



Población y Salud en Mesoamérica  
ISSN: 1659-0201  
[revista ccp@ucr.ac.cr](mailto:revista ccp@ucr.ac.cr)  
Universidad de Costa Rica  
Costa Rica

Martínez Hernández, Eduardo; De La Luz Maya, Rodolfo A.; Ramírez Robledo, María De Los Á.; Núñez-Murillo, Gabriela K.; Orozco-González, Claudia N.  
Biodisponibilidad de fósforo en alimentos y su efecto en la enfermedad renal crónica  
Población y Salud en Mesoamérica, vol. 19, núm. 2, 2022, Enero-Junio, pp. 285-312  
Universidad de Costa Rica  
San José, Costa Rica

DOI: <https://doi.org/10.15517/psm.v0i19.46292>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44670274014>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

CCP

Centro Centroamericano  
de Población

Doi: <https://doi.org/10.15517/psm.v0i19.46292>  
Volumen 19, número 2, Art. Cient. enero-junio 2022



# Población y Salud en Mesoamérica

## Biodisponibilidad de fósforo en alimentos y su efecto en la enfermedad renal crónica

Eduardo Martínez Hernández, Rodolfo A. De La Luz Maya, María De Los Á. Ramírez Robledo, Gabriela K. Núñez-Murillo, Claudia N. Orozco-González

### Cómo citar este artículo:

Martínez Hernández, E., De La Luz Maya, R., Ramírez Robledo, M., Núñez-Murillo, G. K. y Orozco-González, C. N. (2022). Biodisponibilidad de fósforo en alimentos y su efecto en la enfermedad renal crónica. *Población y Salud en Mesoamérica*, 19(2). Doi: 10.15517/psm.v0i19.46292



ISSN-1659-0201 <http://ccp.ucr.ac.cr/revista/>

Revista electrónica semestral

Centro Centroamericano de Población

Universidad de Costa Rica

## Biodisponibilidad de fósforo en alimentos y su efecto en la enfermedad renal crónica

*Bioavailability of phosphorus in food and its effect in chronic kidney disease*

Eduardo Martínez Hernández<sup>1</sup>, Rodolfo A. De La Luz Maya<sup>2</sup>, María De Los Á. Ramírez Robledo<sup>3</sup>, Gabriela K. Núñez-Murillo<sup>4</sup>, Claudia N. Orozco-González<sup>5</sup>

**Resumen:** **Introducción:** el objetivo del presente trabajo se centra en reconocer la importancia de las investigaciones que relacionan la biodisponibilidad de fósforo en diferentes grupos de alimentos de origen animal, vegetal e industrial y su efecto en la progresión de la enfermedad renal crónica (ERC). **Metodología:** la revisión se sustentó en la búsqueda literaria en páginas web como PUBMED, Redalyc, SciELO, SCIHUB y Google Academic. Se seleccionó cada estudio, descartando aquellos que no fueran cuantitativos u originales, estuvieran incompletos, sin metodología clara, realizados en mamíferos o si los resultados no se especificaban en porcentajes. La lectura puso especial énfasis en el índice de biodisponibilidad de fósforo derivado del consumo de distintos productos alimenticios. Se elaboraron tres matrices de acuerdo con el origen del comestible y la biodisponibilidad de fósforo que absorbe el organismo. **Resultados:** se encontró que los alimentos industrializados y los aditivos muestran una biodisponibilidad de fósforo del 90 % al 100 %, los de origen animal del 40 % al 80 % y los de origen vegetal del 30 %. **Conclusiones:** los aditivos de los alimentos industrializados promueven la hiperfosfatemia y, con ello, aceleran la progresión de la enfermedad renal crónica, a diferencia de los de origen animal y vegetal, menos perjudiciales para la salud. Esto da pauta a la formación del sector salud para ampliar su conocimiento sobre el tratamiento nutricional del paciente.

**Palabras claves:** enfermedad renal crónica, biodisponibilidad, fósforo orgánico e inorgánico, alimentos de origen animal vegetal e industrializados.

**Abstract:** **Introduction:** to know the importance of the investigations that relate the bioavailability of phosphorus in different groups of foods of animal, vegetable and industrialized origin and its effect on the progression in patients with Chronic Kidney Disease (CKD). **Methodology:** the review is based on a literary search that was carried out on web pages such as: PUBMED, Redalyc, SciELO, SCIHUB and Google Academic. Each of the studies was selected discarding those that were not quantitative, original, complete, with clear methodology, carried out in mammals, and that in their results specified the bioavailability of phosphorus in

<sup>1</sup> Universidad de Ixtlahuaca CUI, Ixtlahuaca, Estado de México, MÉXICO. [eduardo.mhernandez@uicui.edu.mx](mailto:eduardo.mhernandez@uicui.edu.mx), <https://orcid.org/0000-0003-4808-6870>

<sup>2</sup> Universidad de Ixtlahuaca CUI, Ixtlahuaca, Estado de México, MÉXICO. [rdelaluzmaya@gmail.com](mailto:rdelaluzmaya@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-6759-3195>

<sup>3</sup> Universidad de Ixtlahuaca CUI, Ixtlahuaca, Estado de México, MÉXICO. [angeles247mar@gmail.com](mailto:angeles247mar@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-5955-7266>

<sup>4</sup> Instituto Mexicano del Seguro Social, Guadalajara, Jalisco, MÉXICO. [gaby\\_3144@hotmail.com](mailto:gaby_3144@hotmail.com), <https://orcid.org/0000-0003-3235-6012>

<sup>5</sup> Universidad Internacional Iberoamericana, Campeche, Campeche, MÉXICO. [nelly.orozco@unini.edu.mx](mailto:nelly.orozco@unini.edu.mx), <https://orcid.org/0000-0002-8885-5198>

percentages. All the studies were read, placing main emphasis and interest on the percentage of phosphorus bioavailability when consuming different food groups. Three matrices were made according to the origin of the food and the bioavailability of phosphorus that is absorbed in the body; grouping them into foods of animal, vegetable and industrialized origin and additives. **Results:** it was found that industrialized foods and additives show a phosphorus bioavailability of 90-100%, those of animal origin 40-80%, those of plant origin 30%. **Conclusions:** The additives used in industrialized foods promote hyperphosphatemia and thus accelerate the progression of chronic kidney disease, unlike foods of animal and vegetable origin that are less harmful to health. This guides the training of the health sector, expanding its knowledge in the nutritional treatment of the patient.

**Key words:** chronic kidney disease, bioavailability, organic and inorganic phosphorus, foods of plant and industrialized animal origin.

**Recibido:** 09 abr, 2021 | **Corregido:** 22 nov, 2021 | **Aceptado:** 01 dic, 2021

## 1. Introducción

Una adecuada nutrición es importante en cualquier momento del ciclo de vida, especialmente si se presenta una patología como la enfermedad renal crónica (ERC), en la que, de acuerdo con su gravedad, cambian los requerimientos de micronutrientes y esto la hace susceptible a los efectos de una ingesta alta de fósforo (Chang y Anderson, 2017, p. 86).

### 1.1 Planteamiento de problema

El presente trabajo parte del cuestionamiento en torno a la proporción de la biodisponibilidad de fósforo en los alimentos y cuáles son sus consecuencias en la enfermedad renal crónica.

### 1.2 Objetivos

Con el fin de dar respuesta a dicha interrogante, se plantea, por un lado, evidenciar el origen y la biodisponibilidad de fósforo en los diferentes grupos de alimentos, así como el efecto en los pacientes con enfermedad renal crónica y, por otro, dar a conocer la biodisponibilidad de fósforo de origen orgánico e inorgánico.

A pesar de diversos mecanismos compensatorios, la retención de fósforo aparece y empeora a medida que progresla la ERC; esto conduce a complicaciones como hiperparatiroidismo secundario y elevaciones en factor de crecimiento fibroblástico-23 (FGF23) que, en un intento de aumentar la excreción de fósforo urinario para mantener el equilibrio, conllevan un mayor riesgo de mortalidad cardiovascular (Moe et al., 2011, p. 257). La restricción dietética de este mineral es difícil, debido al

elevado contenido de fosfato en la dieta occidental típica de productos lácteos y fuentes de proteínas (Karp, Vaihia, Karkkainen, Niemisto y Lamberg, 2007, p. 251).

El fósforo está presente como fosfolípidos y nucleótidos en una amplia gama de comidas, por ejemplo, en la carne de mamíferos, aves y peces, además, se encuentra en forma de fosfato unido a cadenas laterales de aminoácidos, el cual se libera durante la digestión (Cupisti y Kalantar, 2012, p. 181). Otros alimentos de origen animal, tales como carne, leche, huevos y los de origen vegetal, incluidos cereales, legumbres y semillas, también contribuyen a la ingesta total de fósforo. Al lado de las fuentes naturales, puede hallarse como fósforo inorgánico en forma de aditivo alimentario (Karp et al., 2007, p. 252).

Ahora, su biodisponibilidad depende de la forma química que tome, cuya absorción varía ampliamente y, en general, es menor para el fósforo de origen vegetal, más alto para el de origen animal y aún más alto en conservadores a base de fósforo inorgánico (Cupisti y Kalantar, 2012, p. 180).

## 2. Metodología

### 2.1 Enfoque

Esta investigación es cuantitativa, no experimental de tipo transversal y descriptiva.

### 2.2 Población de estudio

En la primera etapa, se efectuó una búsqueda electrónica en las diferentes bases de datos, a fin de identificar artículos que implementaran estudios de biodisponibilidad de fósforo en el tracto gastrointestinal; se utilizaron los sitios PUBMED, Redalyc, SciELO, SCIHUB y Google Academic, con las siguientes palabras clave: *bioavailability of phosphorus; food with phosphorus; vegetables and phosphorus meat and match; additives and phosphorus* (para idioma inglés); biodisponibilidad de fósforo; alimentos con fósforo; vegetales y fósforo; carnes y fósforo; aditivos con fósforo (para idioma español). Luego, se establecieron límites, según se describe en la tabla 1.

**Tabla 1**  
Criterios de límites

<b>Tipo de diseño</b>	<b>Idioma</b>	<b>Tipo estudio</b>	<b>Temporalidad</b>
Ensayo clínico	Ingles/español	Biodisponibilidad de fosforo en alimento de origen vegetal	2007-2020
		Biodisponibilidad de alimentos en origen animal	
		Biodisponibilidad de fosforo en alimentos industrializados	
Ensayo experimental	Inglés/español	Biodisponibilidad de fosforo en alimento de origen vegetal	2007-2020
		Biodisponibilidad de alimentos en origen animal	
		Biodisponibilidad de fosforo en alimentos industrializados	
Descriptivo	Inglés/español	Biodisponibilidad de fosforo en alimento de origen vegetal	2007-2020
		Biodisponibilidad de alimentos en origen animal	
		Biodisponibilidad de fosforo en alimentos industrializados	

De tal modo, la primera búsqueda mostró 2787 publicaciones con las palabras «biodisponibilidad de fósforo». Para especificar que la metodología correspondiera a estudios de biodisponibilidad, se escribieron las palabras clave alimentos, vegetales, animales y aditivos, y CKD con el operador AND entre ambas frases para combinarlas; de ahí, se redujo a 200 documentos a partir de 2010 (figura 1). Sin embargo, desde la revisión del resumen, se eliminaron aquellos referentes al contenido de fósforo en alimentos, pero no a la biodisponibilidad. Igualmente, se descartaron estudios que no presentaran los resultados en porcentajes e investigaciones no realizadas en seres humanos. Ese ejercicio recortó el número a 31 artículos (20 en inglés y 11 en español), el más antiguo data del año 2015.

Durante la segunda selección, se localizaron los artículos completos. Los datos se recuperaron de bases como PUBMED y en Google Académico, así, se obtuvieron únicamente 29 trabajos; al ser examinados, se excluyeron cuatro: dos, por su metodología poco clara y dos, por tratarse de revisiones sistemáticas. Al final de esta fase, permanecieron 25 documentos.

De los 25 artículos encontrados, 10 fueron concretados en los Estados Unidos, cinco en Finlandia, tres en España, dos en Argentina, tres en México, uno en Colombia y uno en Italia. El 44 % fue realizado en universidades, el 39 % en hospitales y el 17 % en centros de investigación. Asimismo, 11 se trataron de ensayos clínicos, tres de investigación básica, tres cuasi experimentales y uno de tipo descriptivo transversal.

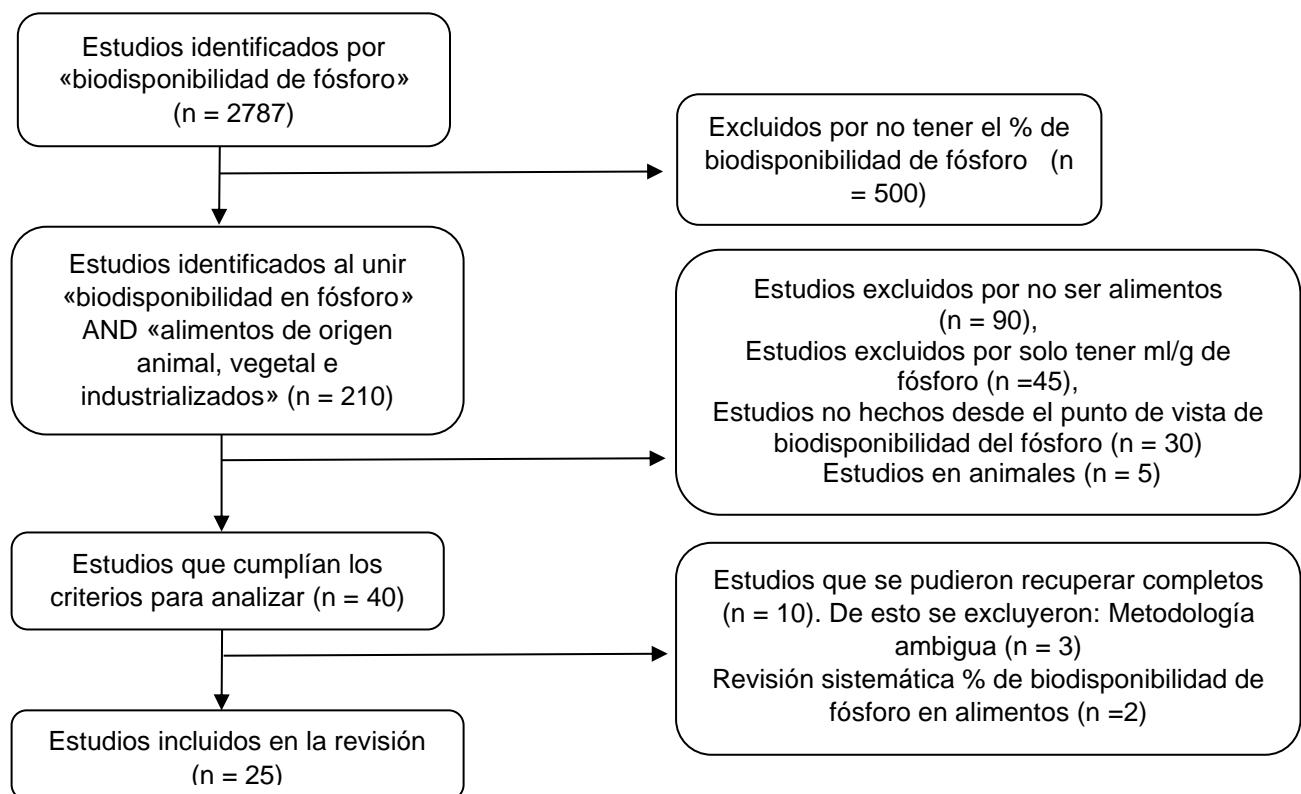
Una vez analizado el contenido de los artículos, primero, se sistematizaron los datos mediante tres matrices, agrupando los alimentos conforme a la disponibilidad del fósforo: origen vegetal, origen animal, industrializados y aditivos. Por último, se comparó el porcentaje de biodisponibilidad entre grupos.

### 2.3 Técnicas de recolección

En la figura 1 se aprecia la forma en que se desarrolló la recolección de la información.

Figura 1

Diagrama de flujo del proceso de técnicas de recolección e inclusión de estudios para análisis



## 2.4 Procesamiento de análisis

El análisis de la información es de tipo descriptivo, la técnica utilizada es cuantitativa, las categorías se construyeron de acuerdo con el tipo de origen del alimento (origen vegetal, origen animal, industrializados), se omitió la prueba estadística, ya que solo se emplearon operaciones simples (suma y resta) y, al respecto, no se obtuvo ningún nivel de significancia. Se recurrió al programa de Word para toda la revisión.

## 2.4.1 Resultados de la biodisponibilidad de fósforo en alimentos de origen animal

En este grupo se incluyeron nueve artículos de los 24 contemplados (tabla 2). El fósforo está presente como fosfolípidos y nucleótidos en una amplia gama de alimentos, por ejemplo, en la carne de mamíferos, aves y peces, de igual manera, en forma de fosfato unido a cadenas laterales de aminoácidos, el cual se libera durante la digestión (Cupisti y Kalantar, 2012, p. 181).

**Tabla 2**

Biodisponibilidad de fósforo en alimentos de origen animal

Autor	Tipo de alimento	Tipo de estudio	Población	Biodisponibilidad de fósforo
(Karp et al., 2007)	Quesos duros no procesados	Investigación básica	Ninguna. Muestras digeridas enzimáticamente (como en el tubo digestivo).	53 % - 76 %
(Cupisti y Kalantar, 2012)	Res, pollo y pescado	Ensayo clínico	Pacientes con ERC, en adulteza.	60 % - 80 %
(Delgado et al., 2011)	Leche	Ensayo clínico	Adolescentes varones sin enfermedad, entre 11 y 14 años de edad.	40 % - 60 %
(Chang y Anderson, 2017)	Carnes	Investigación básica	Simulación del tracto gastrointestinal.	10 % - 30 %
(Llach, 2009)	Carne y queso	Ensayo clínico	Pacientes con diálisis.	60 % - 86 %
(Pachulu et al., 2013)	Alimentos cárnicos	Ensayo clínico	Pacientes juveniles con diálisis y hemodiálisis.	40 % - 80 %
(Pachulu et al., 2014)	Alimentos cárnicos	Ensayo clínico	Ninguno. Simulación del tracto gastrointestinal.	40 % - 60 %

Autor	Tipo de alimento	Tipo de estudio	Población	Biodisponibilidad de fósforo
(Urribarri, 2007)	Res, aves, pescados, huevos y lácteos	Ensayo clínico	Pacientes con ERC y hemodiálisis.	30 % - 60 %
(Espinosa, 2016)	Leche	Cuasi experimental	Población con alto riesgo de padecer ERC.	40 % - 60 %

#### 2.4.1.1 Carnes

La biodisponibilidad del fósforo oscila entre el 40 % y el 80 %, según estudios de investigación básica. Chang y Anderson (2017, p. 817) suministraron una dieta mixta para evaluarla, por medio de simulación del tracto gastrointestinal y describieron de un 10 % a un 30 % de biodisponibilidad. Por el contrario, Pachulu et al. (2013, p. 24) obtuvieron cifras del 40 % al 60 % con un método idéntico. Más tarde, Pachulu et al. (2014, p. 12) valoraron la biodisponibilidad del fósforo de una dieta hiperproteica, con resultados del 40 % al 80 %.

En tanto, los estudios clínicos demostraron proporciones del 30 % al 80 %. En particular, Cupisti y Kalantar (2012, p.181) brindaron a pacientes con ERC una dieta rica en carne de res durante una semana y las consecuencias observadas fueron de una elevación del 60 % al 80 %. Por su parte, Urribarri (2007, p. 299) ofreció a pacientes en hemodiálisis una dieta que incluía carne de res y encontró una biodisponibilidad del 30% al 60 %.

El comportamiento de las carnes blancas parece ser similar al de las rojas, pues los números oscilan entre el 40 % y el 80 %. De nuevo, Cupisti y Kalantar (2012, p. 182) alimentaron a pacientes con un régimen a base de carne de pollo y pescado a lo largo de una semana, el cual exhibió porcentajes del 60 % al 80 %. Aparte, Ramírez (), citado en Llach (2009, p. 11) implementó, por una semana, una dieta nefrópata en pacientes con diálisis peritoneal, equivalente a valores que iban del 60 % al 86% de biodisponibilidad de fósforo.

#### 2.4.1.2 Huevo

La biodisponibilidad del fósforo en el huevo es menor y varía del 30 % al 60 %. Urribarri (2007, p. 299) administró una alimentación a pacientes con hemodiálisis, la cual aportaba como máximo 1500 mg de fósforo; luego, al verificar su biodisponibilidad describió que esta era del 30% al 60 %.

#### 2.4.1.3 Lácteos

El caso en la leche y los quesos corresponde a porcentajes del 30 % al 80 %, como se explica a continuación. Espinosa (2016, p. 95) aplicó un esquema alto en lácteos, en el curso de un mes, a sujetos con riesgo de ERC e identificó una biodisponibilidad del 40 % al 60 % y, también, un aumento de los niveles de fósforo sérico y una disminución de los de calcio en suero. Ramírez (citado en Llach, 2009, p. 11) dirigió una dieta para nefrópata a pacientes con diálisis e incorporó queso durante una semana, el índice obtenido fue del 60 % al 86 %. Urribarri (2007, p. 299) proveyó leche a pacientes con hemodiálisis y la porción de biodisponibilidad fue menor a la anterior (del 30 % al 60 %), debido al tratamiento térmico al cual fue sometida dicha bebida.

En relación con los quesos, la biodisponibilidad fluctúa entre el 53 % y el 76 %, esto reportado por Karp et al. (2007, p. 253), quienes la midieron, utilizando una simulación de tracto digestivo. Mientras tanto, Delgado et al. (2011, p. 89) controlaron por dos semanas la ingesta abundante en lácteos en un grupo de adolescencia sin enfermedad alguna y comprobaron una biodisponibilidad de fósforo del 40 % al 60 %.

#### 2.4.2 Resultados de la biodisponibilidad de fósforo en alimentos de vegetal

En este tipo de investigación se abarcaron nueve artículos, en donde la gran parte del fósforo en los alimentos de origen vegetal se encontraba como fitato (tabla 3) y tenía una menor biodisponibilidad, puesto que, la mayoría de los mamíferos, inclusive la humanidad, no cuenta con la enzima fitasa para desdoblar el fósforo proveniente de este tipo de comidas, por tanto, se perjudica su absorción.

**Tabla 3**

Biodisponibilidad de fósforo en alimentos de origen vegetal

Artículo	Tipo de alimento	Tipo de estudio	Población	Biodisponibilidad de fósforo
(Cupisti y Kalantar, 2012)	Leguminosas	Ensayo clínico	Pacientes con ERC, en adultez.	30 % - 40 %
(Moe et al., 2011)	Verduras	Ensayo clínico	Pacientes con ERC en estadios 3 y 4, en adultez.	40 %
(Karp et al., 2011)	Leguminosas	Investigación básica	Muestras digeridas enzimáticamente (como en el tubo digestivo).	38 %
(Delgado et al., 2011)	Leguminosas	Ensayo clínico	Adolescentes varones sin enfermedad de entre 11 y 14 años de edad.	10 % - 30 %
(Chang y Anderson, 2017)	Leguminosas	Investigación básica	Muestra dirigida a tracto gastrointestinal.	40 %
(García et al., 2017)	Leguminosas	Ensayo clínico	En 17 pacientes con ERC.	50 %
(Yanowsky et al., 2015)	Frijoles, cereales, frutos secos	Cuasi experimental	Pacientes con ERC, sin tratamiento sustitutivo.	50 %
(Torres et al., 2017)	Verduras	Ensayo clínico	Muestra dirigida a tracto gastrointestinal.	40 % - 60 %
(Karp et al., 2011)	Semillas de sésamo con casco	Investigación básica	Muestras digeridas enzimáticamente (como en el tubo digestivo).	6 %

#### 2.4.2.1 Leguminosas y oleaginosas

La biodisponibilidad de las leguminosas equivale a cifras entre el 10 % y el 50 %, de acuerdo con los resultados de investigación básica y ensayos clínicos. Al respecto, Karp et al. (2011, p. 256) reportaron una biodisponibilidad de fósforo del 38 % al medir las leguminosas por espectrometría de emisión óptica y simulación del tubo digestivo. En otro estudio, Chang y Anderson (2017, p. 810) determinaron, con el mismo método, una biodisponibilidad del 40 %. Delgado et al. (2011, p. 88) analizaron el tema con una dieta rica en leguminosas dirigida a adolescentes varones sin enfermedad de 11 a 14 años de edad y concluyeron índices del 10 % al 30 %.

A la par, Cupisti y Kalantar (2012, p. 182) probaron una alimentación basada en leguminosas en pacientes con ERC y, transcurrida una semana, puntualizaron que la biodisponibilidad del fósforo era del 30 % al 40 %. García et al. (2017, p. 44) definieron valores de hasta el 50 %, al estudiar una dieta rica en leguminosas, especialmente frijoles y semillas, en 17 pacientes con ERC; además, describieron una disminución del fósforo en las primeras semanas.

#### 2.4.2.2 Verduras

Con referencia a las verduras, su biodisponibilidad alcanza porcentajes entre el 40 % y el 60 %, en concordancia con los hallazgos de dos estudios. En el primero, Moe et al. (2011, p. 260) dieron a pacientes con ERC en estadios 3 y 4 una buena cantidad de verduras para un aporte de 1200 mg; a los siete días, cuantificaron el fósforo urinario e indicadores bioquímicos, lo cual derivó en una biodisponibilidad del 40 %. En adición, Torres et al. (2017, p. 23) expusieron que la absorción de fósforo inorgánico es del 40 % al 60 %.

#### 2.4.2.3 Cereales

En cuanto a los cereales, la proporción de biodisponibilidad del fósforo equivale al 50 %, conforme a los resultados de Yanowsky (2015, p. 19), el único estudio quasi experimental en pacientes con ERC sin tratamiento sustitutivo, en el que emplearon un régimen alimentario alto en fitatos provenientes de frijoles y cereales.

#### 2.4.3 Resultados de la biodisponibilidad de fósforo en alimentos industrializados

El fósforo es el componente principal de muchos conservadores y aditivos que se utilizan principalmente para extender la vida útil del alimento, mejorar el color, el sabor y retener la humedad, tal como han mencionado distintos autores (tabla 4). El fósforo inorgánico no está unido

a proteínas, por ende, las sales de fósforo se disocian y se absorben más fácilmente en el tracto intestinal.

**Tabla 4**

Biodisponibilidad de fósforo en alimentos industrializados y aditivos

Artículo	Tipo de alimento	Tipo de estudio	Población	Biodisponibilidad de fósforo
(Moe et al., 2010)	Aditivo sal de fosfato	Ensayo clínico	Pacientes con ERC en estadios tres y cuatro, en adultez.	100 %
(Karp et al., 2011)	Bebidas de cola y cerveza	Investigación básica	Muestras digeridas enzimáticamente (como en el tubo digestivo).	87 % - 100 %
(Karp et al., 2011)	Alitas industrializadas	Investigación básica	Muestras digeridas enzimáticamente (como en el tubo digestivo).	100 %
(Karp et al., 2007)	Difosfato	Investigación básica	Muestras digeridas enzimáticamente (como en el tubo digestivo).	100 %
(Karp et al., 2011)	Quesos procesados	Investigación básica	Muestras digeridas enzimáticamente (como en el tubo digestivo).	89 % - 100 %
(Cupisti y Kalantar, 2012)	Ácido fosfórico	Ensayo clínico	Pacientes con ERC, en adultez.	> 80 %
(Karp et al., 2007)	Sal de fosfato	Ensayo clínico	Muestra de 16 mujeres entre 20 y 30 años de edad.	100 %
(Chang y Anderson, 2017)	Aditivos de fosfato	Investigación básica	Muestras digeridas enzimáticamente (como en el tubo digestivo).	100 %
(García et al. 2017)	Ácido fosfórico	Ensayo clínico	Muestra dirigida a tracto gastrointestinal.	90 % -100%
(Sullivan et al., 2007)	Fosfatos de monocalcio	Ensayo clínico	Ninguna.	90 %

Artículo	Tipo de alimento	Tipo de estudio	Población	Biodisponibilidad de fósforo
(Barril et al., 2013)	Polifosfatos	Estudio descriptivo transversal	Muestra dirigida al tracto gastrointestinal.	90 % - 100 %
(Kalantar et al., 2010)	Sales fosfóricas en alimentos industrializados	Cuasi experimental	Ocho voluntarios sin enfermedad, con dieta de 95 g de proteína y alimentos con aditivos fosfóricos.	90 %
(Lage y Alves, 2016)	Sales fosfóricas	Ensayo clínico aleatorizado	Pacientes con ERC en estadio cinco, en adultez.	100 %
(Lou et al., 2014)	Ácido Fosfórico	Investigación básica	Muestra dirigida al tracto gastrointestinal.	90 %

En efecto, la biodisponibilidad del fósforo inorgánico es alta y varía en un 87 % y un 100 %, de acuerdo con diversos resultados publicados. Para Sullivan et al. (2007, p. 351) el fosfato de monocalcio tiene una biodisponibilidad del 90 %, demostrada en 38 productos industrializados de pollo a través de un programa informático, con un promedio de 440 mg de fósforo, lo cual representa la mitad del seguimiento en pacientes con ERC.

Asimismo, Barril et al. (2013, p. 365) y Pachulu et al. (2014, p. 13) se valieron de las tablas de ratio fósforo/proteína para analizar los aditivos usados en la industria alimentaria, de tal forma, por cada 100 g de polifosfatos, la muestra arrojó una biodisponibilidad del 90 % al 100 % (tabla 5 y tabla 6).

**Tabla 5**

Ratio fósforo/proteína de fuentes alimenticias con fósforo inorgánico

Grupo de alimentos	Proteína (g)	Fósforo (mg)	Ratio fósforo/proteína (mg/g)	Potasio (mg)	Sodio (mg)
<b>Bollería</b>					
Croissant	7,5	95	12,66	136	492
Galleta con chocolate tipo «cookies»	6,2	82	13,22	92	220
Donut	6,1	81	13,27	102	443
Galletas	10	133	13,3	200	300
Ensaimada	5,7	79	13,85	84	294
Croissant de chocolate	5,6	87	15,53	170	110
Galleta, genérico	6,76	124,42	18,40	169,75	409,9
Magdalena	6,1	231	37,86	88	211
<b>Chocolates</b>					
Chocolate negro	8,2	219	26,70	460	106
Chocolate blanco	8	230	28,75	350	110
Salsas					
Ketchup	3,4	40	11,76	480	910
Sopa de sobre sin reconstituir	10,99	194,4	17,68	319,2	613,2
Salsa bechamel	4,1	110	26,82	160	400
<b>Bebidas y refrescos</b>					
Limonada	0,5	11	22	82	2
Cava	0,2	7	35	48	4
Refresco sabor naranja sin gas	0,1	4	40	40	1
Cerveza sin alcohol	0,38	20	52,63	40	2,6
Cerveza oscura 8-9°	0,6	33,5	55,83	92	11,5

Vino rosado	0,1	6	60	75	4
Vino tinto	0,23	14	60,86	93	4
Cerveza con alcohol	0,5	55	110	37	4,4
Vino blanco	0,1	15	150	82	2
<b>Otras fuentes</b>					
Lasaña	6,3	93	14,76	159	181
Pizza precocinada	8,2	179	21,82	201	520
Albóndigas en conserva	6,8	243,2	35,76	614,3	929,3

**Tabla 6**  
Relación fósforo-proteína de fuentes alimenticias con fósforo inorgánico

Grupo de alimentos	Proteína (g)	Fósforo (mg)	Relación fósforo-proteína (mg/g)	Potasio (mg)	Sodio (mg)	Aditivos
<b>Lácteos y derivados</b>						
Leche UP entera Sancor extra calcio con vitamina A, D y B9 2,3	3	85	28.33	0	59	Fosfato tricálcico
Leche UP Sancor parcialmente descremada 3	3	95	31.33	0	62	Fosfato tricálcico
Leche UAT Sancor parcialmente descremada 3	3	95	31.66	0	49	Fosfato tricálcico
Leche Nestlé La Lechera Calcio con vitaminas y	2.35	80.5	34.25	0	45.5	Pirofosfato de hierro

Grupo de alimentos	Proteína (g)	Fósforo (mg)	Relación fósforo-proteína (mg/g)	Potasio (mg)	Sodio (mg)	Aditivos
ácidos grasos esenciales 2,3						
Leche chocolatada CINDOR 2	3.6	127	35.27	0	74	Tripoli-fosfato de sodio
<b><i>Yogur y postres a base de leche</i></b>						
Postre dietético edulcorado fortificado Ser, sabor chocolate 2,3	4.2	137	32.61	0	107	Tripoli-fosfato de sodio
Flan dietético sin huevo, fortificado Ser, sabor dulce de leche 3	4	143.81	35.95	0	100	Tripoli-fosfato de sodio
Flan dietético sin huevo, fortificado Ser, sabor chocolate 3	4.10	155.24	37.86	0	104.74	Tripoli-fosfato de sodio
Postre Ser, sabor <b><i>crème brûlée</i></b> 3	3.5	141	40.28	0	97	Tripoli-fosfato de sodio
<b><i>Carne vacuna</i></b>						
Hamburguesa Good Mark con orégano 2,3	18.75	266.25	14.20	0	941.25	Fosfato de calcio
Hamburguesa Good Mark <b><i>superburger</i></b> 2,3	18.75	268.75	14.33	0	950	Fosfato de calcio

Grupo de alimentos	Proteína (g)	Fósforo (mg)	Relación fósforo-proteína (mg/g)	Potasio (mg)	Sodio (mg)	Aditivos
Hamburguesa Good Mark <i>light</i> 2,3	17,5	253.75	14.5	0	871.25	Fosfato de calcio
<b>Ave</b>						
Medallón de pollo Granja del Sol 2,3	13.85	162.30	11.72	0	642.30	Fosfato de sodio
Suprema de pollo Granja del Sol clásica 2,3	16.15	193.84	12	0	601.53	Tripoli-fosfato de sodio
Suprema de pollo Granja del Sol con jamón y queso 2,3	13.84	191.53	13.84	0	579.23	Tripoli-fosfato de sodio
<b>Pescados</b>						
Medallón de merluza Granja del Sol 2,3	11.53	150.76	13.07	0	562.30	Tripoli-fosfato pentasódico
Bastoncitos de merluza Granja del Sol 2,3	11.53	176.92	15.53	0	607.69	Fosfato de sodio
<b>Fiambres y embutidos</b>						
Salchicha tipo viena sin piel Granja Iris 2,3	11	185	16.82	0	785	Sodio tetrapoli-fosfato
<b>Cereales de desayuno</b>						
Cereales Nestlé Corn Flakes 3,4	10	360	36	0	586.66	Fosfato tricálcico y trisódico

Grupo de alimentos	Proteína (g)	Fósforo (mg)	Relación fósforo-proteína (mg/g)	Potasio (mg)	Sodio (mg)	Aditivos
Cereales Nestlé Fitness y Fruits 3,4	7	300	42.85	0	466.66	Fosfato trisódico
Cereales Nestlé Nesquik 3,4	4	200	54.64	0	326.66	Fosfato trisódico y tricálcico
Cereales Nestlé Trix 3,4	3.66	200	54.64	0	326.66	Fosfato tricálcico y trisódico
Cereales Nestlé Gold 3,4	4.6	270	58.69	0	430	Fosfato tricálcico

Chang y Anderson (2017, p. 12) estudiaron el mismo asunto a partir de una simulación del tracto gastrointestinal y reportaron una proporción del 100 %. De igual modo, Lou, Arnaudas, Caverni y Vercet, (2014, p. 505) observaron un 90 % de biodisponibilidad al someter el ácido fosfórico en simulación del tracto gastrointestinal. Luego, Karp et al. (2011, p. 418) implementaron dicho método con tipos de aditivos derivados del fósforo y concluyeron que la biodisponibilidad en las bebidas de cola y cerveza era del 87 % al 100 %, en las alitas industrializadas del 100 % y en quesos procesados de un 89 % a un 100 %.

Por su parte, los estudios clínicos son coincidentes y sugieren que la biodisponibilidad del fósforo inorgánico es muy alta y que tendría efectos indeseables incluso en la adultez sin enfermedad. En detalle, Kalantar et al. (2010, p. 523) experimentaron por cuatro semanas con una dieta de 2200 calorías en un grupo de adultez sin enfermedad, con un aporte de 95 g de proteína y alimentos libres de aditivos, seguida de otra con abundantes aditivos alimentarios, la cual ocasionó malestar intestinal, heces blandas, aumento en los niveles séricos de fósforo y disminución de calcio en suero, así, se corroboró la alta biodisponibilidad del fósforo inorgánico.

De forma similar, Karp et al. (2007, p. 418) evaluaron el efecto de una ingesta rica en fósforo proveniente de carne, cereales integrales, queso y sales de fosfato disódico y trisódico en mujeres sin enfermedad de 20 a 30 años de edad. Sus resultados revelaron una biodisponibilidad del 100

% para el fósforo producto de la sal de fosfato y un crecimiento de los niveles de hormona paratiroidea, esto apunta a posibles repercusiones en el remodelado óseo.

Al igual que en el estudio anterior, la cuestión también ha sido evaluada en pacientes con ERC; Lage y Alves (2016, p. 4) descubrieron una biodisponibilidad del 100 % como sal de fosfato en el estudio de pacientes con ERC estadio 5; Moe et al. (2010, p. 5) proveyeron gran cantidad de alimentos industrializados que contenían sal de fosfato a pacientes con ERC estadios 3 y 4, luego de siete días notificaron una biodisponibilidad del 100 %. Cupisti y Kalantar (2012, p. 10) informaron una cifra del 80 % al examinar la dieta de un grupo de adulzete, basada en alimentos con ácido fosfórico, por una semana. Finalmente, para el caso de García et al. (2017, p. 44), esto varió de un 90 % a un 100 % al administrar un régimen alto en aditivos añadidos, lo cual, además, produjo el alza de los niveles séricos de fósforo.

### 3. Resultados

Actualmente, la biodisponibilidad de fósforo se ha convertido en uno de los temas más importantes en el campo de la nutrición renal, se trata de un factor determinante para la progresión o el retraso de las enfermedades relacionadas. Al respecto, St.-Jules et al. (2016, p. 68) y Suki y More (2016, p. 6) demostraron que la biodisponibilidad de fósforo en alimentos industrializados y aditivos es más alta que en aquellos de origen vegetal y animal (Delgado et al. 2011, p. 88). Se encontró que el fósforo orgánico en estos últimos tiene menor biodisponibilidad que el inorgánico, presente en los aditivos alimentarios; esto, por cuanto el organismo humano carece de la enzima fitasa endógena, encargada de hidrolizar el fósforo proveniente de los vegetales, para así absorberlo y asimilarlo en el intestino delgado. Es importante señalar que los datos expuestos en el 61 % de los artículos son fruto de estudios de simulación del tubo gastrointestinal y de pacientes con ERC sometidos a régimen alimentario, lo que habla de la factibilidad de ejecutar estos análisis en ensayos clínicos.

La presente revisión narrativa tuvo como objetivo identificar y analizar artículos relacionados con estudios de biodisponibilidad de fósforo en diferentes alimentos de origen vegetal, animal, industrial y en aditivos, así como examinar el tipo de estudio. Al desarrollar dicho ejercicio, se enfrentaron algunas limitaciones alrededor del análisis de resultados; en primer lugar, los trabajos sin ningún tipo de población, pero apoyados en una simulación de tubo digestivo, aspectos que imposibilitan conocer mejor la biodisponibilidad de fósforo, pues el proceso y el metabolismo a lo interno del organismo resulta más complejo que el de un simulador.

En segundo lugar, si bien al inicio se recabó una gran variedad de documentos, la mayoría eran revisiones sistemáticas; se decidió consultar su bibliografía, pero esto no fue favorable, ya que seguían apareciendo revisiones, lo cual limitó la disponibilidad de artículos originales; aquellos seleccionados estaban en inglés y español. Se excluyó un número alto, porque algunos autores no fueron específicos en el tipo de investigación o no señalaron en cuál porcentaje se encontraba la biodisponibilidad de fósforo en los alimentos, lo que nos eximió de conocer la similitud con otros trabajos.

Por último y sumado a lo anterior, no todas las publicaciones precisan la clase de alimento probado, solo generalizan los grupos y en paralelo definen el porcentaje; esta especificación hubiera sido muy provechosa, al dar a conocer los alimentos exactos con mayor biodisponibilidad de fósforo en el organismo, a fin de restringirlos de la dieta del paciente nefrótico, inclusive, para la población general, aportaría información preventiva acerca del consumo y, en consecuencia, se reducirían las complicaciones asociadas a la función renal.

Con todo, esta revisión pretende contribuir a la concienciación sobre los alimentos y su biodisponibilidad de fósforo, en tanto se pone de manifiesto que los productos industrializados y los aditivos como potenciadores del sabor, reguladores del pH y antioxidantes tienen mayor biodisponibilidad de fósforo que los de origen vegetal; así, este saber es aplicable a la oportuna y la adecuada restricción alimentaria del paciente con nefropatía.

Aún falta mucho por investigar en relación con esta temática; gran parte de los estudios están dirigidos al contenido de fósforo dentro del alimento y, muy pocos, a la biodisponibilidad ejercida en el organismo; de hecho, el consumo de fósforo es cada vez más común, dado el incremento de la ingesta de productos industrializados y procesados (Osuna et al., 2017, p. 144). Asimismo, existen escasos análisis de pacientes con enfermedad renal o de grupos sanos, donde se describan los efectos producidos por el fósforo, en virtud de la diferente filtración glomerular del riñón en cada caso.

En razón de lo dicho, resulta importante determinar la relación entre la preinscripción de fármacos con contenido de bicarbonato de sodio a pacientes con ERC y la alimentación y la biodisponibilidad del fósforo; ello, pues se ha investigado que la biodisponibilidad se aminora al recetar ese tipo de fármacos, junto con la ingesta alimentaria. Otra perspectiva fundamental ataña al vínculo de la suplementación con vitamina D y la absorción de fósforo (Schlemmer, Frölich, Prieto y Grases (2009, p. 343; Martín, 2013, p. 41). Además, sería pertinente impulsar estudios respectivos a alimentos con menos biodisponibilidad, con el objeto de ser incorporados a la dieta del paciente con ERC.

En adición, se ha visto que los quelantes de fosfato ingeridos vía oral y el uso de vitaminas como la nicotinamida afectan la biodisponibilidad de fósforo, por tal motivo, podría analizarse el punto con más detenimiento. Se cree que la biodisponibilidad de fósforo está muy ligada a la buena absorción del mineral en personas vegetarianas, quienes, a lo largo del tiempo, podrían producir la enzima fitasa a causa de microbios propios del intestino; dicha materia es muy amplia y ha sido poco explotada, sin embargo, sería factible extraer datos de ahí en favor de la dietoterapia del paciente con enfermedad renal.

Se sugiere a todo personal de salud responsable del tratamiento nutricional de pacientes con enfermedad renal, evitar restringir las leguminosas del plan de alimentación, como lo han manejado muchos colegas bajo la creencia de que la biodisponibilidad de fósforo en estos alimentos era significativa e incidía en la progresión del daño renal. Esta revisión evidenció que los alimentos de origen vegetal, en especial las leguminosas, realmente implican un bajo porcentaje, por ende, es innecesario eliminarlos; más bien, se recomiendan, siempre tomando en cuenta los equivalentes.

Caso contrario los alimentos de origen animal, cuyo consumo se debe limitar, sobre todo las carnes, puesto que la biodisponibilidad de fósforo provista es intermedia y altera la función renal. Encima, es indispensable eliminar de la dieta los alimentos industrializados, principalmente, aquellos que contienen aditivos a base de fosfato, a saber, refrescos, quesos y pollo con conservadores, la ingesta de estos intensifica el progreso de la enfermedad renal, por la altísima biodisponibilidad de fósforo aportada al organismo.

En definitiva, el seguimiento de estas recomendaciones mejorará la evolución del paciente con enfermedad renal y, a la vez, retardará la progresión del daño en el riñón.

## 4. Conclusiones

Con base en esta revisión, por un lado, se determinó que los productos industrializados y los aditivos presentan de un 90 % a un 100 % de biodisponibilidad de fósforo, porcentaje considerado como elevado; por otro lado, los alimentos de origen animal suponen una biodisponibilidad intermedia del 40 % al 80 %, mientras que, los alimentos de origen vegetal no superaran ni siquiera el 50 % del rango. Por consiguiente, se deduce que los aditivos utilizados en la elaboración de ciertos alimentos podrían acelerar la progresión de la enfermedad renal crónica e, incluso, afectar aún más la función renal; en efecto, el riesgo crece cada vez al ser un grupo de alimentos de consumo diario en la dieta de la población tanto sana como con diagnóstico de alguna otra

enfermedad y, evidentemente, en pacientes con enfermedad renal crónica. De esa forma, el consumo continuo de estos productos y de aquellos que integran aditivos de fósforo inorgánico (con sus diversos nombres), empeora el estado nutricional y de salud.

Se verificó que el aporte de leguminosas no influye en la progresión renal, esto explicado en otros artículos afines, los cuales han señalado que las técnicas de cocción son esenciales en aras de mitigar la biodisponibilidad de ciertos minerales y micronutrientes y derivan en una ventaja para el paciente. Al respecto, de antemano se conoce la costumbre mexicana de cultivar las propias leguminosas y no solo en México, sino también en otros países donde el frijol, la lenteja, la soya, el haba, el garbanzo, etc., ofrecen buena accesibilidad y beneficios a corto y largo plazo; esta utilidad se amplía bajo el asesoramiento del licenciado en nutrición, quien ya no deberá restringirlas como se pensaba y se hacía con anterioridad. No obstante, su uso amerita una periodicidad y unas raciones adecuadas, aunque sin la preocupación de empeorar la enfermedad renal, en apego al plan de alimentación establecido por el nutriólogo, el cual partiría de la premisa de que el deterioro de la función renal se atribuye en mayor medida al consumo de alimentos industrializados y que la ingesta de leguminosas podría complementar el tratamiento nutricional en conjunto con el tratamiento médico.

Por tanto, como corolario, excluir alimentos asequibles para la mayoría de los pacientes, como las leguminosas, está de más y es injustificado. Combinarlas asertivamente con verduras, cereales integrales, frutas, oleaginosas, cuidar las porciones de carne y lácteos y rehuir los industrializados, favorece la amplitud de la variedad de tiempos de comida del paciente, sin caer en la rutina, esto mejora su estado de nutrición, cuida su economía y, al mismo tiempo, previene que fracase su tratamiento integral.

## 5. Referencias

Barril, C. G., Puchulu, M. B. y Sánchez, T. J. A. (2013). Tablas de ratio fósforo/proteína de alimentos para población española. Utilidad en la enfermedad renal crónica. *Nefrología*, 33(3), 0-735. Recuperado de <https://www.revistanefrologia.com/es-tablas-ratio-fosforoproteina-alimentos-poblacion-espanola-utilidad-enfermedad-renal-cronica-articulo-X021169951300319X>

Chang, R. A. y Anderson, C. (2017). Dietary Phosphorus Intake and the Kidney. *Annual Review of Nutrition*, 37, 321-346. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5686387/>

- Cupisti, A. y Kalantar, Z. K. (2012). Management of Natural and Added Dietary Phosphorus Burden in Kidney Disease. *Seminars in NEPHROLOGY*, 33(2), 180-190. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S027092951200280X>
- Delgado, A. C. Seiquer, I., Mesias, G. M., Galdo, G. y Navarro, P.M. (2011). Increased intake of Maillard reaction products reduces phosphorous digestibility in male adolescents. *Elsevier*, 27(1), 86–91. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S089990070900433X?via%3Dihub>
- Espinosa, C. M. (2016). Enfermedad Renal. *PERMENYER*, 156(1). Recuperado de [https://www.anmm.org.mx/GMM/2016/s1/GMM\\_152\\_2016\\_S1\\_090-096.pdf](https://www.anmm.org.mx/GMM/2016/s1/GMM_152_2016_S1_090-096.pdf)
- García, C. A., Cielo, M., Cáceres, D. y Restrepo, C. (2017). Importancia de la hiperfosfatemia en la enfermedad renal crónica, como evitarla y tratarla por medidas nutricionales. *Revista Colombiana de Nefrología*, 4(1), 38-56. Recuperado de <https://revistaneurologia.org/index.php/rccn/article/view/270>
- Kalantar, Z. K., Gutekunst, L., Mehrotra, R. Kovesdy P. C., Bross, R., Shinaberger S. C. y Kopple, D.J. (2010). Understanding sources of dietary phosphorus in the treatment of patients with chronic kidney disease. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 5(3), 519-530. Recuperado de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5601/560159495004/html/index.html>
- Karp H., P., V., Hirvonen, T., Narkki, S. y Lamberg, A.C. (2011). Differences among Total and In Vitro Digestible Phosphorus Content of Meat and Milk Products. *Journal of Renal Nutrition*, 22(3), 344–349. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21978846/>
- Karp H., P., V., Hirvonen, T., Narkki, S. y Lamberg, A. C. (2011). Differences Among Total and In Vitro Digestible Phosphorus Content of Plant Foods and Beverages. *Journal of Renal Nutrition*, 22(4), 416-422. Recuperado de [https://www.jrnjournal.org/article/S1051-2276\(11\)00086-0/fulltext](https://www.jrnjournal.org/article/S1051-2276(11)00086-0/fulltext)
- Karp, H. J., Vaihia, K. P., Karkkainen, M., Niemisto, M. J. y Lamberg, A. C. (2007). Acute Effects of Different Phosphorus Sources on Calcium and Metabolism in Young Woman: A Whole-Foods Approach. *Calcified Tissue International*, 80(4), 251-258. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00223-007-9011-7>
- Lage, L. F. M. y Alves, D. S. Y. (2016). Replacing Phosphorus-Containing Food Additives with Foods Without Additives Reduces Phosphatemia in End-Stage Renal Disease Patients: A Randomized Clinical Trial. *Journal of Renal Nutrition*, 27(2), 97-105. Recuperado de [https://www.jrnjournal.org/article/S1051-2276\(16\)30093-0/fulltext](https://www.jrnjournal.org/article/S1051-2276(16)30093-0/fulltext)

Llach, F. (2009). ¿Es posible recibir una dieta proteica adecuada y controlar la hiperfosfatemia en la enfermedad renal crónica?. *Nefrología*, 29(5), 10-16. Recuperado de <https://www.revistanefrologia.com/es-es-posible-recibir-una-dieta-articulo-X2013757509001870>

Lou, L., Arnaudas, L., Caverni, A. y Vercet, A. (2014). Fuentes ocultas de fósforo: presencia de aditivos con contenido en fósforo en los alimentos procesados. *Nefrología*, 34(4). Recuperado de <http://www.revistanefrologia.com/es-pdf-X0211699514054318>

Martín, P. M. (2013). Fuentes de calcio, biodisponibilidad y salud ósea: evidencias e interrogantes. *Actualizaciones en Osteología*, 9(2). Recuperado de [http://www.osteologia.org.ar/files/pdf/rid33\\_editorial.pdf](http://www.osteologia.org.ar/files/pdf/rid33_editorial.pdf)

Moe, M. S., Zidehsarai, P. M., Chambers, A. M., Jackman, A. L., Radcliffe, S. J., Trevino, L. L. ... y Asplin, R.J. (2011). Vegetarian Compared with Meat Dietary Protein Source and Phosphorus Homeostasis in Chronic Kidney Disease. *Clinical Journal of the America Society of Nephrology*, 6(2), 257-264. Recuperado de <https://cjasn.asnjournals.org/content/6/2/257.long>

Osuna, P., Armando, I., Leal, E., Gabriela., Garza, G. y Alberto, C. (2017). Manejo nutricional de la hiperfosfatemia en la enfermedad renal crónica. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 37(4), 140-148. Recuperado de <https://revista.nutricion.org/PDF/OSUNA.pdf>

Puchulu, M. B., Gimenez, M., Viollaz, R., Ganduglia, M., Amore, M. y Texido, L. (2013). Fuentes de fósforo, aditivos alimentarios y Enfermedad Renal Crónica. *Diaeta*, 31(145). Recuperado de <https://docplayer.es/27449074-Fuentes-de-fosforo-aditivos-alimentarios-y-enfermedad-renal-cronica.html>

Puchulu, M. B., Gimenez, M., Viollaz, R., Ganduglia, M., Amore, M. y Texido, L. (2014). Table showing dietary phosphorus to protein ratio and its application in Chronic Kidney Disease. *Diaeta*, 32(148). Recuperado de <http://www.aadynd.org.ar/descargas/diaeta/01-Tablas-Puchulu.pdf>

Schlemmer, U., Frölich, W., Prieto, R. y Grases, F. (2009). Phytate in foods and significance for humans: Food sources, intake, processing, bioavailability, protective role and analysis. *Molecular Nutrition*, 53. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/mnfr.200900099>

St-Jules, E. D., Jagannathan, R., Gutekunst, L., Kalantar, Z. K. y Sevick, A. M. (2016). Examining the Proportion of Dietary Phosphorus from Plants, Animals, and Food Additives Excreted in Urine. *Journal of Renal Nutrition*, 27(2), 78-83. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5318242/>

Suki, W. y Moore, L. (2016). Phosphorus Regulation in Chronic Kidney Disease. *Methodist Debakey Cardiovascular Journal*, 12(4), 6-9. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5347182/>

Sullivan, M. C., Leon, J. y Sehgal, A. (2007). Phosphorus-Containing Food Additives and the Accuracy of Nutrient Databases: Implications for Renal Patients. *Renal Nutrition*, 17(5), 350-354. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2020846/>

Torres, B., Izaola O. y De Luis D. (2017). Nutritional approach of the patient with diabetes mellitus and chronic kidney disease. *Nutrición Hospitalaria*, 34. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28585854/>

Urribarri, J. (2007). Phosphorus Homeostasis in Normal Health and in Chronic Kidney Disease Patients with Special Emphasis on Dietary Phosphorus Intake. *Seminars in Dialysis*, 20(4), 295-301. Recuperado de: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1525-139X.2007.00309.x>

Yanowsky, E. F., Martin, C. F., Pazarín, V. H., Andrade, S. J., Zambrano, V. M. y Preciado, F. (2015). FGF-23 y fósforo en la dieta. *Nefrología Mexicana*, 36(1), 18-22. Recuperado de <https://revistanefrologia.com/es-fgf-23-fosforo-implicaciones-practica-clinica-articulo-X2013757511000456>

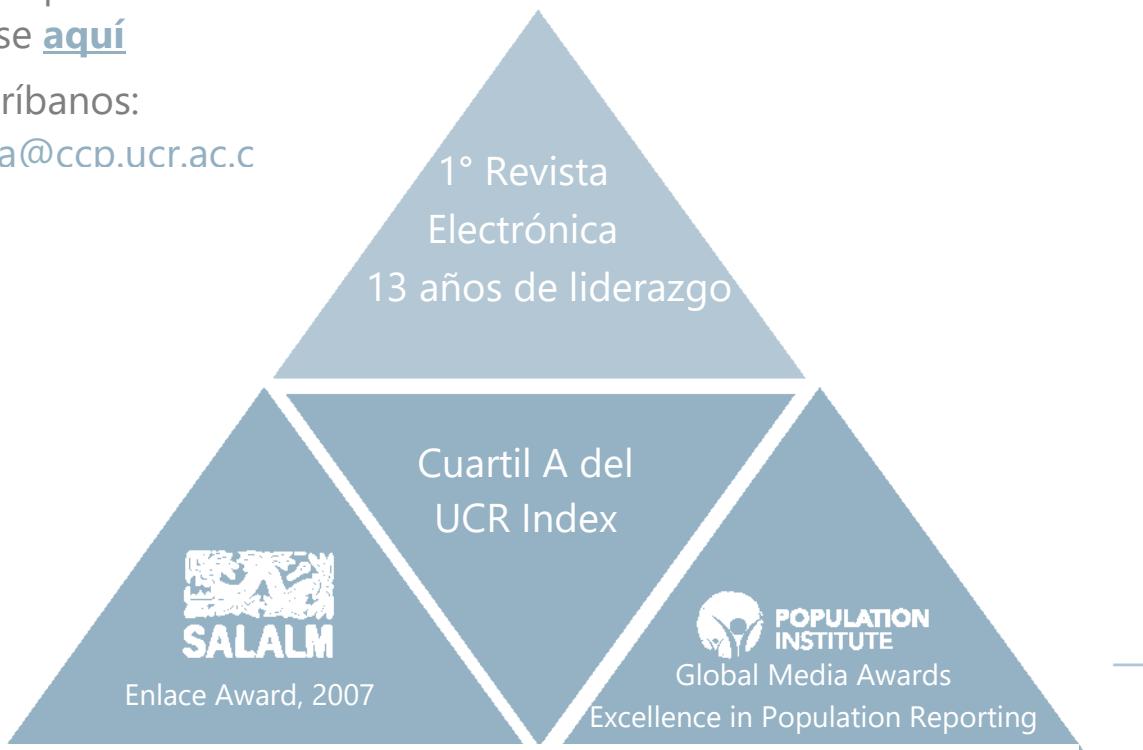
# Población y Salud en Mesoamérica

## ¿Quiere publicar en la revista?

Ingrese aquí

## O escribanos:

revista@ccp.ucr.ac.c



Población y Salud en Mesoamérica (PSM) es la revista electrónica que cambió el paradigma en el área de las publicaciones científicas electrónicas de la UCR. Logros tales como haber sido la primera en obtener sello editorial como revista electrónica la posicionan como una de las más visionarias.

**Revista PSM es la letra delta mayúscula, el cambio y el futuro.**

Indexada en los catálogos más prestigiosos. Para conocer la lista completa de índices, ingrese [aquí](#).



Revista Población y Salud en Mesoamérica -

Centro Centroamericano de Población  
Universidad de Costa Rica

