

Impacto del procesamiento de los productos cárnicos y pescados en la ingesta de fósforo en los pacientes con enfermedad renal crónica

Luis M. Lou-Arnal¹, Alberto Caverni-Muñoz², Laura Arnaudas-Casanova¹, Antonio Vercet-Tormo³, José A. Gimeno-Orna⁴, Alejandro Sanz-París⁵, Rocío Caramelo-Gutiérrez¹, Rafael Álvarez-Lipe⁶, Laura Sahdalá-Santana¹, Olga Gracia-García⁷, Marta Luzón-Alonso⁸, Grupo de Investigación ERC Aragón. Instituto de Investigación Sanitaria Aragón*

¹ Servicio de Nefrología. Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza

² Nutrición y Dietética. Alcer Ebro. Zaragoza

³ Departamento de Tecnología de los Alimentos. Facultad de las Ciencias de la Salud y del Deporte. Zaragoza

⁴ Servicio de Endocrinología y Nutrición. Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa. Zaragoza

⁵ Servicio de Endocrinología y Nutrición. Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza

⁶ Servicio de Nefrología. Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa. Zaragoza

⁷ Servicio de Nefrología. Hospital de Alcañiz. Teruel

⁸ Servicio de Nefrología. Hospital San Juan de Dios. Zaragoza

Nefrología 2013;33(6):797-807

doi:10.3265/Nefrologia.pre2013.Sep.12168

RESUMEN

Introducción y objetivos: La adición de aditivos fosfóricos en el procesamiento de carnes y pescados implica una sobrecarga de fósforo que no podemos cuantificar a través del etiquetado ni de las tablas de composición de alimentos. Analizamos este incremento mediante la determinación por espectrofotometría del fósforo contenido en estos productos. **Material y método:** Determinamos el cociente fósforo/proteínas en productos cárnicos y pescados frescos y con distintos grados de procesamiento mediante espectrofotometría (fósforo) y método Kjeldahl (proteínas). Contrastamos estos resultados con los reflejados en las tablas de composición de alimentos. **Resultados:** El cociente fósforo/proteínas es superior en los productos cárnicos procesados (15,83 mg/g) que en los rebozados (11,04 mg/g)

y congelados (10,5 mg/g), siendo más reducido en productos cárnicos frescos (8,41 mg/g) y refrigerados (8,78 mg/g). El pescado blanco fresco presenta un cociente fósforo/proteínas de 8,58 mg/g, mientras que en el congelado se incrementa en un 22 % (10,3 mg/g) y en el rebozado en un 46 % (12,54 mg/g). La información de las tablas es pobre y confusa, sin referencia a las marcas analizadas. **Conclusiones:** El procesamiento de los productos cárnicos y pescados supone un serio obstáculo para la reducción del consumo de fósforo. El actual marco regulador no favorece el objetivo de reducir el uso de los aditivos fosfóricos al considerarlos seguros para el consumo público. Superar estas barreras implica esfuerzos coordinados para demostrar que el consumo alto de estos aditivos puede ser perjudicial para la población general y debe ser objeto de un mayor escrutinio por los reguladores.

Correspondencia: Luis M. Lou-Arnal

Servicio de Nefrología. Hospital Universitario Miguel Servet.

Isabel la Católica, 3. 50012 Zaragoza.

lmlou@salud.aragon.es

luis.lou@hotmail.com

Palabras clave: Enfermedad renal crónica. Hiperfosforemia. Aditivos alimentarios. Cociente fósforo/proteínas. Composición alimentos. Etiquetado de los alimentos.

*Grupo Formado por:

Hospital Universitario Miguel Servet: Dr. Luis Miguel Lou Arnal, Dr. Álex Gutiérrez Dalmau, Dr. Jesús Pérez y Pérez, Dr. Alejandro Sanz París, Dra. Laura Arnaudas Casanova; Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa: Dr. Rafael Álvarez Lipe, Dr. Francisco Martín Martín, Dr. José Antonio Gimeno Orna, Dra. Ana Isabel Ilundain González, Dra. Raquel Abadía del Olmo; Hospital San Juan de Dios: Dra. Mercedes García Mena, Dra. Marta Luzón Alonso; Hospital Militar de la Defensa: Dra. Rosario Moreno López; Hospital Comarcal de Alcañiz: Dra. Olga Gracia García, Dra. Belén Campos Gutiérrez, DUE Miriam Sorribas Marts; Hospital Obispo Polanco Teruel: Dra. Sara Bielsa Gracia; Hospital de Calatayud Ernest Lluch: Dra. M.^a José Aladren Regidor; Hospital de Tudela (Navarra): Dra. Marta Cuberes Izquierdo; Hospital San Jorge: Dr. Rafael Virto Ruiz, Dr. Carlos Bergua Amores; Alcer Ebro: Sr. Alberto Caverni Muñoz, Sra. Cristina Calles Merino, Sra. Carmen Jiménez Cortes; Dra. Hana Maher Berlín.

The impact of processing meat and fish products on phosphorus intake in chronic kidney disease patients**ABSTRACT**

Introduction and objectives: The use of phosphate additives in meat and fish processing leads to a phosphorus overload that we cannot quantify through labelling or food composition tables. We analysed this increase by measuring phosphorus content in these products by spectrophotometry. **Materials and method:** We determined the phosphorus/protein ratio in meat and fish products with varying degrees of processing by spectrophotometry (phosphorus) and the Kjeldahl method (proteins). We contrasted these results with those reflected in the food composition tables. **Results:** The phosphorus/protein ratio was higher in processed meat products (15.83mg/g) than in battered (11.04mg/g) and frozen meat products (10.5mg/g), and was lower in fresh (8.41mg/g) and refrigerated meat products (8.78mg/g). Fresh white fish had a phosphorus/protein ratio of 8.58mg/g, while in frozen white fish it increased by 22% (10.3mg/g) and battered, by 46% (12.54mg/g). The information in the tables was poor and confusing, and no reference is made to the brands tested. **Conclusions:** Processing meat and fish products poses a serious obstacle to the reduction of phosphorus intake. The current regulatory framework does not assist us in the objective of reducing phosphorus additives, since it considers them safe for public consumption. Overcoming these barriers requires a coordinated effort to demonstrate that a high intake of these additives may be harmful to the general population and it should be more closely examined by regulators.

Keywords: Chronic kidney disease. Hyperphosphataemia. Food additives. Phosphorus/protein ratio. Food analysis. Food labeling.

INTRODUCCIÓN

La alimentación moderna conduce a un consumo cada vez mayor de alimentos procesados en detrimento de productos frescos. En la manufacturación de estos alimentos se utilizan ampliamente aditivos fosfóricos dada la diversidad de sus aplicaciones: reguladores del pH, antioxidantes, estabilizantes proteicos, potenciadores del sabor, mejorantes del color, sales fundentes en quesos, mejoradores de masas y levaduras químicas^{1,2} (tabla 1). La proporción de fósforo ingerido a partir de estos aditivos es sustancial, aún más si tenemos en cuenta que no se acompaña de ingesta proteica³.

En el paciente con enfermedad renal crónica (ERC) la excesiva ingesta de fósforo se relaciona con el desarrollo de arteriosclerosis, hiperparatiroidismo secundario y enfermedad ósea⁴⁻⁸. La literatura reciente también ofrece datos consistentes de sus efectos deletéreos en la población general. Trabajos realizados en población de los estudios Framingham y CARE

sugieren que aumenta el riesgo cardiovascular^{9,10} y estudios en niños, adolescentes y mujeres premenopáusicas relacionan sus niveles con hipocalcemia, hiperparatiroidismo y aumento de fracturas^{11,12}. Por este motivo, algunos autores sugieren que se acuñe el término de «nuevo colesterol».

Revisando el tema, vemos que se acumulan las malas noticias sobre la utilización de aditivos fosfóricos:

- Su uso está muy extendido: sobre 306 productos con distintos grados de procesamiento registramos estos aditivos en el 29,2 % de las etiquetas¹³.
- Se permite su utilización en cantidades relativamente altas, ya que los límites están destinados más para evitar fraudes que con base en un riesgo en el consumo (en la tabla 2 se reflejan las cantidades autorizadas en una selección de productos según la reglamentación europea)¹⁴.
- No existe una normativa clara en el etiquetado de los alimentos y en ningún caso figura la cantidad de fósforo que contiene el producto ni la aportada por los aditivos¹⁵.
- Las tablas de composición de alimentos habitualmente no incluyen el fósforo proveniente de los aditivos, por lo que podemos hablar de un aporte de «fósforo oculto».
- Por último, el fósforo en estos aditivos se encuentra en forma de sales fosfóricas, con una absorción prácticamente del 100 %.

Los productos cárnicos y los pescados son importantes fuentes de proteínas en el paciente con ERC. Sin embargo, la adición de aditivos fosfóricos implica una sobrecarga de fósforo que no podemos cuantificar a través del etiquetado ni de las tablas de composición de alimentos. Por este motivo, pretendemos determinar el incremento en la ingesta de fósforo que supone el procesamiento de estos productos mediante su determinación por espectrofotometría.

Tabla 1. Aditivos fosfóricos**Los más importantes: fosfatos y derivados:**

Ácido fosfórico	(E338)
Fosfatos	(E339, E340, E341, E343)
Difosfatos	(E450)
Trifosfatos	(E451)
Polifosfatos	(E452)

Otros

Emulgentes: lecitina	(E322)
Fosfátido de amonio	(E442)
Fosfato ácido de sodio y aluminio	(E541)
Potenciadores del sabor (E626 al E635): derivados del ácido guanílico y los inosinatos	

Tabla 2. Gramos de P_2O_5 por kilo o litro autorizados en distintos productos cárnicos y pescados según el Reglamento (UE) N° 1129/2011

Productos	Gramos P_2O_5 por kg o litro autorizados
- Productos cárnicos	hasta 5 g/kg
- Agentes de recubrimiento de productos cárnicos	hasta 4 g/kg
- Masas para rebozar	hasta 12 g/kg
- Productos de la pesca congelados sin elaborar	hasta 5 g/kg
- Pescado cortado en filetes	hasta 5 g/kg
- Crustáceos y moluscos congelados sin elaborar	hasta 5 g/kg
- Pasta de crustáceos o pescado	hasta 5 g/kg
- Conservas a base de crustáceos	hasta 1 g/kg

MATERIAL Y MÉTODO

Diseño

Estudio descriptivo transversal con análisis de los componentes de los productos alimentarios.

En supermercados locales, se han recogido 118 productos para la determinación de fósforo y proteínas. Entre ellos, seleccionamos 47 productos cárnicos y pescados con distintos grados de procesamiento: refrigerados, congelados o rebozados. Los productos elegidos son en su mayoría relativamente poco elaborados, sin formar parte de platos precocinados y sin salsas. Incluimos como ejemplo de mayor elaboración algunos productos que añaden queso fundente (San Jacobo, milanesa de cerdo, salchicha de Frankfurt, inglesitos y flamenquines) en los cuales el incremento en el contenido de fósforo estará también relacionado con el contenido de queso y con el aditivo fosfórico empleado como sal fundente. Asimismo, se analizan 6 productos frescos (4 carnes y 2 pescados) para contrastar los resultados obtenidos. Los distribuimos en estos grupos:

- Productos cárnicos frescos.
- Productos cárnicos refrigerados.
- Productos cárnicos congelados.
- Productos cárnicos empanados.
- Productos cárnicos procesados.
- Pescados frescos.
- Pescados congelados.
- Pescados empanados.

Sobre el total de 118 alimentos, en una primera tanda (de 52 productos) se adquirieron tres lotes distintos para la determinación del contenido en fósforo. Tras comprobar que la repetibilidad del contenido en fósforo con 3 repeticiones era correcta, en los siguientes 66 productos analizados se adquirieron dos lotes, realizándose una tercera determinación de fósforo cuando los valores eran discordantes (coeficiente de variación-CV- [desviación estándar-DE-/valor promedio] ≥ 10 %). De los 53

productos recogidos en este estudio, en 15 se realizaron tres determinaciones de fósforo y en 38 dos determinaciones, no siendo necesario realizar la tercera en ningún caso.

Los alimentos se remitieron en su envase original al Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). Los productos fueron almacenados en un congelador antes de ser procesados para la realización de los análisis. La presencia de aditivos con contenido en fósforo se obtuvo de la lista de ingredientes incluida en la etiqueta del producto. A cada producto se le asigna un código CITA antes de entregarse a los técnicos de laboratorio, que desconocían la marca de los alimentos y su etiquetado.

Antes de cada análisis se prepara una parte o submuestra representativa de la muestra de laboratorio; debe ser tan homogénea (mezcla íntima de sus componentes) como sea posible en función de sus características y dentro de los límites del método analítico aplicado. Se coge al azar y se puede formar a partir de una o varias fracciones de una muestra unitaria o, en el caso de muestras compuestas por varias unidades del mismo lote (alícuotas), la submuestra podrá formarse a partir de una o varias unidades enteras o bien fracciones procedentes de varias unidades. La submuestra se homogeneiza con molino de laboratorio y se envasa en un recipiente limpio y seco de plástico rígido (bote toma muestras) con cierre adecuado, se identifica con claridad y se conserva en temperatura ambiente o refrigeración en función de sus características y del tipo de análisis que se realice sobre ella. El resto de la muestra se conserva en las condiciones más idóneas (temperatura ambiente, refrigeración o congelación), puesto que sobre ella se pueden realizar posteriores muestreos. Asimismo, en función de las características de la muestra (si es muy heterogénea), de su cantidad o del tipo de análisis puede decidirse no tomar una submuestra sino procesar la muestra en su totalidad.

Fundamentos de la determinación del contenido en fósforo

Los fosfatos presentes en la materia orgánica (en forma de ortofosfatos, difosfatos, trifosfatos y polifosfatos) se transforman en fósforo elemental a través de una digestión ácida que destruye las estructuras moleculares. El fósforo total (natural y adicionado) se determina al añadir el reactivo molibdato-vanadato y medir el color producido mediante espectrofotometría de absorción molecular a λ 436 nm. La primera fase del método se lleva a cabo en el digester de muestras BD6-Digester (Foss Tcator, Denmark). La medida por espectrofotometría se realiza en espectrómetro de doble haz de modelo UV-Pharmaspec 1700 (Shimadzu, Japón).

Determinación del contenido total de proteína

Se determina por método Kjeldahl. Está basado en un proceso de digestión, mediante el cual se destruye la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado y sulfato de Cu (II) como catalizador. La temperatura de digestión se ajusta a 420 °C. El nitrógeno orgánico se transforma en amonio y se destila en presencia de hidróxido sódico en exceso. El amoníaco destilado se recoge en una solución de ácido bórico diluido y se valora con ácido clorhídrico 0,1 N. Estos procesos (destilación y valoración) se realizan automáticamente. El contenido en proteína de un producto es el resultado de multiplicar el contenido de nitrógeno total orgánico, determinado por el procedimiento Kjeldahl, por un factor de transformación del nitrógeno en proteína. El factor depende del tipo de proteína del alimento; el universal es 6,25. Estos procesos (destilación y valoración) se realizan automáticamente en el equipo Kjeltex 8400 (Foss Tcator, Denmark).

Expresión de los resultados

El promedio de las dos o tres determinaciones se considera fósforo medido. El contenido de proteína, más estandarizado, se mide solo en el primer lote de cada producto.

De forma habitual se expresa el contenido en fósforo en mg/100 g del producto y el contenido en proteínas en g/100 g del producto. Añadimos el cálculo del cociente fósforo/proteínas (expresado en mg/g) por su relevancia en nuestros pacientes.

Revisamos la información sobre el contenido en fósforo y proteínas de los distintos alimentos procesados de las tablas de composición de alimentos de Moreiras¹⁶, del CESNID (Centro de Enseñanza Superior de Nutrición y Dietética)¹⁷ y de la Red BEDCA del Ministerio de Ciencia e Innovación, Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición¹⁸.

Análisis estadístico

La descripción de variables cuantitativas se realiza con su media \pm DE y las cualitativas con distribución de frecuencias. La comparación del contenido en fósforo y del cociente fósforo/proteínas entre carnes y pescados se realiza con test no paramétrico de Mann-Whitney. Dado el limitado número de datos, no se realiza análisis estadístico de la diferencia entre los distintos tipos de procesamiento.

Cuando un mismo operador con el mismo equipo realiza un cierto número de repeticiones dentro de un laboratorio en un tiempo muy corto, tenemos una situación ideal que deberá producir la variación más pequeña entre lecturas. Esto se transforma en una medida de la repetibilidad de las mediciones y se representa calculando la DE de la repetibilidad. El valor de r , llamado el intervalo de repetibilidad, se halla simplemente multiplicando la DE de la repetibilidad por 2,8, y es similar a la estimación estadística de un intervalo de confianza del 95 % en la diferencia entre lecturas.

Se realiza estudio de repetibilidad del contenido en fósforo de diversos alimentos, con dos o tres repeticiones de cada muestra. Se calculó la media, la DE, el coeficiente de variación ($CV = DE/$ media) expresado en % y el intervalo de repetibilidad ($r = DE \times 2,8$) para cada conjunto de determinaciones repetidas de una misma muestra. Posteriormente se calculan las medias de todas las determinaciones anteriores en el conjunto de muestras. Además se realiza análisis estratificado en dependencia de si el contenido de fósforo está por encima o por debajo de la mediana de la muestra (158 mg/100 g).

Se consideraron aceptables valores de CV entre determinaciones de fósforo en la misma muestra < 10 %. Se consideraron significativos valores de $p < 0,05$. Se analizaron los datos con SPSS versión 15.0.

RESULTADOS

Estudio de repetibilidad

La media de las determinaciones de fósforo en el conjunto de muestras fue de 158,8 (rango 49,3-273,7) mg/100 g, la media de las DE de 9,3 mg/100 g, la media de los CV de 6,4 % y la media del intervalo de repetibilidad (r) de 26,1 mg/100 g (esto supone que, en el 95 % de las veces, una nueva determinación, repetida una vez más, no diferiría en más de 26,1 mg/dl de la media de las anteriores).

En valores por debajo de la mediana, la media de las determinaciones de fósforo en el conjunto de muestras fue de 118,2 (rango 49,3-157,6) mg/100 g, la media de las DE de 8,5 mg/100 g, la media de los CV de 7,7 % y la media del intervalo de repetibilidad (r) de 23,8 mg/100 g.

En valores por encima de la mediana, la media de las determinaciones de fósforo en el conjunto de muestras fue de 200,1 (rango 158,3-273,7) mg/100 g, la media de las DE de 10,1 mg/100 g, la media de los CV de 5,1 % y la media del intervalo de repetibilidad (r) de 28,35 mg/100 g.

El CV fue significativamente menor (5,1 % frente a 7,7 %; $p = 0,013$) en los productos con valores por encima de la mediana de contenido en fósforo. No hubo diferencias significativas en el valor de r.

Datos globales

La media del cociente fósforo/proteínas fue de $11,9 \pm 4,5$ mg/g. No hubo diferencias significativas entre los productos con un contenido en fósforo por encima o por debajo de la mediana (12,9 frente a 10,9 mg/g; $p = ns$).

En conjunto, los productos cárnicos y pescados con aditivos fosfóricos contienen una cantidad un 60 % superior de cociente fósforo/proteínas (9,51 frente a 15,28 mg/g) que aquellos en cuya etiqueta no figuran estos aditivos.

La práctica totalidad de los productos añade aditivos con poder antioxidante o conservante, dentro del grupo de fosfatos y derivados (tabla 1). Tan solo en un caso (Pescaburguers Pescanova) se añade solamente un aditivo fosfórico como potenciador del sabor, lo que en principio supone un menor aporte de fósforo, ya que este tipo de aditivos lo contiene en menor cantidad.

Análisis de los productos cárnicos frescos, refrigerados, congelados, empanados y procesados (tablas 3 y 4)

La presencia de aditivos con contenido en fósforo se refleja en las etiquetas de 3 de las 5 carnes rebozadas y en 10 de las 15 carnes procesadas. La media de la ratio fósforo/proteínas es un 84 % mayor en los productos con aditivos que en los productos sin aditivos (9,3 frente a 17,1 mg/g). La media del cociente fósforo/proteínas es superior en los productos cárnicos procesados (15,83 mg/g) que en los rebozados (11,04 mg/g) y congelados (10,5 mg/g). El menor cociente fósforo/proteínas se registra en los productos cárnicos frescos (8,41 mg/g) y refrigerados (8,78 mg/g).

Tabla 3. Composición de productos cárnicos derivados del cerdo y la ternera en fósforo y proteínas determinada por espectrofotometría y método Kjeldahl. Presencia de aditivos fosfóricos en el etiquetado

	Fósforo mg/100 g	Proteínas g/100 g	Cociente fósforo/ proteínas mg/g	Aditivo fosfórico en etiqueta
Carnes frescas				
Cinta de lomo Simply	181,50 ± 4	22,17	8,19	No
Carnes refrigeradas				
Cinta de lomo Simply	181,30 ± 29	22,2	8,17	No
Cinta de lomo Eroski	177,10 ± 8	21,6	8,20	No
Filete de lomo/escalopines Martínez Loriente	204,67 ± 8	23,57	8,68	No
Carnes congeladas				
Chuleta de lomo congelada Martínez Loriente	162,35 ± 37	14,09	11,52	No
Carnes procesadas				
Albóndigas congeladas Hacendado	108,47 ± 1	10,80	10,04	E450
Milanesa refrigerada de cerdo con queso	179,30 ± 10	12,77	14,04	E451-322
Salchicha de Frankfurt Wieners Classics Oscar Mayer	216,15 ± 8	11,33	19,08	E451
Salchicha de Frankfurt Jumbo queso Oscar Mayer	255,50 ± 10	13,08	19,53	E451-340
Inglesitos Carrefour	272,20 ± 20	10,40	26,17	E450-451
Carnes frescas				
Ternera Simply	186,3 ± 2	23,15	8,05	No
Carnes refrigeradas				
Ternera Simply	185,25 ± 3	21,80	8,49	No
Carne picada de vacuno/cerdo Martínez Loriente	153,37 ± 28	17,38	8,82	No
Hamburguesas de vacuno/cerdo Martínez Loriente	136,83 ± 9	14,69	9,31	No

Tabla 4. Composición de productos cárnicos derivados del pollo y el pavo en fósforo y proteínas determinada por espectrofotometría y método Kjeldahl. Presencia de aditivos fosfóricos en el etiquetado

	Fósforo mg/100 g	Proteínas g/100 g	Cociente fósforo/ proteínas mg/g	Aditivo fosfórico en etiqueta
Carnes frescas				
Pechuga de pollo Simply	207,50 ± 8	24,08	8,62	No
Muslo de pollo sin piel Simply	179,60 ± 2	20,44	8,79	No
Carnes refrigeradas				
Muslo de pollo sin piel Eroski	161,70 ± 9	19,54	8,28	No
Pechuga de pollo Carrefour	223,03 ± 5	23,32	9,56	No
Salchichas de carne pollo/pavo Martínez Lorient	144,70 ± 7	15,27	9,48	No
Carnes congeladas				
Jamonicitos de pollo sin piel Carrefour	176,05 ± 9	18,59	9,47	No
Carnes rebozadas				
Nuggets de pollo congelado La Cocinera	103,90 ± 2	10,98	9,46	No
Nuggets de pollo congelado Frinka	117,05 ± 16	10,42	11,23	E450-631
Filete de pollo Burger King	182,75 ± 5	16,22	11,27	---
Nuggets de pollo congelado Hacendado	132,77 ± 11	11,60	11,45	E450
Nuggets de pollo congelado Eroski	162,20 ± 3	13,71	11,83	E450
Carnes procesadas				
Alitas de pollo barbacoa Mackein	142,65 ± 5	21,95	6,50	No
Alita y muslo de pollo frito Burger King	202,40 ± 6	30,46	6,64	---
Albóndigas de pollo refrigeradas Casa Matachín	152,70 ± 7	15,69	10,03	No
Croquetas de pollo congeladas Eroski Basic	49,35 ± 7	4,34	11,37	No
Croquetas de pollo congeladas Hacendado	74,43 ± 13	4,70	15,84	No
Pechugas de pavo adobadas Martínez Lorient	199,95 ± 8	13,80	14,49	E450-451
Flamenquines de pavo y queso Carrefour	251,60 ± 10	13,23	19,02	E450-451
Salchicha de Frankfurt de pavo Oscar Mayer	223,70 ± 4	11,13	20,10	E451
Roti de pollo refrigerado Carrefour	273,73 ± 30	12,80	21,39	E451
Flauta de pollo refrigerada Carrefour	259,27 ± 10	11,14	23,27	E339

Sin embargo, algunos productos con aditivos fosfóricos presentan un cociente fósforo/proteínas razonable (por ejemplo: albóndigas de carne congeladas Hacendado 10,04 mg/g), mientras que otros productos en los que no constan aditivos fosfóricos reflejan una ratio mucho mayor (por ejemplo, croquetas de pollo Hacendado 15,84 mg/g).

Ninguno de los productos cárnicos refrigerados presentaba aditivos fosfóricos en su etiqueta. Apreciamos que en los productos cárnicos refrigerados el cociente fósforo/proteínas es similar a los productos frescos.

Dentro de los productos cárnicos congelados encontramos un buen cociente fósforo/proteínas en el pollo y un cociente elevado en el caso de una chuleta de lomo

congelada (chuleta de lomo congelada Martínez Lorient 11,52 mg/g).

La información aportada por las tablas en las carnes procesadas es muy reducida y confusa. Incluso la escasa información que conseguimos encontrar es contradictoria: el cociente fósforo/proteínas de las salchichas tipo Frankfurt de la tabla Moreiras es de 8,92 mg/g, mientras que la tabla CESNID ofrece un valor de 13,6 mg/g y la BEDCA de 13,7 mg/g (tabla 5). Encontramos referencias genéricas como «carne picada», «salchicha del país», «salchicha fresca», con variaciones notables en el contenido en fósforo.

No encontramos en las tablas ninguna referencia a las marcas comerciales analizadas ni más datos sobre pro-

Tabla 5. Valores del cociente fósforo/proteínas de los productos cárnicos procesados según las tablas de composición de alimentos y su comparación con nuestros resultados

TABLAS	Cociente fósforo/proteínas Valores tabla (mg/g)	Cociente fósforo/proteínas Determinación CITA (mg/g)
Tabla CESNID		
Carne cruda picada para rellenar	9,62	Carnes refrigeradas 8,17-9,56
Salchicha tipo país	9,62	Salchicha de pollo/pavo M. Loriente 9,48
Salchicha tipo Frankfurt	13,6	Salchichas tipo Frankfurt 19,08-20,10
Sandwich de jamón y queso	14	Milanesa con queso/Inglesitos 14,04-26,17
Tabla red BEDCA		
Carne picada	7,27	Carnes refrigeradas 8,17-9,56
Salchicha fresca	12,5	Salchicha de pollo/pavo M. Loriente 9,48
Salchicha fresca de pollo	11,36	
Salchicha tipo Frankfurt	13,7	Salchichas tipo Frankfurt 19,08-20,10
Pollo rebozado frito	13,24	Pollo rebozado congelado 9,46-11,83
Tabla MOREIRAS		
Hamburguesa cocinada	7,03	Carnes refrigeradas 8,17-9,56
Salchichas frescas	12,79	Salchicha de pollo/pavo M. Loriente 9,48
Salchicha tipo Frankfurt	8,92	Salchichas tipo Frankfurt 19,08-20,10
Pollo rebozado congelado	15,17	Pollo rebozado congelado 9,46-11,83
San Jacobo congelado	45,6	Milanesa con queso/Inglesitos 14,04-26,17

CESNID: Centro de Enseñanza Superior de Nutrición y Dietética; CITA: Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón.

ductos cárnicos refrigerados, congelados, empanados o elaborados.

Análisis de los pescados frescos, congelados y rebozados (tabla 6)

El pescado blanco fresco presenta un cociente fósforo/proteínas de 8,58 mg/g, mientras que en el congelado se incrementa en un 22 % (10,3 mg/g) y en el rebozado en un 46 % (12,54 mg/g).

Dos productos de pescado congelado presentan aditivos (cociente fósforo/proteínas 11,1 mg/g) y 3 no (cociente 9,89 mg/g). En el pescado blanco rebozado, 3 no reflejan aditivos (cociente 11,13 mg/g) y 7 sí (cociente 13,2 mg/g). Los productos rebozados presentan en general un incremento en el contenido de fósforo. Nuevamente se ha de destacar que en un producto congelado (anillas de calamar pota Eroski 12,96 mg/g) y en uno rebozado sin aditivos (filetes de merluza al huevo Pescanova 13,1 mg/g) el cociente fósforo/proteínas es superior al que cabría esperar.

La información de las tablas también es muy pobre. Tan solo se recoge información genérica y confusa de algunos productos procesados (tabla 7). Se debe destacar que la tabla de

Moreiras ofrece valores similares de la ratio fósforo/proteínas para la merluza fresca y congelada, en contraste con nuestros resultados y con los ofrecidos por la tabla del CESNID. No encontramos en las tablas ninguna referencia a las marcas analizadas ni más datos sobre pescados refrigerados, congelados o empanados.

Comparación entre carnes y pescados

Los productos cárnicos incluían mayor contenido en fósforo que los pescados (177,9 frente a 121,7 mg/100 g; $p < 0,0001$), pero su cociente fósforo/proteínas era similar (12,2 frente a 11,4 mg/g; $p = ns$).

DISCUSIÓN

El fósforo ingerido en la dieta procede de fuentes orgánicas en forma de derivados esterificados (carnes, pescados, lácteos, vegetales) y de fuentes inorgánicas en forma de sales fosfóricas (aditivos añadidos en los alimentos procesados). Las formas orgánicas o naturales de fósforo están ampliamente extendidas en la dieta, suponiendo el mayor aporte de fósforo. Sin embargo, el uso de los aditivos fosfóricos ha crecido de forma exponencial en las últimas décadas, llegando

Tabla 6. Resultados de la composición de pescados frescos, congelados y rebozados en fósforo y proteínas determinados por espectrofotometría y método Kjeldahl. Presencia de aditivos fosfóricos en el etiquetado

	Fósforo mg/100 g	Proteínas g/100 g	Cociente fósforo/ proteínas mg/g	Aditivo fosfórico en etiqueta
Pescado fresco				
Merluza Simply	149,75 ± 7	18,36	8,16	No
Pescado congelado				
Merluza sin piel Findus	130,80 ± 8	16,93	7,73	No
Merluza filetes Mascatto	162,37 ± 11	17,08	9,51	No
Filete panga Eroski	131,10 ± 8	11,49	11,40	E451
Pescado rebozado				
Pescaburguers Pescanova	68,30 ± 12	9,30	7,34	E635
Delicias de merluza rebozadas Pescanova	140,00 ± 8	14,40	9,72	E451
Filetes empanados de merluza Findus	119,00 ± 4	12,15	9,79	No
Nuggets de merluza Carrefour	103,67 ± 8	9,87	10,50	No
Filetes de merluza al huevo Pescanova	157,60 ± 18	12,03	13,10	No
Surfers de merluza Pescanova	158,30 ± 6	11,24	14,08	E450
Bacalao a la marinera Pescanova	137,30 ± 3	12,60	10,90	E450
Pescado fresco				
Calamar Simply	83,25 ± 8	9,26	8,99	No
Pescado congelado				
Anillas de calamar Aligator	107,65 ± 9	11,50	9,36	No
Anillas de calamar Carrefour	78,33 ± 10	7,27	10,77	E338
Anillas de calamar Eroski	146,10 ± 9	11,27	12,96	No
Pescado rebozado				
Anillas de calamar Hacendado	80,03 ± 3	7,25	11,04	E339
Anillos de calamar a la romana Eroski	114,60 ± 9	7,28	15,74	E450
Anillos de calamar a la romana Caprichos Pescanova	122,50 ± 12	6,49	18,88	E450

a constituir hasta un tercio del fósforo total ingerido¹⁹. Estos datos podrían enlazar con el riesgo que implica no solo para los pacientes en diálisis, sino para la población con ERC y para la población general.

A pesar de su uso extendido, los aditivos fosfóricos no son tenidos en cuenta en la estimación del contenido en fósforo. La normativa actual no exige a los productores reflejar sus cantidades en la etiquetas y la cantidad de fósforo que añaden estos aditivos no está claramente definida en las tablas de composición de alimentos. Apreciamos que las tablas españolas utilizadas en nuestro trabajo ofrecen información escasa y datos contradictorios en la cantidad de fósforo de algunos productos. Estudios previos realizados en distintas localizaciones geográficas sugieren que las tablas de alimentos pueden infraestimar el contenido de fósforo entre 250-350 mg/día²⁰⁻²².

Algunos alimentos aparentemente no procesados han recibido especial atención en la literatura sobre nutrición en el paciente con ERC²³. Se trata habitualmente de carnes refrigeradas, empaquetadas en el propio supermercado, en las que pueden añadirse aditivos fosfóricos para facilitar su conservación, mejorar su sabor, color y características en el cocinado. Sherman et al. detectan cantidades de fósforo elevadas en alguno de estos productos, sin que figure en el etiquetado la adición de aditivos fosfóricos²⁴. Esto sugeriría el tratamiento con aditivos sin una indicación específica en la lista de ingredientes. En nuestro trabajo el cociente fósforo/proteínas de las carnes refrigeradas y empaquetadas fue similar al de las carnes frescas, lo que sugiere que no se han añadido aditivos. Sin embargo, la escasa regulación de este proceso es un motivo más de preocupación.

Tabla 7. Valores del cociente fósforo/proteínas de los pescados frescos, congelados y rebozados según las tablas de composición de alimentos y su comparación con nuestros resultados

TABLAS	Cociente fósforo/proteínas Valores tabla (mg/g)	Cociente fósforo/proteínas CITA (mg/g)
Tabla CESNID		
Merluza fresca	9,44	Merluza fresca 8,16
Merluza congelada	11,38	Merluza congelada 7,73-9,51
Calamares a la romana fritos	13,91	Calamares a la romana 11,04-18,88
Pescado rebozado congelado crudo	10,55 (No precisa tipo)	Pescados rebozados congelados crudos 7,34-14,08
Tabla red BEDCA		
Merluza congelada	11,38	Merluza congelada 7,73-9,51
Merluza rebozada	15,9	Merluza rebozada 9,72-14,08
Tabla MOREIRAS		
Merluza fresca	11,95	Merluza fresca 8,16
Merluza congelada	11,95	Merluza congelada 7,73-9,51
Anillas de calamar congeladas	10,88	Anillas de calamar congeladas 9,36-12,96
Pescado rebozado	13,33 (No precisa tipo)	Pescados rebozados 7,34-14,08

CESNID: Centro de Enseñanza Superior de Nutrición y Dietética; CITA: Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón.

Por otra parte, según la «Norma general de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios», no es obligatorio declarar en la lista de ingredientes aquellos aditivos procedentes de un ingrediente si no cumplen una función tecnológica en el producto final. Por ejemplo, en un producto de carne procesado podemos tener una carne elaborada con aditivos con fósforo, una salsa con aditivos fosfóricos, un queso fundido con fosfatos, etc., y que no figuren aditivos con fosfato en el etiquetado. Lo mismo puede pasar en un precocinado de pescado con patatas o en otros alimentos elaborados.

Estos datos nos llevan a una preocupante conclusión: con la normativa actual, no somos capaces de estimar la cantidad de fósforo que ingieren nuestros pacientes con ERC. Los aditivos fosfóricos no solo incrementan la ingesta de fósforo, sino que suponen una carga importante de «fósforo oculto»^{19,25}.

Recomendar los alimentos más adecuados para minimizar la ingesta de fósforo excedería los objetivos de este trabajo²⁶, pero sí consideramos importante remarcar a nefrólogos y nutricionistas que deben ser conscientes de las barreras referidas para reconocer un potencial en la reducción del aporte de fósforo manteniendo la ingesta proteica²⁷. Como acercamiento a este tema, y teniendo en cuenta que no todo el fósforo se aporta con productos cárnicos y pescados, podemos estimar que, si disminuimos el cociente fósforo/proteínas de 12,24 mg/g (media

de los productos cárnicos y pescados procesados analizados) a 8,45 mg/g (media en productos cárnicos y pescados frescos) en un paciente de 70 kg en hemodiálisis (ingesta proteica recomendada $70 \times 1,2 = 84$ g/día), reduciríamos el fósforo ingerido de 1028 a 710 mg/día sin reducción del aporte proteico. Por otra parte, la absorción de fósforo inorgánico de los aditivos (prácticamente del 100 %) es muy superior a la absorción del fósforo contenido de forma natural en las carnes (del 70-80 %) o en los vegetales (del 40-60 %, en forma de fitatos). De este modo, los aditivos tendrán un mayor efecto en la hiperfosforemia que cantidades equivalentes de fósforo contenido de forma natural en los productos. Hasta ahora, tan solo se ha realizado un estudio de intervención en hemodiálisis en el que simplemente se forma a los pacientes en revisar las etiquetas de los productos para evitar aquellos que contienen aditivos fosfóricos, consiguiendo una reducción de 0,6 mg/dl en el fósforo sérico con respecto al grupo con educación dietética habitual²⁸.

Como datos positivos de nuestro trabajo debemos reseñar la revisión del contenido en fósforo de una amplia gama de productos cárnicos y pescados con distintos grados de procesamiento. La técnica de medición de fósforo fue reproducible, con un CV medio por debajo del 10 % para contenidos tanto altos como bajos de fósforo en los productos. Además, el intervalo de repetibilidad fue de menos de 30 mg/100 g de producto independientemente del contenido en fósforo, diferencia no relevante desde un punto de vista clínico.

Como limitación del estudio, se ha de remarcar que se trata de un corte transversal con distintos lotes de los productos y que se ha realizado en una zona geográfica concreta. Evidentemente pueden producirse modificaciones en el procesamiento de los alimentos que varíen sus contenidos en fósforo, más aún si tenemos en cuenta que las cantidades permitidas se indican con un «hasta... gramos de P_2O_5 por kg o litro» y ese nivel es elevado. Así, las variaciones en el contenido de fósforo, la aparición de nuevos productos y la variabilidad geográfica añaden dificultades no solo a la realización de estos estudios, sino también al manejo de la ingesta de fósforo en los pacientes con ERC.

Como conclusiones, nuestros resultados, la revisión de la bibliografía y el análisis de la normativa alimentaria actual ponen de manifiesto el incremento de los aditivos fosfóricos en la alimentación actual y la importancia de la reducción de su consumo para los pacientes con ERC y para la población general. En el análisis realizado, la elaboración de productos cárnicos y pescados supone la utilización de aditivos con una carga de sales de fósforo de fácil absorción. Tanto el etiquetado como las tablas de composición de alimentos no permiten detectar este incremento, por lo que puede considerarse como «fósforo oculto». Aunque podemos mejorar la educación dietética de nuestros pacientes con ERC y formarles en la moderación de alimentos procesados y quizás en la revisión de aditivos en las etiquetas, debemos tener en cuenta que nuestros esfuerzos se ven limitados por el uso extendido de los productos procesados y la dificultad de conocer su cantidad de fósforo y, por lo tanto, del fósforo ingerido en la dieta.

Sin realizar una revisión exhaustiva, sí querríamos destacar algunos puntos clave a la hora de afrontar este problema:

1. La actual normativa sobre el uso de estos aditivos no favorece su reducción, al considerarse seguros para el consumo. Deberían coordinarse esfuerzos para demostrar que su ingesta elevada no es recomendable para los pacientes con ERC ni para la población general y que es necesaria una mayor regulación.
2. Las empresas deberían analizar el contenido en fósforo de sus productos, reflejar este dato en el etiquetado e incorporarlo en las tablas de composición de alimentos. Podrían establecerse incentivos para elaborar alimentos con contenido bajo en fósforo y alternativas a los aditivos que contienen fósforo.
3. Sería recomendable iniciar contactos entre sociedades científicas como la Sociedad Española de Nefrología y la Agencia de Seguridad Alimentaria y Nutrición para iniciar un proceso de concienciación y desarrollar las actuaciones recomendadas.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no tienen conflictos de interés potenciales relacionados con los contenidos de este artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Molins RA. Phosphates in Food. Boca Raton, FL: CRC Press, Inc.; 1991.
2. Uribarri J, Calvo MS. Hidden sources of phosphorus in the typical American diet: does it matter in nephrology? *Semin Dial* 2003;16(3):186-8.
3. Coates PM, Blackman MR, Cragg GM, Levine M, Moss J, White JD. Encyclopedia of Dietary Supplements. New York, NY: Marcel Dekker; 2005.
4. Ganesh SK, Stack AG, Levin NW, Hulbert-Shearon T, Port FK. Association of elevated serum PO(4), Ca x PO(4) product, and parathyroid hormone with cardiac mortality risk in chronic hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 2001;12(10):2131-213.
5. Rodriguez-Benot A, Martin-Malo A, Alvarez-Lara MA, Rodriguez M, Aljama P. Mild hyperphosphatemia and mortality in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 2005;46(1):68-77.
6. Tentori F, Blayney M, Albert J, Gillespie B, Kerr P, Bommer J, et al. Mortality risk for dialysis patients with different levels of serum calcium, phosphorus, and PTH: the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *Am J Kidney Dis* 2008;52(3):519-30.
7. Wald R, Sarnak M, Tighiouart H, Cheung A, Levey A, Eknoyan G, et al. Disordered mineral metabolism in hemodialysis patients: an analysis of cumulative effects in the Hemodialysis (HEMO) Study. *Am J Kidney Dis* 2008;52(3):531-40.
8. Block GA, Klassen PS, Lazarus JM, Ofsthun N, Lowrie EG, Chertow GM. Mineral metabolism, mortality, and morbidity in maintenance hemodialysis. *J Am Soc Nephrol* 2004;15(8):2208-18.
9. Dhingra R, Sullivan LM, Fox CS, Wang TJ, D'Agostino RB, Gaziano JM, et al. Relation of serum phosphorus and calcium levels to the incidence of cardiovascular disease in the community. *Arch Intern Med* 2007;167:879-85.
10. Tonelli M, Sacks F, Pfeffer M, Gao Z, Curhan G, for the Cholesterol and Recurrent Events (CARE) Trial Investigators. Relation between serum phosphate level and cardiovascular event rate in people with coronary disease. *Circulation* 2005;112:2627-33.
11. Wyshak G. Teenaged girls, carbonated beverage consumption and bone fractures. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2000;154:610-3.
12. Sax L. The Institute of Medicine's «Dietary Reference Intake» for Phosphorus: A critical perspective. *J Am Coll Nutr* 2001;20(4):271-8.
13. Arnaud L, Caverni A, Vercet A, Bielsa S, Etaaboudi S, Lou LM, et al. Fuentes ocultas de fósforo: presencia de aditivos con contenido en fósforo en los alimentos procesados. *Nefrología* 2011;31(2):44.
14. Reglamento (UE) N° 1129/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de Noviembre de 2011 para establecer una lista de aditivos alimentarios de la Unión Europea. *Diario Oficial de la Unión Europea*. 12 Noviembre 2011, L 295/1-177.
15. Reglamento (UE) N° 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de Octubre de 2005 sobre la información facilitada al consumidor. *Diario Oficial de la Unión Europea*. 22 Noviembre 2011, L 304/18-83.
16. Moreiras O, Carbajal A, Cabrera L, Cuadrado C. Tablas de composición de alimentos. Madrid: Ediciones Pirámide (Grupo Anaya SA); 2011.

17. Tablas de Composición de Alimentos del CESNID (Centro de Enseñanza Superior de Nutrición y Dietética). Madrid: McGraw Hill/ Interamericana de España; 2004.
18. Bedca.net [Internet]. España: Red BEDCA Ministerio de Ciencia e Innovación, Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición, Ministerio de Sanidad y Política Social [actualizada 26 agosto 2010]. Available at: <http://www.bedca.net>
19. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Nutrient Intakes from Food: Mean Amounts Consumed per Individual, by Race/Ethnicity and Age. What We Eat in America; NHANES 2009-2010. Available at: www.ars.usda.gov/ba/bh-nrc/fsrg. [Accessed November 4, 2012].
20. Sherman RA, Mehta O. Dietary phosphorus restriction in dialysis patients: potential impact of processed meat, poultry and fish products as protein sources. *Am J Kidney Dis* 2009;54:18-23.
21. Sullivan CM, Leon JB, Sehgal AR. Phosphorus containing food additives and the accuracy of nutrient databases: implications for renal patients. *J Ren Nutr* 2007;17(5):350-4.
22. Oenning LL, Vogel J, Calvo MS. Accuracy of methods estimating calcium and phosphorus intake in daily diets. *J Am Diet Assoc* 1988;88(9):1076-80.
23. Murphy-Gutekunst L, Uribarri J. Hidden phosphorus enhanced meats: Part 3. *J Ren Nutr* 2005;15:E1-4.
24. Sherman RA, Mehta O. Phosphorus and potassium content of enhanced meat and poultry products: implications for patients who receive dialysis. *Clin J Am Soc Nephrol* 2009;4(8):1370-3.
25. Uribarri J. Phosphorus homeostasis in normal health and in chronic kidney disease patients with special emphasis on dietary phosphorus intake. *Semin Dial* 2007;20(4):295-301.
26. Lou LM, Caverni A, Gimeno JA, Moreno R, Pérez J, Álvarez R, et al. Dietary intervention focused on phosphate intake in hemodialysis patients with hyperphosphatemia. *Clin Nephrol* 2012;77:476-83.
27. Uribarri J. Phosphorus additives in food and their effect in dialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol* 2009;4:1290-2.
28. Sullivan C, Sayre SS, Leon JB, Machekeano R, Love TE, Porter D, et al. Effect of food additives on hyperphosphatemia among patients with end-stage renal disease. A randomized controlled trial. *JAMA* 2009;301(6):629-35.