

Requerimientos y aportes de fósforo en nutrición avícola

Ricardo Cepero Briz

Dpto. Producción Animal, Fac. de Veterinaria, Zaragoza

En los últimos años las recomendaciones sobre el aporte de fósforo en las raciones avícolas están en continua revisión, debido al progreso de los conocimientos fisiológicos, a los avances genéticos y al coste de su incorporación en la dieta, pero también a la creciente importancia de los problemas ambientales y del "bienestar animal". Actualmente se evalúa de nuevo la disponibilidad biológica del fósforo en las materias primas y aumenta el interés del uso de nuevos aditivos enzimáticos.

DEFINICION DE LAS NECESIDADES DE FOSFORO

El concepto de estas necesidades es algo distinto al de otros nutrientes. Las necesidades de mantenimiento son muy escasas, debido a que la reutilización de los iones fosfato por los tejidos puede ser casi completa. Sin embargo son vitales debido a las diversas funciones estructurales y fisiológicas del fósforo, en particular en la mineralización y movilización ósea, y en el mantenimiento del equilibrio ácido-base.

En el aspecto productivo, el fósforo es necesario para:

— Reproducción: las deficiencias disminuyen la fertilidad y la incubabilidad, pero el exceso también puede afectar a la tasa de eclosión, al empeorar la calcificación de la cáscara.

— Crecimiento y desarrollo: un broiler multiplica 6 - 7 semanas unas 50 veces su peso al nacimiento (y por tanto su contenido en fósforo), con mayor rapidez en las primeras edades, en las que el proceso de osificación es más acelerado.

— Puesta: las gallinas sólo depositan 120 mg/huevo (y sólo 20 en la cáscara), pero en 12 meses producen una masa de huevos equivalente a 9 - 10 veces su peso vivo, eliminando así más fósforo del que contiene su cuerpo.

Pero además hay que contar con los requerimientos para establecer reservas en todos los casos. General-

mente las normas que se manejan son adecuadas para las producciones, pero no para una óptima mineralización ósea: para este fin se han indicado niveles de Ca y P superiores en un 20% a los convencionales (13). Este aspecto tiene cada vez más importancia, a causa de los defensores del "bienestar animal", que en algunos países europeos llegan a detener los camiones para comprobar y denunciar la proporción de aves con huesos rotos.

Lógicamente hay que buscar un compromiso razonable, desde el punto de vista económico, entre una suficiente mineralización y su coste.

Factores de variación de las necesidades

Hay que distinguir entre los requerimientos mínimos para una óptima producción y los establecidos en función de márgenes de seguridad más o menos amplios, dependientes de valorar muy bien el efecto de una serie de factores de variación:

— Base genética y nivel productivo: la constante mejora de la tasa de puesta —hoy la masa de huevos/ave y año duplica la de hace 20 años— y la de la velocidad de crecimiento (cada año los pollos tardan un día menos en alcanzar los 2 kg) eleva las necesidades y probablemente tiene mucho que ver con el aumento de malformaciones óseas (como las desviaciones de dedos y tibias —"twisted legs"—) en pollos de carne, de

los problemas locomotores en el ceco y de las fracturas de miembros al llegar al matadero (3, 9, 22).

— Sexo: los machos compensan sus mayores necesidades con una mayor ingestión de pienso, pero también son los primeros en acusar una deficiencia.

— Edad: la tasa de absorción y retención del P disponible de la dieta (50 - 60%) disminuye con la edad, pero los coeficientes varían en función de la fuente de P en la dieta. En las gallinas, además, las necesidades descienden a medida que baja la masa de huevos diaria producida.

— Estado fisiológico: el metabolismo mineral más intenso se da en las primeras edades (pollitos 2 - 3 semanas) debido al rápido desarrollo del esqueleto, así como en las 2 semanas anteriores al inicio de la puesta, para la formación de reservas en el "hueso medular". En el caso de las ponedoras, incluso cambian a lo largo del día, lo que constituye el fundamento de los sistemas de alimentación cálcica separada (16) y de la conveniencia de distribuir por la tarde el pienso a las reproductoras pesadas restringidas. Se trata de reducir la necesidad de movilizar el calcio óseo, que conduce a una elevada fosfatemia (figura 1), perjudicial para la cáscara (figura 2).

— Sistemas de explotación: las necesidades de las aves alojadas en batería son superiores a las de las que se crían sobre yacija, que eventualmente pueden reciclar el fósforo ex-



Los elevados rendimientos de las estirpes actuales están modificando las necesidades nutritivas.



Los excesos de fósforo en la dieta son un derroche económico y perjudican la consistencia de la cáscara.

cretado con sus deyecciones. Los animales en confinamiento tienen mayor necesidades que los que tienen acceso a parques, y por tanto a la influencia de las radiaciones solares.

— Factores que afectan a la ingesta de pienso: además de los anteriores, los relativos al ambiente (temperatura, ventilación...), la concentración energética de la dieta, o el estado sanitario de la manada.

Esta recapitulación revela la complejidad de establecer unos adecuados márgenes de seguridad y explica, junto con la dificultad de realización de los balances minerales y de los tests de mineralización en los animales y la existencia de numerosas interrelaciones entre genética, nutrición y manejo, las diferencias entre las distintas recomendaciones presentes en la literatura científica y técnica.

En el **cuadro I** se reflejan algunas de las recomendaciones más modernas. Estos valores han sido determinados con dietas maíz-soja: pueden cambiar significativamente cuando se

utilice una amplia gama de ingredientes.

Las tendencias que han seguido estas normas durante los últimos años han sido diversas. En pollos han cambiado poco en 20 años, aunque se tiende al aumento en la práctica. En pavos, por el contrario, han incrementado considerablemente; no son raros los problemas de raquitismo por falta de fósforo (3). En las gallinas de puesta, se han elevado los niveles recomendados de calcio, tendiendo a rebajar cada vez más el fósforo (4). En otras especies aviares no se conocen aún bien pero se estiman de parecida magnitud (5, 19, 20).

Recordemos finalmente que no sólo los defectos —a veces consecuencia indirecta de enteritis y micotoxinas— sino también los excesos de fósforo, al interferir el metabolismo del calcio, pueden causar descensos de rendimientos e incluso problemas que como mínimo bordean la patología (discondroplasia tibial, disminución de resistencia de la cáscara...).

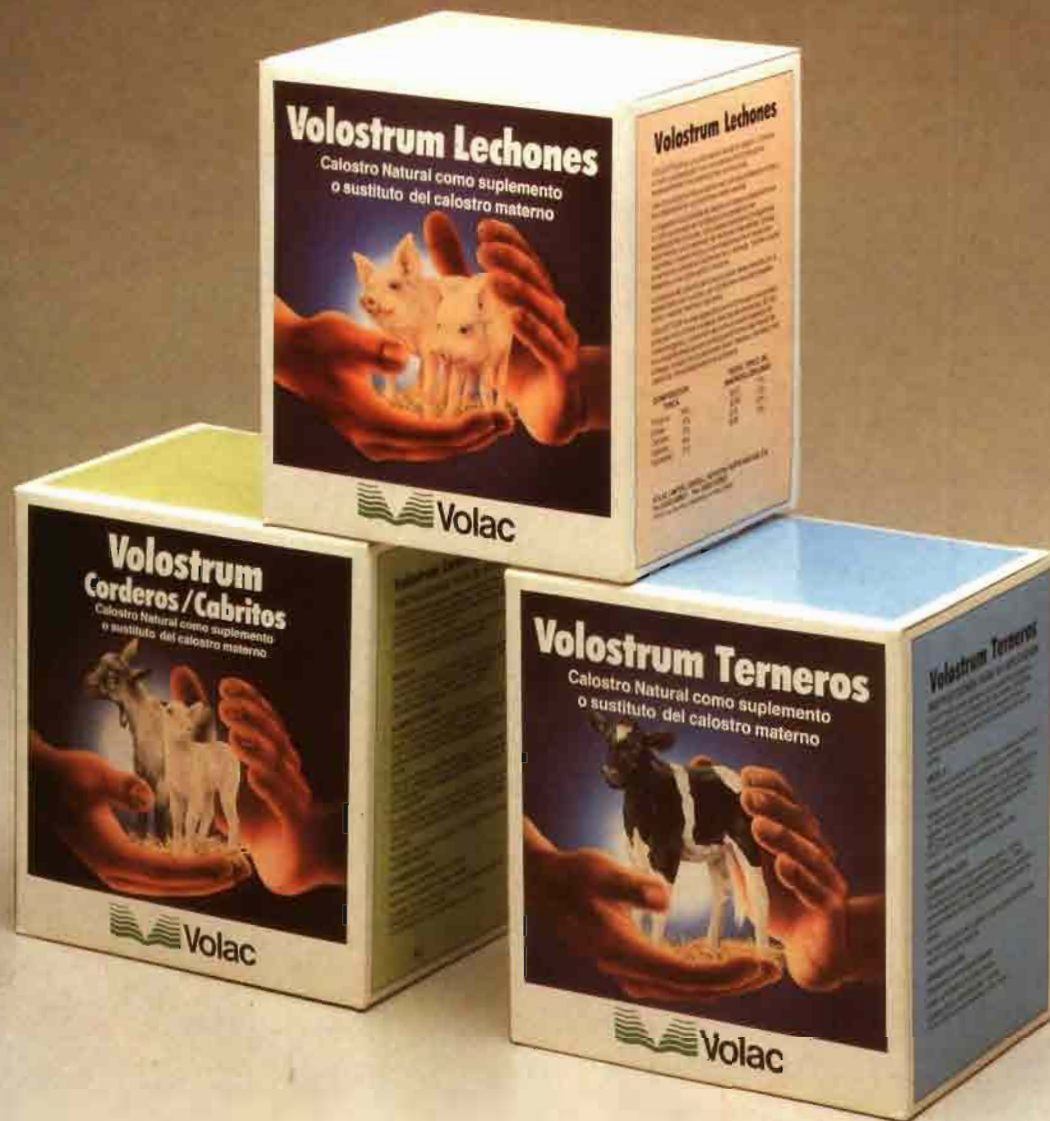
Disponibilidad biológica

El fósforo ingerido procede de fuentes de origen vegetal y animal, y de suplementos inorgánicos. El fósforo presente en los vegetales es poco aprovechado por las aves, pues alrededor del 70% (30 - 90 según productos) está en forma de fitatos, compuestos insolubles de absorción muy limitada debido a la escasa actividad (o inexistencia) de fitasas propias. Estos compuestos también pueden formarse en el intestino, en presencia de altos niveles de Ca en la dieta.

Por esa razón, en nutrición avícola siempre se ha utilizado el fósforo asimilable o disponible para expresar las necesidades de fósforo, asumiendo que $P \text{ asimilable} = 100\% P \text{ inorgánico} + 100\% P \text{ animal} + 30\% P \text{ vegetal}$. Sin embargo la realidad no es tan simple, como demuestran recientes estudios que revisaremos más adelante.

Importancia del equilibrio mineral

El más importante y conocido es la



Su salud está en tus manos

Si cree que sus animales recién nacidos no recibirán las cantidades y alta calidad necesarias de calostro materno (y esto es posible que suceda incluso en los mejores rebaños), suminístreles el nuevo Volostrum, sustituto y suplemento del calostro materno de Volac.

La energía e inmunoglobulinas contenidas en Volostrum proporcionarán a sus animales recién nacidos, tanto la fuerza como la protección necesarias para combatir las enfermedades y favorecer el desarrollo durante las

primeras etapas de su vida. Cantidades insuficientes de calostro, así como calostros de pobre calidad, les conducirá, en el peor de los casos, a la muerte y, en el mejor, a criar animales de pobre calidad.

Volostrum es un producto natural que, al contrario que el calostro, presentará siempre una alta y constante calidad. También a su alcance siempre que usted lo necesite. Asegúrese de que siempre dispone de Volostrum en el momento del parto.

- **VOLOSTRUM es una marca registrada de Volac Ltd.**

Otra gran idea de

VOLAC

VOLAC LTD. C/. Rosario 10, 2-4. 08017 Barcelona - Tel/Fax: (93) 280 38 01

Nuestra Energía es Natural

CUADRO I
Niveles de fósforo disponible recomendados actualmente en las raciones avícolas (en % de la ración)^a

A) Animales en crecimiento						
Edad (semanas)	Broilers			Pollitas		
	0 - 3	3 - 6	6 - 8	0 - 6	6 - 14	14 - 20
NRC (11) ^b	0,45	0,40	0,35	0,40	0,35	0,30
WPSA (20)	0,52	0,40	0,35	0,40 ^c	0,35	0,30
INRA (5)	0,45	0,43	0,37	0,45	0,38	0,30

B) Animales adultos								
Estirpes	Ponedoras				Reproductoras			
	Ligeras		Semipes.		Pesadas		Enana	
Niveles	%	mg/día	%	mg/día	%	mg/día	%	mg/día
NRC (11) ^b	0,32	350	—	—	0,25	375	—	—
WPSA (19)	0,30	280-355 ^d	0,30	310-340	0,24	290-340	0,30	285-360
INRA (5)	0,33	350	0,31	350	0,31	—	0,33	—
Gleadth. (4)	—	—	0,18	200	—	—	—	—

a. Considerando los niveles energéticos comúnmente utilizados.
 b. Ver referencias bibliográficas.
 c. Entre 0 - 2 semanas, añadir 0.50 g/kg de fósforo inorgánico.
 d. Según la masa diaria de huevos producida.

CUADRO II
Composición y disponibilidad biológica relativa de los fosfatos inorgánicos.
Fuentes: INRA (1985) y De Groot (1984)

	Fósforo total (%)	Disponibilidad media	Variaciones
Bicálcico			
— Hidratado	17,5 - 19	100	90 - 144
— Anhidro	21	87	86 - 89
Monocálcico	21,0 - 24	110	99 - 119
Monobicálcico	20	112	105 - 119
Tricálcico	19,5	86	70 - 97
Monosódico	19,8 - 25	106	95 - 117
Bisódico	8,5 - 21	107	104 - 110
Monopotásico	22,6	112	110 - 114
Bipotásico	17,7	108	—
Monoamónico	26,7	95	—
Diamónico	23,2	117	—
Defluorinado	18	93	78 - 99
Tripolifosfato Na	24,7	101	—
Fosf. Ca-Mg-Na	17,3	106	—
Acido fosfórico	24,0 - 28	112	104 - 125
Fosfatos de roca			
Defluorinado	18	70	68 - 72
Roca blanda	13,0 - 18	56	34 - 76
Isla Curaçao	14,3	87	—

relación Ca/P o más bien Ca/P asimilable. Esta no tiene un significado absoluto, puesto que diferentes relaciones pueden causar los mismos resultados y a la inversa, debido a la presencia de interacciones con otros ingredientes —particularmente minerales— de la dieta (17). Por otra parte los suplementos de Vit.D₃ pueden compensar hasta cierto grado las relaciones Ca/P adversas.

Sin embargo el equilibrio entre Ca y P de la dieta es necesario. Sus respectivos niveles influyen recíprocamente en la regulación de su metabolismo —si el nivel de Ca baja, incrementa la absorción de P y la movilización ósea, y a la inversa—, y, por tanto, en los respectivos requerimientos. Los resultados de sus desequilibrios son siempre anomalías óseas y de calcificación de la cáscara, y descenso de producciones, si bien de distinta naturaleza según los casos (3, 4, 6, 12, 22).

En animales en crecimiento puede considerarse en general idónea la relación Ca/P 1-2:1, siendo poco toleradas las superiores a 3:1. En las gallinas ponedoras tienen poco significado (normalmente es 6-7:1).

Existen muchas otras interacciones, pues el metabolismo del fósforo se halla gobernado por complejos equilibrios de niveles hormonales y de electrolitos en sangre. Algunos incrementan la disponibilidad del fósforo (aumentando su absorción y reabsorción y/o reduciendo su excreción), mientras que otras la reducen (por los mecanismos inversos).

Es de destacar la influencia negativa de los metales pesados (por la formación de quelatos insolubles no absorbibles) y del flúor (presente en algunas fuentes de fósforo), que a niveles del 2% incrementa la incidencia de la discondroplasia tibial (2), así como del potasio, que a veces puede estar en exceso en la dieta. El exceso de magnesio parece importante en el desarrollo de algunas anomalías al disminuir la absorción de fósforo.

Los excesos de cloro son perjudiciales por el aumento de excreción de iones HPO₄²⁻, para mantener el pH de la orina, mientras que en algunas experiencias (3) el aumento de la relación Na/Cl de 1:3 a 1:1 o a 3:1 (a través del empleo de bicarbonato sódico) ha mejorado la utilización del

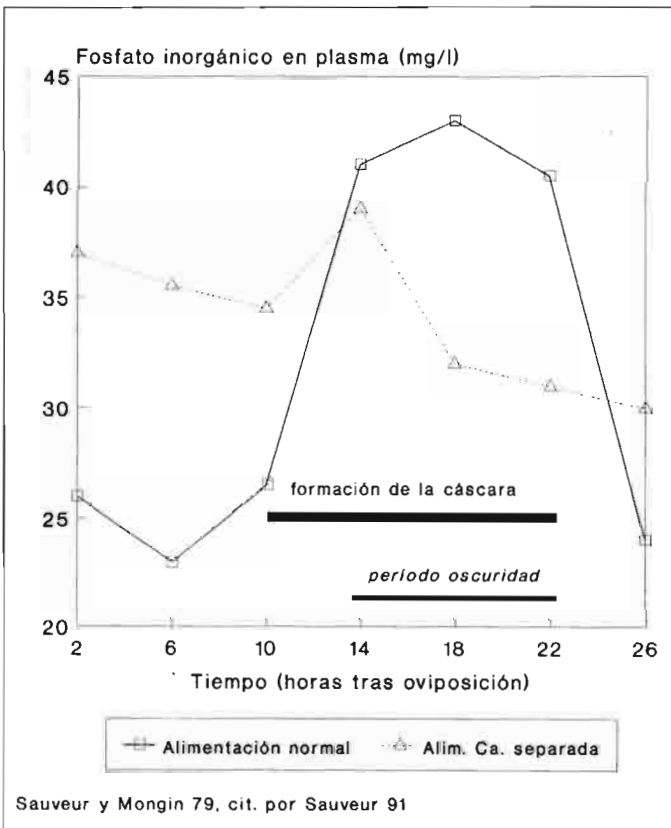


Fig. 1. Evolución del P inorgánico del plasma durante la formación de cáscara.

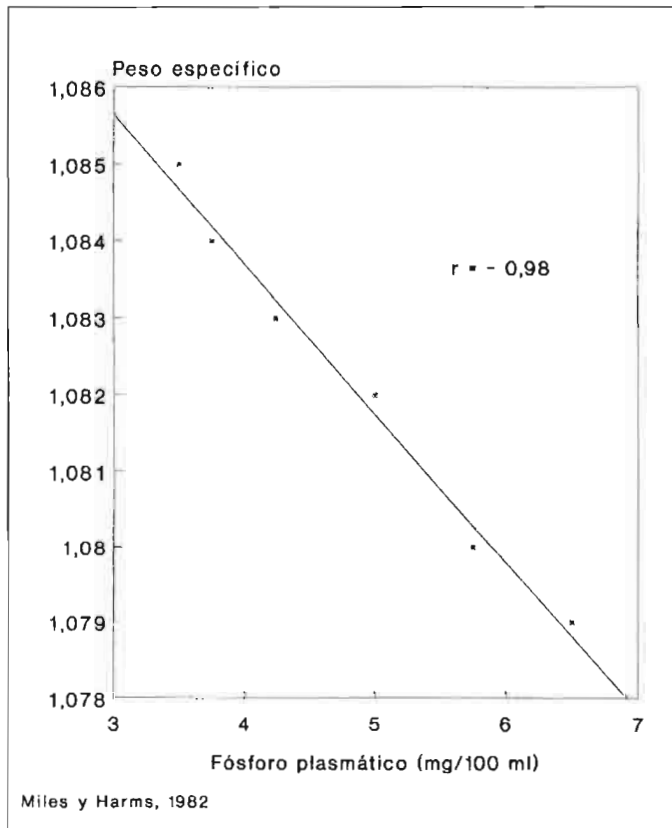


Fig. 2. Relación entre fosfemia y peso específico del huevo.

fósforo en un 10 y 13%, respectivamente.

EL APORTE DE FOSFORO EN LA FORMULACION DE RACIONES

Condicionantes generales

— Hay que cumplir una amplia gama de necesidades energéticas, nitrogenadas, minerales..., y para ello hay que contar con diversas materias primas de las cuales muchas aportan fósforo, pero con distinto valor biológico.

— Hay que contar con las condiciones tecnológicas de fabricación (mezclas, aspecto y pulverulencia del pienso), así como con la palatabilidad del producto (disminuida en caso de excesos de carbonatos y de ciertos fosfatos).

— Hay que mantener el equilibrio Ca/P y el balance de electrolitos.

— La optimización económica es fundamental: el fósforo inorgánico es el suplemento mineral más ca-

ro. Desde 1973 su precio se ha más que duplicado, y a veces se han producido desabastecimientos (20% de déficit en 1975). Según estimaciones francesas, cuesta un 2 - 2,5% de la fórmula (0,02 Fr/Kg), lo que equivale globalmente a cifras millonarias. Por esta razón deben ser determinados en cada caso los niveles más adecuados de fósforo asimilable (tradicionalmente limitante en las fórmulas), y de fosfatos inorgánicos en los piensos, buscando la óptima relación entre el coste de los aportes y el valor

económico de las correspondientes respuestas productivas.

Materias primas: contenido y disponibilidad del fósforo

La determinación de la disponibilidad del fósforo en las materias primas es bastante complicada. Los balances minerales, las curvas dosis-respuesta, los tests de 5 puntos (con una dieta basal y dos niveles de materias control y en prueba) y los de mineralización encuentran dificultades prácticas en su realización e interpretación: por otra parte muchos de estos métodos no están bien estandarizados (14, 17).

La adecuación o no del aporte de P en las dietas avícolas puede investigarse por diversas técnicas (-): determinación de fósforo en los piensos (total —de valor sólo indicativo—, fítico e inorgánico), estudios histológicos y radiológicos, análisis de los niveles plasmáticos de fósforo, fosfatasa alcalina y complejos calcio-proteínas y de la excre-



La elevada densidad de población y la cría en total confinamiento impiden el ejercicio físico y una breve mineralización ósea.

ción urinaria/fecal de fósforo. La determinación de cenizas óseas (tibia, etc) tiene menor valor, pues no disminuyen en caso de déficit de fósforo (2).

Es evidente que cuanto más se intenta reducir el nivel de fósforo en las raciones, más necesario se hace conocer su contenido y disponibilidad en las materias primas (pues no conviene correr riesgos), así como evaluar el posible beneficio, que a veces es marginal o inexistente (7).

SUPLEMENTOS INORGANICOS

La incorporación de 1 - 2% de fosfato (generalmente bicálcico) en las raciones avícolas siguen siendo prácticamente obligada en las actuales condiciones, en especial en las fórmulas de primeras edades, pues generalmente los requerimientos de fósforo no pueden cubrirse por combinación de otros ingredientes.

Factores de elección

A la hora de decidir el uso de un tipo determinado de fosfato hay que valorar su naturaleza química (son preferibles las formas hidrosolubles o hidratadas) y composición, y que no sobrepase los límites de impurezas peligrosas (Flúor, metales pesados). La forma física del producto (tamaño de partícula) y su coste por unidad de fósforo son igualmente importantes (21).

En el **cuadro II** se indica la composición de algunos fosfatos (hasta hoy se considera que sus valores respectivos son aditivos) y su disponibilidad



Los problemas locomotores y la fragilidad ósea están aumentando en broilers. Algunos están relacionados con deficiencias marginales del fósforo.

biológica. Esta se mide generalmente en relación al valor 100 del fosfato bicálcico o del fosfato monosódico mediante tests de solubilidad en agua, EDTA y ácidos débiles como el cítrico al 2%, o bien por combinación de varias técnicas biológicas.

Por otra parte los aportes de Ca de los fosfatos que lo contienen (excepto los fosfatos de roca) son bastante significativos, y su disponibilidad alta para las aves, incluso en comparación con el carbonato cálcico.

Fuentes inorgánicas de fósforo

— Ortofosfatos (PO₄³⁻). Buena absorción y utilización, especialmente los fosfatos sódicos y mono y bi-

cálcico, y el ácido fosfórico (pero es corrosivo). No así los que contienen Ca-Fe-Al.

— Pirofosfatos (P₂O₇⁴⁻) y metafosfatos (PO₃²⁻). Bajas disponibilidades excepto algunas formas, hidratadas y solubles en agua y ácidos. Poco utilizados en la práctica.

— Polifosfatos. Bajas disponibilidades excepto tripolifosfato de sodio y polifosfato amónico, que incluyen pirofosfatos hidratados y solubles, que pasan por acción enzimática a la forma orto.

— Fosfatos de roca. En general poco disponibles y con 3 - 4% de flúor (a no ser que sean tratados por calor), y menos palatables. No obstante, como sucede con los superfosfatos y los fosfatos defluorinados, la disponibilidad del fósforo puede disminuir según las condiciones del tratamiento térmico, oscilando entre el 25 y el 85%.

El uso de los superfosfatos fertilizantes y de los fosfatos de roca sólo parece indicado en caso de problemas de abastecimiento de los fosfatos de alta calidad. Nos remitimos al informe publicado en 1974 por la Academia de Ciencias de Estados Unidos (**cuadro III**). Sus recomendaciones siguen vigentes: no deben ser utilizados en exclusiva, sino combinados con los tradicionales, y sin incluir simultáneamente harinas de carne y/o pescado contaminadas. El tamaño de partícula debe ser uniforme, y conocido su contenido en P, Ca, F y metales pesados. En todo caso no hay que sobrepasar los límites de tolerancia al flúor (mayores en aves que otras especies), por lo que es preferible utilizarlos en aves adultas y en última fase de cebo.

MATERIAS DE ORIGEN ANIMAL

— Harinas de huesos. Fósforo asimilable en un 90 - 100%, pues está en forma de fosfato tricálcico. Son poco utilizadas por sus pobres características tecnológicas (pulverulencia, mala dispersión).

— Harinas de carne. Muy variables según la proporción de huesos que tengan: el porcentaje de cenizas puede oscilar entre el 4 y el 25%. Las más típicas tienen un 6 - 8% de Ca y un 3 - 4% de P. Son de gran interés en la práctica, pues su inclusión aba-

CUADRO III
Posibilidades de utilización de los fosfatos de recurso (con alto % de flúor).
N.A.S. 1974

	Recomendaciones	Broilers (3 - 8 semanas)	Gallinas puesta
Tolerancia al flúor, p.p.m. en la dieta	N.R.C.	300	400
	Límite de seguridad	320	425
	Límite emergencia	340	450
Porcentaje de Fosfato suplementado (con 2% F)	Nivel de seguridad	1,50	2,00
	Fósforo	0,30	0,40
	Nivel de emergencia	1,70	2,25
	Fósforo	0,34	0,45

¿CONOCE ALGUNA ENFERMEDAD QUE CURSE CON INFLAMACION DOLOR O FIEBRE?



**HAY TANTAS COMO RAZONES
PARA USAR FINADYNE**

Su potente efecto antiinflamatorio, analgésico y antipirético deriva de la inhibición de la síntesis de prostaglandinas. La excepcional eficacia de Finadyne lo ha convertido en un medicamento imprescindible en la clínica diaria.

finadyne
(FLUNIXIN MEGLUMINE)

LA ANTIPROSTAGLANDINA



Schering-Plough, S.A.

División Veterinaria

Km. 36 Ctra. Nacional I. San Agustín de Guadalix (Madrid). Tels. 841 82 50 - 571 10 56

rata considerablemente las raciones.

— Harinas de sangre, hígado. Pocas cenizas y menos fósforo.

— Harina de pescado. Tienen la desventaja de la variabilidad de sus niveles de fósforo y de su alto contenido en cloruro sódico.

El mayor inconveniente de los subproductos animales estriba en la gran variabilidad de su composición, por lo que salvo conocimiento muy preciso de la misma, no pueden sustituir totalmente a los suplementos inorgánicos. Además, con alguna frecuencia pueden estar contaminados por gérmenes patógenos (*Salmonellas*, *Colis*, *Clostridios*), siendo mayor el peligro con niveles de incorporación del 7 - 8%. Por ello en algunas raciones (pollitos, reproductoras) incluso es desaconsejable pasar del 2 - 3%.

MATERIAS DE ORIGEN VEGETAL

Su contenido en P es muy variable, escaso (0,2 - 0,4%) y poco utilizable: un 50 - 70% está en forma de fitatos poco asimilables. Tradicionalmente se ha asumido una disponibilidad del 30%, pero en realidad depende de la naturaleza de los cationes fijados en el fitato (más o menos solubles), y de la actividad de las fitasas vegetales. Esta varía según la materia considerada, (de 3 a 1 entre el trigo y el maíz), la edad del animal, el sustrato de actuación y los tratamientos industriales (cocción, fermentación, granulación, tiempo y condiciones de conservación).

Según diversos investigadores (4, 15), la aportación del P fitico al asimilable no parece desdeñable en algunas materias, en especial el trigo y

sus subproductos (**cuadro IV**), y hay que valorarla para evitar excesos/derroches de P, sobre todo en raciones con altos niveles de inclusión. El problema es la gran variación de su disponibilidad (en trigo del 40 - 70 - 90%), y que ésta disminuye en dietas con altos niveles de calcio.

ADICION DE FITASAS EXOGENAS

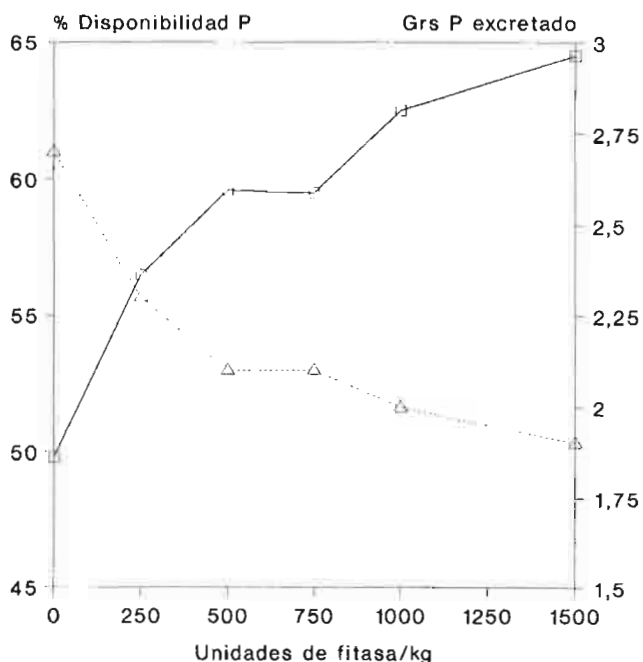
Producidas en procesos fermentativos por mohos con *Aspergillus* *fiuum* y *niger*, y por algunas levaduras, están bastante avanzadas en su desarrollo. Según recientes ensayos (8, 18), estas fitasas aumentan la disponibilidad del fósforo en un 40 - 50%, reduciendo su excreción urinaria y fecal en proporciones similares (**figura 3**).

Esta última acción cobra un gran significado cuando se considera la importancia que tiene la eliminación con las deyecciones de fósforo al medio ambiente: en 1988 se estimó en Holanda que las aves evacuaron 13.600 t de P, a pesar de que desde 1984 la reducción de su nivel en las dietas y la mejora conversión alimenticia han reducido esta emisión en un 10%.

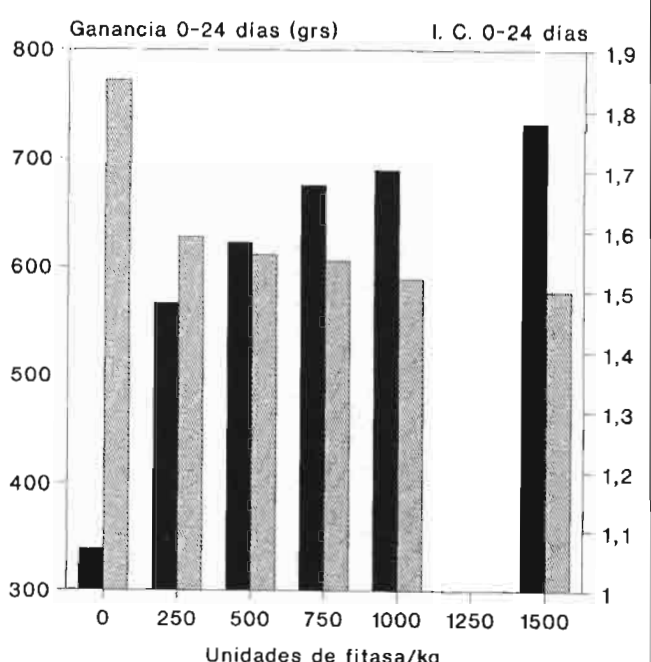
Por otra parte los efectos sobre el crecimiento y conversión alimenticia de los broilers parecen bastante consistentes (**figura 4**). Kiiskinen y Piironen (1990) comprobaron una mejora del 13 - 14% del peso a los 21 días y del 9 - 11% en el consumo de pienso con la adición de fitasa (500 uds/kg) a una dieta basal con cebada, avena y soja, y sin fosfatos inorgánicos (P disp., 0,2%). Estos resultados fueron semejantes a los obtenidos con la suplementación del 0,2% de fosfato, con la diferencia de que en este último caso la excreción fecal de fósforo fue dos veces mayor. En dietas maíz-soja se obtuvieron parecidos resultados, pero partiendo de un nivel superior de fósforo disponible (0,37%).

Simons y Veersteegh (1990) proponen como dosis óptima 750 - 800 uds/kg de fitasa, para una relación Ca/P total de 0,6/0,45 (siendo el P fitico 0,30%). Por otra parte ambos grupos de investigadores detectaron un aumento del contenido en cenizas de la tibia, al parecer correlativo a

CUADRO IV Valores medios de fósforo total, fitico y disponible de algunas materias primas (Sauveur 1989)				
	Fósforo total (g/kg)	Fitico (% P total)	Disponible	
			g/kg	%total
Cereales				
Trigo	3,3	60 - 77	1,8	55
Maíz	2,7	67	0,5	18
Cebada	3,5	56 - 72	1,7	49
Sorgo	3,0	60 - 74	0,5	17
Avena	3,4	55	0,8	24
Triticale	4,0		2,2	55
Subproductos				
Salvado trigo	11,0	85 - 90	6,0	55
Solubles maíz	7,0		6,0	87
Leguminosas				
Habas	6,0	45 - 60	1,5	25
Altramuz	4,2	50 - 60	0,8	20
Guisante	4,2	40 - 50	1,5	35
Harina alfalfa	2,5		2,2	88
Turtós				
Soja	6,5	60	1,0	15
Girasol	9,0		1,5	17
Algodón	10,0	70	1,7	10
Colza	10,0	60 - 73	2,2	22
Harinas animales				
Pescado 65 magra	35		30	86
Pescado 72 grasa	18		15	83
Carne 50 magra	48		39	81
Carne 55 grasa	37		30	81



Simons y Versteegh, 1990 (broilers 3 sem.)



Simons y Versteegh, 1990

Fig. 3. Efecto de la fitasa microbiana sobre la disponibilidad y retención de P.

Fig. 4. Efecto de la fitasa microbiana sobre crecimiento e I.C. en broilers.

una mejora de la disponibilidad del Calcio.

En gallinas parece que se producen efectos similares, aunque se ha investigado menos que en broilers. Por otra parte otros enzimas más conocidos (β -glucanasas, etc) también tendrían un efecto indirecto de incremento de la disponibilidad del fósforo fitico en un 10 - 15% (1), a mejorar la digestibilidad global de las dietas con altos niveles de cebada.

Aunque es posible que en breve plazo haya fitasas disponibles comercialmente en el mercado español, nuevas investigaciones en este campo (la enzimología está sólo en sus comienzos) —así como en los demás aspectos relacionados con el fósforo que se ha intentado revisar sucintamente en este artículo— nos conducirán en un próximo futuro a nuevos enfoques sobre la nutrición mineral de las aves.

BIBLIOGRAFIA

(1) GARCIA, O. (1992). *Comunicación personal*.
 (2) DE GROOTE, G. (1984). *Biological availability of phosphorus in feed phosphates for broilers*. Proceed. 4th Europ. Symp. on Poultry Nutrition, Tours, France.
 (3) DE GROOTE, G. (1989). *Leg weakness in*

poultry: Nutritional implications. Effect of macrominerals. Proceed. of the 7th Europ. Symp. on Poultry Nutrition, Lloret de Mar, 1989, pp. 171-186.
 (4) HOPKINS, J.R.; BALLANTYNE, A.J. Y JONES, J.L.O. (1989). *Dietary phosphorus for laying hens*. En: Recent developments in poultry nutrition. Cole, D.J.A., Haresign, W. (eds.), 1989. Ed. Butterworths, London, UK, pp. 231-238.
 (5) INRA. (1985). *Alimentación de los animales monogástricos*. Ed. Munclí-Prensa, Madrid.
 (6) KESHAVARZ, K. (1985). *Calcium-phosphorus nutrition of the laying hens*. Proceed. of 1985 Cornell Nutr. Conf., pp. 106-113.
 (7) KESHAVARZ, K. Y AUSTIC, R.E. (1987). *The effects of minerals on acid-base balance and shell quality*. Proceed. of 1987 Cornell Nutr. Conf., pp. 87-94.
 (8) KIISKINEN, T. Y PIIRONEN, J. (1990). *Effect of phytase supplementation on utilization of phosphorus in chicken diets*. Proceed of VIII Europ. Poultry Conf., Barcelona 1990, pp. 376-380.
 (9) LOEFFLER, K. (1985). *Skeletal development in table poultry*. Proceed. of the 7th Symp. on Poultry meat quality, Vejle, Denmark, 1985, pp. 81-89.
 (10) NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. (1974). *Feed phosphorus shortage: Levels and sources of phosphorus recommended for livestock and poultry*. Ed. National Academy of Sciences, Washington, D.C.
 (11) NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (1984). *Nutrient requirements of poultry*. Ed. National Academy Press, Washington, D.C.
 (12) MILES, R.D. Y HARMIS, R.H. (1982). *Relationship between egg specific gravity and plasma phosphorus from hens fed different dietary calcium, phosphorus and sodium levels*. Poultry Science 61: 175-177.

(13) PORTSMOUTH, J. (1991). *Nutrición de la ponedora rubia*. Jornada Técnica organizada por Avigan Terralta, Gandesa, 10 de Octubre de 1991. Documento policopiado.
 (14) SAUVEUR, B. (1984). *Bio-availability to poultry of plant-origin phosphorus*. Methodological criticisms and results. Proceed. of IV Europ. Symp. of poultry nutrition, Tours, 1984, pp. 103-113.
 (15) SAUVEUR, B. (1989). *Phosphore phytique et phaytases dans l'alimentation de volailles*. INRA. Prods. Anims. 2 (5): 343-351.
 (16) SAUVEUR, B. (1991). *Control nutritivo de la calidad de la cáscara: papel de las aportaciones continuas y discontinuas de calcio y fósforo*. Memoria del XXVIII Symposium de la Sección española de la WPSA, Valencia 1991, pp. 153-176.
 (17) SIMONS, P.C.M. (1986). *Major minerals in the nutrition of poultry*. En: Nutrient requirements of poultry and nutritional research. Fisher, C., Boorman, K.N. (eds.), 1986. Ed. Butterworths, London, UK, pp. 141-154.
 (18) SIMONS, P.C.M. Y VERSTEEGH, H.A.J. (1990). *Application of microbial phytase in poultry nutrition*. Proceed. of VIII Europ. Poultry Conf., Barcelona, 1990, pp. 372-375.
 (19) SUB-COMMITTEE OF THE WORKING GROUP Nº 2 OF EUROP. FED. OF THE WPSA. (1984). *Mineral requirements for poultry: Recommendations of adult birds*. WPSA J., 40 (2): 183-187.
 (20) SUB-COMMITTEE OF THE WORKING GROUP Nº 2 OF EUROP. FED. OF THE WPSA. (1985). *Mineral requirements for poultry: Recommendations for growing birds*. WPSA J., 41 (3): 252-258.
 (21) UNDERWOOD, E.J. (1981). *The mineral nutrition of livestock*. Ed. C.A.B., Slough, UK.
 (22) WISE, D.R. (1989). *Nutrition-disease interactions of leg weakness in poultry*. En: Recent developments in poultry nutrition. Cole, D.J.A., Haresign, W. (eds.), 1989. Ed. Butterworths, London, UK, pp. 303-319.