , Chermis, F L , Dziuk, H E 1982 Osseous development and tibial dyschondroplasia in five lines of turkeys Avian Diseases 26 265-271
- 18 Walser, M M , Morris, V C , Levander, O A 1988 Effect of dietary selenium on the development of Fusarium induced tibial dyschondroplasia in broiler chickens Avian Diseases 32 84 88