

# Concentraciones hepáticas de selenio, cobre, hierro y zinc en pollos de engorda con y sin síndrome ascítico

José Mauro Arrieta Acevedo\*  
René Rosiles Martínez\*\*

---

## Abstract

Copper, selenium, iron, and zinc hepatic concentrations in healthy and ascitic broilers were measured. These elements were chosen due to their participation in the oxygen exchange among fluids and body tissues. These elements were measured by atomic absorption spectrometry. The task was oriented to look for an indirect indication of a metabolic alteration using the above mentioned elements. Broilers were housed and fed in commercial operation type facilities. Feed was made of sorghum and soybean meal plus a supplementation of vitamins and minerals according to nutritional needs. Ascitic broilers presented hepatic Se levels (2.58 ppm) lower than the healthy animals (2.61), as well as a lower copper concentration (ascitic, 15.53 versus the healthy ones 17.31 ppm), but Iron content was higher in ascitic (436.66 ppm) than in healthy broilers (389.81 ppm). Zinc content was higher in ascitic broilers (136.62 ppm) than in healthy ones (104.72 ppm). The same behaviour was measured regarding this difference, and it was also statistically different ( $P < 0.05$ ). Results in this study indicate an alteration in the metabolism of zinc, which is probably related to a defense mechanism in broilers suffering of an ascitis syndrome.

**Key words:** BROILERS, ASCITIC SYNDROME, LIVER-ZINC LEVEL.

## Resumen

Para cubrir los objetivos del presente estudio se determinaron las concentraciones hepáticas de selenio (Se), cobre (Cu), hierro (Fe) y zinc (Zn) mediante espectrometría de absorción atómica, en pollos de engorda (17 con síndrome ascítico y 21 sanos) de entre 2 y 7 semanas de edad. Este trabajo se realizó con el fin de encontrar algunos elementos que fueran indicadores indirectos de alteraciones metabólicas de este síndrome en pollos clínicamente enfermos o identificados por las lesiones a la necropsia. Las aves fueron criadas en una caseta convencional y recibieron una dieta a base de sorgo y soya. Las aves ascíticas tuvieron concentraciones hepáticas de selenio (2.58 ppm) ligeramente inferiores a las aves clínicamente sanas (2.61 ppm), algo similar ocurrió respecto del cobre (15.53 ppm en ascíticos vs. 17.31 en sanos). Los ascíticos tuvieron niveles mayores de hierro (434.66 ppm) que las aves sanas (389.81 ppm); sin embargo, sólo las concentraciones de zinc en los ascíticos (136.62 ppm) fueron estadísticamente mayores ( $P < 0.05$ ) a las encontradas en los sanos (104.72 ppm). Estos resultados sugieren la presencia de alteraciones en el metabolismo del zinc, posiblemente relacionadas con los mecanismos de defensa en aves que padecen el síndrome ascítico.

**Palabras clave:** POLLOS, SINDROME ASCITICO, ZINC HEPATICO.

---

Recibido el 6 de marzo de 1997 y aceptado el 21 de agosto de 1997.

\* Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Calle Díaz Mirón s/n, km 21.5, Carretera México-Tulyehualco, 13300, México, D.F.

\*\*Laboratorio de Toxicología, Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

## Introducción

El síndrome ascítico (SA) es una enfermedad metabólica que afecta principalmente a las estirpes de pollos de engorda de rápido crecimiento y alto rendimiento en canal. Se caracteriza por la presencia de hipertensión pulmonar de origen hipóxico. De esta patogenia se pueden derivar otras alteraciones, por ejemplo: edema pulmonar, hipertrofia y dilatación cardíaca derecha, falla cardíaca derecha, hidropericardio, policitemia, cirrosis hepática congestiva e incremento en la presión hidrostática venosa, que termina en ascitis.<sup>1,2,3</sup>

La importancia del SA radica en las notables pérdidas económicas que ocasiona por mortalidad, decomisos, y por la aplicación de programas para limitar su presentación, siendo actualmente un problema en la industria avícola mundial,<sup>1,4,5</sup> por lo que se han estudiado ampliamente los factores genéticos y médico-zootécnicos involucrados en la presentación del SA.<sup>2,6,3</sup>

Existe evidencia de que los factores genéticos son los más importantes, ya que la selección que en este sentido han sufrido las aves de engorda en los últimos años ha originado estirpes con una gran capacidad para el desarrollo de masas musculares, sin un adecuado desarrollo de los aparatos cardíaco y respiratorio que proveen todo el oxígeno que demanda el acelerado metabolismo de estas aves. Esto significa que el ave puede presentar una hipertensión pulmonar primaria de origen hipóxico, y desencadenar el cuadro del SA ya mencionado.<sup>2,5</sup>

Recientemente se ha informado que las concentraciones hepáticas de las vitaminas E y C en aves con SA se encontraron en niveles inferiores, en comparación con aves sanas que recibieron la misma dieta, situación que podría estar indicando una alteración en el metabolismo de tales nutrimentos.<sup>7</sup>

Por otra parte, no se sabe si el metabolismo de algunos minerales importantes como el hierro, cobre, zinc y selenio, pudieran presentar alguna alteración en aves que padecen el SA. Pero sí se conocen sus alteraciones en otros síndromes parecidos.<sup>8</sup>

El hierro está relacionado con el transporte de oxígeno, al formar parte de la hemoglobina; asimismo, es un componente de enzimas como las catalasas y peroxidases, que son activas en la descomposición de peróxidos.<sup>9,10,11</sup>

El cobre está relacionado con la síntesis de la hemoglobina, además tiene un papel protector de membranas como parte de la enzima superóxido dismutasa intracelular.

El selenio es constituyente de la enzima intracelular glutatión peroxidasa, importante mecanismo de defensa contra hidroperóxidos lipídicos.<sup>9,10,11</sup>

El zinc es parte de la enzima anhidrasa carbónica que rompe el ácido carbónico en CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O; también forma parte de la enzima cobre/zinc superóxido-dismutasa encargada de limitar el daño causado por el superóxido. Además este mineral está relacionado con la integridad de la membrana de los eritrocitos.<sup>9,10,11</sup>

El presente estudio se realizó con la finalidad de obtener información comparativa sobre las modificaciones en la concentración de Cu, Fe, Se y Zn en el hígado de pollos de engorda con y sin alteraciones macroscópicas, características del SA.

## Material y métodos

Se recolectaron hígados de aves de la estirpe Arbor Acres, durante su ciclo productivo, con y sin ascitis desde el punto de vista clínico-patológico (17 y 21, respectivamente). Dichas aves fueron seleccionadas de una parvada de 1000; al momento de encontrar un ave con el SA, también se colectaba un ave sana, hasta completar los números arriba mencionados, las aves fueron criadas en una caseta de ambiente natural. El coleccionar aves de la misma parvada indica que tanto las ascíticas como las sanas recibieron la misma dieta a base de pasta, de soya y sorgo, suplementada con vitaminas y minerales de acuerdo a las recomendaciones de Cuca *et al.*<sup>12</sup>

Los órganos muestreados fueron recolectados en la granja y clasificados de acuerdo a la presencia o ausencia del SA, para posteriormente ser enviados en refrigeración al Laboratorio de Toxicología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Cada órgano fue cortado en trozos pequeños y colocado en cajas de Petri, para posteriormente ser desecado en una estufa. De cada uno de los hígados secos se pesaron de 2 a 3 gramos en una báscula analítica, para ser sometidos a digestión en tubos Kjeldahl, con ácido nítrico y ácido perclórico, agrupándolos de acuerdo a la presencia o ausencia del SA.<sup>13</sup>

Las muestras digeridas fueron aforadas a 50 ml con agua desmineralizada y posteriormente filtradas, para determinar después la concentración de los minerales de interés, utilizando un espectrómetro de absorción atómica, con o sin el generador de hidruros de acuerdo al elemento, según las especificaciones del fabricante del instrumento. El informe de la concentración del mineral se notifica en base seca y las concentraciones de cada elemento se expresan en microgramos por elemento y por la presencia o ausencia del síndrome. Para hacer la evaluación estadística de los resultados, los promedios de la concentración de cada elemento se agruparon en sanos y ascíticos, y se correlacionaron o compararon entre sí por diferencia de medias (prueba de "t") y correlación simple.

## Resultados

Las concentraciones hepáticas (base seca) de selenio en las aves con SA son ligeramente menores con respecto a las aves sanas, lo mismo puede decirse del cobre (Cuadro 1).

En cuanto al hierro, ocurre lo contrario; sin embargo, en estas mediciones las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

**Cuadro 1**  
**CONCENTRACIONES HEPATICAS PROMEDIO ( $\mu\text{g/g}$ )**  
**DE Se, Cu, Fe Y Zn EN POLLOS DE ENGORDA**  
**CON Y SIN SINDROME ASCITICO**

Tipo de ave	Selenio	Cobre	Hierro	Zinc
Sanos	2.61 <sup>a</sup>	17.31 <sup>a</sup>	389.81 <sup>a</sup>	104.72 <sup>a</sup>
Ascíticos	2.58 <sup>a</sup>	15.53 <sup>a</sup>	434.66 <sup>a</sup>	136.62 <sup>b</sup>

\*Valores en la misma columna con distinta literal son diferentes estadísticamente (P < 0.05).

Las aves ascíticas presentaron concentraciones hepáticas de zinc estadísticamente mayores (P < 0.05) que las aves clínicamente sanas.

No se encontró correlación en el contenido de selenio, cobre, hierro y zinc hepáticos en el mismo tipo de pollo entre los elementos.

## Discusión

Vahl y Van Klooster,<sup>14</sup> al trabajar con hembras de engorda Hypeco, alimentadas con diferentes niveles de hierro en la dieta, encontraron concentraciones hepáticas (base seca) de hierro que iban de 261.2 a 575.7 ppm a los 39 días de edad, asimismo encontraron niveles de cobre de entre 14.6 y 15.8 ppm, refiriendo finalmente contenidos de zinc que fueron de 89.6 a 95.7 ppm. Al comparar estos resultados con los que se registran en el presente trabajo, se observa que los niveles de cobre y hierro son semejantes; sin embargo, los niveles de zinc fueron mayores en las aves de este estudio. En el caso de Vahl y Van Klooster,<sup>14</sup> las aves se suplementaron con 41.76 ppm de zinc, y en este caso con 50 ppm.

Mucha de la información encontrada al respecto sobre las concentraciones hepáticas de minerales en aves, viene expresada en mg/kg de peso húmedo,<sup>14,15,16</sup> por lo que para establecer comparaciones hay que considerar que el hígado tiene aproximadamente de 73% a 77% de humedad.<sup>8</sup> Con base en lo anterior, podría esperarse que los valores encontrados en hígados (base seca) fueran aproximadamente 4 veces mayores que los determinados en hígados frescos.

Stahl *et al.*,<sup>16</sup> al trabajar con pollos New Hampshire x Single Comb White Leghorn, obtuvieron las siguientes concentraciones de zinc, hierro y cobre en hígado (base húmeda):

- Zinc: 22 a 26 ppm (correspondería a 88-104 ppm en hígado base seca).
- Hierro: 35.1 a 41.5 ppm (correspondería a 140.4-166 ppm en hígado base seca).
- Cobre: 7.6 a 14.9 ppm (correspondería a 30.4-59.6 ppm en hígado base seca).

En estos casos, los valores encontrados no son semejantes a los de este trabajo, ya que el cobre es aproximada-

mente el doble y el hierro es aproximadamente al 40% de lo encontrado aquí. Con respecto al zinc, los valores se acercan más a los de Vahl y Van Klooster.<sup>14</sup>

Norheim y Moksnes,<sup>17</sup> al utilizar pollos White Leghorn noruegos de 10 semanas de edad, encontraron concentraciones hepáticas (base húmeda) de selenio de 0.450 ppm (correspondería a 1.8 ppm. en hígado desecado).

Por otro lado, Shan y Davis,<sup>18</sup> trabajando con pollos machos Isa-Brown de 6 semanas de edad (dieta suplementada con 0.2 ppm de selenio), refieren concentraciones hepáticas (tejido fresco) de selenio de 0.426 a 0.893 ppm (correspondería a 1.704 a 3.572 ppm en hígado base seca).

Por lo anterior podría decirse que las concentraciones de selenio encontradas en el presente estudio, son similares a las notificadas en otros países, considerando que en este caso se trató de pollos de engorda (dieta suplementada con 0.1 ppm de selenio), y no como en los últimos dos casos citados, de pollos ligeros o semipesados que recibieron una suplementación de selenio en la dieta, de 0.09 y 0.2 ppm, respectivamente.<sup>17,18</sup>

Parece no haber antecedentes de concentraciones altas de zinc hepático en pollos, sin que paralelamente se encuentren afectados los niveles de otros minerales con los que puede interactuar, como el cobre y el hierro.<sup>16</sup> Este hallazgo en pollos con SA, podría estar indicando una alteración, no considerada hasta ahora, en el metabolismo del zinc.

Resulta interesante señalar que en mamíferos bajo diferentes condiciones de estrés, se ha observado que la elevación en la producción de corticosteroides, favorece una disminución en los niveles plasmáticos de zinc y paralelamente un aumento en las concentraciones del mineral en el hígado.<sup>11</sup> Estos cambios parecen también estar bajo control hormonal. Aunado a lo anterior, se señala que cuando se produce infección o inflamación aguda o crónica, se generan linfocinas como la interleucina-1 que también es capaz de promover el efecto antes señalado para el zinc; más aún, se sugiere que un vigoroso ejercicio aeróbico es capaz de incrementar la producción de sustancias de acción semejante a la interleucina-1 (respecto del metabolismo del zinc), y que los glucocorticoides pueden aumentar tal efecto de la interleucina-1.<sup>15</sup>

Los anteriores razonamientos parecen justificados para estos hallazgos, si se recuerda que en el caso del SA, la hipoxia juega un papel capital en la patogenia y está documentada la presencia de una respuesta inflamatoria en varios órganos de aves con este problema.<sup>19</sup>

La concentración de los minerales en la dieta, así como el tipo y edad del ave, parecen ser los factores que más afectan el contenido hepático de dichos elementos en el hígado; sin embargo, en el presente estudio, resulta interesante debido a que fueron los animales que padecían el SA los que presentaron las concentraciones más altas de zinc, no se encontraron informes al respecto en la literatura consultada. Se puede inferir que el estrés al que las aves están sometidas, además de la hipoxia y la presencia

de una respuesta inflamatoria en diversos tejidos, contribuyeron de alguna forma en las alteraciones del metabolismo del zinc, que se presumen por la información obtenida en este trabajo. Se recomienda realizar un estudio más amplio con aves de un día de edad y durante todo su ciclo productivo. Sería deseable constatar lo reiterativo de los hallazgos de altas concentraciones de zinc hepático sin modificaciones notables de otros minerales traza en pollos que padecen el SA, así como su posible relación con el estado de tensión en que se encuentran las aves, además de la hipoxia y procesos inflamatorios.

## Referencias

- López CC, Arce MJ, Avila GE, Vázquez PC. Investigaciones sobre el síndrome ascítico en pollos de engorda. *Cienc Vet* 1991;5:14-48.
- Lubritz DL, Smith JL, McPherson BN. Heritability of ascites and the ratio of right to total ventricle weight in broiler breeder male lines. *Poult Sci* 1995;74:1237-1241.
- Paasch ML. Desarrollo de algunas investigaciones sobre el síndrome ascítico en México. *Cienc Vet* 1991;5:1-11.
- López CC, Arce MJ. Repercusiones económicas en la aplicación de programas de alimentación como paliativos para el control del síndrome ascítico. *Memorias del XI Ciclo de Conferencias Internacionales sobre Avicultura*; 1993 México (DF): Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal, AC, 1993:203-228.
- Pro MA. Mejoramiento genético y factores ambientales: su impacto en el síndrome ascítico en pollos de engorda. *Memorias del Seminario Internacional Ambiente-Producción Animal*; 1994; Montecillos, Estado de México. Montecillos, Edo. de México: Colegio de Posgraduados, 1994:38-52.
- Odom TW. La relación entre la genética, la incubación y el ambiente después del nacimiento con el desarrollo del síndrome ascítico en el pollo de engorda. *Memorias del XI Ciclo de Conferencias Internacionales sobre Avicultura*. 1993; México, (DF), México (DF): Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal, AC, 1993:167-179.
- Enkvetchakul B, Bottje WG, Anthony N, Moore R, Huff W. Compromised antioxidant status associated with ascites in broilers. *Poult Sci*, 1993;72:2272-2280.
- Buckley WT, Gardiner EE. Changes in tissue mineral concentrations associated with Sudden-Death Syndrome in chickens. *Poult Sci* 1989;69:245-248.
- Auroma OI. Free radicals and antioxidant strategies in sports. *J Nutr Biochem* 1994;5:370-381.
- Scott ML, Nesheim MC, Young RJ. *Nutrition of the chicken*. 3rd ed. Itaca (New York), 1982.
- Wiseman H. Dietary influences on membrane function: importance in protection against oxidative damage and disease. *J Nutr Biochem* 1996;7:2-15.
- Cuca GM, Avila GE, Pro MA. La alimentación de las aves, Montecillos, Edo. de México: Colegio de Posgraduados, 1990.
- Perkin Elmer. *Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry*. Norwalk, Connecticut: Perkin-Elmer, 1982.
- Vahl HA, Van Klooster ATH. Dietary iron and broiler performance. *Br Poult Sci* 1987;28:567-576.
- Cousin RJ. Hormonal regulation of zinc metabolism in liver cells. Trace elements in human and animal nutrition. *Proceedings of the Fifth International Symposium of Trace Elements in Man and Animals*; 1985 July 14-17; London (UK). London (UK): Commonwealth Agricultural Bureaux, 1985:245-246.
- Stahl JL, Greger LJ, Cook ME. Zinc, copper and iron utilization by chicks fed various concentrations of zinc. *Br Poult Sci* 1987;28:437-447.
- Norheim G, Moksnes K. Distribution and elimination of selenium and glutathione peroxidase (GSH- Px) in chickens after supplementation with sodium selenite or selenomethionine. Trace elements in human and animal nutrition. *Proceedings of the Fifth International Symposium of Trace Elements in Man and Animals*; 1985 July 14-17; London (UK). London (UK): Commonwealth Agricultural Bureaux, 1985:245-246.
- Shan AS, Davis RH. Effect of dietary phytate on growth and selenium status of chicks fed selenite or selenomethionine. *Br Poult Sci*; 1994;35:725-741.
- Díaz CA. Estrés oxidativo en pollos de engorda. *Memorias del XII Ciclo de Conferencias Internacionales sobre Avicultura*; 1996 junio 11; Guadalajara, Jal., México. México (DF): Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal, AC, 1996:14-18.