

NECESIDADES Y RECOMENDACIONES VITAMÍNICAS PARA PAVOS (I)



GILBERT M. WEBER

DSM Nutrition Center, DSM Nutritional Products Ltd., Basel, Switzerland

Resumen

A fin de aprovechar plenamente el potencial genético de las estirpes modernas de pavos se debe asegurar su alimentación con un aporte adecuado de todos los nutrientes, incluyendo proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas, minerales y agua. Entre estos elementos, las vitaminas son particularmente importantes, puesto que son esenciales para una salud óptima y para las funciones fisiológicas normales de las aves. Dado que la mayoría de las vitaminas no pueden ser sintetizadas por estos animales en niveles suficientes para cubrir las necesidades fisiológicas, éstas deben ser obtenidas a través de la dieta. Un aporte insuficiente de vitaminas a los pavos de elevado rendimiento para la producción de carne o para la cría tendrá repercusiones negativas en su productividad.

Esta revisión resume la información científica disponible, en relación a las necesidades vitamínicas y a los efectos beneficiosos de la suplementación vitamínica en pavos. Puesto que existen evidencias claras de que los niveles dietéticos mínimos de vitaminas, necesarios para la prevención de deficiencias clínicas, no aseguran una salud, una productividad y un bienestar óptimos en los pavos sujetos a las condiciones productivas comerciales actuales, se presentan más recomendaciones prácticas en lo que a suplementación vitamínica se refiere.

Introducción

Las vitaminas son micronutrientes esenciales para la vida de las personas y los animales. Son necesarias para una salud óptima y para las funciones fisiológicas normales de crecimiento, mantenimiento y reproducción.

Puesto que las estirpes avícolas actuales son extremadamente productivas, sus necesidades vitamínicas merecen especial atención si queremos conseguir el máximo desarrollo de su potencial genético. Mientras que la necesidad de la suplementación vitamínica en la nutrición animal es un tema que no admite discusión, hay mucha controversia respecto a los niveles de suplementación vitamínica necesarios para conseguir una salud y resultados óptimos en pavos comerciales desde un punto de vista económico. El objetivo de la nutrición del pavo es maximizar los resultados productivos en aves de engorde y optimizar la producción de huevos, la fertilidad y la incubabilidad en las aves reproductoras. Las vitaminas son vitales en todos los aspectos de la nutrición de las aves, no sólo para cubrir las necesidades fisiológicas del pavo en crecimiento y de la pava reproductora, sino también para el desarrollo embriológico y la viabilidad de los pollitos.

Este artículo pretende informar de las necesidades específicas de los pavos para su crecimiento y salud, la formación del esqueleto, la fertilidad de los machos y las hembras^(*), así como el desarrollo embriológico y una buena incubabilidad.

Necesidades vitamínicas para la prevención de deficiencias y la mejora de la productividad

La primera determinación de las necesidades de vitamina A en pavos concluyó un nivel dietético mínimo de 5.000 UI/kg de alimento, necesario para la prevención de signos generales de avitaminosis A. Sin embargo, los autores también ya mencionaron que unos niveles superiores de suplementación podrían ser necesarios para la prevención de lesiones microscópicas por deficiencia de vitamina A —Van Reen y col., 1951—. Basán-

(*) El tema de la fertilidad se tocará en la segunda parte de este artículo que, debido a su longitud, no ha tenido cabida en este número.

Artículo patrocinado por



dose en el crecimiento óptimo y las reservas hepáticas de vitamina A en pavos, se vió que eran necesarias al menos 4.721 UI de vitamina A por kg de alimento en un estudio posterior —Couch y col., 1971—. Jeroch y col. —1978— concluyeron que las necesidades de vitamina A para pavos en crecimiento eran de 3.000 UI/kg alimento. Más tarde, el mismo equipo observó que 2.000 UI de vitamina A satisfarían los requerimientos básicos para el crecimiento, pero que se necesitaban 5.000 UI/kg de alimento para llenar la reserva del hígado. Un período de 20 días con aportes bajos de vitamina A acarreó síntomas de deficiencia ya a la primera semana —Prinz y col., 1981—. Más recientemente, se han establecido como necesarias 11.000 UI de vitamina A por kg de alimento para evitar lesiones epiteliales —máculas blancas en la orofaringe y el esófago— en pavos. En tan sólo 3 semanas de deficiencia dietética de vitamina A los niveles hepáticos de vitamina A en el hígado caen y se desarrolla metaplasia escamosa —Aye y col., 2000a—. En un lote comercial de pavos, una deficiencia de vitamina A incrementó la mortalidad en un 3% e indujo los clásicos trastornos clínicos: animales raquíuticos y plumaje erizado, descoordinación de movimientos y depresión general —Cortes y col., 2006—. Un exceso de vitamina A en la dieta frenó el crecimiento significativamente y por encima de 600 UI/g de peso vivo se produjo la muerte de las aves. Se observaron lesiones inflamatorias alrededor de los ojos y la boca y se redujeron significativamente las cenizas de los huesos —Veltmann y Jensen, 1986—. Los betacarotenos —BC— pueden utilizarse como fuente de vitamina A para los pavos. El peso vivo y la ingesta diaria se incrementan mediante la suplementación con BC. Los BC hepáticos y plasmáticos, así como el retinol hepático aumentaron con el BC de la dieta, aunque el retinol plasmático no se vió afectado —Stevens y Salmon, 1989.

Las manifestaciones clínicas de deficiencia de vitamina D₃ han sido observadas fundamentalmente mediante estudios de campo. En dos casos prácticos de raquitismo en pavos jóvenes, se observaron cojeras y lo único que se observó en la necropsia fue hipomineralización ósea. Este diagnóstico fue confirmado radiológicamente: se observaron zonas corticales finas y placas de crecimiento amplias —Walser y col., 1980—. En varios casos clínicos de raquitismo, la concentración plasmática media de calcio en las aves raquítricas no fue significativamente distinta de la de los controles. Sin embargo, la concentración plasmática media de fósforo fue menor, y los valores de actividad de fosfatasa alcalina fueron superiores en los animales raquíuticos —Olson y col., 1981—. Las aves con deficiencia de vitamina D₃ presentaron cojeras y mostraron ganancias de peso y crecimientos esqueléticos longitudinales menores. La suplementación terapéutica con vitamina D₃ en el agua de bebida no corrigió estos cambios, pero sí mejoraron significativamente las concentraciones de calcio y de

25-hidroxivitamina D₃ —Perry y col., 1991—. En términos de requerimientos, en un estudio bastante antiguo, la vitamina D₃ necesaria para la optimización del crecimiento de los pavos se estableció entre 1.000 y 500 UI/kg de alimento para dietas de arranque y engorde, respectivamente —Jeroch y col., 1978—. Las aves con deficiencia de vitamina D en la dieta padecieron raquitismo en 17–24 días. La suplementación de la dieta con 12,5 microgramos de colecalciferol por kg fue suficiente para promover la maximización del peso vivo y unos niveles normales de calcio en plasma, de fósforo plasmático y del contenido de cenizas de los huesos. La alimentación de aves raquítricas por deficiencia de vitamina D durante 4 días con una dieta que incluya 50 microgramos de colecalciferol por kg de alimento restableció el calcio plasmático, el fósforo plasmático y la concentración de cenizas de los huesos, aunque no incrementó el peso vivo hasta el nivel de los controles —Bar y col., 1982—. La vitamina D₃ incluida a niveles de 2.400 UI/kg de alimento incrementó significativamente el peso vivo de las aves y disminuyó la fosfatasa alcalina plasmática, en comparación con aves mantenidas con una dieta de 900 UI/kg. Las cenizas de la tibia fueron significativamente superiores en animales con suplementación superior de vitamina D₃ —Stevens y col., 1983—. Cuando se incrementó el nivel de vitamina D₃ en la dieta, el peso de las aves al nacer y durante el engorde mejoró a la vez que se redujo la mortalidad. El contenido de cenizas y la resistencia a la rotura de los huesos aumentaron y la severidad del índice de raquitismo disminuyó —Stevens y col., 1984b—. Se observó una interacción antagonista entre las vitaminas A y D en pavos machos alimentados con una dieta con los niveles requeridos de vitamina D y con elevado contenido de vitamina A. Esta combinación conllevó cojeras severas, reducción del crecimiento y una condición similar al raquitismo —Metz y col., 1985.

Los pavos alimentados con una dieta deficiente en vitamina E desarrollaron rápidamente signos neurológicos como temblores, incoordinación y postración. Las lesiones asociadas fueron necrosis isquémica temprana del cerebelo y de la médula espinal, similares a la encefalomalacia nutricional de los pollos —Jortner y col., 1985—. Con una dieta con niveles bajos de vitamina E ambos alfa-tocoferoles, sérico y hepático, disminuyeron marcadamente en pavos de 1 a 14 días de edad. La suplementación con 200 mg/kg de vitamina E sólo pudo aliviar parcialmente la reducción del alfatocoferol sérico y hepático —Soto-Salanova y col., 1993—. De forma similar, alimentar pavos con 150 ppm de vitamina E aumentó las concentraciones de alfatocoferol sérico y hepático, pero no superó completamente la caída de ambas. Aunque la dieta con 150 ppm de vitamina E no afectó al peso vivo de los pavos ni al índice de conversión, sí que disminuyó la susceptibilidad de los hepatocitos y

de los eritrocitos a la peroxidación *in vitro*—Applegate y Sell, 1996—. La suplementación de los pavos con 50 mg de vitamina E por kg redujo fuertemente las TBARS —sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico— en el hígado, lo cual indica una protección antioxidante del tejido que no pudo ser observada con niveles crecientes de selenio —Mueller y col., 2009—. Puesto que las observaciones de campo muestran que los niveles de vitamina E en los pavos son a menudo inadecuadas durante el período post-incubación, se pueden dar pequeños efectos adversos sobre la salud y la eficiencia metabólica. Por tanto, es recomendable la suplementación de los pavos con 100 a 150 mg/kg de vitamina E en los piensos de primera edad —Sell, 1996—. Sin embargo, cuando los pavos no estaban enfermos, 20 mg de vitamina E por kg de alimento a lo largo del engorde parecieron suficientes para una buena productividad y bienestar de las aves —Sell y col., 1997—. Con niveles similares de vitamina E en el alimento, se encontraron concentraciones plasmáticas y hepáticas de tocoferol de 1,5 a 4,5 veces menores en pavos respecto a pollos —Sklan y col., 1982—. De forma similar, la concentración resultante de alfatocoferol en el saco vitelino del huevo de gallina fue de 4 a 5 veces mayor a la observada en pavos, lo que conllevó a una menor concentración de vitamina E en los hígados de los pavipollos nacidos —Surai y col., 1998.

La vitamina K₁ de la dieta demostró ser eficaz en la reducción del tiempo de protrombina plasmática, pero el efecto, si lo hubo, fue mínimo en el desarrollo óseo de pavos de 1 a 14 días de edad —Jin y col., 2001.

A excepción de la biotina, se dispone de poca información científica en relación con los requerimientos de vitamina B en pavos. La polineuritis es un signo clínico de deficiencia de vitamina B₁ que se puede prevenir mediante la administración de tiamina en la dieta o por inyección —Charles y col., 1972—. Los recuentos eritrocitarios de pavas reproductoras deficientes en vitamina B₂ —riboflavina—, vitamina B₆ —piridoxina— o ácido pantoténico resultaron ser marcadamente inferiores a los de pavas reproductoras con una dieta adecuada —Whiteside y col., 1962—. Jeroch y col. —1978— documentaron que los requerimientos para las vitaminas B₂, B₆, B₁₂, niacina, ácido pantoténico, ácido fólico y biotina para pavos de engorde estaban cubiertos por los componentes de la dieta. Para el ácido fólico, los requerimientos para pavas reproductoras y su progenie se determinaron en 1,23 y 0,81 mg/kg de alimento, respectivamente —Miller y Balloun, 1967.

También se demostró que niveles dietéticos entre 231 y 284 mcg/kg de biotina eran los adecuados para conseguir el máximo crecimiento y reducir la debilidad de las patas de los pavos —Jensen y Martinson, 1969—. En un estudio posterior, se necesitó la adición de 220 mcg de biotina por kg de alimento para evitar síntomas de

deficiencia e incrementar la actividad de la piruvato carboxilasa, pero esta suplementación no logró mejorar la tasa de crecimiento de los pavos —Atwal y col., 1972—. En un ensayo alimentario con pavos machos alimentados con una dieta conteniendo proteína animal, una suplementación con biotina proporcionó una excelente respuesta de los animales. También se obtuvo una mejora bastante significativa en el crecimiento y en el índice de conversión —Krueger y col., 1976—. La máxima actividad de la piruvato carboxilasa sanguínea de los pavos se relacionó positivamente con el nivel de suplementación con biotina, y la actividad óptima se obtuvo con niveles de suplementación por encima de los requeridos para obtener un máximo crecimiento —Whitehead y Bannister, 1978—. En un complejo diseño experimental, se determinó la biodisponibilidad de la biotina de distintos suplementos proteicos y granos de cereal para pavos, observándose que fue baja para el triticale, el trigo, la cebada y el sorgo, moderada para la canola y el grano de soja y elevada para el maíz —Misir y Blair, 1988.

Aunque la vitamina C puede ser sintetizada por las aves, su suplementación ha mostrado tener efectos beneficiosos en broilers y gallinas ponedoras. Sobre pavos de engorde, sin embargo, no se han publicado estudios similares. Para ésta y otras vitaminas, para las cuales no existe información de los requerimientos en pavos, los niveles de suplementación se tienen que extrapolar de estudios realizados en broilers.

Necesidades vitamínicas para una salud óptima

Se ha demostrado que la vitamina A mejora la resistencia de los pavos a las enfermedades, presumiblemente mediante una mejor respuesta inmune. Cuando los pavos fueron inmunizados con vacunas contra el virus de Newcastle —NDV— y la viruela del pavo, concentraciones crecientes de vitamina A en la dieta incrementaron la proliferación y los títulos de anticuerpos contra ambas enfermedades —Sklan y col., 1995—. Aunque el tiempo de diseminación sistémica de la infección por *Pasteurella multocida* en pavos no varió, la mayor mortalidad observada en pavos con déficit de vitamina A se asoció a un desarreglo del sistema inmune —Aye y col., 2000b.

Niveles bajos de suplementación de vitamina A incrementaron la incidencia de candidiasis en pavos. Pavos jóvenes con una dieta deficiente en vitamina A desarrollaron lesiones más severas del buche y eliminaron muchas más *Candida albicans* en sus heces que las aves con una dieta adecuada en lo que a vitamina A se refiere —Tripathy y col., 1967—. Los pavos machos, alimentados con una dieta rica en vitamina A, se recuperaron más rápido de infecciones por coccidiosis que

aquellos con una dieta baja en la misma —Mitrovic y Schildknecht, 1973—. Las infecciones por *Eimeria meleagridis* disminuyeron marcadamente los niveles de retinol plasmático, lo que conllevó una fuerte reducción de la concentración de retinol en el hígado. En contraste, las infecciones por *Eimeria adenoides* produjeron sólo pequeños cambios en los niveles de retinol plasmático y hepático —Augustine y Ruff, 1983—. Incrementar la suplementación de vitamina A tendió a reducir la morbilidad y la mortalidad por histomoniasis —Whitmore y col., 1968.

En un modelo experimental del complejo osteomielítico del pavo —TOC— la suplementación con vitamina D₃ protegió a las aves de los efectos inmunosupresores de múltiples inyecciones de dexametasona, lo cual enfatiza el rol de la misma en la salud y la resistencia a la enfermedad —Huff y col., 2000—. En un estudio posterior, se observó una tendencia a una menor mortalidad, menor gravedad del TOC y menor TOC en los animales tratados con el metabolito de vitamina D₃, 25-hidroxivitamina D₃ —Huff y col., 2002—. La suplementación con 25-(OH) D₃ como fuente de vitamina D₃ en dietas para pavos se demostró segura hasta niveles 10 veces superiores —990 microgramos/kg— a los recomendados para una buena salud y crecimiento —Lanenga y col., 1999.

La suplementación con vitamina E en exceso incrementó significativamente la respuesta humoral o la resistencia a la enfermedad. Los pavos suplementados con elevados niveles de vitamina E e infectados con *E. coli* mostraron menores mortalidades e incrementaron su respuesta inmune —Nockels, 1979—. Pero en una prueba en la que se provocó la infección, la adición de 300 mg de vitamina E por kg a la dieta de los pavos no alivió los efectos adversos de la infección con *E. coli* en pavos jóvenes —Sell y col., 1997b—. Las concentraciones de anticuerpos circulantes contra las vacunas de la enfermedad de Newcastle y la viruela del pavo se vieron afectados negativamente por la vitamina E de la dieta, lo cual indica que las respuestas humorales podrían verse afectadas por una suplementación excesiva de ésta —Friedman y col., 1998—. En contraste a estos hallazgos, los pavos expuestos a una inoculación de los sacos aéreos con *E. coli* y tratados con vitamina E vía el agua de bebida mostraron una menor mortalidad y una menor gravedad en los cuadros de aerosaculitis, siendo menor el aislamiento de *E. coli* en el hígado, lo que indica que esta vitamina puede reducir la incidencia y la mortalidad por colisepticemia —Huff y col., 2004—. En pavos suplementados con 400 ppm de vitamina E, Heffels-Redmann y col. —2001— no observaron diferencia en la respuesta humoral a vacunas dependientes de células B contra la enfermedad de Newcastle, si se comparan con los controles no suplementados, pero sí documentaron una mejora de la respuesta celular me-

diada por el ensayo de transformación de linfocitos mediante concavalina A como mitógeno. Es más, se documentaron mayores pesos vivos en los animales tratados con vitamina E. En pavos suplementados con niveles crecientes de vitamina E e inoculados oralmente con *Listeria monocytogenes*, los linfocitos T periféricos CD4+ y CD8+ fueron elevados en los pavos suplementados con 200 mg/kg de la misma. Es más, se aisló con menos frecuencia *L. monocytogenes* en muestras fecales en el grupo tratado con vitamina E, en comparación con las del grupo control no suplementado —Zhu y col., 2003.

En pavos jóvenes se observó también un síndrome caracterizado por trastornos en los espolones, plumas rotas, dermatitis y diarrea, cuya incidencia y severidad se redujo de forma importante mediante la suplementación con biotina. El suministro de ácido fólico y pantotenato de calcio no tuvo efecto, pero combinado con biotina se logró producir pavos prácticamente sanos —Robblee y Clandinin, 1970.

La pododermatitis severa es una lesión común en pavos. Tanto la calidad de las dietas como la de las camas son causas frecuentes de las lesiones plantares. Pavos alimentados con una dieta semipurificada y pobre en biotina desarrollaron una dermatitis plantar severa. La suplementación entre 275 —hembras— y 325 microgramos/kg —machos— fue necesaria para prevenir la aparición de estos signos de deficiencia —Dobson, 1970—. Este problema podría estar relacionado con la fisiología de la piel. En pavos con deficiencia de biotina se documentó una elevada concentración de ácidos grasos de cadena larga en la fracción lipídica neutra de la piel, inexistente en la de las aves suplementadas con biotina. Es más, casi un tercio de los ácidos grasos de ceras de tipo diéster en aves deficientes en biotina eran insaturados, mientras que en aves suplementadas con biotina fueron fundamentalmente saturados —Logani y col., 1977—. Mientras que la severidad de la dermatitis podal de los pavos en condiciones de cama seca se redujo mediante la adición de biotina, la vitamina no influyó en la severidad de las lesiones cuando los pavos se criaron sobre camas húmedas —Harms y Simpson, 1977—. Posteriormente, investigaciones de Clark y col. —2002— han demostrado claramente la asociación entre elevados niveles de biotina y bajos niveles de pododermatitis. Sin embargo, en un estudio reciente se encontró que la utilización de niveles de biotina superiores a los corrientemente usados por la industria no pudieron prevenir la aparición de dermatitis podal en pavos jóvenes —Mayne y col., 2007—. Otro trastorno dependiente de la biotina fue descrito por Whitehead y Siller —1983—. Los pavos alimentados con dietas pobres en biotina desarrollaron el síndrome de riñón e hígado grasos y en las necropsias se observaron hígados y riñones pálidos e hinchados. Las aves afectadas sufrían una hipoglicemia severa y su glucógeno hepático había prácticamente desaparecido.

(Continuará)