

# Fuentes de fósforo, aditivos alimentarios y Enfermedad Renal Crónica

## Sources of phosphorus, food additives and Chronic Kidney Disease

PUCHULU MARÍA BERNARDITA<sup>1,2</sup> GIMENEZ MARIANA<sup>1</sup>, VIOLLAZ ROCÍO<sup>1</sup>, GANDUGLIA MERCEDES<sup>1,3</sup>, AMORE PÉREZ MELISA<sup>1</sup>, TEXIDO LAURA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Licenciada en Nutrición.

<sup>2</sup> Coordinadora del Grupo de Estudio de Nutrición y Enfermedad Renal Crónica de AADYND.

<sup>1,2</sup> AADyND. Grupo de Estudio de Nutrición en la Enfermedad Renal Crónica. <sup>3</sup> Secretaria del grupo de estudio

**Correspondencia:** mariabpuchulu@yahoo.com.ar

### Resumen

La hiperfosfatemia en la Enfermedad Renal Crónica está asociada a enfermedad ósea y a incremento del riesgo de morbilidad y mortalidad cardiovascular. Su tratamiento consiste en la disminución de la absorción intestinal del fósforo a través de una dieta controlada, el uso de quelantes y la eliminación del fósforo a través de la diálisis. Existen tres fuentes básicas de fósforo dietético: el **fósforo orgánico** se encuentra naturalmente en los alimentos fuentes de proteínas. El fósforo proveniente de los alimentos de origen vegetal se encuentra en forma de ácido fítico cuya biodisponibilidad es de menos del 50%. El **fósforo inorgánico** es el componente principal de aditivos alimentarios y altamente biodisponible. Las sales de fosfato presentan numerosas aplicaciones en la industria alimentaria. Se ha elaborado un glosario de aditivos admitidos por el Código Alimentario Argentino para su adición en los alimentos industrializados. Según la legislación, no es obligatoria la inclusión del fósforo en las etiquetas nutricionales, por lo que es decisión de la industria su información. Resulta útil el conocimiento del número INS. El fósforo añadido durante el procesamiento alimentario es una importante fuente del mineral por su magnitud y su elevada biodisponibilidad. Es precisa la incorporación del fósforo en la Información nutricional de los rótulos alimentarios con el objetivo de un mejor control de la fosfatemia, sin afectar la ingesta proteica de los pacientes. Se recomienda implementar estrategias educativas para ayudar a los pacientes a identificar los aditivos con fósforo en los alimentos. El consejo nutricional debería hacer énfasis en el consumo de alimentos naturales como base de la alimentación diaria. La inclusión del fosforo total en la información nutricional ayudaría a mejorar la estimación del aporte de fósforo de la dieta.

**Palabras clave:** Enfermedad Renal Crónica. Fósforo dietético. Aditivos alimentarios.

### Abstract

Hyperphosphatemia in Chronic Kidney Disease is associated with bone disease and increased risk of cardiovascular morbidity and mortality. Treatment consists in decreasing the intestinal absorption of phosphorus through a controlled diet, the use of chelating and phosphorus removal by means of dialysis. There are three basic sources of dietary phosphorus: **organic phosphorus** found naturally in the foods that are naturally sources of proteins. Phosphorus from foods of plant origin is found in the form of phytic acid whose bioavailability is less than 50%. The **inorganic phosphorus** is the major component of food additives and highly bioavailable. Phosphate salts have numerous applications in the food industry. A glossary of additives allowed by the Argentine Food Code to be added to processed foods has been written. According to the legislation, the inclusion of phosphorus in nutrition labels is not mandatory; it is up to the industry whether to inform or not. Knowing the INS number is useful. Phosphorus added during food processing is an important source of the mineral for its size and its high bioavailability. The incorporation of phosphorus in the nutritional information of food labels is necessary for a better control of the fosfatemia, without affecting protein intake of patients. It is recommended to implement educational strategies to help patients identify the additives with phosphorus in foods. Nutritional advice should emphasize the use of natural foods as the basis of the daily diet. The inclusion of total phosphorus in the nutritional information would help to improve the estimate of the contribution of phosphorus to the diet.

**Keywords:** Chronic Kidney Disease, dietary phosphorus, food additives.

**Dieta (B.Aires) 2013;31 (145):22-30. ISSN 0328-1310**

## Introducción

La hiperfosfatemia es común en la Enfermedad Renal Crónica (ERC), está asociada a enfermedad ósea y a incremento del riesgo de morbilidad y mortalidad cardiovascular. (1) El tratamiento de la hiperfosfatemia consiste en la disminución de la absorción intestinal del fósforo a través de una dieta controlada en el mineral, el uso de quelantes y la eliminación del fósforo a través de la diálisis. (2, 3,4)

El fósforo es un elemento predominantemente intracelular. Durante la sesión de hemodiálisis (HD) estándar, la cinética plasmática del fósforo inorgánico muestra dos fases: en la primer fase, durante 2-2,5 horas después del inicio del tratamiento de HD, se produce una significativa caída del fósforo sérico, por remoción del compartimento extracelular. En la segunda fase los niveles de fósforo no disminuyen e incluso se incrementan ligeramente hacia el final de la sesión. (3, 5,6) El tratamiento dialítico convencional (HD estándar y Diálisis Peritoneal) no resulta eficiente en la remoción del fósforo sérico. La Hemodiafiltración (HDF) on-line es más eficiente en la eliminación y podría llevar a un mejor control del mismo, cuando los valores séricos no exceden los 7 mg/dl. En un estudio en 22 pacientes, Lornoy et al, demostraron que la remoción total del fósforo con HDF on-line postdilucional era un 19% más elevada que con HD de alto flujo. (7)

Varios estudios han sugerido que un tratamiento de HD con sesiones más frecuentes mejora el control del fósforo. (8, 9,10) La HD corta diaria (que remueve el fósforo inorgánico en la primera fase de la cinética) o la HD nocturna extendida (que aumenta la remoción del fósforo en la segunda fase) logran un mejor control del fósforo sérico en comparación con la HD estándar. (1,5)

El fósforo existe en varios estados de oxidación. Los términos fosfato (compuesto por fósforo y oxígeno) y fósforo se utilizarán de manera intercambiable en este artículo.

El fósforo es un elemento no metal del grupo 15 de la tabla Periódica de los Elementos. (11) Por su alta reactividad no se encuentra en forma libre en la naturaleza sino en forma de anión fosfato ( $\text{PO}_4^-$ ). (12) En función de su peso molecular de 96 Da, el fósforo inorgánico es una toxina urémica soluble en agua de bajo peso molecular. (3)

El uso comercial más importante de los productos químicos a base de fósforo es la producción de fertilizantes. Además son ampliamente utilizados en pesticidas, fuegos artificiales, pastas de dientes, detergentes y aditivos alimentarios. (12)

## Distribución del fósforo en el organismo

El 85% del fósforo del organismo se encuentra como fosfato de calcio, en huesos y dientes. El fósforo intracelular está presente como adenosintrifosfato (ATP), ácidos nucleicos, fosfolípidos y fosfoproteínas. La fosfatidilcolina es el mayor constituyente de las membranas biológicas. (13) Ciertas enzimas, hormonas y moléculas de señalización intracelular dependen de fosforilaciones para su actividad. El fósforo es amortiguador del ion hidrógeno en los líquidos corporales y forma parte del 2,3 difosfoglicerato que se une a la hemoglobina en los eritrocitos, facilitando el intercambio de oxígeno a nivel de los tejidos. (12) A diferencia de la urea, el fósforo no difunde libremente a través de las membranas celulares. (3)

La concentración de fósforo en el espacio extracelular, está determinado por la interacción entre la absorción intestinal, la excreción renal, y el intercambio entre el hueso y el espacio intracelular. Los determinantes más importantes de la absorción intestinal son la cantidad de fósforo presente en la dieta, su biodisponibilidad, la presencia de quelantes naturales o farmacológicos y la administración de 1,25 (OH) $_2$  vitamina D3 (calcitriol) o de análogos de la vitamina D2 (doxercalciferol y paricalcitol). (13) La ventaja de los análogos es que poseen diferente afinidad sobre el receptor de vitamina D (en células paratiroides, células de la pared intestinal) y en consecuencia, producen menos hipercalcemia e hiperfosfatemia que el calcitriol. (14, 15, 16)

## Fuentes de Fósforo dietético

Existen tres fuentes dietéticas del fósforo: 1- el fósforo orgánico presente en los alimentos de origen vegetal, en forma de fitatos, 2- el fósforo orgánico presente en las proteínas de alimentos de origen animal (como la caseína) y 3- el fósforo

inorgánico (proveniente de aditivos de alimentos procesados). (5)

**El fósforo orgánico** se encuentra naturalmente en los alimentos fuentes de proteínas, como lácteos, carnes y huevo. El fósforo orgánico es hidrolizado en el tracto intestinal, absorbiéndose como fosfato (PO<sub>4</sub>) entre un 40 y 60%. Su absorción depende de la digestibilidad y biodisponibilidad del fósforo dietético. La digestibilidad del fósforo de los alimentos de origen animal es mayor que la de los alimentos de origen vegetal. (12)

Una mayor ingesta de proteínas en la dieta no sólo predispone a una mayor ingesta de fósforo sino también al empeoramiento de la hiperfosfatemia y a mayor requerimiento de quelantes del fósforo. (12)

Las frutas frescas y hortalizas aportan pequeñas cantidades de fósforo orgánico a diferencia de las legumbres, frutas secas y semillas donde se encuentra en forma abundante y naturalmente. El fósforo proveniente de los alimentos de origen vegetal se encuentra en forma de ácido fítico o fitato, unido al inositol de la fibra. (13) Como el organismo humano no expresa la enzima fitasa, la biodisponibilidad de esta fuente es de menos del 50%. En cambio el fósforo de los alimentos de origen animal se encuentra en el compartimento intracelular y es fácilmente hidrolizado y de absorción rápida. (5, 12,17)

**El fósforo inorgánico**, es el componente principal de aditivos alimentarios. (18) Los aditivos con fósforo son sales con fósforo inorgánico no unido a proteínas. (19) Este fósforo de aditivos se ha denominado "fósforo oculto". (19, 20,21)

Los aditivos se usan en la industria con varios fines, como extender la vida útil del producto, mejorar el color, realzar el sabor y retener la humedad. (5, 12,13, 17) El polifosfato de sodio se utiliza en el procesamiento de alimentos, incluso de las carnes. Las sales de fosfato también se utilizan en embutidos y fiambres para disminuir la oxidación, estabilizar las proteínas y mejorar el color y sabor. (13)

En relación con la biodisponibilidad, más del 90% del fósforo de los aditivos se absorbe a nivel intestinal, a diferencia del 40-60% del fósforo orgánico. (12, 17) La carga de fósforo de los alimentos con sales de fósforo como aditivos es desproporcionadamente alta en comparación con el aporte de fósforo orgánico de los alimentos en su estado natural. Además del fósforo de origen natural, el

fósforo proveniente de los aditivos se encuentra en cantidades significativas en los alimentos industrializados, absorbiéndose con mayor facilidad por ser inorgánico. (4,12, 18)

En general el fósforo se encuentra naturalmente en alimentos fuentes de proteínas como lácteos, carnes, huevos y cereales. El fósforo además, está presente en un número cada vez mayor de alimentos procesados como quesos, bebidas, productos de panadería, etc. (4) Actualmente es difícil estimar, con certeza, la cantidad de fósforo inorgánico de los alimentos.

El fósforo inorgánico se oculta por nombres complejos en los ingredientes, como por ejemplo monofosfato disódico. (5)

Las tablas de composición química están elaboradas, en su mayoría, con alimentos frescos, figuran pocos alimentos procesados y diferenciados por marcas, lo cual subestimaría la ingesta de fósforo de la dieta. Las tablas ARGENFOODS informan la composición de fósforo total, a partir de técnica de mineralización y luego aplicación de método colorimétrico, sin diferenciar la fuente de fósforo (orgánico o inorgánico). (22)

Es preciso indicar que en ciertos países se comercializan carnes frescas de aves que han sido inyectadas con una solución que contiene agua y una mezcla de sales de sodio, fósforo, potasio y antioxidantes. En apariencia estas carnes "mejoradas" se asemejan a la carne fresca pero se diferencian en su composición nutricional pues la carne se ha alterado de su composición natural. (21, 23) Sin embargo en la República Argentina, a través de la resolución N° 553/02 del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), no se permite la inyección de mezclas de aditivos a las carnes frescas de aves durante su procesamiento. (24)

El creciente uso de aditivos en la industria alimentaria, sumado a la creciente popularidad de los alimentos industrializados y comidas rápidas, han aumentado considerablemente la ingesta de fósforo en la población general y en particular en la población de pacientes con ERC. (12) En la dieta habitual de la población estadounidense, un hombre de mediana edad consume aproximadamente 1600 mg/día de fósforo y una mujer de la misma edad aproximadamente 1000 mg/día. (13)

Aparicio et al, analizaron los rótulos alimentarios de 81 alimentos procesados presentes en el

mercado argentino. Todos los alimentos analizados contenían aditivos con fósforo. Del total, 72 productos especificaban el aditivo por su nombre, mientras que 9 productos publicaban solo el número INS (Sistema Internacional de Numeración CODEX ALIMENTARIUS FAO/OMS). En ningún rótulo figuraba la cantidad total de fósforo contenida en el producto. (19)

Resulta de utilidad conocer los aditivos con fósforo admitidos para su uso en los productos alimenticios, a fin de poder realizar actividades de educación destinadas a los pacientes.

Existen valiosos antecedentes en la bibliografía con un análisis de los aditivos aprobados por el Código Alimentario Argentino, Ley N° 18.284 (CAA) para su adición en los alimentos. (19)

Se ha elaborado un glosario de aditivos con fósforo. Las nomenclaturas y sus fuentes alimentarias han sido obtenidos del CAA.

La nómina de aditivos con fósforo fue elaborada a partir de la lista positiva del CAA, (capítulo XVIII "Aditivos Alimentarios", artículo 1398). (25) Se empleó además la información provista en el anexo de dicho capítulo, en la cual se detalla número INS de cada aditivo con la correspondiente mención de sus posibles nomenclaturas a los fines de identificar las diferentes denominaciones que pueden darse a un mismo ingrediente con la misma función de aditivo.

El listado de alimentos para los cuales el CAA admite el uso de cada aditivo fue obtenido de la revisión de los capítulos del mismo correspondientes a los diferentes grupos de alimentos (capítulos VI, VII, VIII, IX, X, XII, XIV) (26-33). En cada uno de ellos se identificó el tipo de aditivos con fósforo según el número INS y se listaron los permitidos para cada subgrupo de alimentos dentro de cada capítulo. Con el mismo procedimiento se identificaron las funciones atribuidas a cada aditivo, las cuales

son diferentes de acuerdo al alimento al cual el ingrediente es adicionado.

Además se emplearon los datos correspondientes a la información de regulación del Mercado Común del Sur (MERCOSUR) declarada en el CAA. (34, 35)

El CAA define al aditivo alimentario como

*"...cualquier ingrediente agregado a los alimentos intencionalmente, sin el propósito de nutrir, con el objeto de modificar las características físicas, químicas, biológicas o sensoriales, durante la manufactura, procesado, preparación, tratamiento, envasado, acondicionado, almacenado, transporte o manipulación de un alimento; podrá resultar que el propio aditivo o sus derivados se conviertan en un componente de dicho alimento. Esta definición no incluye a los contaminantes o a las sustancias nutritivas que se incorporan a un alimento para mantener o mejorar sus propiedades nutricionales..."* (34, 35) Algunos de los aditivos citados en el CAA son sales de fosfato, adicionados con diferentes propósitos y altamente biodisponibles para su absorción.

En la Tabla 1 se explicitan los principales aditivos con fósforo inorgánico aprobados por el CAA y sus funciones. En la Tabla 2 se encuentran los alimentos, según la definición del CAA, en los cuales está permitida su adición. Por último en la Tabla 3 se resumen los números INS a fin de facilitar el aprendizaje de los mismos por parte del nutricionista y, a través de actividades de educación, del paciente. (26-33, 36,37)

Según el CAA en la lista de ingredientes del rótulo alimentario debe constar la función principal o fundamental del aditivo en el alimento y el nombre completo del aditivo o su número INS, o ambos. De esta forma al identificar el número INS se sabe si aporta fosfato. (25, 34,38)

Las sales de fosfato presentan numerosas aplicaciones en la industria alimentaria. Los aditivos listados son los que el CAA admite, por lo que no

Tabla 1: Aditivos de fosfato y sus funciones aprobados para su uso por CAA. (25,26,27,28,29,30,31,32,32, 36,37,38)

Nº INS	NOMBRE DEL ADITIVO ALIMENTARIO (ESPAÑOL)	FUNCION
338	Ácido fosfórico/ácido ortofosfórico.	Acidulante, Secuestrante, regulador de acidez.
339i	Sodio-(mono) Fosfato, Sodio Monofosfato, Sodio-(mono) Ortofosfato.	Neutralizante, Secuestrante, regulador de acidez, emulsionante, estabilizante, agente de firmeza.
339ii	Fosfato disódico Sodio [di] fosfato, sodio [di] monofosfato, Sodio [di] orto-fosfato.	Diluyente, regulador de acidez, estabilizante, agente de firmeza, secuestrante.
339iii	Sodio [tri] fosfato, sodio [tri] monofosfato, sodio [tri] orto-fosfato.	Regulador de acidez, emulsionante, agente de firmeza, Secuestrante.
340i	Potasio-(mono) Fosfato, Potasio Fosfato Ácido, Potasio-(mono) Ortofosfato.	Neutralizante, Secuestrante, regulador de acidez, emulsionante, estabilizante.

Nº INS	NOMBRE DEL ADITIVO ALIMENTARIO (ESPAÑOL)	FUNCION
340ii	Potasio-(di) Fosfato, Potasio-(di) Monofosfato, Potasio-(di) Ortofosfato	Regulador del pH, Secuestrante, regulador de acidez, emulsionante, estabilizante.
340iii	Potasio (tri) fosfato, potasio (tri) monofosfato, potasio (tri) ortofosfato.	Regulador de acidez, Estabilizante, Secuestrante.
341i	Calcio Fosfato Monobásico, Fosfato monocalcico, Ortofosfato monocalcico.	Alimento de levaduras, agente de firmeza [textura], regulador de acidez, estabilizante, aglutinante/antihumectante, Leudante químico, mejorador de harina.
341ii	Calcio (di) Fosfato, Calcio fosfato dibásico, calcio (di) ortofosfato.	Alimento de levaduras, regulador de acidez, agente de firmeza, aglutinante/antihumectante-estabilizante, Leudante químico, mejorador de harina.
341iii	Calcio-(tri) Fosfato, Calcio Fosfato Tribásico, Calcio-(tri) Ortofosfato.	Antianglutinante, regulador del pH, regulador de acidez, antianglutinante/antihumectante, estabilizante, agente de firmeza, Leudante químico, Mejorador de harina.
342i	Amonio (mono) fosfato, amonio fosfato monobásico, amonio (mono) monofosfato, amonio fosfato ácido, amonio fosfato primario, amonio dihidrógeno fosfato, amonio dihidrógeno tetraoxofosfato, amonio dihidrógeno ortofosfato.	Mejorador de harina, regulador del pH, alimento de levadura.
342ii	Amonio (di) fosfato, amonio fosfato dibásico, amonio (di) hidrógeno ortofosfato, amonio (di) hidrógeno fosfato, amonio (di) hidrógeno tetraoxofosfato.	
343 ii	Magnesio hidrógeno ortofosfato trihidratado, magnesio (di) fosfato, magnesio fosfato dibásico, magnesio fosfato secundario, sal de magnesio del ácido fosfórico, magnesio hidrógeno fosfato.	Secuestrante, estabilizante de color, espesante, conservante, emulsionante, agente de firmeza, humectante, estabilizante, regulador de acidez, leudante químico, antioxidante, mejorador de harina, exaltador de sabor, antianglutinante/antihumectante.
343 iii	Magnesio (tri) ortofosfato, magnesio (tri) fosfato, magnesio fosfato tribásico, magnesio fosfato terciario.	
442	Sales de amonio de ácido fosfatídico.	Emulsionante.
450i	Disodio pirofosfato, disodio dihidrógeno difosfato, disodio dihidrógeno pirofosfato.	Regulador de acidez, emulsionante, estabilizante, Secuestrante, Leudante químico.
450ii	Sodio (tri) difosfato, sodio (tri) pirofosfato ácido.	
450iii	Sodio (tetra) difosfato, sodio (tetra) pirofosfato.	
450v	Potasio (tetra) difosfato, potasio (tetra) pirofosfato.	Regulador de acidez, emulsionante, estabilizante, agente de firmeza, Secuestrante, Leudante químico.
450vi	Calcio-(di) Difosfato, Calcio (di) Pirofosfato.	Regulador de acidez, estabilizante.
450vii	Calcio (mono) dihidrógeno difosfato, Calcio Dihidrógeno difosfato, Calcio pirofosfato ácido, Calcio (mono) dihidrógeno pirofosfato.	Regulador de acidez- emulsionante, estabilizante, Secuestrante, Leudante químico.
451i	Sodio (penta) trifosfato, sodio tripolifosfato, sodio trifosfato.	Regulador de acidez, Secuestrante, estabilizante, agente de firmeza.
451ii	Potasio (penta) trifosfato, potasio tripolifosfato.	Regulador de acidez, estabilizante, agente de firmeza, Secuestrante.
452i	Sodio tetrapolifosfato, sodio metafosfato, sodio hexametáfosfato, sal de Graham.	Emulsionante, estabilizante, agente de firmeza, Secuestrante.
452ii	Potasio Polifosfato, Potasio Metafosfato Potasio polifosfato, potasio metafosfato.	Emulsionante, humectante, estabilizante, agente de firmeza, Secuestrante.
452iii	Calcio y Sodio Polifosfato.	Emulsionante, estabilizante, agente de firmeza, Secuestrante.
452iv	Calcio Polifosfato.	Emulsionante, Secuestrante, estabilizante.
452v	Amonio polifosfato.	Emulsionante, espesante, humectante, Secuestrante, regulador de acidez, agente de firmeza, conservante, estabilizante de color, Leudante químico, mejorador de harina, antioxidante, exaltador de sabor, antianglutinante/antihumectante.
541i	Aluminio y sodio fosfato ácido, aluminio (tri) Tetradecahidrógeno octafosfato de sodio tetrahidratado, aluminio (di) pentadecahidrógeno octafosfato trisódico.	Leudante químico.
541 ii	Aluminio y sodio fosfato básico.	Emulsionante, estabilizante, espesante, regulador de acidez, Leudante químico.
542	Calcio fosfatos (mezcla).	

INS: Sistema Internacional de Numeración CODEX ALIMENTARIUS FAO/OMS

Tabla 2: Aditivos alimentarios aprobados para su adición según fuente de alimentos. (25-33, 36-38)

Alimento	Número INS	Alimento	Número INS
Queso cottage.		Quesos fundidos.	339i, ii y iii, 340i y
Pasta de Cacao Alcalina.		Queso en polvo.	ii, 341i, ii y iii, 452i,
Torta de cacao alcalina.		Requesón.	ii y iii.
Pastillas		Conservas cárnicas.	339i, ii y iii, 340i, ii y
Aceites y grasas vegetales comestibles	338	Chacinados frescos, secos y cocidos.	iii, 450i, ii y iii, 450v,
excepto los aceites de oliva de prensión no		Salazones crudas	451ii, 452i y ii.
refinados.		Salazones cocidas.	339i, ii y iii, 340i y
Mayonesa		Harina de trigo.	ii, 450i, ii y iii, 450v,
Leches evaporadas y concentradas	339ii	Bizcochos y galletitas.	451ii, 452i y ii.
Manteca		Cereales para desayuno.	339i, ii y iii, 340i y
Bombones y bocaditos sin chocolate.		Helados comestibles listos para consumo.	ii, y iii, 450i ii y iii,
Rellenos para bombones.		Masas para empanadas, tartas, pasteles y	450v, vi, y vii, 451i y
Caramelos.	339iii	similares.	ii, 452i, ii, iii y iv.
Postres listos para el consumo.		Masa para pizza.	341i, ii y iii, 450i, iii y
Jalea de fantasía.	340iii	panes con pizza.	vii, 541i.
Leche en polvo.		Panes con levadura.	338, 339i y ii, 340i y
Panes listos para consumo y semilistos.		Panes con leudantes químicos.	ii, 341ii y iii, 342i y ii.
Pre mezclas a base de harina de trigo.		Pastas o fideos instantáneos con huevo.	338, 339i y ii, 340i
Polvos para preparar baños de repostería.		Baños de repostería listos para su uso.	y ii, 341i, ii, y iii,
Polvos para preparar rellenos para bombones.		Productos de repostería con leudantes	342i y ii.
Polvos para preparar rellenos para postres.		químicos.	339i, 450i, iii, y v,
Polvos o mezclas para preparar postres		Productos de repostería con levadura.	451i, 452i y ii.
Polvos para preparar rellenos de panificación		Alimentos con cacao para preparar bebidas.	339ii y iii, 450i y iii.
y repostería.	341iii	Crema de leche esterilizada y UAT.	338, 339i y ii, 340i, ii
Polvos para preparar bebidas.		Salsas emulsionadas y no emulsionadas.	y y iii, 341i, ii y iii, 342i
Condimentos vegetales o especias.		Sopas y caldos listos para consumo.	y ii, 450i, iii y vii, 541i.
Azúcar impalpable.		Aperitivos con grado alcohólico menor que	339i, 450i, iii, y v,
Sopas y caldos deshidratados.		15% vol.	451i, 452i y ii.
Cacao en polvo.		Licores [cóctel con grado alcohólico mayor que	339ii y iii, 450i, ii, iii, v y
Cacao en polvo desgrasado.		15% vol.]	vii, 451i y ii, 452i y ii.
Cacao en polvo dulce.		Bebidas no alcohólicas gasificadas y no	338, 339i y ii, 340i y
Chocolate		gasificadas	ii, 341i, ii y iii
Chocolate blanco			
Chocolate blanco de cobertura.	442		
Chocolate de cobertura.			
Chocolate con crema.			
Chocolate con leche			
Chocolate con leche de cobertura.			
Chocolate con leche descremada.			
Chocolate para taza.			
Cacao en polvo alcalino desgrasado			
Cacao en polvo solubilizado.	338, 442		
Cacao en polvo solubilizado dulce.			
Leche UAT	339 i, ii y iii.		
Polvos para preparar rellenos para helados	339iii, 341iii, 442		
Rellenos para helados listos para su uso	339iii, 442		
Chocolate relleno.	339iii, 442, 450iii		
Postre de gelatina o polvo para preparar postre	339ii, 450i		
de gelatina.			
Rellenos para postres listos para su uso.	339iii, 450iii		
Otras harinas de cereales.	341i, ii y iii.		
Sal			
Salsas deshidratadas.	341ii y iii		

INS: Sistema Internacional de Numeración CODEX ALIMENTARIUS FAO/OMS.

Nota: Las denominaciones de los alimentos, nombres genéricos y clasificaciones de los mismos corresponden a las definiciones del CAA.

Tabla 3: Resumen de los números INS de aditivos con fósforo aprobados por el CAA. (25-33, 36-38)

Número INS
338 al 343
442
450 al 452
541
542

necesariamente todos los alimentos mencionados los contienen. Un mismo aditivo puede presentar funciones diferentes según el alimento al cual se adicione. (25)

En el caso de la leche UAT, el CAA admite el uso de aditivos con fósforo, como estabilizantes, como sodio monofosfato, difosfato y trifosfato por separado o en combinación en una cantidad que no supere los 0,1 g/100 ml. (28)

En el caso de alimentos derivados de lácteos, por **Principio de transferencia de aditivos alimentarios**, *aquel aditivo que por haber sido empleado en las materias primas u otros ingredientes (incluyendo los aditivos alimentarios) sea transferido a un alimento, estará exento de la declaración en la lista de ingredientes, según ciertas condiciones expuestas en el CAA.* (25) Por lo que ciertos alimentos derivados de lácteos no indican aditivos con fósforo pero pueden tenerlo por la materia prima empleada.

En la panificación se utilizan aditivos en la levadura, y en la producción de bebidas gaseosas se los utiliza para mejorar el sabor y regular la acidez. (13, 29, 31) El uso de ácido fosfórico, en lugar de ácido cítrico o tartárico, resulta más económico. (13)

Las conservas cárnicas, mixtas y semiconservas utilizan aditivos con fósforo como estabilizante (tabla 2). El CAA permite una concentración máxima de 0,5 g/100 g como fósforo agregado, sin considerar el fósforo presente naturalmente en el alimento. Además el CAA, permite el agregado de aditivos con fósforo con función estabilizante en las salazones crudas y cocidas, a excepción del *jamón crudo* y *la bondiola*. (26) Debe considerarse el aporte de sodio como aditivo en los productos especificados.

Muchos de los alimentos procesados tendrían una vida útil más corta si no se utilizaran fosfatos en la industria. (13)

Según el CAA no es obligatoria la inclusión del fósforo en las etiquetas nutricionales, por lo que es decisión de la industria alimentaria su introducción en la información nutricional del producto. (38) Por

lo tanto, los pacientes tienen como único recurso ser educados en la lectura de las etiquetas nutricionales y en el reconocimiento de los aditivos de fosfatos, para elegir aquellos productos alimenticios que no los contengan.

Para el nutricionista involucrado en la atención del paciente con ERC, resulta útil el reconocimiento de las formas químicas en que el fósforo puede aparecer adicionado a un producto alimenticio. Asimismo es importante conocer el número INS correspondiente pues, con frecuencia, en el rótulo sólo figura el número y la función general. Según la población asistida o la población destinataria del material educativo que se desarrolle sobre el tema, será necesario la enseñanza de denominaciones como "FOS" o "PHOS" (en sus siglas en inglés) o bien el número INS.

## Conclusiones

El fósforo añadido durante el procesamiento alimentario es una importante fuente alimentaria del mineral por su magnitud y su elevada biodisponibilidad. (13)

La multiplicidad de formas químicas en que puede encontrarse, la variedad de sus potenciales funciones en los sistemas alimenticios y la diversidad de alimentos en los que puede ser adicionado, exacerbando el riesgo de su presencia en la alimentación habitual. Esta información es poco conocida por el consumidor, por lo que los profesionales de la salud deberían difundirla en la población de pacientes con ERC.

Es preciso, además, una legislación alimentaria que incorpore, en forma obligatoria, el fósforo en la Información nutricional de los rótulos de los productos alimenticios envasados con el objetivo de un mejor control del fósforo en la alimentación y de alcanzar niveles adecuados de fósforo sérico, sin afectar la ingesta proteica de los pacientes con ERC. Además, esta inclusión será de utilidad para la población general.

Asimismo resulta necesario que se declare el uso de aditivos de manera explícita, estandarizada y regular, mediante el uso de nomenclaturas que tanto los profesionales de la salud como los pacientes y sus familiares puedan reconocer con facilidad.

La educación del paciente es un componente del tratamiento integral de la ERC. (39) La educación alimentaria-nutricional permanente y centralizada en evitar las fuentes de fósforo inorgánico ha demostrado ser efectiva en los pacientes en diálisis. (40)

Es tarea del nutricionista realizar actividades educativas sobre las fuentes de fósforo. Será de utilidad enseñar a los pacientes los números INS y los principales nombres dados a los aditivos con fósforo.

Una dieta donde predominen las comidas rápidas y las conservas cárnicas como fuentes proteicas determinará un mayor aporte y absorción de fósforo que una dieta de similar contenido de fósforo de "origen natural" con predominio de alimentos frescos. (13)

Por último, el desarrollo, producción y comercialización de alimentos y productos alimenticios de consumo habitual con contenido reducido de fósforo diversificaría las elecciones alimentarias de pacientes con ERC y las indicaciones dietéticas de los profesionales de la salud, contribuyendo a reducir las restricciones alimentarias y a mejorar la dificultad de la adherencia al consejo dietético, característica de las patologías crónicas.

nista involucrado en el cuidado y tratamiento de los pacientes con ERC, implementar estrategias educativas para ayudarles a identificar los aditivos con fósforo en los alimentos y a disminuir el aporte de fósforo inorgánico de su dieta. Las actividades de educación alimentario-nutricional, según la población destinataria, podrían ser enseñar el número INS y/o los nombres de aditivos con fósforo. El uso del glosario de aditivos en conjunto con la lectura de los rótulos de los productos alimenticios puede contribuir al control del consumo de fósforo de alimentos industrializados.

El consejo nutricional debería hacer énfasis en el consumo de alimentos naturales como base de la alimentación diaria. Cuanto más natural sea la dieta, aportará menor contenido de fósforo, potasio y sodio, en comparación con los alimentos industrializados los cuales podrían consumirse en forma ocasional.

Por último, la inclusión del fósforo total (natural del alimento y el proveniente de los aditivos) en la información nutricional ayudaría a mejorar la estimación del aporte de fósforo de la dieta.

## Recomendaciones

El Grupo de Estudio de Nutrición y Enfermedad Renal Crónica de AADYND, recomienda al nutricio-

## Agradecimientos:

Los autores agradecen a las Licenciadas Roxana Carreras y Cristina Milano por la lectura crítica de este material y sus valiosos aportes.

## Referencias bibliográficas

1. Daugirdas JT, Chertow GM, Larive B, Pierratos A, Greene T, Ayus JC, Kendrick CA, James SA, Miller BW, Schulman G, Salusky IB, Klinger AS, and the Frequent Hemodialysis Network (FHN) Trial Group. Effects of Frequent Hemodialysis on Measures of CKD Mineral and Bone Disorder. *J Am Soc Nephrol* 2012; 23: 727–738.
2. Malberti F. Hyperphosphataemia: treatment options. *Drugs* 2013; 73(7):673–88.
3. Kuhlmann MK. Phosphate Elimination in Modalities of Hemodialysis and Peritoneal Dialysis. *Blood Purif* 2010; 29:137–144.
4. Uribarri J. Phosphorus Additives in Food and their Effect in Dialysis Patients. *Clin J Am Soc Nephrol* 2009; 4: 1290–1292.
5. Kalantar-Zadeh K. Patient education for phosphorus management in chronic kidney disease. *Patient Prefer Adherence* 2013;7:379–390.
6. Barbosa de Carvalho A, Cuppari L. Controle da Hiperfosfatemia na DRC. En: Diretrizes Brasileiras de Prática Clínica para o Distúrbio Mineral e Ósseo na Doença Renal Crônica. *J Bras Nefrol* 2008; 30(Supl 2):4-8.
7. Lornoy W, De Meester J, Becaus I, Billiou JM, Van Malderen PA, Van Pottelberge M, Impact of Convective Flow on Phosphorus Removal in Maintenance Hemodialysis Patients. *J Ren Nutr* 2006; 16(1): 47-53
8. Mucsi I, Hercz G, Uldall R, Ouwendyk M, Francoeur R, Pierratos A: Control of serum phosphate without any phosphate binders in patients treated with nocturnal hemodialysis. *Kidney Int* 1998; 53: 1399–1404.
9. Walsh M, Manns BJ, Klarenbach S, Tonelli M, Hemmelgarn B, Culleton B: The effects of nocturnal compared with conventional hemodialysis on mineral metabolism: A randomized-controlled trial. *Hemodial Int* 2010; 14: 174–181.
10. Ayus JC, Mizani MR, Achinger SG, Thadhani R, Go AS, Lee S: Effects of short daily versus conventional hemodialysis on left ventricular hypertrophy and inflammatory markers: A prospective, controlled study. *J Am Soc Nephrol* 2005; 16: 2778–2788.
11. International Union of Pure and Applied Chemistry IUPAC. Periodic Table of the Elements. Disponible en: [www.iupac.org](http://www.iupac.org). Accedido el 20 de Julio de 2013.

12. Kalantar-Zadeh K, Gutekunst L, Mehrotra R, Kovesdy CP, Bross R, Shinaberger CS, et al. Understanding Sources of Dietary Phosphorus in the Treatment of Patients with Chronic Kidney Disease. *Clin J Am Soc Nephrol* 2010; 5:519-530.
13. 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.
14. Peñalba A, Alles A, Aralde A, Carreras R, Del-Valle E, Forrester M, et al. Consenso metabolismo óseo y mineral. Sociedad Argentina de Nefrología. Versión 2010. Capítulo III. 25 hidroxivitamina D y tratamiento del hiperparatiroidismo secundario en la enfermedad renal crónica estadios 3-5. *Dial Traspl* 2011; 32 (1):23-25.
15. Brown AJ, Slatopolsky E: Vitamin D analogs: Perspectives for treatment. *Miner Electrolyte Metab* 1999; 25:337-341.
16. Slatopolsky E, Dusso A, Brown A: New analogs of vitamin D3. *Kidney Int* 1999; 73:46-51.
17. Kolbe N. The renal diet in 2010: Is it time for a shake up? *Nephrol News Issues* 2010; 24 (8):21-23.
18. Raines Bell R, Draper H, Zeng DYM, Shin HK, Schmidt GR. Physiological Responses of Human Adults to Foods Containing Phosphate Additives. *J. Nutr* 1977; 107: 42-50.
19. Aparicio B, Casas ME, Negri AL, Del Valle EE, Milano C. Fósforo oculto: Identificación de aditivos a base de fósforo en alimentos procesados según la información brindada en sus rótulos nutricionales. *Revista de nefrología, diálisis y trasplante* 2010; 30 (2): 58-63.
20. Benini O, D'Alessandro C, Gianfaldoni D, Cupisti A. Extra-phosphate load from food additives in commonly eaten foods: a real and insidious danger for renal patients. *J Ren Nutr* 2011; 21(4):303-8.
21. Murphy Gutekunst L, Uribarri J. Hidden Phosphorus-Enhanced Meats: Part 3. *J Ren Nutr* 2005; 15 (4):1-4.
22. Universidad Nacional de Luján. Tablas de composición de alimentos. Definición y expresión de nutrientes. Disponible en: <http://www.unlu.edu.ar/~argenfood>. Accedido el 2 de agosto de 2013.
23. 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; 4:1370-1373.
24. Resolución SENASA N° 553 del 08/07/2002 que sustituye completo el texto que fuera aprobado por el Decreto del PEN N° 4238 del 19/07/1968: Capítulo XX: Mataderos de aves. Disponible en: [www.senasa.gov.ar](http://www.senasa.gov.ar). Accedido el 10 de agosto de 2013.
25. Código Alimentario Argentino Capítulo XVIII: Aditivos Alimentarios. Disponible en: [www.anmat.gov.ar](http://www.anmat.gov.ar). Accedido el 24 de julio de 2013.
26. Código Alimentario Argentino Capítulo VI: Alimentos Cárneos y Afines. Disponible en: [www.anmat.gov.ar](http://www.anmat.gov.ar). Accedido el 24 de julio de 2013.
27. Código Alimentario Argentino Capítulo VII: Alimentos Grasos, Aceites Alimenticios. Disponible en: [www.anmat.gov.ar](http://www.anmat.gov.ar). Accedido el 24 de julio de 2013.
28. Código Alimentario Argentino Capítulo VIII: Alimentos Lácteos. Disponible en: [www.anmat.gov.ar](http://www.anmat.gov.ar). Accedido el 24 de julio de 2013.
29. Código Alimentario Argentino Capítulo IX: Alimentos Farináceos, Cereales, Harinas y Derivados. Disponible en: [www.anmat.gov.ar](http://www.anmat.gov.ar). Accedido el 24 de julio de 2013.
30. Código Alimentario Argentino Capítulo X: Alimentos Azucarados. Disponible en: [www.anmat.gov.ar](http://www.anmat.gov.ar). Accedido el 24 de julio de 2013.
31. Código Alimentario Argentino Capítulo XII: Alimentos Bebidas Hídricas, Agua y Agua Gasificadas. Disponible en: [www.anmat.gov.ar](http://www.anmat.gov.ar). Accedido el 24 de julio de 2013.
32. Código Alimentario Argentino Capítulo XIV: Bebidas Espirituosas, Alcoholes, Bebidas Alcohólicas Destiladas y Licores. Disponible en: [www.anmat.gov.ar](http://www.anmat.gov.ar). Accedido el 24 de julio de 2013.
33. Código Alimentario Argentino Capítulo XIX: Harinas, Concentrados, Aislados y Derivados. Disponible en: [www.anmat.gov.ar](http://www.anmat.gov.ar). Accedido el 24 de julio de 2013.
34. Código Alimentario Argentino Capítulo I: Disposiciones Generales. Disponible en: [www.anmat.gov.ar](http://www.anmat.gov.ar). Accedido el 24 de julio de 2013.
35. Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. Aditivos en los alimentos. Disponible en: [www.anmat.gov.ar](http://www.anmat.gov.ar). Accedido el 29 de Julio de 2013.
36. Código Alimentario Argentino Capítulo XV: Productos Estimulantes o Fruitivos. Disponible en: [www.anmat.gov.ar](http://www.anmat.gov.ar). Accedido el 24 de julio de 2013.
37. Código Alimentario Argentino Capítulo XVI: Correctivos y coadyuvantes. Disponible en: [www.anmat.gov.ar](http://www.anmat.gov.ar). Accedido el 24 de julio de 2013.
38. Código Alimentario Argentino. Capítulo V: Normas para la Rotulación y Publicidad de los Alimentos. Disponible en: [www.anmat.gov.ar](http://www.anmat.gov.ar). Accedido el 30 de julio de 2013.
39. Wright Nunes JA. Education of Patients With Chronic Kidney Disease at the Interface of Primary Care Providers and Nephrologists. *Adv Chronic Kidney Dis* 2013; 20(4):370-8
40. Sullivan C, Sayre SS, Leon JB, Machezano R, Love TE, Porter D, Marbury M, Sehgal AR. Effect of food additives on hyperphosphatemia among patients with end-stage renal disease. A randomized controlled trial. *JAMA* 2009; 301: 629-635.