

# Aspectos nutricionales y alimentarios en la producción de cereales para el desayuno y su efecto en la salud

## Nutritional and dietary aspects in the production of breakfast cereals and their effect on health

Lisette Duarte-Silva<sup>1</sup> , Verónica Samba-Vásquez<sup>1</sup> , Andrés Bustamante-Peoz<sup>1</sup> , Daniela Osses-Clavería<sup>2</sup> , Rodrigo Valenzuela-Baez<sup>1</sup> , Macarena Ortiz-Manrique<sup>2\*</sup> 

1. Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Santiago, Chile

2. Granotec, Santiago, Chile

Fecha de recepción: 05/02/2024

Fecha de aceptación: 26/04/2024

Fecha de publicación: 29/07/2024

\*Correspondencia: Macarena Ortiz Manrique. Email: m.ortiz@granotec.com

### Resumen

Los cereales listos para consumir (CLPC) representan una parte significativa del mercado de cereales para el desayuno y son un componente importante en la dieta. Este artículo de actualización tiene como objetivo describir los aspectos nutricionales, elaboración y efectos en la salud asociados al consumo de CLPC. Los procesos tecnológicos de fabricación de CLPC involucran mezcla de ingredientes, temperaturas de procesamiento, refinamiento del grano y métodos de extrusión. En respuesta a las demandas del consumidor, la industria ha mejorado las tecnologías de procesamiento, aumentando la diversificación de materias primas y utilizando estrategias como la fortificación para mejorar su calidad nutricional. Existe amplia evidencia que respalda los efectos del consumo de CLPC en la salud humana, destacando su contribución al cumplimiento de las ingestas recomendadas de macro y micronutrientes en poblaciones adultas e infantiles. Por otra parte, el consumo de CLPC, especialmente de granos enteros, se relaciona con menor incidencia de obesidad y menor riesgo de desarrollar enfermedades crónicas no transmisibles. En cuanto a la población pediátrica, se destaca la relación entre el consumo de CLPC y la mejor calidad de la dieta, aunque su impacto sobre el peso corporal y la adiposidad sigue en discusión.

**Palabras clave:** Cereales para el desayuno. Grano entero. Cereales integrales. Nutrición. Fortificación. Vitaminas y minerales.

### Abstract

Ready-to-eat cereals (RTE) represent a significant part of the breakfast cereal market and are an important component of the diet. This update article aims to describe the nutritional aspects, processing and health effects associated with the consumption of RTE. The technological processes of RTE manufacturing involve ingredient blending, processing temperatures, and grain refinement and extrusion methods. In response to consumer demands, the industry has improved processing technologies, increasing the diversification of raw materials and using strategies such as fortification to improve their nutritional quality. There is ample evidence to support the effects of RTE consumption on human health, highlighting its contribution to meeting recommended macro- and micronutrient intakes in adult and child populations. Moreover, consumption of RTE, especially whole grains, is associated with lower incidence of obesity and lower risk of developing chronic non-communicable diseases. In the pediatric population, the relationship between RTE consumption and improved diet quality is highlighted, although its impact on body weight and adiposity is still under discussion.

**Keywords:** Breakfast cereals. Whole grain. Whole grain cereals. Nutrition. Fortification. Vitamins and minerals.

## Introducción

Los cereales listos para cocinar y los cereales listos para consumir (CLPC) constituyen alrededor de un 8% y 86%, respectivamente, del mercado de cereales para el desayuno<sup>1,2</sup>. Los CLPC, se definen como granos procesados destinados al consumo humano, usualmente en base a maíz, trigo, arroz, avena y/o cebada<sup>3</sup>. Estos alimentos se elaboran mezclando diferentes materias primas, procesándolas y envasándolos para preservar su aroma, textura y valor nutricional durante el almacenamiento<sup>3</sup>. El procesamiento de granos para obtener CLPC incluye: 1) limpieza y corte o molienda del grano, 2) cocción junto con otros ingredientes como agua o vitaminas y minerales para formar una masa y 3) extrusión y horneado final<sup>1,4</sup>. En Chile, el consumo de cereales para el desayuno es bajo (<40% de la población) y según datos de la Encuesta Nacional de Consumo Alimentario (ENCA)<sup>5</sup> su ingesta se concentra en personas menores de 29 años. Algunas investigaciones han indicado que los CLPC son fuentes importantes de vitaminas, minerales y fibra dietética (FD)<sup>6,7</sup>. Además, se ha documentado que el consumo de CLPC puede tener efectos beneficiosos sobre la salud humana tanto de la población pediátrica como adulta<sup>8,9</sup>. Dentro de sus efectos en salud, destaca que el consumo regular de granos enteros integrales se ha asociado a un menor riesgo de desarrollar obesidad, menor mortalidad por todas las causas y mejora de la saciedad, además de efectos en la reducción de la presión sanguínea, parámetros inflamatorios, colesterol LDL y en la glucemia postprandial<sup>10</sup>. Incluso en adultos se asocia con mayor probabilidad de cumplir con requisitos diarios de vitaminas y minerales, y una dieta de mejor calidad<sup>9</sup>. En base a lo anteriormente expuesto, este artículo de actualización tiene como objetivo describir las características nutricionales de los CLPC, así como los procesos tecnológicos e ingredientes utilizados en su producción, junto con reportar los efectos de su consumo sobre la salud.

## Metodología

Esta revisión consideró estudios publicados desde el año 2000 hasta octubre del año 2023. La búsqueda fue realizada en bases de datos PubMed, WoS y Scopus, con las palabras clave "cereales para el desayuno", "cereales listos para consumir", "efectos en la salud del consumo de cereales para el desayuno", "elaboración/fabricación de cereales para el desayuno", "ingredientes utilizados para la elaboración de cereales para el desayuno", "fortificación de cereales para el desayuno", incluyendo artículos escritos en español e inglés.

## Resultados

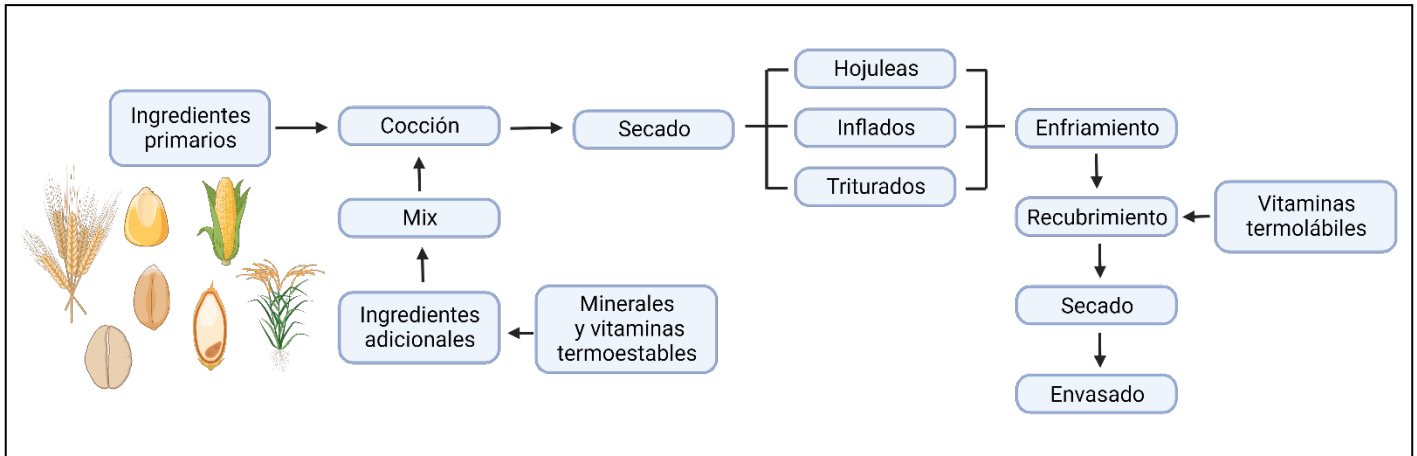
### Cereales para el desayuno en Chile

Los cereales para el desayuno representan una categoría heterogénea de productos con una gran variabilidad en su composición nutricional<sup>11</sup>. En Sudamérica, este tipo de alimentos contribuyen en forma importante a la ingesta de nutrientes en la población infantil formando parte de los patrones de consumo habituales<sup>12</sup>; Rebolledo et al.<sup>13</sup> reportaron que el porcentaje de calorías totales per cápita obtenidas de alimentos en base a cereales en preescolares y adolescentes chilenos es del 14,1% y 24,9% a nivel domés-

tico. Sin embargo, la evidencia indica que, según la normativa y la cultura de cada país, es posible encontrar diferencias marcadas en la composición nutricional de los CLPC. En esta línea, García et al.<sup>12</sup> evaluaron la información proveniente del etiquetado nutricional de CLPC de Guatemala, México, Ecuador y Reino Unido. Estos autores observaron que el contenido de azúcares disponibles en CLPC latinoamericanos (Ecuador 34,6 g/100 g; México 32,6 g/100 g; Guatemala 31,5 g/100 g) fue superior al de Reino Unido (24,6 g/100 g). Una situación similar ocurrió para hidratos de carbono (CHO) totales (México 84 g/100 g; Ecuador 86,7 g/100 g; Reino Unido 76 g/100 g), reportando una tendencia contraria en el caso de proteínas (5,2 - 5,7 g/100 g en Latinoamérica), con un menor contenido que en Reino Unido (6,8 g/100 g). Angelino et al. (2019)<sup>11</sup> muestran una situación distinta en CPLC italianos, reportando una mediana de CHO disponibles de 20 g/100 g, de CHO totales de 69 g/100 g, de proteína de 8,3 g/100 g, con un aporte energético de 385 kcal/100 g. Una composición similar se ha observado en CLPC canadienses con un aporte de CHO disponibles de 23,6 g/100 g y de proteína de 9,09 g/100 g<sup>14</sup>. En Chile a partir del año 2016, se inició la implementación de la Ley 20.606 de etiquetado de alimentos, que creó sellos frontales que advierten sobre el contenido de energía, sodio, azúcares totales y grasas saturadas, medida que ha tenido repercusiones en la formulación de alimentos por parte de la industria alimentaria. El estudio de Mediano et al.<sup>15</sup> reportó que previo a la implementación de la Ley 20.606, cerca del 79% de los CLPC se categorizaron como "altos en", de los cuales el 98% superaron los niveles de calorías, el 66% los niveles de azúcares y el 64% los niveles tanto de calorías como de azúcares. Posterior a la implementación de dicha Ley, el 59% de los productos se categorizaron como "altos en", donde el 98% eran altos en calorías, el 59% altos en azúcares y el 58% altos en calorías y azúcares. El análisis del etiquetado nutricional post implementación de esta Ley indica una mediana de azúcares totales de 9,7 g/100 g en productos "no altos en" y de 27,2 g/100 g en aquellos "altos en", con aportes energéticos de 339 kcal/100 g y de 384 kcal/100 g, respectivamente<sup>15</sup>. Una tendencia similar reporta Reyes et al.<sup>16</sup> al analizar el etiquetado nutricional de CLPC chilenos antes y después de que la Ley 20.606 comenzara a regir.

### Tecnología de los cereales

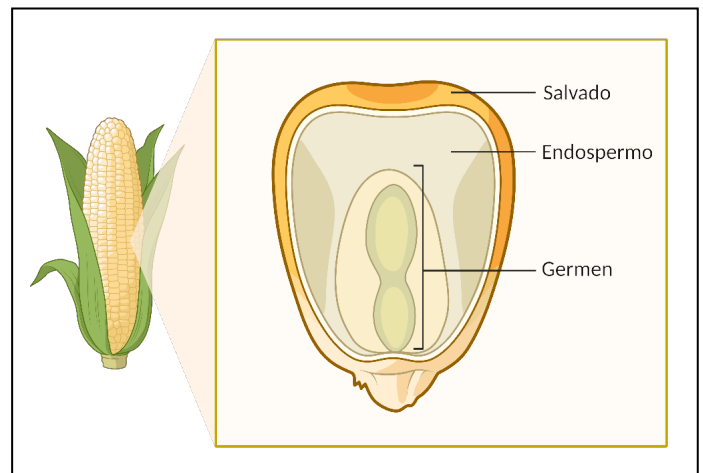
Los cereales son la fuente de energía más importante a nivel mundial; el trigo, el arroz y el maíz proporcionan aproximadamente la mitad de la energía alimentaria de la humanidad, y como se mencionó anteriormente, su procesamiento es imperativo para que sean aptos para el consumo humano<sup>17</sup>. En general, existen etapas comunes al procesamiento de los CLPC que están dadas por la mezcla de granos o ingredientes en polvo con otros ingredientes como sal, azúcar, saborizantes, agua, vitaminas termoestables, minerales y aceites vegetales<sup>18</sup>. Una vez mezclados las materias primas, se someten a temperaturas mayores (100-175°C) a las necesarias para gelatinizar el almidón (51-71°C), pero que tienen como fin asegurar la inocuidad del alimento. Luego, se le da variadas formas, se seca o tuesta, se recubren con vitaminas termosensibles y se realiza un secado final antes de su envasado<sup>19</sup> (**Figura 1**). Dentro de las técnicas de procesamiento, la extrusión es una



**Figura 1.** Diagrama de flujo simplificado de la elaboración de cereales de desayuno listos para consumir.<sup>19</sup>

de las que ha ganado gran protagonismo en el mercado de los CLPC<sup>20</sup>. Específicamente, la cocción por extrusión permite que los productos a base de cereales adopten una amplia gama de formas y texturas mediante alta presión, fuerza de corte y temperatura, que puede mejorar la biodisponibilidad de los ácidos fenólicos de los cereales integrales<sup>21</sup>.

Una característica común en la mayoría de los procesamientos de los cereales es el refinamiento del grano, es decir, la molienda u otros tipos de fraccionamiento para separar el endospermo rico en energía, del germen y salvado<sup>22</sup>. De esta forma se obtienen grandes cantidades de subproductos ricos en fibra dietética, vitaminas, minerales y fitoquímicos que se utilizan, generalmente, para alimentación animal o como materia prima para procesos bioenergéticos<sup>22</sup>. No obstante, durante los últimos años, se han visto cambios en la formulación de alimentos por parte de la industria alimentaria, incluida la producción de CLPC, impulsado por la evidencia científica que respalda la necesidad de una dieta más saludable, el estilo de vida de los consumidores y la creciente conciencia sobre la salud. Atributos como un menor procesamiento, menor contenido calórico y de sodio, uso de granos enteros, alimentos bajos en CHO y/o ricos en fibra, son cada vez más valorados por el consumidor y asociados con productos alimenticios más saludables<sup>23</sup>. En este contexto, es importante definir el término “grano entero” o “cereal integral”, el que alude a aquellos granos que mantienen todos sus componentes intactos (endospermo, germen, salvado) y en cantidades similares, después de eliminar las partes no comestibles, como la cáscara (**Figura 2**)<sup>22</sup>. Se ha demostrado que una adecuada ingesta de FD (25 g/d para mujer; 38 g/para hombre), se asocia con efectos benéficos para la salud tales como: disminución del riesgo de cáncer colorrectal, pérdida de peso y mejoría en la función inmune mediante la interacción fibra-microbiota y salud intestinal<sup>24</sup>. Específicamente, la ingesta de fibra dietética soluble (FDS) se ha asociado con disminución en la prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) y reducción en la presión sanguínea, parámetros inflamatorios, proteína C reactiva ultrasensible, concentración del colesterol LDL y de la glucemia postprandial<sup>10,25</sup>.



**Figura 2.** Anatomía del grano entero<sup>22</sup>.

## Tendencias en materias primas para elaborar CLPC

La búsqueda de alimentos que entreguen beneficios para la salud ha desafiado a la industria alimentaria al desarrollo de nuevos productos<sup>26</sup>. Una de las tendencias en este mercado es el uso de legumbres debido a que contienen proteínas de alta calidad, cantidad moderada de CHO, bajos niveles de grasa y no contienen colesterol<sup>27</sup>. En esta línea, el trabajo de Tas y Shah<sup>27</sup> destaca el potencial que presentan las legumbres en la fabricación de cereales y snacks extruidos, reemplazando la totalidad de las harinas de cereales o realizando una mezcla entre ambos ingredientes. Por otro lado, Okafor y Usman<sup>28</sup> evaluaron la utilización de frijol de ñame africano en CLPC, concluyendo que su adición aumentó en el contenido de proteínas y CHO. Otra materia prima que ha sido ampliamente estudiada es la FD, específicamente la inulina, un tipo de FDS, la cual presenta diversas aplicaciones, destacando su uso como prebiótico, reemplazo de grasa, reemplazo de azúcar, modificador de textura y como ingrediente para el desarrollo de alimentos funcionales<sup>29</sup>. Diversos estudios han investigado el uso de FD en los cereales, Brennan et al.<sup>30</sup> utilizaron distintos tipos de FD (salvado de trigo, goma guar, almidón, inulina), con diferentes porcentajes de adición (5, 10 y 15%), en la elaboración de CLPC, concluyendo que la adición de FD redujo la cantidad de almidones de digestión rápida y aumentó

los de digestión lenta. De acuerdo con esto, el estudio de Martins et al.<sup>31</sup> evaluó la adición de inulina (15%) en una mezcla de sémola de maíz, reportando que la adición de inulina aumentó el contenido de fibra y disminuyó la carga glicémica sin afectar las propiedades físicas u organolépticas del producto. Por otro lado, una estrategia prometedora para mejorar la calidad nutricional de los cereales es la adición de harina de subproductos de frutas y verduras (tallos, hojas, cáscaras o frutas dañadas) dado su aporte de FD, micronutrientes y compuestos bioactivos<sup>23</sup>. Al mismo tiempo, se ha investigado sobre el uso de materias primas locales de algunas regiones de Latinoamérica, en la elaboración de CLPC asociado a potenciales beneficios para la salud de los consumidores. Así, en Perú se desarrolló un CLPC con maíz púrpura andino, el cual presenta un alto contenido de antocianinas y otros compuestos fenólicos, los que son considerados poderosos antioxidantes naturales con propiedades anticancerígenas<sup>32</sup>, dando origen así a un CLPC con alta aceptabilidad sensorial y características nutricionales distintivas<sup>33</sup>.

### Cereales para el desayuno como carrier de nutrición

El papel de los cereales para el desayuno en una dieta equilibrada se conoce desde hace muchos años<sup>34</sup>. El gran aporte de nutrientes, especialmente de aquellos productos que están hechos a base de grano entero o son ricos en fibra, los convierte en una importante fuente de nutrientes clave. Por otro lado, los CLPC son uno de los alimentos más enriquecidos con micronutrientes, una porción puede proporcionar hasta el 25% de las recomendaciones diarias de la mayoría de las vitaminas y oligoelementos; y varios estudios han confirmado que su fortificación es apropiada y ha contribuido significativamente a mejorar la nutrición de la población<sup>35</sup>. La fortificación de estos alimentos no es simple, y requiere una buena comprensión de: (1) la composición del alimento, (2) las condiciones de procesamiento, (3) el almacenamiento y vida útil, y (4) la aplicación práctica. Cada compañía que produce CLPC, debe tener en cuenta los siguientes parámetros respecto a las premezclas de vitaminas y minerales a utilizar: forma comercial, actividad y biodisponibilidad, etapa de adición y nivel de excedente a utilizar; así como considerar la interacción entre los micronutrientes y la matriz alimentaria<sup>36</sup>. En Chile, las premezclas más utilizadas para la fortificación de CLPC incluyen vitaminas liposolubles A y D, vitaminas hidrosolubles C y del complejo B (B1, B2, B3, B5, B6, B12) y minerales como hierro y zinc (Base de Datos Proyectos Fortificación Latinoamérica y el Caribe, Granotec). Además de la tecnología detrás de la fortificación, es importante considerar si estos micronutrientes son absorbidos a nivel intestinal. En este sentido, la bioaccesibilidad, es decir, la fracción de vitaminas y minerales liberada de la matriz alimentaria que está disponible para la absorción intestinal, se ve afectada por múltiples factores, como el tipo de alimento, el tipo de micronutriente, la cantidad de FD, la presencia de inhibidores, los efectos de la matriz, etc. Específicamente, se ha encontrado que la bioaccesibilidad promedio de las vitaminas B1, B2, B3, B6, B9, C y E en los alimentos a base de cereales era del 81, 79, 45, 60, 52, 27 y 99%, respectivamente<sup>37</sup>. De esta forma, tanto las pérdidas como la bioaccesibilidad son esenciales para estimar los

efectos de la fortificación de los cereales sobre la salud de las personas<sup>38</sup>.

### Efecto del consumo de cereales para el desayuno en la salud de los seres humanos

Los estudios sobre efectos del consumo de CPLC en la salud de los seres humanos se resumen en la **tabla 1**.

#### *A. Contribución del consumo de cereales para el desayuno al cumplimiento de la ingesta recomendada de macro y micronutrientes en la población adulta e infantil*

Investigaciones basadas en información recopilada en la Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición 2015-2016 (NHANES 2015-2016)<sup>6</sup> de EE.UU., mostraron que los niños y adolescentes de 0,5 a 17 años que consumían CLPC ingirieron la misma cantidad de calorías que los no consumidores, pero tuvieron una mayor ingesta de CHO totales, azúcar total, FD, calcio, hierro, magnesio, potasio, zinc, vitaminas A, B1, B2, B3, B6, B12, D y folato, así como menores ingestas de grasas totales y grasas saturadas<sup>6</sup>. Otra publicación más reciente, que incluía los datos recopilados en la NHANES 2017-2018<sup>7</sup>, mostró que los niños y adultos que consumieron CLPC en el desayuno tuvieron mayores ingestas de cereales integrales y lácteos totales en comparación con los consumidores de desayunos sin CLPC. Por otra parte, un estudio prospectivo donde se analizó el consumo de CLPC durante 7,5 años en 660 niños de 8 a 10 años mostró que una mayor frecuencia de consumo de CLPC en el desayuno se asoció con un mayor porcentaje de ingesta de energía proveniente de CHO y proteínas, así como un menor porcentaje de grasas totales y saturadas. Adicionalmente, se encontró una asociación con una mayor ingesta de FD y una menor ingesta de colesterol. Por último, se indicó que el consumo de CLPC se asoció con una mayor ingesta de azúcares totales solo en el grupo de niños<sup>39</sup>. Un ensayo clínico realizado en Reino Unido con adolescentes de 16 a 19 años, mostró que el consumo diario de CLPC con leche durante 12 semanas, incrementó la ingesta de vitaminas B1, B2 y B6. Adicionalmente, al consumir diariamente CLPC fortificado y leche durante 12 semanas se incrementó la ingesta vitamina B1, B2, B6, B12, folato y hierro, mejorando significativamente biomarcadores del estado de las vitaminas B2, B12, folato y hierro, en comparación con las niñas que consumieron CLPC no fortificado<sup>40</sup>. En otro estudio, realizado en Francia donde se midió el estado de micronutrientes en poblaciones con y sin consumo de CLPC, se observó que tanto niños como adultos consumidores de CLPC presentaron mayores concentraciones plasmáticas de  $\beta$ -caroteno y folato sérico<sup>41</sup>. En concordancia con lo anterior, un estudio realizado en población adulta canadiense indicó que los adultos que consumían CLPC, tuvieron una ingesta mayor de FD, vitaminas B1, D, calcio y hierro respecto a los adultos que no consumían CLPC<sup>42</sup>.

#### *B. Efectos del consumo de granos enteros y cereales para el desayuno sobre la salud en población adulta*

Estudios epidemiológicos han indicado que el consumo regular de granos enteros integrales conduce a un menor riesgo de desarrollar obesidad<sup>43</sup>. Un estudio de cohorte

**Tabla 1.** Resumen de los efectos del consumo de cereales para el desayuno en la salud de los seres humanos.

<b>Contribución del consumo de cereales para el desayuno al cumplimiento de la ingesta recomendada de macro y micronutrientes en población adulta e infantil</b>			
<b>Referencia</b>	<b>Diseño del estudio</b>	<b>Descripción del estudio</b>	<b>Principales resultados</b>
6	Análisis de datos de una encuesta poblacional llamada Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición 2015-2016 (NHANES 2015-2016) de EE.UU	Investigó cómo los CLPC se asociaban con la ingesta de nutrientes, la adecuación nutricional, la ingesta de grupos de alimentos y la calidad dietética general entre niños de 6 meses a 17 años de edad, comparando aquellos que no comían cereales con aquellos que reportaban comer cereales	Niños y adolescentes de 0,5 a 17 años que consumían CLPC ingirieron la misma cantidad de calorías que los no consumidores, pero tuvieron una mayor ingesta de CHO totales, azúcar total, fibra, calcio, hierro, magnesio, potasio, zinc, vitamina A, tiamina, riboflavina, niacina, vitamina B6 y folato, vitamina B12 y vitamina D, así como menores ingestas de grasas totales y grasas saturadas
7	Análisis de datos de una encuesta poblacional llamada NHANES 2017-2018, donde se evaluaron datos dietéticos de 2.259 niños (2 a 18 años) y 4.776 adultos ( $\geq 19$ años)	Investigó la contribución de los CLPC consumidos en el desayuno, sobre la ingesta y adecuación de nutrientes, la calidad de la dieta y los costos de las comidas en una muestra nacionalmente representativa de niños y adultos en los EE. UU.	Niños y adultos que consumieron CLPC en el desayuno tuvieron mayores ingestas de CHO, fibra dietética, calcio, magnesio, hierro, zinc, fósforo, potasio, vitaminas B, vitaminas A y D, cereales integrales y lácteos totales en comparación con los consumidores de desayunos sin CLPC.
39	Análisis secundarios basados en datos del Estudio de intervención dietética en 660 niños (8 a 10 años), un ensayo clínico aleatorizado, controlado y multicéntrico con cinco series de tres recordatorios de 24 horas.	Investigó el consumo de CLPC durante 7,5 años en 660 niños de 8 a 10 años que tenían niveles séricos de colesterol LDL entre los percentiles 80 y 98 según la edad. Los niños fueron asignados al azar a una intervención dietética modificada con grasas totales y grasas saturadas o a la atención habitual. Se investigó la relación entre la ingesta de CLPC con la ingesta de nutrientes, lípidos en sangre e índice de masa corporal.	Mayor frecuencia de consumo de CLPC en el desayuno se asoció en niñas y niños con un mayor porcentaje de ingesta de energía proveniente de CHO y proteínas, así como un menor porcentaje de grasas totales y saturadas.
40	Ensayo clínico aleatorizado, doble ciego y controlado realizado en Reino Unido con adolescentes de 16 y 19 años de edad.	Investigó la eficacia del consumo regular de un CLPC fortificado con leche, en comparación con un cereal no fortificado, consumido como desayuno o cena, para mejorar la ingesta de micronutrientes y el estado de micronutrientes de las adolescentes.	El consumo diario de CLPC fortificado y leche durante 12 semanas incrementó la ingesta vitaminas B1, B2, B6, B12, folato y hierro, mejorando además significativamente los biomarcadores del estado de las vitaminas B2, B12, folato y hierro, en comparación con las niñas que recibieron CLPC no fortificado.
41	Estudio transversal que incluyó una muestra comunitaria representativa de 1.108 niños franceses (de 2 a 10 años), adolescentes (de 10 a 18 años) y adultos (de 18 a 65 años).	Investigó las asociaciones entre el consumo de diferentes tipos de desayunos. Se analizó la ingesta dietética mediante el método de historia dietética y se utilizaron bioensayos séricos para evaluar el estado de vitaminas y minerales.	Tanto en niños como en adultos el consumo de CLPC se asoció con mayores concentraciones plasmáticas de $\beta$ -caroteno y folato sérico.

...continuación tabla 1.

Referencia	Diseño del estudio	Descripción del estudio	Principales resultados
42	Análisis de datos de la Encuesta de Salud Comunitaria Canadiense 2.2 (CCHS 2.2), una encuesta transversal y representativa a nivel nacional realizada por Statistics Canada en 2004.	Investigó las asociaciones entre el desayuno, la ingesta de nutrientes y la adecuación de los nutrientes en adultos canadienses. Los encuestados de $\geq 19$ años se clasificaron como no consumidores de desayuno, consumidores de desayuno con CLPC u otros consumidores de desayuno. Se analizó la ingesta de nutrientes de los alimentos (Recordatorio de 24 h) y la prevalencia de la ingesta habitual por debajo del EAR y por encima del UL.	Adultos que consumieron CLPC, tuvieron una ingesta significativamente mayor de fibra, calcio, tiamina, vitamina D y hierro respecto a los adultos que no consumían CLPC
<b>Efectos del consumo de granos enteros y cereales para el desayuno sobre la salud en población adulta</b>			
43	Estudio de cohorte prospectivo, que incluyó 74.091 enfermeras estadounidenses, con edades entre 38 y 63 años en 1984 y libres de enfermedades cardiovasculares, cáncer y DM al inicio del estudio, entre 1984 y 1996; sus hábitos alimentarios se evaluaron en 1984, 1986, 1990 y 1994 con cuestionarios validados de frecuencia de alimentos.	Se examinaron las asociaciones entre la ingesta de fibra dietética y productos de cereales integrales o refinados y el aumento de peso a lo largo del tiempo. Se utilizaron múltiples modelos para ajustar las covariables, se calculó el peso promedio, el índice de masa corporal (IMC; en $\text{kg}/\text{m}^2$ ), los cambios de peso a largo plazo y el índice de probabilidades de desarrollar obesidad ( $\text{IMC} > 30$ ) según cambio en la ingesta dietética.	Las mujeres que consumieron cereales integrales constantemente pesaron menos que las mujeres que consumieron menos cereales integrales ( $p < 0,0001$ ). A lo largo de 12 años, aquellos con el mayor aumento en la ingesta de fibra dietética ganaron un promedio de 1,52 kg menos que aquellos con el menor aumento en la ingesta de fibra dietética ( $p < 0,0001$ ) independientemente del peso corporal inicial, la edad y cambios en el estado de las covariables. Las mujeres en el quintil más alto de ingesta de fibra dietética tuvieron un riesgo 49% menor de aumento de peso importante que las mujeres en el quintil más alto (OR = 0,51; IC del 95%: 0,39 a 0,67; $p < 0,0001$ ).
44	Análisis de datos de una encuesta poblacional llamada Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III), realizada en los Estados Unidos entre 1988 y 1994.	Investigó en población adulta la relación entre el tipo de desayuno, la ingesta de energía diaria y el índice de masa corporal (IMC). Se analizaron diversas categorías de desayuno y se utilizaron análisis de covarianza para estimar el IMC y la ingesta de energía ajustados	Los resultados sugieren que saltarse el desayuno no es una estrategia efectiva para controlar el peso y que consumir cereales o pan para el desayuno se relaciona con un IMC significativamente menor en comparación con saltarse el desayuno o comer carne y huevos.
64	Estudio transcultural de 16 cohortes que incluyó un total de 12.763 hombres de mediana edad en siete países examinados entre 1958 y 1964.	Investigó la asociación entre los niveles poblacionales de actividad física, grasa dietética, fibra dietética e indicadores de grasa corporal. Se midieron la altura, el peso y el espesor del pliegue cutáneo subescapular. La información sobre la actividad física y la dieta se recopiló mediante un cuestionario.	El índice de actividad física promedio de la población y la ingesta de fibra dietética estuvieron fuertemente relacionados de manera inversa con el espesor promedio del pliegue cutáneo subescapular de la población y explicaron en conjunto el 90% de la variación en el espesor del pliegue cutáneo subescapular.

...continuación tabla 1.

Referencia	Diseño del estudio	Descripción del estudio	Principales resultados
45	Estudio prospectivo que examinó a 17.881 médicos varones estadounidenses de 40 a 84 años de edad en 1982 que no padecían enfermedades cardiovasculares, DM ni cáncer al inicio del estudio e informaron medidas de ingesta de cereales para el desayuno, peso y altura.	Investigó la asociación entre la ingesta de cereales integrales y refinados para el desayuno y el riesgo de sobrepeso (IMC $> 0 = 25$ kg/m <sup>2</sup> ) y aumento de peso.	Durante 8 y 13 años, los hombres que consumían cereales para el desayuno pesaban consistentemente menos que los que lo consumían con menor frecuencia ( $p = 0,01$ ). La ingesta de cereales, ya sean integrales o refinados, se asoció inversamente con el aumento de peso después de ajustar por diversos factores. Aquellos que consumían $> 0 = 1$ porción/día tenían un 22 % y un 12 % menos de probabilidades de tener sobrepeso durante los períodos de seguimiento de 8 y 13 años, respectivamente (RR, 0,78 y 0,88; IC del 95%, 0,67 a 0,91 y 0,76 a 1,00).
46	Ensayo controlado aleatorizado (ECA) con 14 voluntarios para tomar desayunos isocalóricos que incluían un pan enriquecido con betaglucano al 3% (betaGB) o un plan de control (CB).	Se evaluó el efecto de betaGB de cebada sobre el apetito a corto plazo y sobre las hormonas relacionadas con la saciedad en sujetos sanos. Se realizaron auto-registros individuales posteriores al desayuno de las calificaciones del apetito y medidas de la ingesta de calorías en un almuerzo ad libitum, así como medidas de las concentraciones de glucosa en sangre, insulina, grelina y PYY.	BetaGB demostró una reducción significativamente mayor del hambre y un aumento de la plenitud en comparación con CB, resultando en una disminución del 19% en la ingesta de energía en el almuerzo. Se observó un menor AUC (60-180) de grelina y un mayor AUC total de PYY después de consumir betaGB, indicando un control del apetito a corto plazo mediado por grelina y PYY.
47	Estudio de revisión bibliográfica con 3.642 artículos de diversas bases de datos, excluyendo 3.520 tras la revisión de títulos y resúmenes.	Investigó la relación entre la ingesta de cereales integrales y fibra y el riesgo de DM2, enfermedades cardiovasculares, aumento de peso y factores de riesgo metabólico. Este estudio examinó sistemáticamente estudios longitudinales entre 1966 y febrero de 2012. Se incluyeron 45 cohortes prospectivas y 21 ECA.	Consumir entre 48 y 80 g de cereales integrales al día se asoció con un riesgo aproximadamente un 26% menor de DM2 y un 21% menor de enfermedades cardiovasculares. Además, hubo una menor ganancia de peso durante 8 a 13 años. Los ensayos clínicos indicaron mejoras en glucosa, colesterol total y LDL. Estos resultados respaldan los beneficios de los cereales integrales en la prevención de enfermedades vasculares, aunque se necesitan más estudios para comprender los mecanismos subyacentes.
48	Estudio Longitudinal Australiano sobre la Salud de la Mujer (ALSWH) recopila datos cada 2-3 años de cuatro cohortes en Australia, con 58.000 participantes.	Investigó la asociación entre el consumo de cereales en el desayuno y el riesgo de desarrollar obesidad en mujeres de mediana edad a lo largo de 12 años. Se recopilaron datos dietéticos y se registraron casos de obesidad en varias ocasiones	Los resultados sugieren que ciertos tipos de cereales, como la avena y el muesli, están asociados con una reducción significativa en el riesgo de obesidad.

...continuación tabla 1.

Referencia	Diseño del estudio	Descripción del estudio	Principales resultados
49	Revisión sistemática, guiada por las directrices PRISMA y registrada en PROSPERO, examinó estudios observacionales y ensayos controlados sobre la ingesta CLPC y el peso corporal en adultos, limitándose a publicaciones en inglés desde 2000 hasta febrero de 2022.	Evaluó el efecto de la ingesta de CLPC sobre los resultados del peso corporal en estudios observacionales y ECA en adultos. Se realizó una búsqueda en bases de datos de PubMed y del Registro Cochrane Central de Ensayos Controlados (CENTRAL) arrojó 28 estudios relevantes, incluidos 14 estudios observacionales y 14 ECA.	Los estudios observacionales sugieren que consumir CLPC ( $\geq 4$ porciones/semana) se relaciona con menor IMC, menos sobrepeso/obesidad y menos adiposidad abdominal. Los ECA indican que CLPC puede usarse en dietas hipocalóricas sin afectar significativamente la pérdida de peso. Se recomiendan más ECA a largo plazo.
9	Evaluación científica realizada por el Panel de Nutrición, Nuevos Alimentos y Alergias Alimentarias de la EFSA en respuesta a una solicitud de Nestlé S.A.	El Panel de Nutrición, Nuevos Alimentos y Alergias Alimentarias de la EFSA evaluó la declaración de propiedades saludables: "Betaglucanos de avena y/o cebada en un cereal listo para el consumo elaborado mediante cocción a presión y reducción del aumento de glucosa en sangre después del consumo" de conformidad con el artículo 13, apartado 5, del Reglamento (CE) n° 1924 /2006 en respuesta a una solicitud de Nestlé S.A. El solicitante sugirió que se debería consumir un mínimo de 1,3 gramos de beta-glucanos por cada 25 gramos de CHO disponibles en estos cereales para lograr una reducción en el aumento de los niveles de glucosa en sangre después de una comida.	El estudio no estableció relaciones de dosis-respuesta, y no hubo evidencia que sugiriera que los beta-glucanos incorporados en cereales procesados mediante cocción a presión tendrían un efecto mayor en las respuestas de glucosa posteriores a las comidas en comparación con los beta-glucanos agregados a otros alimentos que contienen CHO.
52	Ensayo clínico en sujetos sanos (n = 12; 3 hombres, 9 mujeres)	Investigó los efectos saciantes de dos tipos de alginatos, que se gelifican débil o fuertemente al exponerse al ácido, en comparación con la goma guar cuya viscosidad no se ve afectada por el ácido. Los sujetos ingirieron una bebida sustitutiva de comidas a base de leche y endulzada de 325 ml en 4 ocasiones distintas, ya sea sola como control o incluyendo un 1% en peso de alginato o goma guar. La gelificación intragástrica, el vaciado gástrico y la dilución de la comida se evaluaron mediante resonancia magnética en serie mientras se registraba la saciedad durante 4 horas.	La resonancia magnética reveló que las comidas se volvieron heterogéneas en el estómago, excepto el guar, que permaneció homogéneo. Aunque el vaciado gástrico fue similar, las comidas viscosas aumentaron la saciedad, sugiriendo su utilidad en dietas para reducir peso.
53	Estudio de revisión bibliográfica en el Registro Cochrane Central de Ensayos Controlados, MEDLINE, EMBASE y CINAHL hasta el 16 de junio de 2015. De 4.727 citas, se incluyeron 64 publicaciones que cumplieron con los criterios de inclusión.	Evaluó la contribución del consumo CLPC a la ingesta de nutrientes recomendada. Además, se investigan los efectos del consumo de CLPC en parámetros clave de salud, así como las propiedades promotoras de la salud de CLPC.	El consumo de CLPC se vincula con un patrón dietético saludable, aunque aumenta la ingesta de azúcar. Consumir CLPC frecuentemente reduce el riesgo de deficiencias nutricionales y podría tener efectos beneficiosos en hipertensión y DM2.



...continuación tabla 1.

Referencia	Diseño del estudio	Descripción del estudio	Principales resultados
8	Estudio de Cohorte prospectivo sobre dieta y salud de los Institutos Nacionales de Salud (NIH) incluyó a 367.442 participantes de entre 50 y 71 años de seis estados de EE. UU	Se evaluó prospectivamente las asociaciones de la ingesta de CLPC con todas las causas y el riesgo de mortalidad específico de la enfermedad.	En modelos multivariados, aquellos con la mayor ingesta de CLPC, en comparación con los no consumidores de CLPC, tenían un riesgo 15% menor de mortalidad por todas las causas y entre un 10% y un 30% menor de riesgo de mortalidad específica por enfermedad.
54	Estudio de cohorte prospectivo, que incluyó 74.091 enfermeras estadounidenses, con edades entre 38 y 63 años en 1984 y libres de enfermedades cardiovasculares, cáncer y DM al inicio del estudio, entre 1984 y 1996; sus hábitos alimentarios se evaluaron en 1984, 1986, 1990 y 1994 con cuestionarios validados de frecuencia de alimentos.	Se examinaron las asociaciones entre la ingesta de fibra dietética y productos de cereales integrales o refinados y el aumento de peso a lo largo del tiempo. Se utilizaron múltiples modelos para ajustar las covariables, se calculó el peso promedio, el índice de masa corporal (IMC; en kg/m <sup>2</sup> ), los cambios de peso a largo plazo y el índice de probabilidades de desarrollar obesidad (IMC > o = 30) según cambio en la ingesta dietética.	Las mujeres que consumieron cereales integrales constantemente pesaron menos que las mujeres que consumieron menos cereales integrales (p <0,0001). A lo largo de 12 años, aquellos con el mayor aumento en la ingesta de fibra dietética ganaron un promedio de 1,52 kg menos que aquellos con el menor aumento en la ingesta de fibra dietética (p <0,0001) independientemente del peso corporal inicial, la edad y cambios en el estado de las covariables. Las mujeres en el quintil más alto de ingesta de fibra dietética tuvieron un riesgo 49% menor de aumento de peso importante que las mujeres en el quintil más alto (OR = 0,51; IC del 95%: 0,39, 0,67; p<0,0001).
<b>Efectos del consumo de cereales para el desayuno sobre la salud en población pediátrica</b>			
58	Análisis de datos de la Encuesta Nacional sobre Dieta y Nutrición (NDNS) del Reino Unido de 1995 de niños de entre 1,5 y 4,5 años. Incluyó 1.450 niños que vivían en hogares privados en Gran Bretaña.	Investigó la relación entre el consumo de cereales para el desayuno y la ingesta de azúcares extrínsecos no lácteos y las posibles implicaciones de esto para la caries en niños. Se dispuso de registros de alimentos pesados y exámenes dentales de cuatro días.	Preescolares con dietas ricas en CLPC como proporción de la energía total tuvieron ingestas proporcionales más bajas de azúcares extrínsecos no lácteos, en comparación con los consumidores bajos de cereales. El consumo de cereales endulzados se asoció positivamente con la ingesta de azúcares extrínsecos no lácteos, pero la aparición de caries no estuvo relacionada con el consumo de CLPC, ya sean endulzados o no.
59	Ensayo agudo, aleatorizado, controlado y de grupos paralelos en 234 adolescentes sanos de entre 11 y 13 años.	Investigó el efecto agudo del consumo de desayuno (CLPC y leche) versus no desayunar sobre la función cognitiva en adolescentes.	El consumo de CLPC (hasta 70 g) con leche (hasta 300 ml) en adolescentes generó un efecto agudo positivo sobre las pruebas de cognición además de un efecto positivo sobre el tiempo de reacción y la atención visual sostenida.

...continuación tabla 1.

Referencia	Diseño del estudio	Descripción del estudio	Principales resultados
60	Estudio observacional transversal que incluyó a 1.477 niños chilenos de 6 a 13 años.	Investigó la relación entre el consumo de CLPC, el IMC y la ingesta nutricional de macronutrientes y micronutrientes en escolares.	El consumo elevado de CLPC se relacionó con una mayor ingesta de calorías, proteínas, CHO, calcio y zinc y con una menor ingesta de calorías provenientes de grasas. Además, el consumo de CLPC se asoció con un menor riesgo de sobrepeso/obesidad.
61	Estudio para evaluar la efectividad de una intervención destinada a promover hábitos alimentarios y de estilo de vida saludables en escuelas secundarias de Grecia. Incluyó 392 adolescentes de $15 \pm 0,4$ años, 104 estudiantes pertenecían al grupo de intervención, y 288 estudiantes al grupo control.	Investigó la relación entre la ingesta de CLPC e indicadores de salud y dieta, en adolescentes	El consumo de CLPC estuvo inversamente relacionado con los índices de obesidad y los niveles de glucemia. Los consumidores de CLPC tuvieron una ingesta significativamente mayor de fibra, magnesio, calcio, hierro, folato y vitaminas A, B <sub>2</sub> y B <sub>6</sub> .
62	Ensayo controlado aleatorizado de grupos paralelos de 2 brazos en niños 272 de 9 a 10 años, que recibieron CLPC ricos en fibra (>3,5 g/porción) o CLPC bajos en fibra (<1,0 g/porción) para comer diariamente durante 1 mes.	Investigó la viabilidad de una intervención para aumentar la ingesta de fibra de cereales en niños que consumen CLPC	El grupo que recibió CLPC alto en fibra tuvo mayor ingesta de fibra. No se observaron diferencias en índices de adiposidad ni parámetros metabólicos entre los grupos estudiados.
63	Ensayo clínico controlado aleatorizado realizado en México con 178 niños de 6 a 12 años de edad con diagnóstico de sobrepeso/obesidad.	Investigó si un aumento en la ingesta de CLPC en niños con sobrepeso/obesidad es una estrategia eficaz para reducir el exceso de peso corporal y los lípidos sanguíneos. Además, evaluó si el aumento de la ingesta de CLPC solo o con un programa de educación nutricional tiene un efecto sobre el perfil de lípidos plasmáticos en esta población.	Los niños que recibieron 1 porción de CLPC ( $33 \pm 7$ g) más educación nutricional tuvieron un peso corporal menor, un IMC más bajo, menor grasa corporal total, triglicéridos plasmáticos más bajos y un HDL más alto en comparación con el grupo control.

realizado en Países Bajos documentó una relación inversa entre los niveles de ingesta de granos enteros y la incidencia de sobrepeso y obesidad, evidenciando además que la correlación en los hombres era más fuerte que en las mujeres<sup>44</sup>. Adicionalmente, un estudio transcultural de 16 cohortes de siete países sugirió que la reducción de la ingesta de FD es un factor clave en la acumulación de grasa corporal<sup>45</sup>. Durante un período de seguimiento de 12 años, un estudio prospectivo en 74.091 mujeres indicó que el consumo de granos enteros y de salvado redujo el riesgo de obesidad y el aumento de peso en un 19% y 23%, respectivamente<sup>46</sup>. En otro estudio prospectivo de 26.082 hombres, la comparación del menor consumo con el mayor consumo de granos enteros y salvado, llevó a un riesgo 23% menor en el aumento de peso en un período de seguimiento de más de 8 años<sup>47</sup>. Del mismo modo, un

estudio observacional prospectivo a largo plazo, mostró que la ingesta diaria de granos enteros integrales puede contribuir a una disminución en la circunferencia de cintura, un IMC más bajo y menores niveles de grasa corporal<sup>48</sup>. Otra investigación mostró que el consumo de cualquier tipo de cereal en el desayuno no se asoció con un mayor riesgo de obesidad y que el consumo de cereales a base de avena y muesli se asoció significativamente con una reducción en el riesgo de obesidad<sup>49</sup>. A pesar de lo anterior, los ensayos controlados aleatorizados en población adulta no respaldan la idea de que los CLPC sean especialmente efectivos para perder peso en comparación con otras opciones dietéticas<sup>9</sup>. Al respecto, varios factores, como el procesamiento, cocción, tipo de almidón y contenido de nutrientes, pueden hacer que alimentos con la misma cantidad de CHO provoquen respuesta glicémica diferentes en

los niveles de glucosa en sangre<sup>50,51</sup>. En un estudio de intervención, con CLPC en base a avena y cebada que tenían al menos 1,2 g de betaglucanos (FDS) por 25 g de CHO, se observó una reducción de las respuestas glucémicas posprandiales de los sujetos estudiados sin incrementar las respuestas de insulina y sin relaciones dosis-respuesta al comparar estos betaglucanos en comparación con otros alimentos con CHO<sup>52</sup>. También se ha documentado que los alimentos de grano entero mejoran la saciedad debido a su volumen, baja densidad energética y menor palatabilidad. Un estudio a corto plazo indicó que el consumo de  $\beta$ -glucanos de fuentes de cereales, mejora la saciedad después de las comidas y está vinculado a una disminución significativa del peso corporal. Por lo tanto, la formación de gel de glucanos solubles y otras FDS, así como el aumento del volumen de las FDS, pueden contribuir a la prolongación de la sensación de saciedad<sup>53</sup>. Al respecto, el impacto del consumo de CLPC sobre las ECNT en población adulta ha sido ampliamente estudiado. Una revisión sistemática mostró que el consumo de CLPC puede tener efectos beneficiosos sobre la hipertensión y la diabetes tipo 2 (DM2) y que el consumo de CLPC con FDS puede ayudar a reducir el colesterol LDL en hombres hipercolesterolémicos<sup>8</sup>. Por último, un estudio prospectivo que incluyó a 367.442 participantes con una media de seguimiento de 14 años, indicó que el consumo de CLPC se asoció con un menor riesgo de mortalidad por todas las causas y con muerte por enfermedades cardiovasculares, DM2, todos los tipos de cáncer y cáncer digestivo en población adulta<sup>54</sup>.

### **C. Efectos del consumo de cereales para el desayuno sobre la salud en población pediátrica**

El desayuno es importante para una dieta saludable y su consumo en la población infantil, se ha asociado con una mejor calidad dietética y mejores resultados en salud<sup>55-57</sup>. Un estudio realizado en población infantil de 1,5 y 4,5 años que examinó la relación entre el consumo de cereales para el desayuno y la ingesta de azúcares extrínsecos no lácteos, y las posibles implicaciones de esto para las caries en niños, utilizando los datos de la Encuesta Nacional sobre Dieta y Nutrición (NDNS) del Reino Unido de 1995, concluyó que los preescolares con dietas ricas en CLPC tuvieron ingestas proporcionales más bajas de azúcares extrínsecos no lácteos, en comparación con los consumidores bajos de cereales. Además, el consumo de cereales endulzados se asoció positivamente con la ingesta de azúcares extrínsecos no lácteos, pero la aparición de caries no estuvo relacionada con el consumo de CLPC, ya sean endulzados o no<sup>58</sup>. Por otra parte, un ensayo aleatorizado, que analizó el efecto agudo del desayuno versus no desayunar sobre la función cognitiva en adolescentes de entre 11 y 13 años, mostró que el consumo de CLPC (hasta 70 g) con leche (hasta 300 ml) en adolescentes, generó un efecto agudo positivo sobre las pruebas de cognición además de un efecto positivo sobre el tiempo de reacción y la atención visual sostenida<sup>59</sup>. Varias investigaciones han dado cuenta del efecto del consumo de CLPC sobre el estado nutricional en la población infantil. En este sentido, un estudio transversal realizado en Chile con 1.477 niños de 6 a 13 años mostró que el IMC, la puntuación z del IMC y la circunferencia de la cintura estaban inversamente relacionados con las porciones de CLPC consumidas por los niños<sup>60</sup>. Un análisis transversal de un ensayo clí-

nico controlado realizado en Grecia con 392 adolescentes con un promedio de edad de 15 años, mostró que tanto el IMC como circunferencia de cintura y la relación cintura: cadera se correlacionaban inversamente con la frecuencia de consumo CLPC<sup>61</sup>. A pesar de lo anterior, un ensayo clínico controlado realizado en 272 niños de 9 a 10 años del Reino Unido, a los que se les proporcionó CLPC alto en fibra o CLPC bajo en fibra diariamente por 30 días, no mostró efectos sobre el peso ni en índices de adiposidad (% de grasa corporal, Kg de grasa corporal) de los participantes<sup>62</sup>. Por otra parte, un ensayo clínico controlado realizado en México con 178 niños con diagnóstico de sobrepeso/obesidad informó que el consumo diario de CLPC durante 12 semanas, en comparación con un desayuno habitual, contribuyó a la pérdida de peso y a un menor % de grasa corporal cuando se combinó con educación nutricional. Sin embargo, cuando se proporcionó CLPC diariamente, o dos veces al día, sin educación nutricional, los niños ganaron peso durante el tiempo de intervención<sup>63</sup>, destacando la importancia de la educación nutricional para mejorar la alimentación y el estado nutricional de los niños y adolescentes.

Las diferencias encontradas en los resultados de las investigaciones en población infantil y adulta anteriormente expuestas, podrían ser atribuibles a diversos factores como: la población estudiada, el tipo de diseño de la investigación, el tipo de CLPC consumido, la composición nutricional del CLPC y la duración de su consumo, entre otros factores. Por tanto, resulta fundamental realizar nuevas investigaciones para poder dilucidar algunas de las interrogantes respecto a los efectos del consumo de CLPC que siguen siendo poco claras.

## **Conclusiones**

La tecnología de procesamiento de los CLPC es esencial para mantener su calidad y valor nutricional, especialmente al considerar la inclusión de nuevos ingredientes como legumbres y FD, buscando mejorar la calidad nutricional sin comprometer el sabor y la textura. Además, la fortificación de CLPC emerge como una estrategia valiosa para abordar deficiencias de micronutrientes, pero su efectividad está influenciada por factores como la formulación, la interacción entre micronutrientes y la matriz alimentaria, así como la bioaccesibilidad de estos micronutrientes. Respecto a los cereales de grano entero, la evidencia demuestra que su consumo se encuentra asociado a varios efectos benéficos para la salud, dentro de los cuales destaca la reducción del riesgo de desarrollar obesidad y ECNT debido a su alto contenido de FD. Por último, el análisis sobre el efecto del consumo de los CLPC en la salud humana, revela una serie de hallazgos notables que abarcan desde la contribución significativa al cumplimiento de las ingestas recomendadas de macro y micronutrientes hasta los impactos diferenciales en la salud de poblaciones adultas y pediátricas.

Finalmente, es importante señalar que la interacción entre la industria alimentaria, la regulación gubernamental y la demanda del consumidor desempeña un papel fundamental en la conformación de estos productos, destacando la importancia de estrategias integrales para promover una alimentación más saludable y equilibrada en la población.

## Financiamiento

El presente artículo no ha recibido ninguna beca específica de agencias de los sectores público, comercial o con ánimo de lucro.

## Conflicto de interés

Dos de las autoras (M.O.M. y D.O.C.) trabajan en la empresa Granotec. Este conflicto de interés no afecta la objetividad ni los resultados presentados en este artículo.

## Referencias

- Caldwell EF, McKeen JD, Kadan RS. Cereals: breakfast cereals, in encyclopedia of food grains (second edition), H.C. Colin Wrigley, Koushik Seetharaman, Jon Faubion, Editor. 2016.
- Rosentrater KE. Chapter 9 - Breakfast cereals. Kent's Technology of Cereals (Fifth Edition). 2018;623-55.
- Fast RB, Sylvia AAP, Schonauer L. 2 - Breakfast—forms, ingredients, and process flow. In breakfast cereals and how they are made (third edition), S.L.S. Alicia A. Perdon, Kaisa S. Poutanen, Editor. 2020. p. 5-35.
- Wiemer K. Chapter 19 - Breakfast cereals, in Food Fortification in a Globalized World, R.F.H. M.G. Venkatesh Mannar, Editor. 2018;183-91.
- Chile UD. Encuesta nacional de consumo alimentario: Informe final 2011. Santiago, Chile.
- Smith JD, Zhu Y, Vanage V, Jain N, Holschuh N, Hermetet Agler A. Association between ready-to-eat cereal consumption and nutrient intake, nutritional adequacy, and diet quality among infants, toddlers, and children in the national health and nutrition examination survey 2015-2016. *Nutrients*, 2019;11(9):1989.
- Zhu Y, Jain N, Normington J, Holschuh N, Sanders LM. Ready-to-eat cereal is an affordable breakfast option associated with better nutrient intake and diet quality in the US population. *Frontiers in Nutrition*, 2023;9.
- Priebe MG, McMonagle JR. Effects of ready-to-eat-cereals on key nutritional and health outcomes: a systematic review. *PLoS One*, 2016;11(10): e0164931.
- Sanders LM, Dicklin MR, Zhu Y, Maki KC. The relationship of ready-to-eat cereal intake and body weight in adults: a systematic review of observational studies and controlled trials. *Adv Nutr*, 2023;14(4): 671-84.
- Li YO, Komarek AR. Dietary fibre basics: health, nutrition, analysis, and applications. *Food Qual Saf*. 2017;1(1):47-59.
- Angelino D, Rosi A, Dall'Asta M, Pellegrini N, Martini D. evaluation of the nutritional quality of breakfast cereals sold on the italian market: the food labelling of italian products (FLIP) Study. *Nutrients*, 2019;11(11):2827.
- Garcia AL, Ronquillo JD, Morillo-Santander G, Mazariegos CV, Lopez-Donado L, Vargas-Garcia EJ, et al. Sugar content and nutritional quality of child orientated ready to eat cereals and yoghurts in the uk and latin america; Does food policy matter? *Nutrients*, 2020;12(3):856.
- Rebolledo N, Reyes M, Corvalán C, Popkin BM, Smith Taillie L. Dietary intake by food source and eating location in low- and middle-income chilean preschool children and adolescents from southeast santiago. *Nutrients*, 2019;11(7):1695.
- Perron J, Pomerleau S, Gagnon P, Gilbert-Moreau J, Lemieux S, Plante C, et al. Assessing nutritional value of ready-to-eat breakfast cereals in the province of Quebec (Canada): a study from the Food Quality Observatory. *Public Health Nutr*, 2021;24(9):2397-404.
- Stoltze FM. Prevalence of child-directed marketing on breakfast cereal packages before and after chile's food marketing law: a pre- and post-quantitative content analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2019;16(22).
- Reyes M, Smith Taillie L, Popkin B, Kanter R, Vandevijvere S, Corvalán C. Changes in the amount of nutrient of packaged foods and beverages after the initial implementation of the Chilean Law of Food Labelling and Advertising: A nonexperimental prospective study. *PLoS Med*. 2020;17(7):e1003220.
- Poutanen K, Sozer N, Della Valle G. Della Valle, How can technology help to deliver more of grain in cereal foods for a healthy diet?. *J Cereal Sci* 2014;59(3): 327-36.
- Wiemer K. Breakfast cereals, in food fortification in a globalized world. Academic Press. 2018;183-191.
- Hood SK, Doyle M, Kornacki J. Dried ready-to-eat cereal products, in the microbiological safety of low water activity foods and spices. Springer. 2014;165-75.
- Choton S, Gupta N, Bandral JD, Anjum N, Choudary A. Extrusion technology and its application in food processing: A review. *Pharma Innov*. 2020;9(2):162-8.
- Tan B, Wu N-N, Zhai X-T. Solutions for whole grain food development. *Nutr Rev*, 2020;78(Suppl 1):61-8.
- van der Kamp JW, Poutanen K, Seal CJ, Richardson DP. The HEALTHGRAIN definition of 'whole grain'. *Food Nutr Res*. 2014;58(1):22100.
- Santos D, Pintado M, Lopes da Silva JA. Potential nutritional and functional improvement of extruded breakfast cereals based on incorporation of fruit and vegetable by-products - A review. *Trends Food Sci Technol*. 2022;125:136-53.
- Elichalt M, Russo M, Vázquez D, Suburú G, Tihista H, Godiño M. Lípidos, sodio y fibra dietética en harina de trigo y pan artesanal en Uruguay: aporte nutricional según recomendaciones para distintos grupos de población. *Revista Chilena de Nutrición*. 2017;44:71-8.
- Tosh SM, Bordenave N. Emerging science on benefits of whole grain oat and barley and their soluble dietary fibers for heart health, glycemic response, and gut microbiota. *Nutrition Reviews*, 2020;78(Suppl 1):13-20.
- Spence C. Breakfast: The most important meal of the day? *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2017;8:1-6.
- Tas AA, Shah AU. The replacement of cereals by legumes in extruded snack foods: Science,

- technology and challenges. *Trends Food Sci Technol*. 2021;116:701-11.
28. Okafor GI. Production and evaluation of breakfast cereals from blends of african yam bean (*sphenostylis stenocarpa*), maize (*zea mays*) and defatted coconut (*cocos nucifera*). *Journal of Food Processing and Preservation*. 2014;38(3):1037-43.
  29. Shoaib M, Shehzad A, Omar M, Rakha A, Raza H, Sharif HR, et al. Inulin: Properties, health benefits and food applications. *Carbohydr Polym*. 2016;147:444-54.
  30. Brennan MA, Monro JA, Brennan CS. Effect of inclusion of soluble and insoluble fibres into extruded breakfast cereal products made with reverse screw configuration. *Journal of Food Science & Technology*, 2008;43(12):2278-88.
  31. Ferreira SM, Capriles VD, Conti-Silva AC. Ana Carolina Conti-Silva, Inulin as an ingredient for improvement of glycemic response and sensory acceptance of breakfast cereals. *Food Hydrocolloids*, 2021;114:106582.
  32. Guillen-Sanchez J, Mori-Arismendi S, Paucar-Menacho LM. Características y propiedades funcionales del maíz morado (*Zea mays* L.) var. subnigroviolaceo. *Scientia Agropecuaria* 2010;211-7.
  33. Salvador-Reyes R, Sampaio UM, de Menezes Alves Moro T, Brito ADC de, Behrens J, Campelo PH, et al. Andean purple maize to produce extruded breakfast cereals: impact on techno-functional properties and sensory acceptance. *J Sci Food Agric*. 2023;103(2):548-59.
  34. Miller Jones J. Nutritional aspects of breakfast cereals, in *Breakfast Cereals and How They Are Made* (Third Edition). AACC International Press; p. 391-413.
  35. Caldwell EF, McKeehen JD, Kadan RS. Cereals: Breakfast Cereals. In: *Encyclopedia of Food Grains*. Elsevier; 2016. p. 262-7
  36. Saade C. Fortification, in *Breakfast Cereals and How They Are Made* (Third Edition). AACC International Press. p. 342-359.
  37. Werner S, Böhm V. Bioaccessibility of carotenoids and vitamin e from pasta: evaluation of an in vitro digestion model. *J Agric Food Chem*. 2011;59(4):1163-70.
  38. Garg M, Sharma A, Vats S, Tiwari V, Kumari A, Mishra V, et al. Vitamins in Cereals: a critical review of content, health effects, processing losses, bioaccessibility, fortification, and biofortification strategies for their improvement. *Front Nutr*. 2021;8:586815.
  39. Albertson AM, Affenito SG, Bauserman R, Holschuh NM, Eldridge AL, Barton BA. The relationship of ready-to-eat cereal consumption to nutrient intake, blood lipids, and body mass index of children as they age through adolescence. *J Ame Diet Assoc*. 2009;109(9):1557-65.
  40. Powers HJ, Stephens M, Russell J, Hill MH. Fortified breakfast cereal consumed daily for 12 wk leads to a significant improvement in micronutrient intake and micronutrient status in adolescent girls: a randomised controlled trial. *Nutr J*, 2016;15(1):69.
  41. Preziosi P, Galan P, Deheeger M, Yacoub N, Drewnowski A, Hercberg S. Breakfast type, daily nutrient intakes and vitamin and mineral status of French children, adolescents, and adults. *J Am Coll Nutr*. 1999;18(2):171-8.
  42. Barr SI, DiFrancesco L, Fulgoni VL 3rd. Consumption of breakfast and the type of breakfast consumed are positively associated with nutrient intakes and adequacy of Canadian adults. *J Nutr*. 2013. 143(1):86-92.
  43. Khan J, Khan MZ, Ma Y, Meng Y, Mushtaq A, Shen Q, et al. Overview of the composition of whole grains' phenolic acids and dietary fibre and their effect on chronic non-communicable diseases. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(5):3042.
  44. Liu S, Willett WC, Manson JE, Hu FB, Rosner B, Colditz G. Relation between changes in intakes of dietary fiber and grain products and changes in weight and development of obesity among middle-aged women. *Am J Clin Nutr*. 2003;78(5):920-7.
  45. Kromhout D, Bloemberg B, Seidell JC, Nissinen A, Menotti A. Physical activity and dietary fiber determine population body fat levels: the Seven Countries Study. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2001;25(3):301-6.
  46. Bazzano LA, Song Y, Bubes V, Good CK, Manson JE, Liu S. Dietary intake of whole and refined grain breakfast cereals and weight gain in men. *Obes Res*, 2005;13(11):1952-60.
  47. Vitaglione P. et al.  $\beta$ -Glucan-enriched bread reduces energy intake and modifies plasma ghrelin and peptide YY concentrations in the short term. *Appetite*, 2009;53(3):338-44.
  48. Ye EQ, et al. Greater whole-grain intake is associated with lower risk of type 2 diabetes, cardiovascular disease, and weight gain (vol 142, pg 1304, 2012). *Journal of Nutrition*, 2013;143(9):1524
  49. Quatela A, Callister R, Patterson AJ, McEvoy M, MacDonald-Wicks LK. Breakfast Cereal Consumption and Obesity Risk amongst the Mid-Age Cohort of the Australian Longitudinal Study on Women's Health. *Healthcare (Basel)*. 2017;5(3):49.
  50. Jenkins DJA, Jenkins AL, Wolever TMS, Collier GR, Rao AV, Thompson LU. Starchy foods and fiber: reduced rate of digestion and improved carbohydrate metabolism. *Scand J Gastroenterol Suppl*. 1987;22(Suppl 129):132-41.
  51. Jenkins DJ, Wolever TM, Taylor RH, Barker H, Fielden H, Baldwin JM, et al. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr*. 1981;34(3):362-6.
  52. EFSA Panel on Nutrition, Novel foods and Food allergens (NDA), Turck D, Castenmiller J, De Henauw S, Hirsch-Ernst KI, Kearney J, et al. Beta-glucans from oats and/or barley in a ready-to-eat cereal manufactured via pressure cooking and reduction of blood-glucose rise after consumption: evaluation of a health claim pursuant to Article 13(5) of Regulation (EC) No 1924/2006. *EFSA J*, 2021;19(4):e06493.
  53. Hoad CL, et al. In vivo imaging of intragastric gelation and its effect on satiety in humans. *J Nutr*, 2004;134(9):2293-300.

54. Xu M, Huang T, Lee AW, Qi L, Cho S. Ready-to-Eat cereal consumption with total and cause-specific mortality: prospective analysis of 367,442 individuals. *J Am Coll Nutr.* 2016;35(3):217-23.
55. Gibney MJ, Barr SI, Bellisle F, Drewnowski A, Fagt S, Livingstone B, et al. Breakfast in human nutrition: the international breakfast research initiative. *Nutrients.* 2018;10(5).
56. Adolphus K, Lawton CL, Champ CL, Dye L. The effects of breakfast and breakfast composition on cognition in children and adolescents: a systematic review. *Adv Nutr.* 2016;7(3):590S-612S.
57. Drewnowski A, Rehm CD, Vieux F. Breakfast in the United States: Food and nutrient intakes in relation to diet quality in national health and examination survey 2011(-)2014. A Study from the International Breakfast Research Initiative. *Nutrients.* 2018;10(9).
58. Gibson SA. Breakfast cereal consumption in young children: associations with non-milk extrinsic sugars and caries experience: further analysis of data from the UK National Diet and Nutrition Survey of children aged 1.5-4.5 years. *Public Health Nutrition.* 2000;3(2):227-32.
59. Adolphus K, Hoyland A, Walton J, Quadt F, Lawton CL, Dye L. Ready-to-eat cereal and milk for breakfast compared with no breakfast has a positive acute effect on cognitive function and subjective state in 11-13-year-olds: a school-based, randomised, controlled, parallel groups trial. *European Journal of Nutrition.* 2021;60(6):3325-42.
60. Valenzuela OC. Consumption of ready-to-eat cereal is inversely associated with body mass index in 6-13 years old Chilean schoolchildren. *Nutricion Hospitalaria.* 2015;32(5):2301-8.
61. Kafatos A. Consumption of ready-to-eat cereals in relation to health and diet indicators among school adolescents in Crete, Greece. *Annals of Nutrition and Metabolism.* 2005;49(3):165-72.
62. Donin AS, Nightingale CM, Perkin MR, Ussher M, Jebb SA, Landberg R, et al. Evaluating an Intervention to Increase Cereal Fiber Intake in Children: A Randomized Controlled Feasibility Trial. *Journal of Nutrition.* 2021;151(2):379-86.
63. Rosado JL, del R Arellano M, Montemayor K, García OP, Caamaño M del C. An increase of cereal intake as an approach to weight reduction in children is effective only when accompanied by nutrition education: a randomized controlled trial. *Nutrition Journal.* 2008;7(1):28.
64. Cho S, Dietrich M, Brown CJP, Clark CA, Block G. The effect of breakfast type on total daily energy intake and body mass index: results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III). *J Am Coll Nutr.* 2003;22(4):296-302.