

# Cien años de nutrición aviar

• Francisco Puchal Mas

• Universidad Autónoma de Barcelona



Siempre he creído que la nutrición, en su aspecto científico, es una ciencia contradictoria en el tiempo. Es, sin duda alguna, la ciencia más antigua y más importante del mundo, y, a la vez, una de las ciencias más recientes. Es indudable que a las pocas horas de su creación, el hombre tuvo que empezar a preocuparse por buscar comida y elegir empíricamente los alimentos más adecuados, mucho antes que por cualquier otra disciplina científica, e imagino que no cabe duda en la mente del lector, que en tiempos difíciles, léase guerras, cataclismos naturales, etc. la primera y única preocupación del hombre es la consecución de alimentos. Ya en tiempos pretéritos se era consciente de esta realidad... "el hombre hambriento no atiende a razones ni se distraen sus demandas con rezos ni plegarias (Séneca, 4 B.C.-65 A.D.)".

Si bien se considera universalmente a Antoine Lavoisier (1743-1794) como el verdadero padre y fundador de la ciencia de la nutrición (*La vie est une fonction chimique*), y el que dio el golpe de gracia a la teoría del *phlogiston* de Stahl y Senac, la segunda mitad del siglo XVIII conoció en todo su esplendor a un magnífico grupo de científicos, a los que realmente debemos los fundamentos de la ciencia nutricional, tal y como la conocemos hoy. Investigadores de la categoría de Cavendish (1713-1810), J. Black, (1728-1799), J. Priestly (1733-1804) A. D. Thaeer (1752-1828), etc., contemporáneos todos ellos de Lavoisier, sentaron las bases científicas de la nutrición actual, sea aviar, sea del resto de los mamíferos terrestres, entre ellos el hombre.

El siglo XIX fue una época de profundos cambios en el saber biológico del hombre. Los conocimientos nutricionales fueron



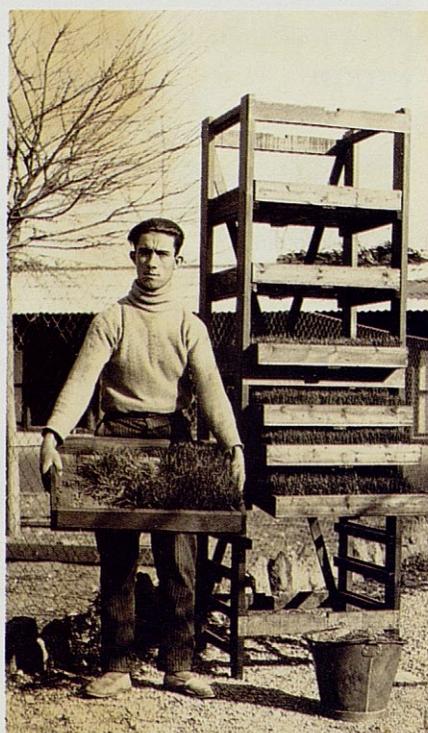
Anuncio del Rancho Castelló, el primer pienso compuesto español. De un cartel de A. Utrillo, de 1902.

adquiriendo cuerpo y fuerza doctrinal. En 1817 el francés François Magendie (1786-1855), maestro del que fue gran fisiólogo francés Claude Bernard, llega a la conclusión que el N corporal procede de los alimentos y que no puede ser sintetizado por el animal, y divide a los alimentos en nitrogenados y no-nitrogenados; poco más tarde, en 1844 el francés Boussingault (1802-1873) sienta los principios del balance entre dieta y excretas, es decir establece los fundamentos de los estudios de digestibilidad; poco más tarde, en 1860 el alemán Justus von Liebig (1803-1873), en la Universidad de Giessen, refuerza la esencialidad de los compuestos nitrogenados, sugerida por Magendie, y divide a los alimentos en dos grandes grupos: los que contienen N, como necesarios para "hacer" tejidos, a los que denomina "sustancias plásticas" y otro grupo, los que supuestamente aportan la energía necesaria para tal fin, y a los que denomina "sustancias respiratorias", según las enseñanzas de Lavoisier y su discípulo Laplace. Siguiendo la racha de descubrimientos, en 1875 Carl von Voit (1831-1908), a quien se conoce como el padre de la investigación nutricional, inicia los estudios de metabolismo y poco después, en 1900, uno de sus alumnos Rubner (1854-1932) establece los principios de calorimetría, etc. Sin embargo, no es hasta las postrimerías del siglo, precisamente en las fechas (1896) en las que veía la luz la Real Escuela de Avicultura (Castelló, 1914), que la ciencia nutricional nace, -si es que el concepto del nacimiento, en su aspecto más físico, puede aplicarse a una ciencia-, tal y como la entendemos hoy, con bases experimentales todavía hoy válidas en la mayoría de los casos.

Es a partir de esas fechas -la década de 1890- cuando se inicia una carrera de descubrimientos, que podríamos decir atropellada, y que culminan con la identificación de la vitamina B<sub>12</sub> en 1948 y en la que las aves juegan un papel relevante. No sólo se van definiendo desde entonces los actuales conocimientos nutricionales de las aves, sino que estos mismos animales participan en el descubrimiento de muchos de los principios nutritivos que hoy conocemos, inclusive para otras especies, sentando las bases de la nutrición moderna.

Es curioso destacar que los mayores progresos realizados en la investigación

nutricional se hayan producido siempre tras la derrota y no sin grandes esfuerzos, de creencias erróneas, firmemente implantadas en la mente de los investigadores de la época y que frenaron de manera muy significativa el avanzar de la ciencia nutricional. El primero de ellos y cuyo desmantelamiento supuso el nacimiento de la ciencia nutricional, fue el concepto del *phlogiston*, que durante casi dos siglos obstaculizó el avance de la ciencia nutricional, hasta que Lavoisier y sus contemporáneos le dieron el golpe de



*Una germinadora de alfalfa en la Granja Paraíso, a comienzos de siglo. Era uno de los recursos empleados para suministrar a las aves los alimentos "verdes" que se creía que necesitaban.*

gracia. El segundo, de mucha menor duración y más fácil de combatir, gracias al mayor desarrollo de los conocimientos de la época y la importancia de la investigación, fue la *teoría de las causas microbianas* de cualquier alteración patológica desconocida, debido a los recientes descubrimientos de Louis Pasteur (1822-1895). Cuando al final se impuso el conocimiento de que no todas las enfermedades tenían que ser de origen microbiano, apareció el concepto de la *etiología por toxinas*, sustancias tóxicas presentes en los alimentos, como fue el caso

del beriberi, enfermedad asociada al consumo de arroz y atribuido al principio a una toxina del mismo.

A Christian Eijkman, oficial médico holandés, estacionado en Java, debemos el descubrimiento de que dicha enfermedad no se debía a ningún factor tóxico presente en el arroz, sino precisamente a la ausencia en el mismo de un principio químico, necesario para la vida, en este caso la Tiamina o vitamina B<sub>1</sub>. El conocimiento, plenamente aceptado poco después, de que muchas de las alteraciones patológicas de la época podían deberse a deficiencias de principios todavía no identificados, más que a productos tóxicos o microorganismos, marcó el pistoletazo de salida de una carrera investigacional que nos habría de llevar, en el cortísimo período de 50 años, prácticamente al descubrimiento de todos los principios nutritivos conocidos hoy día. Cabe a su vez indicar que, desde aproximadamente 1950, no se ha descubierto ningún nutriente más hasta la fecha y que nuestro saber ha avanzado en cuánto a un mayor conocimiento de las funciones de los nutrientes ya conocidos, siendo estos conocimientos lo que nos ha permitido alcanzar los niveles de desarrollo de que hoy disponemos.

### El despertar de la investigación nutricional

Así pues, en 1897, justo un año después de la creación de la Real Escuela de Avicultura, Eijkman logra reproducir en las aves una enfermedad parecida al beriberi de los humanos, a la que denomina "polineuritis". Gracias a ello, descubre el "factor anti-polineurítico" de las aves, que más tarde uno de sus alumnos, Gerrit Grijns, logra aislar en concentrados de salvado y que posteriormente Casimir Funk, del Instituto Lister de Londres (en 1911), logra cristalizar y denomina *Amina Vital*, debido al hecho de contener N en su molécula, denominación que dará origen al nombre de Vitamina que hoy conocemos. Estos descubrimientos iniciales culminaron más tarde con la completa identificación de la Tiamina o Vitamina B<sub>1</sub>, gracias al trabajo de Jansen y Donath (1926), quienes emplearon pájaros nativos de Java, capuchinos de cabeza blanca -*Munia maja*-, como ave experimental, mucho más sensibles a la polineuritis que

los pollos o palomas empleados por Eijkman y Grijns.

El descubrimiento de la Tiamina, así como el establecimiento del concepto de Vitamina como elemento esencial para la vida, marca el inicio de una serie de descubrimientos nutricionales. Poco después del descubrimiento de la Vitamina B<sub>1</sub>, Frederick Hopkins señala en 1906 la existencia en los alimentos de “*factores esenciales para la vida*”, muchos de ellos desconocidos y junto con Eijkman, definen el concepto de “*mínimo dietético necesario*”, por lo que ambos reciben el premio Nobel de Medicina de 1929.

Los descubrimientos se producen a gran velocidad. Recordemos la frase atribuida a Pikelharing en 1905 y que define el pensar de la época:

*“There is still an unknown substance in milk, which even in very small quantities, is of paramount importance to nutrition. If this substance is absent the appetite is lost and with apparent abundance the animals will die of want”.*

Poco después los descubrimientos empiezan a producirse. En 1907 Holst y Frölich en Oslo, descubren la Vitamina C; en 1913 los americanos McCollum y Davis, de la Universidad de Wisconsin, identifican a la Vitamina A y en 1922 se añaden a la lista los descubrimientos que conducen a la identificación de la Vitamina D, por el mismo McCollum en la John Hopkins University y de la Vitamina E por Evans y Bishop, en la Universidad de California. Al igual que con las vitaminas y, según veremos, los minerales, también los aminoácidos se convierten en objetivo de las investigaciones de numerosos científicos de la época, durante la primera mitad del siglo XX, a pesar de que muchos de ellos habían sido ya identificados, durante los últimos años del siglo anterior. Si bien el concepto de aminoácido esencial aparece por primera vez en las publicaciones de Osborne y Mendel en 1914, no es hasta más tarde y después del descubrimiento del último aminoácido, la treonina, debido al americano W. C. Rose, en 1930, en la Universidad de Illinois, que se pone en evidencia la esencialidad de muchos de ellos, incluida la propia treonina.

Poco después del descubrimiento de la treonina por Rose, se intensifica la investigación vitamínica, con el descubrimiento de la Biotina en 1931 por Szent-György, la Colina en 1932 por Best y col., el Ácido

Pantoténico debido a Williams en 1933 y también en 1933 la Vitamina B<sub>2</sub> o Riboflavina, atribuida al alemán Kuhn y col. A estos descubrimientos siguen, en atropellada carrera, la Piridoxina o Vitamina B<sub>6</sub> por Szent-György en 1934, la Vitamina K debida a Henrik Dam en Dinamarca en 1935, el Ácido Nicotínico o Vitamina B<sub>3</sub> en 1936 atribuido a Warburg y Christian, el Ácido Fólico en 1946 y ya por último, en 1948, la Vitamina B<sub>12</sub> o cobalamina, antiguo “*factor de proteína animal*”, simultáneamente por Rickes y col. en Estados Unidos y E. Lester Smith en Inglaterra.

### Iniciación al estudio de los elementos minerales

Al tiempo que las vitaminas van haciendo su aparición en el mundo científico, los minerales no se quedan atrás. Si bien el conocimiento empírico de la importancia de las sales minerales, en particular el ClNa, en alimentación animal es casi tan antiguo como el hombre, al igual que ocurre con el resto de nutrientes, su conocimiento científico no se impone hasta bien entrado el siglo XX.

Es curioso señalar que si bien el Calcio, como tal elemento químico, no se descubre hasta 1808 por Davey en Inglaterra, la esencialidad de su aporte era ya evidente en 1791 cuando, en el que parece ser el primer estudio experimental sobre nutrición animal, realizado precisamente en aves (Underwood, 1969), se detectó la

importancia de la presencia de suplementos “calcáreos” para evitar trastornos en el esqueleto de éstas. Sin embargo, no es hasta ya entrado el siglo XIX, cuando Chossat confirma, en 1842, la esencialidad del Calcio para asegurar la normalidad del crecimiento óseo en palomas. Más tarde, ya entrado el siglo XX, Forbes y col. demuestran en 1916 la importancia del Calcio, Fósforo y Magnesio en vacas lecheras y algo más tarde, en 1929 Bertrand en Francia y McHargue en Estados Unidos establecen el concepto y definen la importancia de los *macro* y *micro-minerales* en alimentación animal, y todavía dentro del pasado siglo, Boussingault, a quien ya conocemos por sus estudios sobre digestibilidad, demuestra en 1847, la esencialidad del cloruro sódico para el ganado vacuno.

Desde entonces y al igual que ocurre simultáneamente con las vitaminas, los descubrimientos en el campo de la nutrición mineral se suceden con gran rapidez y prácticamente en el mismo período de tiempo. Así, en 1926 Leroy descubre la importancia del Magnesio como elemento esencial para las ratas, y poco después, en 1928 Hart y col. comprueban el papel del Hierro y Cobre en la formación de la sangre.

En 1931 Kemerer y col. y a la vez Orent y Mc Collum en Estados Unidos demuestran la esencialidad del Manganeseo en ratas y ratones. Las primeras referencias al uso del Zinc no aparecen hasta 1933, publicados por Todd y col. en ratas, si



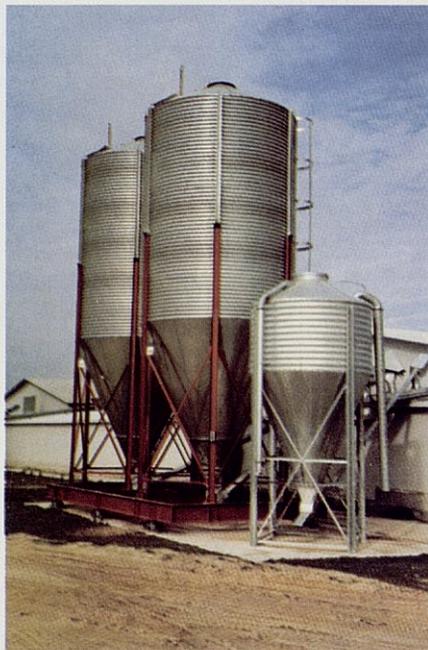
*Durante la primera mitad de este siglo las carencias en vitaminas eran corrientes. Aquí se muestra un pollo con arriboflavinosis. (Foto gentileza de Trow Ibérica, S. A.)*

bien su importancia en animales de producción no se señala hasta 1940 por Keilin y Mann y se confirma más tarde, en 1955, fecha en la que Tucker y Salmon demuestran su esencialidad para prevenir la parakeratosis en cerdos. El papel del Cobalto no se pone de manifiesto hasta 1935, en los estudios realizados por Underwood y Filmer en Australia, sobre la prevención del marasmo enzoótico en ganado vacuno, si bien los mecanismos metabólicos de su actuación no se esclarecen hasta 1948, cuando se descubre que el Cobalto forma parte de la molécula de la vitamina B<sub>12</sub> recién descubierta (Rickes y col., 1948; Smith, 1948).

Poco después del descubrimiento del Cobalto aparece el Manganeso, en 1936, de la mano de Wilgus y col., al demostrar que su incorporación al alimento prevenía la aparición de perosis en los pollos, seguido poco después por el Fluor, en 1946, por Moulton, el Molibdeno por Reid y col., en sus estudios con pollos y pavipollos en 1956 y por último, del Selenio, en 1957, por Schwartz.

Parece ser que si bien la primera referencia sobre la importancia del yodo, como elemento esencial para prevenir el bocio, la debemos al austriaco Koestl en 1895, su importancia había sido ya detectada previamente, por Chatin en Francia en 1850 y muchísimo antes, las referencias históricas señalan que los chinos ya conocían la importancia del empleo de determinadas algas marinas para la prevención del bocio y que ya Hipócrates (460-370 BC) utilizaba las cenizas de algas marinas para evitar la hipertrofia tiroidea.

La excitación investigacional de la primera mitad del siglo XX, vista desde una perspectiva histórica, hoy nos hace sonreír, aunque ciertamente de una manera comprensiva. Todos los investigadores de la época estaban ansiosos por descubrir algún factor desconocido. La aparición del concepto de las vitaminas y minerales indispensables y el desconocimiento de los factores supuestamente esenciales que pudieran existir en los alimentos, desencadenó una carrera investigacional desenfrenada. La utilización del sistema alfabético de denominación de las vitaminas hizo que muchas de ellas fueran publicadas prematuramente, y sus nombres -o más bien dicho, sus letras- reservadas a la espera de descubrir su naturaleza.



*De los primeros silos para piensos, que en España comenzaron a utilizarse a fines de los años cincuenta, hasta los actuales, media una buena diferencia. En esta foto, de una granja de Valladolid, se dispone de un pequeño silo para la dosificación de carbonato cálcico, según se necesite.*

Así fracasaron muchos intentos. La Vitamina B<sub>1</sub> reservada por Reader (1930) para designar al factor que evitaba la presentación de parálisis y retraso del crecimiento en pollos y ratas, resultó ser una combinación de varios aminoácidos y posiblemente adenina, por lo que tuvo que ser retirada. Las Vitaminas B<sub>10</sub> y B<sub>11</sub> descritas por Briggs y col. (1943) como "factor del plumaje de las aves" y "factor de crecimiento de las aves" respectivamente, resultaron ser más tarde la Vitamina B<sub>12</sub> y el Ácido Fólico. Otras muchas, estudiadas por varios investigadores, fueron a su vez intentos fallidos, al identificarse su acción como debida a otros nutrientes e incluso a vitaminas ya descubiertas. Así por ejemplo, la Vitamina F resultó ser el ácido linoléico, la Vitamina Bc, supuestamente necesaria para evitar la anemia macrocítica en aves, resultó ser el ácido fólico, la Vitamina T que acabó identificándose como una mezcla de aminoácidos, cobalamina y ácido fólico, etc.

### Importancia de las aves en la investigación nutricional

Las aves jugaron un papel muy importan-

te en estos descubrimientos. Es curioso señalar que ya en 1791, Fordyce demuestra en Inglaterra que determinadas aves, en su caso los canarios, requerían de un suplemento de tierra calcárea para asegurar la producción de huevos y la formación de la cáscara. Ya hemos visto como años más tarde, en 1842, Chossat en Francia nos confirma la esencialidad del Calcio, de una manera empírica para asegurar la formación ósea en palomas. Ya a finales del siglo XIX, en 1897, Eijkman descubre la Vitamina B<sub>1</sub> gracias al estudio experimental de la polineuritis en aves -pollos, palomas y más tarde capuchinos, *Munia spp.* - y gracias al estudio de la encefalomalacia en pollitos, Pappenheimer y Goettsch en 1931 ayudan a definir el papel esencial de la vitamina E. Un par de años antes, en 1929 Henrik Dam en Dinamarca descubre, en sus ensayos sobre colesterol en las aves, que éstas sufren procesos hemorrágicos al administrarles dietas sintéticas, lo que le conduce al descubrimiento de la Vitamina K en 1935 y a la concesión del premio Nobel de Medicina por este hecho.

Si bien no fueron las aves los animales de experimentación que condujeron al descubrimiento del Ácido Nicotínico en 1936, sí influyeron notablemente en su descubrimiento, ya que su identidad fue descubierta por Funk en sus estudios sobre el beriberi en palomas, si bien se descartó en favor de la Tiamina y no fue identificada como un nuevo factor nutricional o Vitamina hasta unos años más tarde por Warburg y Christian. En sus estudios con aves en 1936 Kuhn confirma la existencia del factor "adermina" o Vitamina B<sub>6</sub>, dos años más tarde del descubrimiento inicial de la piridoxina por Szent-György y también en 1936 Wilgus y col., descubren la importancia del manganeso en sus estudios con pollos.

La importancia del papel jugado por las aves en el descubrimiento del ácido pantoténico ha sido destacado por varios autores (Scott y col., 1982, Loosli 1988, etc.). La búsqueda de un factor "antidermatítico de las aves" culminó con el descubrimiento de la existencia del ácido pantoténico por Norris y Ringrose en 1930, si bien su identidad no fue esclarecida hasta el año 1933 por Williams y col. Si bien no directamente, podemos considerar a las aves como determinantes del descubrimiento de la Biotina por

Szent-György en 1931, ya que fue a través de la dermatitis causada por el consumo de huevos frescos y al aislamiento de una sustancia de la yema del huevo lo que condujo a la identificación de la misma, también conocida como Vitamina Bw, Vitamina H, etc. Ya a finales de lo que se ha dado en llamar la “*época de los descubrimientos nutritivos*”, es decir la primera mitad del siglo XX, en 1956 Reid y col, descubren la importancia del Molibdeno en sus estudios con pollitos y papi-pollos.

## De Magendie y von Liebig a la proteína ideal

Si bien el conocimiento de la importancia de las proteínas se remonta a finales del siglo XIX, no es hasta las primeras décadas del siglo XX en que se definen los conceptos de aminoácidos, en el sentido de ser, más que la proteína *per se*, los elementos nutricionales de importancia. Así, ya en 1914 Osborne y Mendel demuestran, en ensayos con pollos, que ciertas proteínas no daban los mismos resultados que otras, probablemente en función de los aminoácidos que las componían y definen el concepto de *aminoácido esencial*.

Aunque una buena parte de los aminoácidos que hoy conocemos fueron descubiertos mucho antes como entidades químicas -en 1881 se habían identificado ya siete aminoácidos: glicina, leucina, tirosina, serina, ácido glutámico, ácido aspártico y fenilalanina, a los que fueron siguiendo los demás, como es el caso de la lisina, descubierta por Drechsel en 1889, la arginina por Hedinen 1895, el triptófano por Hopkins y Cole en 1901, etc., aunque sin ninguna relación nutricional-, no es hasta bien entrado el siglo XX que su esencialidad para las aves se pone de manifiesto.

Ya en 1914 Osborne y Mendel nos hablan de la lisina y el triptófano como esenciales en alimentación aviar y en 1936 Arnold y col. demuestran la necesidad de la arginina para las aves y más tarde, en 1940, Almquist y col. señalan la importancia de la glicina en pollitos. La necesidad de metionina en las aves no es puesta de manifiesto hasta 1941 por Klose y Almquist y la indispensabilidad del triptófano y lisina, apuntada ya por Osborne y Mendel en 1914, es confirmada por Almquist y Mecchi en

1941 y 1942 respectivamente. El último aminoácido descubierto es la treonina, en 1930 por Rose, y su esencialidad en las aves, así como la de la valina, aparece una vez más de la mano de Almquist y Grau en 1944.

Desde entonces y hasta nuestros días, el conocimiento de la nutrición proteica y aminoácida no ha parado de avanzar, apareciendo los conceptos más importantes hoy vigentes en nutrición proteica, tales como los antagonismos entre aminoácidos, aminoácidos digestibles, tanto fecales como ileales y finalmente el concepto de proteína ideal, actualmente líder del pensamiento nutricional en el campo aminoácido.

## El concepto energético

Cabe destacar sin embargo, que si bien las vitaminas, minerales y aminoácidos aparecen rápidamente en los inicios del siglo XX, el conocimiento del concepto energético, de tanta importancia en la actualidad, no hace su aparición hasta muy avanzado el siglo. Uno de los pioneros en el tema energético en las aves fue G. S. Fraps de la Texas Agricultural Experiment Station, quien ya en 1926 se interesa por el aporte de energía en las aves, y nos presenta unas primeras definiciones de los conceptos de “*energía total de los alimentos para aves*”, “*energía digestible*”, “*energía metabolizable*” e inclusive “*energía neta*” para terminar definiendo su concepto de “*energía productiva*” (G.S. Fraps. 1946), de uso frecuente en la literatura nutricional aviar de la época e inclusive durante muchos años más tarde. Es curioso destacar que el concepto de energía y necesidad energética no aparezca por primera vez en los clásicos libretos del NRC -“Nutrient Requirements of Poultry”- hasta la quinta edición, publicada en 1960.

El concepto de la energía productiva de Fraps fue discutido por otros nutrólogos aviares, particularmente por H. W. Titus del “Poultry Research Center” de Maryland y su escuela -Barott y col., 1938; Titus, 1955-. Modificada inicialmente por estos investigadores (Titus 1961), su uso fue debilitándose, hasta acabar prevaleciendo el sistema de *Energía Metabolizable* como más correcto para las aves (Carpenter, 1962), concepto

que ha perdurado hasta nuestros días. A pesar del claro predominio del concepto de *energía metabolizable* sobre la *energía productiva* de Fraps, los estudios sobre necesidades energéticas de las aves continuaron, destacándose las mejoras en el concepto de energía metabolizable, en el sentido de introducir los conceptos de *Energía metabolizable aparente y verdadera* (TME), según Harris (1966), confirmados más tarde por Sibbald (1975) y la corrección según equilibrio nitrogenado (EMn) según datos de Anderson y col., (1958), Hill y Anderson (1958), Potter y col. (1960), Sibbald y Slinger (1962), etc., concepto que ya había sido introducido por Armsby y Fries en 1918, en sus investigaciones en ganado vacuno. Es interesante destacar los intentos realizados en el sentido de derivar de nuevo hacia el concepto de *energía neta*, quizá más parecida a la energía productiva de Fraps, y en esta línea señalar las aportaciones científicas de DeGroot (1974), con sus ecuaciones de cálculo de energía neta, concepto que si bien presenta aparentes ventajas sobre la energía metabolizable, no ha llegado a adquirir la preponderancia que sistemas similares de energía neta han tenido recientemente en otras especies animales, como es el cerdo.

Es importante señalar, sin embargo, que el sistema de *energía metabolizable verdadera* (TME) ha sido sometido recientemente a duras críticas por parte de varios investigadores, en el sentido de que las técnicas empleadas para conseguir la información experimental necesaria no respetan el fisiologismo natural de las aves y, en consecuencia, la fiabilidad de los datos es dudosa (Leeson y Summers, 1976; Tenesaca y Sell, 1981; Hartel, 1986; etc).

Cabe también destacar, como reflejo del interés de los nutrólogos por el tema energético, el esfuerzo realizado por encontrar ecuaciones matemáticas que permitan su cálculo, sin tener que proceder al engorro del trabajo experimental. En este sentido son importantes los trabajos iniciales de Carpenter y Clegg (1956), Bolton (1962) y Sibbald y col. (1963), etc., y el interés y esfuerzo vertidos en las innumerables ecuaciones matemáticas de todo tipo, tanto para materias primas como para piensos acabados, y que han culminado en la aparición de fórmulas o

ecuaciones oficiales, como es la de la Comunidad Europea, promulgada por la misma en Abril de 1986 (86/174/EEC) referente a piensos de avicultura y de aplicación obligada en todos los países de ésta a partir del 30 de Junio de 1987. La consolidación del concepto de energía y su importancia en nutrición aviar nos condujeron a la aparición del concepto de fórmulas de "alta densidad", tanto para el pollo de carne, con los estudios de H. M. Scott en 1947, como para ponedoras, de la mano de Lillie y col., en 1952. El estudio de estos avances energéticos llevan poco después a G. F. Combs (1962) a introducir el concepto de *equilibrio energía: proteína* en nutrición aviar, concepto que con ligeras variaciones ha persistido hasta nuestros días. Una vez más, unos conocimientos dieron paso a otros, como fue el descubrimiento de la influencia de la temperatura ambiental sobre el consumo de las aves señalado por Payne (1967) y confirmado por Smith y Oliver (1972) y su relación con el *equilibrio energía: proteína*, concepto que pronto derivó hacia el de *equilibrio temperatura: energía: aminoácidos* y su variación en función de la temperatura ambiental, según los estudios de Bray y Gessel (1961) posteriormente ampliados por Payne (1967) en el Reino Unido, así como los efectos de diversos ingredientes, particularmente grasas e ingredientes fibrosos, sobre la disponibilidad de la energía alimentaria.

### ■ Importancia de las grasas

Ya en 1966 Touchburn y Naber señalaron un cierto efecto mejorador de la incorporación de grasa en el pienso, más allá de su propio contenido energético, al que denominan "*extra-caloric benefit*", siguiendo estudios en este sentido de Donaldson y col. (1957) y Rand y col. (1958).

Estos "beneficios" extracalóricos acaban más tarde definiéndose como el resultado de dos efectos diferentes: un "*efecto asociativo dinámico*", ya propuesto en 1944 por Forbes y Swift y que hoy conocemos como "*incremento térmico de las grasas*" y un "*efecto extracalórico*", definido por Mateos y Sell (1980a), y que más tarde parece identificarse con un efecto ralentizador del tránsito intestinal,

debido a la presencia de grasas en la dieta, ya descrito por Tuckey y col. (1958), y posteriormente confirmado por Mateos y Sell (1980b).

Quizás la última contribución al conocimiento de la digestión y metabolismo de las grasas en las aves, así como de su importancia nutricional, sea el estudio de la importancia de los efectos sinérgicos entre ácidos grasos saturados e insaturados, ya apuntada por Renner y Hill en 1961, y confirmada más tarde, en 1975 por Garret y Young y actualmente en pleno periodo de auge investigacional.

Probablemente el desarrollo y la aplicación de estos conocimientos nutricionales a la alimentación práctica de las aves, llevada a cabo en el curso de estos últimos años constituya uno de los logros y mayores avances de la nutrición y alimentación aviar.

### ■ Composición y tablas de alimentos

La iniciación y desarrollo de la nutrición aviar, como parte integrante de la ciencia avícola, se debe al esfuerzo de varios hombres, que supieron ver la importancia de la avicultura en el contexto económico mundial, y a su vez, la importancia de la alimentación aviar, como parte integral e importante de la producción aviar. Hombres como el profesor J.E. Rice de la Universidad de Cornell, el profesor W. R. Graham de la Escuela Agrícola de Ontario, el profesor E.B. Hart de la Universidad de Wisconsin y en España de nuestro profesor S. Castelló, quien en la 3ª edición de su obra "Avicultura", publicada en 1916, nos habla ya de coeficientes de digestibilidad y llega a publicar una tabla de composición de alimentos que sorprende por la definición de los principios que describe, hoy todavía válidos, son los que sentaron las bases de la alimentación y nutrición aviar, tal como la conocemos hoy.

Sin duda el primer paso para el establecimiento de raciones alimenticias fue, tras la definición de los componentes alimenticios como materias plásticas o nitrogenadas y respiratorias de Magendie y Liebig, la posterior definición y tabulación de estos compuestos. Probablemente las primeras tablas de composición de alimentos las debemos al alemán



*El laboratorio de análisis es hoy algo básico para asegurarse de la calidad de las materias primas y los piensos elaborados (Foto gentileza del Laboratorio de Investigación y Análisis).*

Albrecht Daniel Thaer (1752-1828) quien en su obra "*Grundsätze der rationellen Landwirtschaft*", publicada en 1809, adelanta un sistema de formulación para ruminantes, basado en el concepto de unidades o equivalentes heno", que perduró durante casi un siglo y cuyos conceptos analíticos se fueron fortaleciendo en sucesivas publicaciones, como son las aportadas por H. Grouven en su libro "*Vorträge über Agrikulturchemie*" aparecido en 1858, en el que se confirman los componentes alimenticios como proteínas, grasas y carbohidratos, las normas de alimentación de Wolf y Lehman en 1896 y finalmente los clásicos sistemas y tablas alimentarias dictadas por Kellner (unidades almidón) y Fjord y Hansson (unidades alimenticias), en 1938.

Pocos años antes habían empezado ya a aparecer las primeras tablas de composición, pensadas para la alimentación de las aves, como las de von Göhren, ya reseñadas por S. Castelló en su "Avicultura" en 1916. Simultáneamente a la 1ª edición de la Avicultura de Castelló (1898), obra de gran influencia en la avicultura española y sudamericana de principios de siglo, aparece en Estados Unidos la también 1ª edición de la clásica obra "Feeds and Feeding" de F. B. Morrison, inicialmente

publicada por D. W. A. Henry en la que aparece la primera tabla de análisis, en la edición correspondiente al año 1915, justo un año antes de la publicada por Castelló (1916) en su 3ª edición de la obra "Avicultura", a las que siguieron varias publicaciones de importancia, como fueron las Tablas de Alimentación Animal de C. L. de Cuenca en 1941, etc. en nuestro país.

## Formulación y piensos

Es natural que después de la aparición de las primeras tablas de composición de materias primas, se reactive el concepto de formulación y aparezcan las primeras fórmulas. Muy elementales al principio, rápidamente adquieren fundamento técnico y ya por los años 1920 aparecen las primeras fórmulas comerciales, dándose importancia a las proteínas de origen animal, en busca del "factor de la proteína animal", basadas en las tablas de análisis de la época.

Si bien tenemos referencias bibliográficas sobre el establecimiento de la primera fábrica de piensos, o molino de piensos, como se les conocía por aquel entonces, atribuido a John Barwell en Estados Unidos en 1875, así como las primeras y tímidas insinuaciones de piensos formulados, como es el "Rancho Castelló", citado en su obra por Castelló, la evolución de la tecnología de producción fue lenta, debido naturalmente al lento desarrollo inicial de la avicultura comercial. Desde prescripciones alimentarias para las aves, tan elementales como las que nos señala el profesor Castelló en su obra "Compendio de Avicultura", en su 2ª edición de 1914:

*"Por la mañana, una hora después de la salida del sol, se les da un cocimiento de hojas de col gigante, zanahorias, remolachas o papas, mezclado con afrecho, torta de coco, y dos o tres veces por semana, mezclado con Rancho Castelló, que lleva una parte de harina de carne, de huesos y sangre desecada"*

hasta las complejas formulaciones actuales, ejecutadas por sofisticados programas electrónicos, los famosos "softwares", hemos presenciado la aparición de las fórmulas científicamente calculadas, uti-

lizando todos los conceptos y equilibrios conocidos hasta la fecha -energía: aminoácidos, aminoácidos digestibles y aparentes, equilibrios temperatura : energía, proteína ideal, etc.- hechas posible gracias a la aparición de los ordenadores. Si a ello unimos la aplicación de los procesos tecnológicos más recientes -granulación, expansión, extrusión, etc.-, podremos comprobar como las simples mezclas iniciales de dos o tres materias se han convertido en procesos industriales de gran complejidad y sofisticación.

## Aparición de los aditivos

Es curioso señalar como el concepto de aditivos nace de la euforia posterior al descubrimiento de la mayoría de elementos nutritivos, inicialmente considerados como simples entidades químicas y desconocidos hasta ese momento como principios nutricionales de tanta importancia. Su descubrimiento puso de manifiesto que gran cantidad de sustancias químicas eran importantes para la vida, lo que llevo al uso de "slogans" encaminados a enaltecer el uso de productos químicos, tales como la tan famosa frase americana de los años cincuenta "Better Living Through Chemistry", que con tanta frecuencia apareció en folletos y propagandas en multitud de aspectos de la vida cotidiana, sin excluir desde luego, la alimentación, tanto humana como animal (Sunde, 1978).

Si bien muchos medicamentos habían sido ya utilizados con anterioridad al advenimiento de los aditivos químicos en alimentación aviar, como es el caso del azufre, utilizado ya en 1930 contra la coccidiosis y toda la gama de sulfamidas que

aparecieron posteriormente con la misma finalidad, no es hasta el descubrimiento de la vitamina B<sub>12</sub> en 1948 y su posterior introducción en el mercado, procedente de sistemas de producción fermentativos, cuando se descubre que el empleo de determinadas formas comerciales de la misma estimulaban más el crecimiento que otras, lo que condujo al descubrimiento que este estímulo inesperado se debía a los restos de antibióticos que contenían dichos productos de fermentación, tales como aureomicina, penicilina, etc.

Si bien la penicilina y con ella los antibióticos habían sido descubiertos unos cuantos años antes (Fleming, 1929), y posteriormente inclusive utilizados en aves (Nobrega y Bueno, 1945), no es hasta 1950, gracias a los estudios publicados por Stokstad y Jukes, que se pone en evidencia el papel jugado por la aureomicina. Así se considera a los antibióticos como responsables de tales efectos y se pone en marcha todo un proceso de investigación que nos ha de conducir hasta el uso extensivo de antibióticos y otros agentes quimioterapéuticos como agentes estimulantes del crecimiento y la productividad de nuestros animales.

El empleo de antibióticos como agentes terapéuticos vino a solventar, de manera eficaz, la labor curativa llevada cabo hasta entonces por varios agentes quimioterapéuticos de limitada eficacia. Sin embargo, su eficacia frente a la coccidiosis, enfermedad parasitaria que diez-maba las poblaciones aviares, resultó prácticamente nula, por lo que tuvo que recurrirse a otra línea de productos químicos, que aparecieron poco después. Los agentes coccidiostáticos y coccidicidas que, como la Nicarbazina (Cucler y col.,

**Tabla 1. Comparación de pesos e índices de transformación de 1957 y 1995 con pollos de sexos mezclados.**

Años	1956(*)		1995(**)	
Días de cría	49	58	86	49
Peso vivo, g	682	909	1.591	2.888
Índice de conversión	2,367	2,475	3,186	1,986

(\*) Morrison, 1956

(\*\*) Datos comerciales, 1995

1960), el Amprolium (Cuclery col., 1960), el D.O.T. (Peterson, 1960), etc. fueron apareciendo, acabaron conduciéndonos a los modernos agentes coccidiostáticos ionóforos de hoy día, de reconocida eficacia.

### ¿Hasta dónde hemos llegado?

Los avances logrados en la alimentación y nutrición aviar en el curso de los últimos 50 años, han sido realmente espectaculares. Basta con echar una hojeada a los libros técnicos de la época para darnos cuenta de los resultados alcanzados. Si reproducimos, por ejemplo, los datos de productividad que aparecen en la, en su tiempo, famosa obra "Feeds and Feeding" de Morrison, 22ª edición, año 1956, observaremos datos (pp. 986 y sig.) de ganancia de pesos e índices de transformación, correspondientes a pollos de tipo cárnico -"heavy breeds"- que, comparados con datos actuales, comerciales, de las estirpes de broilers habituales, nos ofrecen unas diferencias verdaderamente increíbles (Tabla 1).

Hoy sabemos, sin embargo, que no todo el mérito de estos avances se debe a nuestro saber nutricional. Estudios recientes (Havenstein y col., 1994), utilizando líneas cárnicas mantenidas genéticamente estables durante los últimos 35 años -"ACRBC-Athens-Canadian Randombred control"- y estirpes de broilers actuales -Arbor Acres-, nos recuerdan que tan sólo un 20 % de los avances logrados son atribuibles a la nutrición y que el 80% restante se lo debemos a los avances logrados por la genética, tanto en lo referente a ganancias de peso como a los índices de transformación (Tabla 2).

Sin embargo, no debemos contemplar estos resultados como avances logrados por departamentos estancos de la ciencia, la genética o la nutrición en este ejemplo, sin comunicación entre sí. Las ciencias avanzan entrelazadas y bien poco se puede lograr sin el esfuerzo combinado de ciencias que, como la genética y la nutrición, tienen como objeto mejorar conjuntamente la productividad de nuestros animales.

Hoy sabemos que el precio que tenemos que pagar por estos adelantos no es des-

**Tabla 2. Comparación entre estirpes y piensos de 1957 y actuales -1991-, a 56 días y con sexos mezclados (\*).**

Parámetros	Peso vivo, g		Índice de conversión		Mortalidad, %	
	1957 (#)	1991	1957 (#)	1991	1957 (#)	1991
Estirpe de 1957	790	990	3,63	2,65	4,6	1,8
Estirpe de 1991	2.704	3.108	2,63	2,34	11,0	14,0

(\*) Havenstein, 1994

(#) Fórmulas según publicaciones de la época.

preciable. Baste con observar los datos sobre mortalidad, indicados en el citado experimento de Havenstein para comprender como, con frecuencia, las espectaculares mejoras obtenidas en el crecimiento se logran a base de una mayor susceptibilidad a enfermedades, procesos de inmunodepresión, etc., que tan sólo los empezamos a conocer, demostrándonos una vez más como el verdadero avanzar de la ciencia no puede ni debe ser aislado, sino ser el resultado de investigaciones estrechamente relacionadas que permitan avances equilibrados, no ya sólo en el campo nutricional y genético, sino también en las demás ramas de la producción animal.

### Bibliografía seleccionada

ARMSBY, H.P. y J. A. FRIES. 1918. J. Agr. Res. 15:269.  
 BOLTON, W. 1962. Proc. XII World's Poultry Congress 2:38  
 BOURNE, G.H. Y G. W. KIDDER. 1953. Biochemistry and Physiology of Nutrition. Acad. Press.  
 BRIGGS, G. M. JR., T. D. LUCKEY C.A. ELVEHJEM y E. B. HART. J. Biol. Chem. 148:163, 1943  
 CARPENTER, K. J. y K. M. CLEGG. 1956. J. Sci. Fd. Agricul. 7:45  
 CASTELLÓ CARRERAS, S. 1914. Compendio de Avicultura.  
 CASTELLÓ CARRERAS, S. 1916. Avicultura. 1ª Parte. Zootecnia Especial de las Aves Domésticas  
 DE GROOTE, G. 1974. Energy Requirements of Poultry. Morris & Freeman Edit.  
 DONALDSON, W. E., F. COMBS, C. L. ROMOSER y W. C. SUPPLEE. 1957 Poultry Sci. 36:807  
 FLATT, W. P. en Feed Science. World Animal Science 4:1, 1988. Elsevier Science Publis. B. V.  
 FORBES, E.B. y R.W.SWIFT. 1944. J.Nutr. 27:453Fraps, G.S. 1946. Texa Agricul. Expert. Sta. Bul. Nº 678

GARRET, R.L. y R. J. YOUNG. 1975. J.Nutr. 105:827  
 GEORGIEVSKII, V.I.B.N. ANNENKOV y V. T. SAMOKHIN. 1982. Mineral Nutrition of Animals. Butterworths  
 HARRIS, L. J. 1953. The History of Vitamins. En Biochemistry and Physiology of Nutrition. Acad. Press. Heuser, G.H. 1963. La Alimentación en Avicultura. Uteha.  
 KEMMERER, A. R., C.A. ELVEHJEM y E.B. HART. 1931. J. Biol. Chem. 92:623  
 LILLIE, R. J., J. R. SIZEMORE, J. L. MILLIGAN y H. R. BIRD. 1952. Poultry Sci. 31:1037  
 MACHLIN L. J. 1984. Handbook of Vitamins. M. Dekker Inc. New York  
 MAYNARD L.A., J. K. LOOSLI, H. F. HINTZ y R. G. WARNER. 1979. 7ª De. McGraw-Hill Book Co.  
 MATEOS G. G. y J. L. SELL. 1980a. J.Nutr. 110:1894  
 MATEOS G. G. y J. L. SELL. 1980b. Poultry Sci. 59: 2129  
 MORRISON, F. B. 1957. Feeds and Feeding. 22ª De., Morrison Publ. Co.  
 N.A.S. 1980. Mineral Tolerance of Domestic Animals. Nat. Acad. Press Washington.  
 NEIMAN-SORENSEN, A. y D.E. TRIBE. 1988. Feed Science. W. A. Sci, B-4. Elsevier Publ.  
 ORENT, E. R. y E. V. MCCOLLUM. 1931 J. Biol. Chem. 92: 651  
 OSBORNE, T. B. y L. B. MENDEL. 1914. J. Biol. Chem. XVII: 325.  
 PAYNE, C. G. 1967. Physiology of Domestic Fowl, pp 235. Edit. Horton-Smith, Oliver & Boyd.  
 RAND N. T, H. M. SCOTT y F. A. KUMMEROW. 1958. Poultry Sci. 37:1075  
 READER, V. 1930. Biochem. J. 24:1827  
 RENNER, R. y F. W. HILL. 1961. J. Nutr. 74:254  
 SCOTT, M. L. 1969. Nutrition of the Chicken. M. L. Scott & Ass.  
 SIBBALD, I. R. 1975. Poultry Sci. 54:1990  
 SIBBALD, I. R., J. Czarnocki, S. L. Slinger y G. C. Ashton. 1963. Poultry Sci. 36:807  
 SMITH A. J. y J. OLIVER. 1972. Rhod. J. Agric. Res. 10:3  
 STOKSTAD E. L. R. 73:523  
 TITUS. H. W. 1955. The Scientific Feeding of Chickens. 2ª Edic. Interstate Publ. Co.  
 TERANISHI, R. 1978. Agricultural and Food Chemistry: Past, Present, Future. Avi Publ. Co.  
 UNDERWOOD, E. J. 1981. Los Minerales en la nutrición del ganado. Ed. Acribia. □