

Regulaciones y reformulación de alimentos: impactos en procesos, costos y cadena de suministro Revisión sistemática

Regulations and Food Reformulation: Impact on Processes, Costs, and Supply Chain. A Systematic Review

Laura S Arias¹   Danna G Solano¹  Jhon A González¹  Cristina I Cogollo¹ 

¹Facultad de Ingeniería Industrial. Universidad Santo Tomás, Villavicencio, Colombia.

Resumen

Introducción: el aumento del consumo de bebidas azucaradas y otros productos ha tenido un impacto directo en la salud pública, impulsando la adopción de regulaciones como el Etiquetado Frontal de Advertencias Nutricionales (EADA). Estas políticas buscan orientar las decisiones de los consumidores y fomentar la reformulación industrial de productos para reducir azúcares, sodio y grasas saturadas.

Objetivo: realizar una revisión sistemática de la literatura disponible sobre el impacto de las regulaciones de etiquetado y la reformulación de alimentos y bebidas en la eficiencia industrial, los costos y la dinámica de la cadena de suministro.

Materiales y métodos: se realizó una revisión sistemática (RS) en bases de datos indexadas (Scopus, Scielo, etc.) durante el período comprendido entre 2018 y 2025. Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión a estudios seleccionados que evaluaron los efectos de las políticas de etiquetado y reformulación en la industria alimentaria.

Resultados: las regulaciones obligatorias, como el etiquetado de advertencias nutricionales en el frente del envase (EDE), muestran una fuerte asociación con la reformulación de productos, reducciones significativas de azúcares, sodio y grasas, y mejoras en la eficiencia industrial. No se encontraron impactos negativos relevantes en el empleo, los salarios ni los precios. Las empresas han adaptado sus cadenas de suministro mediante la innovación tecnológica, la trazabilidad y la digitalización.

Conclusiones: el EDE y la reformulación son herramientas clave para mejorar la salud pública y fomentar la innovación en la industria. Sin embargo, persisten lagunas en la cuantificación precisa de los costos, la comprensión de los efectos a largo plazo en las cadenas de suministro y los análisis comparativos de los marcos regulatorios.

Palabras clave: Eficiencia industrial; reformulación de alimentos; etiquetado nutricional; costes operativos; sostenibilidad productiva.

Abstract

Introduction: The increase in the consumption of sugar-sweetened beverages and other products has had a direct impact on public health, promoting the adoption of regulations such as the Front-of-Pack Nutritional Warning Labeling (FOPWL). These policies aim to guide consumer decisions and encourage the industrial reformulation of products to reduce sugars, sodium, and saturated fats.

Objective: To conduct a systematic review of the available literature on the impact of labeling regulations and the reformulation of foods and beverages on industrial efficiency, costs, and supply chain dynamics.

Materials and Methods: A systematic review (SR) was conducted in indexed databases (Scopus, Scielo, etc.) covering the period between 2018 and 2025. Inclusion and exclusion criteria were applied to select studies evaluating the effects of labeling and reformulation policies on the food industry.

Results: Mandatory regulations, such as the Front-of-Pack Nutritional Warning Labeling (FOPWL), show a strong association with product reformulation, significant reductions in sugars, sodium, and fats, and improvements in industrial efficiency. No relevant negative impacts were found on employment, wages, or prices. Companies have adapted their supply chains through technological innovation, traceability, and digitalization.

Conclusions: FOPWL and reformulation are key tools to improve public health and foster innovation within the industry. However, gaps remain in the precise quantification of costs, in understanding the long-term effects on supply chains, and in comparative analyses of regulatory frameworks.

Keywords: Industrial efficiency; food reformulation; nutritional labeling; operational costs; productive sustainability.

¿Cómo citar?

Arias LS, Solano DG, González JA, Cogollo CI. Regulaciones y reformulación de alimentos: impactos en procesos, costos y cadena de suministro Revisión sistemática. Ingeniería y Competitividad, 2025, 27(3)e-30215208

<https://doi.org/10.25100/iyv.v27i3.15208>

Received: 04/09/25

Reviewed: 23/10/25

Accepted: 05/11/25

Online: 20/11/25

Correspondencia

laura.ariasr@ustavillavo.edu.co



CrossMark



¿Por qué se realizó?

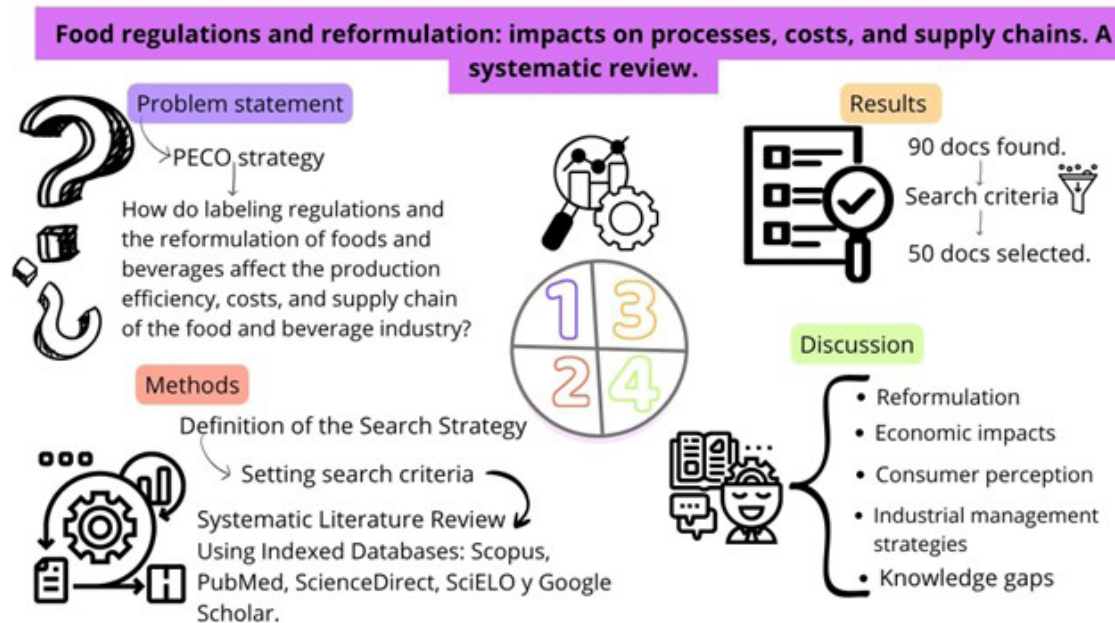
Este estudio se realizó para comprender cómo las regulaciones de etiquetado frontal y la reformulación de alimentos y bebidas afectan la eficiencia industrial, los costos operativos y la dinámica de la cadena de suministro. A pesar de la expansión global de estas políticas, la literatura carecía de un análisis exhaustivo de sus impactos económicos y operativos. Por lo tanto, esta revisión sistemática tuvo como objetivo integrar la evidencia disponible, identificar patrones comunes de respuesta industrial y sentar las bases para el diseño de políticas públicas más efectivas y sostenibles.

¿Cuáles fueron los resultados más relevantes?

Los resultados mostraron que las regulaciones de etiquetado frontal, en particular los sistemas obligatorios como la Etiqueta de Advertencia Nutricional (EFAN), están fuertemente asociadas con una reformulación extensiva de los productos y reducciones significativas de azúcares, sodio y grasas saturadas. No se observaron efectos económicos negativos importantes en el empleo, los salarios ni los precios. Por el contrario, la evidencia indicó que estas políticas han estimulado la innovación tecnológica, la eficiencia operativa y la digitalización de la cadena de suministro. Además, las etiquetas de advertencia nutricional demostraron ser más efectivas que los sistemas voluntarios para impulsar el cambio industrial e influir en las decisiones de compra de los consumidores.

¿Qué aportan estos resultados?

Los hallazgos aportan evidencia sólida de la viabilidad económica y productiva del etiquetado frontal y las políticas de reformulación de alimentos, lo que demuestra que la mejora de la salud pública y la competitividad industrial pueden coexistir. Además, ofrecen una base empírica para el diseño de políticas futuras que integren criterios de sostenibilidad, innovación y eficiencia. Finalmente, el estudio destaca lagunas críticas en la investigación sobre los costos reales de la reformulación y sus efectos a largo plazo en el rendimiento de la cadena de suministro, orientando así nuevas líneas de investigación interdisciplinaria en gestión industrial y salud pública.



Introducción

La creciente preocupación por el aumento de la obesidad y las enfermedades crónicas no transmisibles ha posicionado a las bebidas azucaradas como uno de los principales objetivos de las políticas de salud pública en todo el mundo (1). En respuesta a este problema, varios países han implementado marcos regulatorios que incluyen impuestos específicos, sistemas de etiquetado frontal (FOPL), etiquetas de advertencia y modificaciones en los requisitos obligatorios de etiquetado nutricional (2). Estas políticas no solo buscan influir en las decisiones de compra de los consumidores destacando los riesgos nutricionales, sino también promover la reformulación de productos por parte de la industria alimentaria (3).

El funcionamiento de las normativas de etiquetado y las políticas de reformulación de bebidas están estrechamente interrelacionados. Por un lado, proporcionan información nutricional clara y accesible que permite a los consumidores tomar decisiones más informadas, lo que puede llevar a una reducción de la demanda de productos ricos en azúcares, sodio o grasas saturadas y trans (4). Por otro lado, estas políticas generan presiones competitivas que animan a los productores a reformular sus productos para evitar impuestos adicionales, etiquetas de advertencia o mantener su posición en el mercado (5).

Esto convierte la normativa de etiquetado en una herramienta poderosa para transformar tanto el comportamiento del consumidor como los procesos industriales. A pesar de la creciente implementación de regulaciones de etiquetado y la reformulación de productos para alimentos y bebidas en todo el mundo, hay una falta de revisiones sistemáticas sobre sus impactos en los procesos industriales, los costes operativos y la dinámica de la cadena de suministro. La mayor parte de la literatura existente se ha centrado en evaluar los efectos sobre la composición nutricional del producto, el comportamiento del consumidor y los resultados de salud pública, dejando un vacío en la comprensión de las implicaciones operativas, económicas y logísticas dentro de la cadena de suministro para los productores (6).

El problema generado por esta brecha de conocimiento es especialmente relevante, ya que la sostenibilidad económica a corto y largo plazo de estas políticas depende en gran medida de su

capacidad para impulsar cambios industriales sin causar interrupciones excesivas en los sistemas de producción o aumentos de costes que finalmente se trasladen a los consumidores (7).

Además, comprender estos impactos es fundamental para diseñar políticas futuras más eficaces y anticipar las respuestas del sector a nuevas regulaciones.

En este contexto, es pertinente una revisión sistemática para compilar, comparar y analizar la evidencia disponible sobre estos efectos, dado que la información actual está dispersa y fragmentada entre diferentes enfoques y disciplinas.

Por ello, el presente estudio pretende realizar una revisión sistemática de la literatura disponible sobre el impacto de las normativas de etiquetado y la reformulación de alimentos y bebidas en los procesos industriales, los costes operativos y la dinámica de la cadena de suministro. Esta revisión busca sintetizar la literatura existente, identificar patrones comunes en las respuestas industriales, analizar la magnitud de los impactos económicos documentados y ofrecer recomendaciones para futuras investigaciones.

En base a lo anterior, se proponen las siguientes preguntas clave para guiar la revisión:

¿Qué factores de percepción del consumidor influyen en las decisiones de reformulación industrial?

¿Qué estrategias de gestión, calidad e innovación se han documentado en la industria alimentaria y de bebidas en respuesta a las normativas actuales?

¿Cómo se han evaluado los costes, barreras y beneficios de implementar estas estrategias en los procesos de producción y dentro de la cadena de suministro?

Metodología

Se realizó una revisión sistemática conforme a la declaración PRISMA 2020 (8). Se estableció una pregunta de investigación utilizando la estrategia PECO (Población, Exposición, Comparador y Resultado) de la siguiente manera:

Población: consumidores y organizaciones de la industria alimentaria y de bebidas.

Exposición: alimentos y bebidas con alto contenido de sodio y sacarosa.

Comparador: productos reformulados o etiquetados, o aquellos con estrategias para reducir ingredientes críticos.

Resultado: cambios en la percepción del consumidor, impacto en la gestión industrial, estrategias de cumplimiento normativo e innovación.

Basándonos en lo anterior, la pregunta de investigación es: ¿Cómo afectan las regulaciones de etiquetado y la reformulación de alimentos y bebidas a la eficiencia de producción, los costes y la cadena de suministro dentro de la industria alimentaria y de bebidas?

Para una mejor comprensión y claridad, la Tabla 1 presenta la relación entre las preguntas clave de investigación formuladas previamente y los objetivos generales y específicos propuestos.

Tabla 1 Relación entre preguntas formuladas y objetivos de investigación propuestos.

Pregunta asociada	Tipo de objetivo	Descripción
¿Cómo afectan las regulaciones de etiquetado y la reformulación de alimentos y bebidas a la eficiencia de la producción, los costes y la cadena de suministro dentro de la industria alimentaria y de bebidas?	Objetivo general	Realizar una revisión sistemática de la literatura disponible sobre el impacto de las normativas de etiquetado y la reformulación de alimentos y bebidas en los procesos industriales, los costes operativos y la dinámica de la cadena de suministro dentro de la industria.
¿Qué factores de percepción del consumidor influyen en las decisiones de reformulación industrial?	Objetivo Específico 1	Identificar los factores de percepción del consumidor que influyen en las decisiones de reformulación industrial.
¿Qué estrategias de gestión, calidad e innovación se han	Objetivo Específico	Analizar las estrategias de gestión, calidad e innovación documentadas en la literatura

documentado en la industria alimentaria y de bebidas en respuesta a las normativas actuales?	2	científica que la industria alimentaria y de bebidas ha implementado en respuesta a las normativas de etiquetado y reformulación en el frente del envase.
¿Cómo se han evaluado los costes, barreras y beneficios de implementar estas estrategias en los procesos de producción y las cadenas de suministro?	Objetivo Específico 3	Analizar cómo la literatura científica ha descrito y documentado los costes, barreras y beneficios asociados a la implementación de estrategias de reformulación y etiquetado en la parte frontal del envase, así como sus implicaciones para los procesos de producción y las cadenas de suministro.

Fuente 1 Explicación propia del autor.

Estrategia de búsqueda

La búsqueda se realizó entre abril y junio de 2025 en las bases de datos Scopus, PubMed, ScienceDirect, SciELO y Google Scholar, considerando artículos publicados entre 2018 y 2025. Este rango fue elegido para incluir los estudios más recientes y relevantes sobre la regulación del etiquetado frontal del envase (FOPL) y la reformulación de alimentos y bebidas, ya que la mayoría de las principales políticas de etiquetado y reformulación del frente del envase se consolidaron tras 2018 (4,5,9–11).

La principal ecuación de búsqueda utilizada —aplicada a títulos de artículos, resúmenes y palabras clave— fue: ("etiquetado frontal" O "etiquetas de advertencia nutricional" O "etiquetado nutricional" O "regulaciones de etiquetado alimentario") Y ("reformulación de bebidas" O "reformulación de alimentos" O "reducción de azúcar" O "reducción de sodio") Y (proceso de producción" O fabricación O "procesos industriales" O "cadena de suministro" O logística O "costes de fabricación" O "impacto económico"). De Scopus se seleccionaron 65 documentos potenciales y se recopilaron otros 25 documentos potenciales de otras bases de datos.

El análisis posterior se centró en tres dimensiones temáticas principales: procesos de producción, costes operativos y adaptaciones en la cadena de suministro. Estas categorías sirvieron de base para sistematizar y comparar los estudios, permitiendo identificar patrones comunes, divergencias y lagunas en la literatura científica revisada.

Los criterios de inclusión y exclusión para la revisión sistemática se definieron como se muestra en la Tabla 2 a continuación

Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión de la revisión sistemática (SR).

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículos originales o revisados por pares (revistas indexadas)	Artículos de prensa, editoriales, cartas, resúmenes de congresos o literatura no revisada por pares.
Estudios en español, inglés o portugués.	Estudios en idiomas distintos al inglés, español o portugués.
Documentos publicados entre 2018 y 2025.	Documentos publicados antes de 2018, salvo el contexto teórico clave si es necesario.
Exposición: Regulación del etiquetado frontal y/o reformulación de bebidas.	Publicaciones sin acceso al texto completo o sin una metodología clara.

Fuente 2 Explicación propia del autor.

La Tabla 3 presenta la ecuación de búsqueda aplicada a cada base de datos y el número de documentos encontrados:

Tabla 3. Ecuación de búsqueda, bases de datos aplicadas y número de documentos encontrados.

Ecuación de búsqueda	Bases de datos aplicadas	Documentos encontrados
("etiquetado en la parte frontal del envase" O "etiquetas de advertencia nutricional" O "etiquetado nutricional" O "regulaciones de etiquetado de alimentos") Y (Scopus (mayor número de documentos encontrados)	65
	Otras bases de datos:	25

"reformulación de bebidas" O	PubMed, ScienceDirect,
"reformulación de alimentos" O "reducción de azúcar" O "reducción de sodio") Y (SciELO y Google Scholar
"proceso productivo" O fabricación O	
"procesos industriales" O "cadena de suministro" O logística O "costes de fabricación" O "impacto económico").	

Fuente 3 Explicación propia del autor.

De los 90 documentos seleccionados, 2 fueron excluidos por duplicación, 12 descartados por título y 5 por no tener acceso al texto completo o una metodología clara. Otros 21 fueron excluidos por objetivos y resúmenes. No se incluyeron documentos adicionales posteriormente. Se identificaron y eliminaron duplicados al integrar resultados de búsqueda de diferentes bases de datos, asegurando que cada estudio se considerara solo una vez en el proceso de revisión. La Figura 1 ilustra el proceso de identificación y selección de documentos para esta revisión sistemática de la literatura.

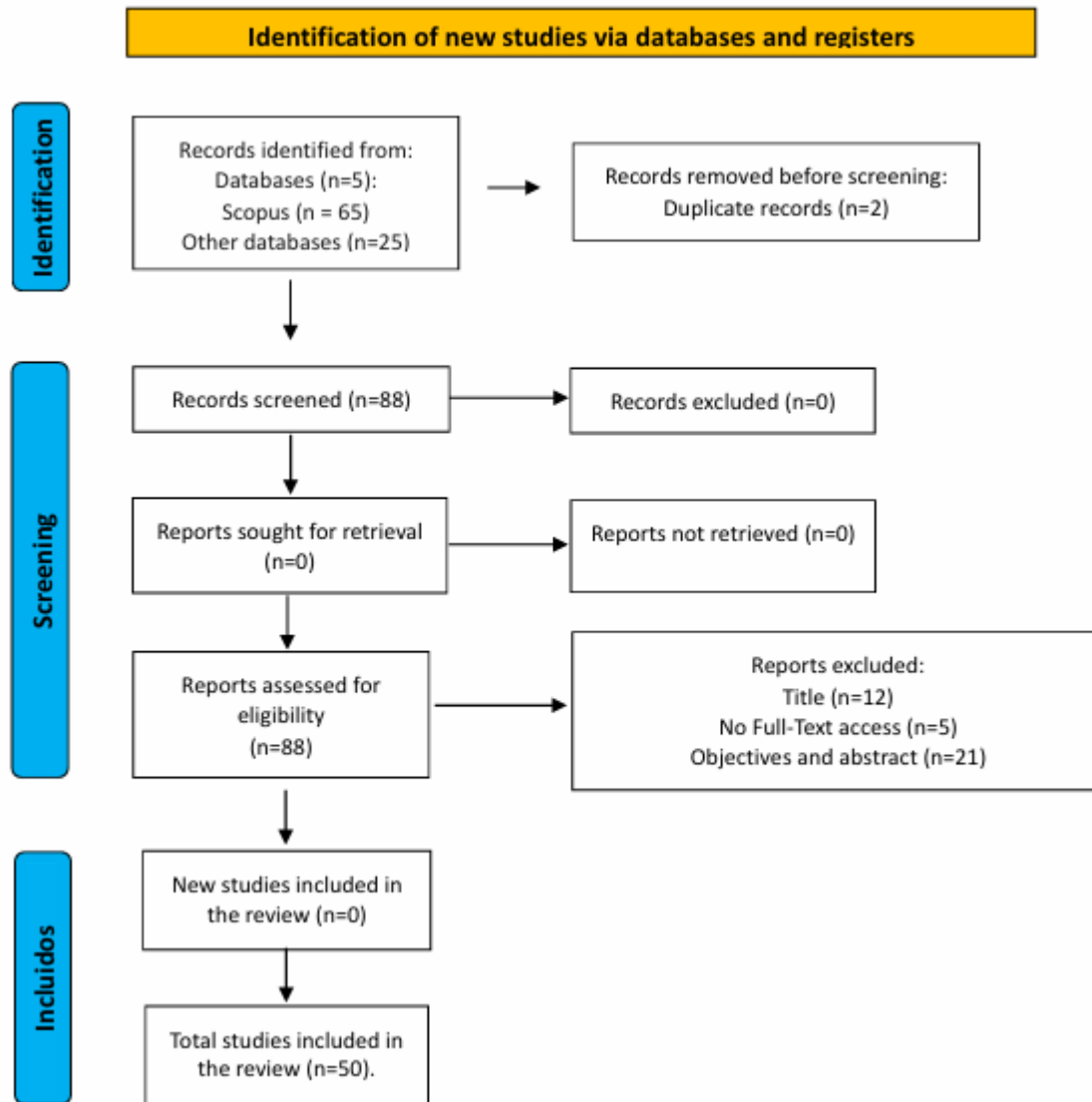


Figura 1. Diagrama de procesos para la revisión sistemática PRISMA (8).

Resultados

Como se muestra en la Figura 1, se analizaron un total de 50 artículos. Mientras tanto, la Figura 2 presenta la distribución de las publicaciones incluidas por año (2018–2025). Se observa un aumento progresivo de los estudios a partir de 2020, coincidiendo con la expansión de las políticas de etiquetado en la parte frontal del paquete en países de habla hispana y otras regiones.

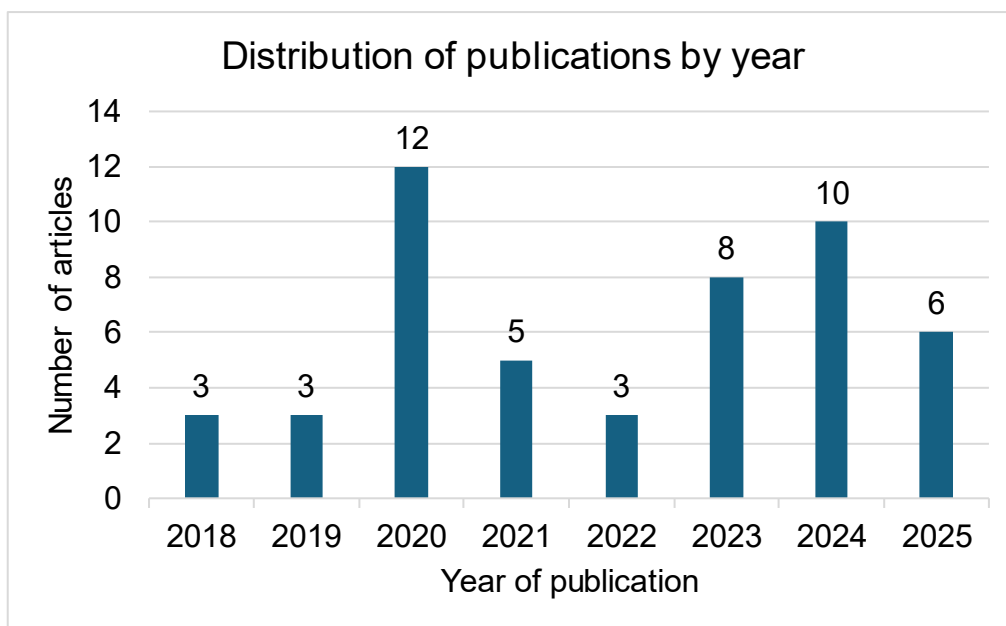


Figura 2. Distribución de publicaciones incluidas en la revisión sistemática (2018–2025). Fuente 4
Explicación propia del autor.

La revisión sistemática de la literatura revela hallazgos clave sobre el impacto del etiquetado de advertencias nutricionales en la parte frontal del envase y la reformulación de productos en la industria alimentaria y de bebidas. Con distintos grados de éxito, se han implementado a nivel internacional una variedad de enfoques regulatorios, y se pueden observar dos grupos principales: sistemas de etiquetado de advertencia o semáforo, como se muestra en la Tabla 4, y sistemas de puntuación o endoso, como se presenta en la Tabla 5.

Tabla 4. Etiquetas de advertencia o sistemas de semáforos — en su mayoría políticas obligatorias.

País	Tipo de etiquetado o medida	Alcance de etiquetado	Referencia(s)
Argentina	Etiquetas de advertencia octogonales en blanco y negro. Incluye leyendas precautorias para evitar la cafeína y los edulcorantes en los niños.	Calorías, azúcares, grasas saturadas, grasas totales y sodio.	(4,12,13)
Brasil	Etiquetas de advertencia en blanco y negro con lupa y cajas. (Implementado en octubre de 2022).	Azúcares añadidos, grasas saturadas y/o sodio.	(11,12)
Canadá	Símbolo nutricional en blanco y negro (lupa) que resalta el nutriente en exceso. (Obligatorio, con implementación prevista para el 1 de enero de 2026).	Sodio, azúcares, grasas saturadas o cualquier combinación de estos.	(9,12)
Chile	Etiquetas octogonales en blanco y negro con la leyenda "High In." Implementado en fases progresivamente más estrictas (Ley 20.606).	Calorías, azúcares totales, grasas saturadas y sodio.	(4,5,10–12,14,15)

Colombia	Etiquetas de advertencia octogonales en blanco y negro. Incluye un octágono adicional cuando se usa un endulzante.	Azúcares, grasas saturadas, grasas totales y sodio.	(11,12)
Ecuador	Sistema de semáforos que utiliza colores rojo, ámbar y verde. Barritas de diferentes tamaños reflejan las concentraciones de nutrientes.	Grasa, azúcares y sal.	(11,12,14)
UEA	Sistema de etiquetado de semáforos.	Grasa, grasas saturadas, azúcares y sal.	(12,14)
Irán	Sistema de etiquetado de semáforos.	Azúcares, grasas, sal y ácidos grasos trans.	(12,14)
Israel	Símbolos de advertencia rojos. (Implementado desde enero de 2020).	Azúcares, sal y grasas saturadas.	(4,11,12)
Perú	Etiquetas de advertencia octogonales en blanco y negro. Además, incluye una advertencia para cualquier cantidad de grasas trans.	Azúcares, grasas saturadas y sodio.	(4,11,12,16)
Sri Lanka	Sistema de etiquetado de semáforos, específicamente para bebidas.	Azúcares	(12,14)

Uruguay	Etiquetas de advertencia octogonales en blanco y negro. (Implementado desde marzo de 2021).	Grasa total, grasas saturadas, sodio y azúcares.	(4,11,12,14)
Venezuela	Etiquetas de advertencia octogonales en blanco y negro. (Se espera la implementación completa para diciembre de 2024).	Azúcares, grasas saturadas, grasas trans y sodio.	(11,12)

Fuente 5 Elaboración propia del autor basada en las referencias citadas.

Tabla 5. Sistemas de puntuación o respaldo — Políticas obligatorias y voluntarias.

País o región	Tipo de etiquetado o medida	Alcance de etiquetado	Tipo de política	Referencia(s)
Reino Unido	Semáforos múltiples (MTL). Combina valores de referencia de admisión con códigos de color (rojo, ámbar, verde).	Grasa, grasas saturadas, azúcares y sal.	Voluntario.	(11,12)
Francia, Bélgica, España, Alemania, Países Bajos, Luxemburgo, Suiza, Portugal,	Nutri-Score. Escala de cinco puntos codificada por colores y letras (A–E) que evalúa la calidad nutricional global del producto.	Todos los alimentos.	Voluntario, avalado por el gobierno.	(12,15–19)

Austria

Australia y Nueva Zelanda	Calificación de Estrellas de Salud (HSR). Sistema de puntuación resumen que otorga estrellas (0,5 a 5) según el perfil nutricional.	Productos envasados.	Voluntario, respaldado por el gobierno.	(12,16–18,20–22)
Suecia, Dinamarca, Lituania, Noruega, Islandia	Símbolo de cerradura. Logotipo positivo de respaldo (símbolo de candado verde).	Identifica alimentos más saludables que cumplen con los umbrales de sodio, azúcar, grasa y cereales integrales/fibra.	Voluntario, avalado por el gobierno.	(12,14–18,21–23)
Singapur	Sistema de clasificación nutricional codificado por colores (cuatro niveles). También incluye un logo de pirámide roja y lemas ("Símbolo de	Principalmente bebidas, basadas en el contenido de azúcar y grasas saturadas.	Voluntario.	(12,14)

Elección Saludable").				
Corea del Sur	Varias opciones de semáforos, recomendadas principalmente para ciertos alimentos infantiles.	Grasa total, grasas saturadas, azúcares totales y sodio.	Voluntario, avalado por el gobierno.	(12,14)
Tailandia	Etiquetado de la Cantidad Diaria (GDA) con Guía Monocromática. También incluye un logo de respaldo positivo (símbolo de colores).	Energía, azúcares, grasas y sodio.	Obligatorio para GDA; Logotipo de respaldo voluntario.	(12,14)

Fuente 6 Elaboración propia del autor basada en las referencias citadas.

La revisión sistemática reveló que los sistemas de etiquetas de advertencia o semáforos son los más adoptados a nivel internacional, representando aproximadamente el 65% de los casos analizados, con una naturaleza predominantemente obligatoria. En cambio, los sistemas de puntuación o endosso, como Nutri-Score o Health Star Rating, representan alrededor del 35%, con un enfoque voluntario centrado en la educación del consumidor. Esto se ilustra en la Figura 3.

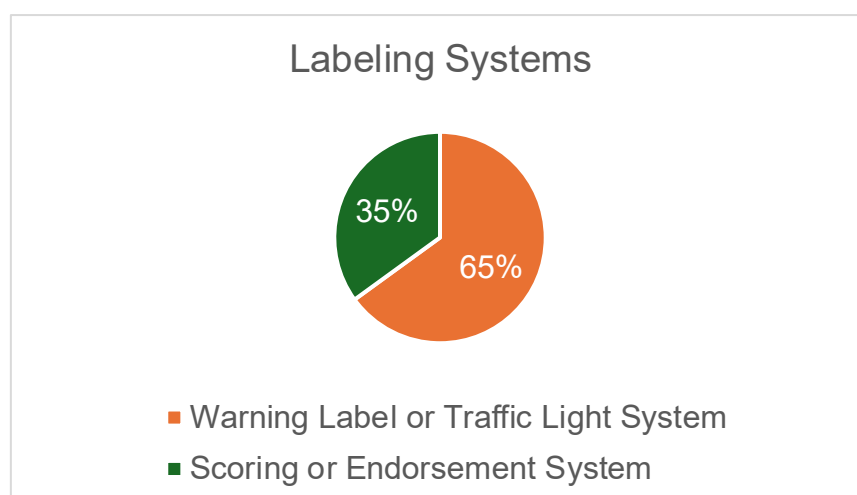


Figura 3. Sistemas de etiquetado nutricional según el tipo de enfoque regulatorio. Fuente 7
Explicación propia del autor.

Reformulación del producto y reducción de nutrientes críticos

Según la literatura, la Tabla 6 detalla los cambios de reformulación más significativos observados en grupos específicos de alimentos y bebidas en respuesta a regulaciones—principalmente el sistema obligatorio de Etiquetado de Advertencia Nutricional al frente del paquete (FOPNL)—y, en algunos casos, esfuerzos voluntarios o anticipatorios.

Tabla 6. Reformulación de productos por país y categoría alimentaria tras la implementación de las regulaciones FOPL.

País	Tipo de política	Periodo de observación	Alcance de etiquetado	Categoría	Hallazgo de reformulación	Referencia(s)
Chile	Ley 20.606	2015–2016 a 2020, año de la plena implementación	Azúcares	Untables dulces	La mayor reducción en la proporción: del 58,0% al 13,70% (–44,30 pp).	(5)
				Cereales para el	Reducción de 40,40 pp.	(5)

	desayuno		
	Bebidas y lácteos líquidos	Reducciones sustanciales de 30 puntos	(5)
Sodio	Productos de panadería salados	La mayor reducción en productos de "alto contenido en sodio": del 75,7% al 36,8% (-38,90 pp).	(5)
	Productos cárnicos que no sean salchichas	Reducción significativa de 38,90 pp	(5)
	Grasas, frutos secos y aperitivos	Reducción de 22,00 pp	(5)
Grasas saturadas	Grasas, frutos secos y aperitivos	La mayor reducción en grasas saturadas "altas en dentro" fue de 22,20 pp.	(5)
Global ("High In" any)	Sólidos	La proporción global de productos "High In" disminuyó del	(5)

					80,5% al 66,8% (–21,70 pp).	
				Líquidos	La proporción global disminuyó del 51,9% al 26,1% (–25,80 pp).	(5)
				General	Disminución del 70,8% al 52,5% (–18,30 pp).	(5)
México	NOM-051	2016 – 2021	Sodio	Pan y otros cereales	La mayor reducción en productos "exceso de sodio" fue de 63,10 pp.	(7)
			Grasas saturadas	Aperitivos salados	Reducción de productos de "exceso de grasa saturada" en 26,30pp; El contenido de grasas saturadas se redujo en 1,5 g/100g.	(7)
			Edulcorantes no	Lácteos sólidos	Reducción significativa en el	(7)

			calóricos (NNS)		uso de NNS de 29,00 pp	
Colombia	Anticipato rio o voluntario	2016 – 2018	Azúcares	Bebidas (Todos)	Disminución sustancial del contenido mediano de azúcar, de 9,2 g/100 mL a 5,2 g/100 mL (–4 g/100 mL).	(24)
			Calorías	Bebidas (Todos)	Disminución del contenido calórico medio de 41,70 kcal a 25,00 kcal (–16,70 kcal).	(24)
			Edulcorante s no calóricos (NNS)	Bebidas (Todos)	Aumento en el porcentaje de bebidas que contienen NNS, del 33,0% al 64,0% (+31pp).	(24)

Canadá	Voluntario	2017 – 2020	Sodio	General	El mayor cambio de nutrientes fue el sodio, con un 17,8% de los productos afectados.	(25)
Reino Unido	Impuesto sobre bebidas azucaradas con azúcar – SDIL	2015 – 2019	Azucares	Bebidas azucaradas (Intervención)	Reducción del 33,8% en la proporción de bebidas de intervención por encima del umbral impositivo inferior al final del periodo.	(26)
		2017	Sodio	General	Reducción del 5,1% en la ingesta de sal.	(27)
Mauricio	Obligatorio. Regulación del petróleo en la década de 2010	Años 2010	Grasas saturadas, PUFAs	General	Disminución de la energía por grasas saturadas (–3,5%) y aumento de los AGPI (+5,5%).	(27)

Finlandia	Obligatorio. Reformulación y estrategia de etiquetado, 1978–2002	1978–2002	Sodio	General	Reducción de 3 g/día en la ingesta de sal; correlación con –10 mmHg en la presión arterial y una reducción del 60%–80% en la mortalidad por ECV y ictus.	(27)
Australia	Voluntario (HSR)	2015-2018	Sodio	General	Reducción de sodio del 10,7% (2015–2018) en productos de marca privada.	(28)
			Azúcares	General	Reducción del 5,9%	(28)

Fuente 8 Elaboración propia basada en cada una de las referencias ya citadas.

Nota: pp significa puntos porcentuales; mmHg significa milímetros de mercurio y es una unidad de medida de la presión arterial; ECV significa enfermedad cardiovascular; ictus se refiere a accidente cerebrovascular; PUFA significa ácidos grasos poliinsaturados.

La revisión sistemática mostró que la implementación de regulaciones de etiquetado frontal (FOPL), especialmente las obligatorias, está fuertemente asociada con la reformulación de productos por parte de la industria alimentaria y de bebidas (9,27,29). El objetivo principal de estas reformulaciones es modificar la composición o el procesamiento de alimentos y bebidas para reducir ingredientes potencialmente dañinos —como la sal, azúcares añadidos, grasas saturadas y grasas trans— o aumentar nutrientes beneficiosos como la fibra, las proteínas o los micronutrientes (27).

Por ello, los productores han innovado y reformulado sus carteras de productos para incluir edulcorantes bajos y nulos de calorías (LNCS o NNS) como alternativas viables al azúcar (12). De hecho, las prácticas de reformulación y fortificación de alimentos tienen precedentes históricos: la primera data de los años 70, mientras que la segunda comenzó en los años 20 (27).

La experiencia latinoamericana ha sido pionera en la implementación de políticas de etiquetado y reformulación. En Chile, la Ley 20.606 sobre etiquetado y publicidad de alimentos establece límites estrictos para nutrientes críticos y exige etiquetas de advertencia en la parte frontal del envase. La evaluación de esta política ha mostrado reducciones significativas en la proporción de productos ricos en nutrientes críticos, disminuyendo del 70,8% al 52,5%, equivalente a una reducción del 18,3 puntos porcentuales tras la implementación completa (5). Esta ley, aplicada en tres fases progresivas, mostró una disminución de 7,0 pp (del 51% al 44%) en los primeros años, y una reducción total de 17,8 pp (del 70,8% al 52,5%) en productos "ricos" en azúcar y sodio (9,29,30). Sin embargo, se observaron algunas compensaciones nutricionales, como aumentos en los niveles de sodio en los cereales de desayuno (30).

En México, el sistema de etiquetado de advertencia en la parte frontal del paquete (NOM-051) ha mostrado evidencias claras de reformulación de alimentos y bebidas. En particular, se observó una reducción significativa de sodio en productos de panadería y cereales, con una disminución máxima de 63,1 pp (7), como se muestra en la Tabla 6. En Colombia, donde las medidas de reformulación han sido anticipatorias o voluntarias, el contenido de azúcar en las bebidas bajó de 9,2 g/100 mL a 5,2 g/100 mL, y el valor calórico disminuyó de 41,7 kcal a 25,0 kcal, aunque se observaron cambios mínimos en nutrientes como el sodio o las grasas saturadas (24).

En Norteamérica, Estados Unidos adoptó un enfoque diferente mediante actualizaciones de la etiqueta de "Información Nutricional", que ahora exige la declaración de "azúcares añadidos" para aumentar la transparencia y fomentar la reformulación (31). En Canadá, estudios de modelización sugieren que implementar las Etiquetas de Advertencia Nutricional en la parte frontal del paquete (FOPWL) podría reducir significativamente la ingesta de sodio, azúcar total y grasas saturadas, observándose una disminución del 17,8% en el contenido de sodio entre 2017 y 2020 (9).

En Europa, el Reino Unido ha mostrado resultados notables con el Tasa de la Industria de Refrescos (SDIL), implementado en 2018, que ha llevado a una reducción estimada de 2,3 g por cada 100 mL (38%) en los niveles de azúcar en bebidas específicas, atribuida directamente a la reformulación (26). También se reportó una reducción del 5,1% en la ingesta total de sal (27). En Finlandia, las estrategias de reformulación y etiquetado implementadas entre 1978 y 2002 redujeron la ingesta de sal en la dieta en 3 g/día, lo que se correlaciona con una disminución de 10 mmHg en la presión arterial y una reducción del 60–80% en la mortalidad por enfermedades cardiovasculares (ECV) y accidentes cerebrovasculares (27). Dinamarca, por su parte, prohibió las grasas trans (TFA) en 2004, logrando una reducción anual del 3,2% en las muertes por enfermedades cardiovasculares durante los tres años siguientes (27).

En Oceanía, Australia muestra una amplia adopción del etiquetado voluntario en la parte frontal del envase, con un 81,5% de los productos de marca propia de supermercado que muestran algún tipo de FOPL, aunque solo el 55,1% utiliza el sistema Health Star Rating (HSR) (32). Entre 2015 y 2018 se registraron reducciones del 10,7% en sodio y del 5,9% en azúcares, atribuidas a la introducción de nuevos productos y a la reformulación de líneas existentes (28).

Finalmente, en África, Mauricio implementó regulaciones obligatorias sobre aceites comestibles durante la década de 2010, logrando una disminución de la energía proveniente de las grasas saturadas (–3,5%) y un aumento de los ácidos grasos poliinsaturados (+5,5%), lo que llevó a una reducción en los niveles de colesterol total en la población (27).

Impacto económico en la industria

La literatura sugiere que las regulaciones de etiquetado y reformulación han tenido efectos reales y tangibles en la composición nutricional de las bebidas y alimentos disponibles en el mercado. También se han reportado reducciones en el contenido de azúcar, aumentos en el uso de edulcorantes no calóricos y cambios en las formulaciones de productos existentes (24,33), como se muestra en la Tabla 6. Sin embargo, estos cambios en la composición del producto representan solo la superficie de transformaciones más profundas que están ocurriendo en los procesos de producción, los costes y las cadenas de suministro de la industria alimentaria y de bebidas.

Los productores han tenido que adaptar sus líneas de producción, modificar sus procesos de adquisición de materias primas, renegociar contratos con los proveedores y, en muchos casos, realizar inversiones significativas en investigación y desarrollo (R&D) para crear nuevas formulaciones que cumplan tanto con los requisitos regulatorios como con la aceptación por parte del consumidor (33,34).

Estos ajustes operativos tienen importantes implicaciones económicas que van más allá de los costes directos de la reformulación e incluyen efectos en la eficiencia de la producción, la gestión de inventarios y la coordinación de la cadena de suministro.

En consecuencia, la Tabla 7 refleja el impacto económico de las regulaciones y la reformulación en los costes, especialmente en los costes operativos.

Tabla 7. Costes operativos y de reformulación.

Métrica económica	Cantidad/Valor Cuantificado	Contexto	Referencias
Coste de reformulación por producto	Aproximadamente entre 5.000 y 4 millones de USD por producto	Estimación del Modelo de Costes de Reformulación de la FDA de EE. UU. (2014)	(27)
Coste adicional por ración	Aumento de 0,03–0,12 USD por ración	Se observó en la reformulación de alimentos dirigidos a niños.	(27)
Coste de reformulación modelado (peor caso)	£25,000 GBP por línea de productos	Coste medio utilizado para estimar el peor escenario de reducción de la sal en 20.000 líneas de productos en un estudio de modelización	(35)
Coste Total Modelado	USD 1.174,5 millones	Peor escenario de costes para	(35)

(Reformulación Obligatoria)	(coste acumulado a 10 años)	una reformulación obligatoria en un estudio de modelización de reducción de sal en Japón	
Coste Total Modelado (Etiquetado)	91,6 millones de USD (coste acumulado a 10 años)	Coste proyectado de implementar un sistema de etiquetado (incluyendo stock y costes de monitorización) en un estudio japonés de modelización de reducción de sal	(35)
Rentabilidad a partir de la reformulación	1 millón de USD en beneficio bruto suele equivaler a 3–4 millones de USD en ventas	Perspectiva del encuestado de la industria: reducir un solo nutriente (por ejemplo, el azúcar) puede generar millones en "beneficio puro", incentivando la reformulación.	(27)

Fuente 9 Elaboración propia del autor basada en las referencias citadas en esta tabla.

A su vez, las cadenas de suministro de alimentos y bebidas son inherentemente vulnerables a interrupciones debido a características como la estacionalidad y la corta vida útil de los productos (34). Del mismo modo, los impuestos sobre alimentos poco saludables pueden tener un impacto regresivo, con los hogares de bajos ingresos asumiendo costes proporcionalmente mayores (36).

A pesar de las preocupaciones iniciales de la industria sobre posibles efectos económicos negativos, estudios rigurosos realizados en Chile no encontraron evidencia de que estas regulaciones causaran reducciones significativas en el empleo total, los salarios reales o los

márgenes de beneficio bruto en el sector manufacturero de alimentos y bebidas (10). Esto puede verse en la Tabla 8, que resume los resultados observados en Chile.

Tabla 8. Impacto Económico Sectorial: Empleo, Salarios y Beneficios (Chile)

Métrica económica	Tendencia de cambio	Cantidad cuantificable	Descripción	Referencia
Empleo agregado	Aumentado	13,3%	Aumento medio en el número de trabajadores en el sector alimentario y de bebidas entre el periodo previo a la intervención (enero 2013– mayo 2016) y la segunda fase de intervención (julio 2018– mayo 2019).	(10)
Salarios reales	Aumentado	6,2%	Aumento medio de los salarios reales en el sector alimentario y de bebidas entre el periodo previo a la intervención y la segunda fase de intervención.	(10)
Tendencia salarial	Ligera disminución	Disminución mensual del 0,1%	La regulación provocó un descenso muy pequeño y marginalmente significativo en la tendencia de los salarios reales y los márgenes de beneficio bruto en comparación con el grupo de control no afectado.	(10)

Impacto acumulativo en los salarios	Ligero aumento	Sin la ley, los salarios reales habrían sido un 2,4% más altos	Impacto acumulado estimado para finales del periodo de 3,5 años (mayo de 2019), lo que representa un aumento anual económicamente insignificante del 0,8%.	(10)
Margen de beneficio bruto	Ligera disminución	Media de 0,053 (antes de la intervención) a 0,047 (segunda fase)	Margen de beneficio bruto (en proporción de las ventas) en el sector alimentario y de bebidas. Los análisis de series temporales no mostraron cambios significativos en los márgenes de beneficio.	(10)
Número de empresas	Aumentado	Incremento mensual del 0,3%	Tendencia en el número de empresas en el sector de fabricación de alimentos y bebidas tras la primera etapa de regulación.	(10)

Fuente 10 Elaboración propia del autor basada en la referencia citada en esta tabla.

Además, los costes de reformulación no se trasladaron de forma constante a los precios de los productos. Esto desafía la percepción común de la industria de que la reformulación es muy cara y se reflejaría en precios más altos para los consumidores (10,25,37). Sin embargo, la industria alimentaria y de bebidas mexicana ha informado de posibles aumentos en los costes de producción asociados a la reformulación (7). En el Reino Unido, el precio de las bebidas con alto contenido de azúcar aumentó, pero solo aproximadamente un tercio del importe del impuesto SDIL (13,25). Esto se ilustra en la Tabla 9.

Tabla 9. Impacto en el precio por producto/mercado

Métrica económica	Cantidad cuantificable	Descripción	Referencias
Precios de productos (Chile)	No hubo cambios significativos en los precios relativos	Los precios de los productos con etiquetas de advertencia, reformulados o sin etiquetar, se mantuvieron similares a las tendencias anteriores, al menos durante el primer año y medio tras la entrada en vigor de la ley.	(37)
Impacto fiscal (Reino Unido – SDIL)	Aumento de £0,075 GBP por litro	Aumento de precios para bebidas con impuestos altos (más de 8 g de azúcar/100 mL), lo que representa una tasa de traslado del impuesto del 31,0% a los consumidores.	(26)
Impacto de marca (Reino Unido – SDIL)	Tasa de paso del 49%	Observado específicamente para bebidas de marca en el nivel impositivo más alto.	(26)
Paso inverso (Reino Unido – Marcas propias)	Aumento de 68,6 peniques por litro (tasa de paso del 381%)	Las bebidas de marca propia en el nivel impositivo más bajo (5–8 g/100 mL) experimentaron un aumento significativo de precio, más de tres veces la cantidad del impuesto.	(26)
Impacto en	No hubo diferencias	La reformulación (tanto la reducción	(25)

los precios (Canadá)	significativas en los cambios de precio	como el aumento de nutrientes) no se asociaron de forma consistente con cambios de precio en la mayoría de las categorías de alimentos y bebidas en Canadá (2017–2020).
Precios relativos (etiquetado EE.UU. – GE)	Reducción del 13,0% de precio	Se observa en productos azucarados de remolacha (etiquetados como transgénicos) en Vermont. (37)

Fuente 11 Elaboración propia del autor basada en las referencias citadas en esta tabla.

Además, cabe destacar que existe una escasez significativa en la literatura respecto a los impactos en los procesos de producción, los costes operativos y la dinámica de la cadena de suministro, incluyendo los gastos de investigación y desarrollo, modificaciones de equipos, control de calidad y costes de transición (13,38).

Impacto de las regulaciones y la reformulación en la cadena de suministro alimentaria

La cadena de suministro alimentaria (FSC) es una red compleja que integra procesos de producción, almacenamiento, distribución y comercialización hasta que los productos llegan al consumidor final (39). Los resultados de la revisión muestran que las regulaciones nutricionales —especialmente el Etiquetado de Advertencia Nutricional en el Frente del Paquete (FOPWL) y las políticas obligatorias de reformulación— han generado transformaciones significativas en diferentes vínculos de la FSC, afectando a las operaciones, las estrategias tecnológicas y la sostenibilidad (27,33).

Los principales impactos y respuestas industriales pueden resumirse en tres dimensiones.

Primero, la reformulación del producto actúa como un motor de cambio dentro de la FSC, ya que requiere que los fabricantes ajusten sus líneas de producción, busquen nuevos proveedores de ingredientes y modifiquen los procesos logísticos y de almacenamiento (3,7,24,27). Este ajuste ha

llevado a la adopción de estrategias de diferenciación, introduciendo versiones reformuladas o más saludables, así como estrategias de reformulación directa que sustituyen formulaciones anteriores sin alterar la cartera existente (3,27). En segundo lugar, han surgido desafíos operativos y tecnológicos por la sustitución de ingredientes críticos. La reducción de sal, azúcares o grasas saturadas requiere encontrar sustitutos que mantengan el sabor, la textura, la estabilidad y la vida útil del producto, lo que ha impulsado la inversión en innovación e investigación aplicada dentro de la cadena de suministro (10,12,27).

Finalmente, se han identificado efectos globales de "desbordamiento" o "contagio". Las multinacionales que reformulan productos para cumplir con regulaciones estrictas —como las de Chile o México— tienden a exportar versiones reformuladas a otros mercados, ampliando así el impacto de las políticas regulatorias a nivel internacional (10,11,24). Los minoristas también juegan un papel decisivo, especialmente a través de sus marcas de entrada, exigiendo a los proveedores que cumplan con los estándares nutricionales o priorizando la distribución de productos con perfiles mejorados (9,28,32,33).

La sostenibilidad y la digitalización han surgido como factores clave en la resiliencia de la FSC (34,40,41). Tecnologías como Blockchain y el Internet de las Cosas (IoT) mejoran la trazabilidad, el control de calidad y la gestión de riesgos (39,40). Del mismo modo, la adopción de estrategias flexibles —como la diversificación de proveedores y el uso de inventarios de seguridad— ayuda a mitigar las interrupciones y a fortalecer la capacidad para responder a nuevas regulaciones (34,39–41)

Percepción y comportamiento del consumidor

El Etiquetado de Advertencia Nutricional en el Frente del Paquete (FOPWL) permite a los consumidores identificar de forma precisa, fácil y rápida productos que superan los umbrales críticos de nutrientes, mejorando así su comprensión, percepción y decisiones de compra hacia opciones más saludables (11,14–18,20,42–44).

En cambio, los sistemas de etiquetado como las Directrices de Cantidades Diarias (GDA) son consistentemente ineficaces, confusos y poco útiles para el público en general, incluso para los profesionales de la nutrición (17,42,44). Los consumidores —incluidos aquellos con niveles

educativos superiores— tienen dificultades para comprender y utilizar la información nutricional proporcionada por las GDAs, ya que la interpretación requiere tiempo considerable y habilidades matemáticas (42). La Tabla 10 presenta los efectos sobre los consumidores y la industria según el tipo de sistema de etiquetado.

Tabla 10. Eficacia de las etiquetas FOPL en consumidores y en la industria

Tipo de etiquetado	Efecto en los consumidores	Impacto en la industria	Referencias
Etiquetas de advertencia (sellos octogonales)	Sistemas directivos, simples y fáciles de entender. Mayor capacidad para orientar a los consumidores hacia opciones más saludables y desincentivar las compras.	Mayor grado de reformulación. Los sistemas obligatorios (Chile, México) ofrecen los mayores beneficios al motivar la reformulación para evitar la etiqueta de advertencia.	(7,11,15,17,42)
Cantidades Diarias Directrizas (GDA)	Menos efectivo. Requieren un esfuerzo cognitivo considerable (cálculos numéricos) que los consumidores normalmente no realizan al comprar, especialmente cuando el tiempo es limitado.	No hay efecto en la reformulación. La literatura sugiere que estas etiquetas están poco comprendidas y, por tanto, es poco probable que influyan tanto en la industria ni en los consumidores.	(11,15,42)
Sistemas de puntuación (Nutri-Score, HSR)	Puede mejorar la calidad de las compras en supermercados, aunque se necesitan más pruebas del impacto en el mundo real.	Reformulación limitada/voluntaria. Los sistemas voluntarios suelen mostrar efectos más limitados que los obligatorios. La	(11,16)

Enfoque promotor. La HSR	reformulación suele ocurrir
es voluntaria y mostró efectos	solo en productos que ya
limitados en la reformulación	cumplen los criterios.
en Nueva Zelanda.	

Fuente 12 Elaboración propia del autor basada en las referencias citadas en esta tabla.

Sin embargo, algunos estudios presentan resultados mixtos sobre el impacto del Etiquetado de Advertencia Nutricional en el Frente del Paquete (FOPWL) en el comportamiento de compra del consumidor, y su eficacia puede variar según el conocimiento del consumidor con el sistema y el tipo de categoría de alimento (21). No obstante, también está claro que las tecnologías digitales —como la Inteligencia Artificial (IA) y el Big Data— sirven como herramientas que permiten a la industria recopilar datos sobre las preferencias de los consumidores, optimizar procesos de reformulación, gestionar la calidad, prever la demanda y, en última instancia, mantener el atractivo del mercado y la imagen de marca (23).

Discusión

La discusión de estos resultados se estructura en torno a las preguntas clave de investigación formuladas anteriormente, interpretando los diferentes estudios y conectándolos con la cuestión central de investigación sobre el impacto de las regulaciones en la eficiencia de la producción, los costes y la cadena de suministro.

¿Qué factores de percepción del consumidor afectan a las decisiones de reformulación industrial?

Los factores de percepción del consumidor son una fuerza impulsora fundamental detrás de las decisiones de reformulación industrial. La eficacia de los sistemas de etiquetado frontal del envase, como FOPWL, radica en su capacidad para simplificar la información nutricional y hacerla fácilmente comprensible en el momento de la compra (11,14,17,42,44).

Procesamiento de información para consumidores y contraste con sistemas no interpretativos

Los consumidores tienden a tomar decisiones de compra de alimentos de forma rápida e impulsiva (11,15,45). Una etiqueta en la parte delantera del paquete que sea muy visible, fácil de entender y que aproveche asociaciones automáticas —como colores o iconos de advertencia— es más influyente en este contexto (11,15,45). El sistema FOPWL, con sus formatos sencillos, colores e iconos, facilita una comprensión rápida y una diferenciación más sencilla entre productos más saludables y menos saludables (42,45).

En cambio, los sistemas de Cantidad Diaria de Directrices (GDA), que requieren un procesamiento cognitivo más deliberado y analítico —incluyendo cálculos numéricos y comparaciones complejas— son ineficaces (11,15,42). Esto es especialmente problemático para grupos con bajos niveles educativos o habilidades limitadas en matemática (11). En consecuencia, la falta de comprensión de las etiquetas GDA no genera suficiente presión sobre la industria para que realice cambios significativos en sus productos (42).

Influencia sobre la demanda y presión para reformular

Cuando los consumidores pueden identificar claramente productos con niveles excesivos de nutrientes críticos (como sodio, azúcares, edulcorantes o grasas trans) a través de FOPWL, su demanda de opciones más saludables aumenta—o, por el contrario, su intención de comprar productos menos saludables disminuye (16–18,42). Este cambio en la demanda ejerce una presión directa sobre la industria para reformular los productos y evitar etiquetas de advertencia, manteniendo así el atractivo del mercado y la imagen de marca (27,39).

Por ello, sistemas de etiquetado interpretativo como FOPWL provocan una respuesta industrial más dinámica al alterar la percepción del consumidor y conducir a ajustes de producción orientados a la eficiencia y el cumplimiento normativo.

¿Qué estrategias de gestión, calidad e innovación se han documentado en la industria alimentaria y de bebidas en respuesta a las normativas actuales?

La gestión de la calidad del producto es una estrategia operativa flexible y relevante (42). Sin embargo, la estrategia más documentada en la industria alimentaria y de bebidas en respuesta a las normativas de etiquetado frontal es la reformulación de productos (27). Esta estrategia se

adopta para cumplir con los umbrales nutricionales establecidos por las políticas públicas y, en consecuencia, para evitar llevar etiquetas de advertencia (9). También es una manifestación de la gestión de la calidad orientada a mantener la competitividad y la reputación (41).

Aunque el discurso público tiende a centrarse en la mejora de la salud, las empresas también se reformulan por otros motivos, como reducir costes, aumentar beneficios, adaptarse a los cambios en las preferencias de los consumidores por productos más saludables, entrar en nuevos mercados, compensar la disminución de ventas o cumplir con directrices regulatorias. Estas estrategias pueden observarse en los diferentes contextos resumidos en la Tabla 7, que cuantifica los costes operativos y de reformulación, mostrando el rango de inversión requerido según el tipo de intervención industrial. Más recientemente, las estrategias de reformulación también se han alineado con objetivos medioambientales, como la reducción de la huella de carbono de las cadenas de suministro (46). La imagen general de una empresa puede mejorar y evolucionar desde ser percibida como irrelevante a ser innovadora y receptiva mediante la reformulación (27).

Por lo tanto, la reformulación no solo representa una estrategia de cumplimiento normativo, sino también una vía para la innovación tecnológica y una mayor competitividad industrial.

Eficacia de las regulaciones obligatorias frente a las voluntarias — Innovación, calidad y críticas al enfoque

Aunque la industria ha estado reformulando productos desde los años 70, la literatura sugiere que las regulaciones obligatorias son significativamente más eficaces para impulsar una reformulación a gran escala que las iniciativas voluntarias (22,27,29,35). Las políticas voluntarias, como las adoptadas en Australia y Nueva Zelanda, han mostrado una adopción limitada en comparación con los sistemas de etiquetado obligatorio, que logran cambios rápidos y generalizados cuando la ley lo exige (21,22). La reformulación voluntaria permite a los productores industriales de alimentos y bebidas establecer sus propias agendas, supervisarse y evaluarse, y decidir cuántos productos reformular y en qué medida, lo que genera posibles conflictos de interés (19,27).

La reformulación consiste en encontrar alternativas que mantengan el sabor, la textura y la vida útil del producto mientras mejoran su perfil nutricional. Esto impulsa la innovación en ingredientes y procesos de producción (21,47). Sin embargo, la reformulación también es objeto de críticas por promover el "nutricionismo", un enfoque reduccionista que se centra únicamente en modificar los perfiles nutricionales sin abordar la naturaleza ultraprocesada de muchos alimentos y bebidas, un aspecto que puede tener efectos más perjudiciales para la salud y que no necesariamente se mitiga mediante ajustes nutricionales (16,27).

¿Cómo se han evaluado los costes, barreras y beneficios de implementar estas estrategias en los procesos de producción y las cadenas de suministro?

La evaluación de los costes, barreras y beneficios de implementar estrategias de reformulación y etiquetado en el frente del paquete (FOPL) ofrece una perspectiva equilibrada sobre su impacto.

Como se mencionó anteriormente, las regulaciones FOPL —al fomentar la reformulación de productos— demuestran un efecto positivo y modelado en la salud pública (12,35). Los estudios proyectan reducciones en la mortalidad asociada a enfermedades cardiovasculares, diabetes y cáncer, así como mejoras en los años de vida ajustados por calidad (QALYs) (9,12,27). Por ejemplo, en Canadá se estima que una política FOPL podría prevenir o posponer hasta 8.907 muertes por enfermedades no transmisibles relacionadas con la dieta (DR-NCD), principalmente por enfermedades cardiovasculares (ECV) (9).

Además, se prevé un ahorro considerable en la sanidad como resultado de reducir la ingesta de nutrientes críticos. Por ejemplo, en Japón, el ahorro acumulado a 10 años por la reducción de la ingesta de sal se estima en 48,1 millones de dólares estadounidenses (35). Además, la reformulación conduce a un suministro de alimentos con perfiles nutricionales mejorados, haciendo que las opciones más saludables sean más accesibles y abundantes (48,49). En cuanto al empoderamiento del consumidor y la protección de derechos, la FOPL empodera a los consumidores para tomar decisiones informadas, alineándose con el derecho a una alimentación adecuada, protección infantil y un consumo informado y responsable (42,50).

Barreras y costos

Contrariamente a las afirmaciones de la industria, la experiencia chilena mostró que las preocupaciones sobre aumentos de costes, reducciones de beneficios o impactos en salarios y empleo no se materializaron de manera significativa (28). Aunque existen costes de reformulación, no se trasladaron de forma constante a los precios de los productos (24,30), y las adaptaciones en la cadena de suministro implicaron principalmente cambios en los proveedores, reformulación de ingredientes y ajustes logísticos para garantizar la continuidad del suministro (29,33,39,41).

Por otro lado, las iniciativas de reformulación voluntaria se enfrentan a varias barreras, como un terreno de juego desigual entre las empresas, la reticencia a reformular los productos más vendidos por miedo a perder cuota de mercado y la posibilidad de que las empresas cumplan los objetivos de reformulación simplemente introduciendo productos nuevos y más saludables en lugar de mejorar los existentes y de alto consumo (27). Además, la naturaleza voluntaria de la reformulación —sin una supervisión clara e independiente— puede generar escepticismo en los consumidores (19,51). Otra limitación es que la reformulación no aborda necesariamente el problema más amplio de los alimentos ultraprocesados, ya que a menudo se centra estrechamente en nutrientes específicos en lugar de en la calidad general del producto (16,27).

Adaptación y sostenibilidad de la cadena de suministro bajo la normativa nutricional

Los hallazgos relativos a la cadena de suministro alimentaria (FSC) confirman que las regulaciones de etiquetado y reformulación trascienden el producto final, afectando a toda la estructura y el rendimiento de la red de producción (3,7,11,24,43). Las empresas han tenido que reconfigurar los flujos de materiales, las relaciones con los proveedores y los procesos de control de calidad, integrando la gestión nutricional como parte de la eficiencia de la producción (27).

La literatura sugiere que las cadenas de suministro más diversificadas y tecnológicamente avanzadas son más resilientes a los costes de transición impuestos por nuevas regulaciones (41). Las herramientas digitales para la trazabilidad y el monitoreo en tiempo real reducen las pérdidas postcosecha, mejoran la transparencia y permiten cuantificar los impactos

medioambientales, ya que el sector representa más del 80% de las emisiones totales en la industria alimentaria y de bebidas (34,39,46).

De manera similar, los minoristas han surgido como actores clave con una influencia significativa sobre la FSC al imponer criterios de reformulación a los proveedores o rediseñar carteras de productos hacia opciones más saludables (28,33). Esta capacidad de presión vertical demuestra que el cumplimiento normativo y la gestión de la sostenibilidad dependen no solo de los fabricantes, sino de toda la red logística y comercial (39,46). En resumen, el FSC está experimentando una transición hacia modelos más sostenibles, digitalizados y flexibles, impulsados por regulaciones que, aunque originalmente diseñadas para fines de salud pública, ahora actúan como catalizadores para la innovación industrial, la eficiencia operativa y la reducción del impacto ambiental en toda la cadena de valor (27,42,45,46).

Finalmente, la revisión revela lagunas críticas de conocimiento en la investigación actual. Sigue existiendo una escasez de estudios que documenten con precisión los costes asociados a la reformulación de productos — incluyendo inversiones en investigación y desarrollo (R&D), modificaciones de equipos, ajustes de control de calidad y costes de transición durante la implementación de nuevas formulaciones (13). Del mismo modo, la evidencia sobre los impactos en la cadena de suministro sigue fragmentada y carece de análisis longitudinales que puedan aclarar adaptaciones a medio y largo plazo. Esto incluye cambios en las relaciones con los proveedores, patrones de abastecimiento, gestión de inventarios y sistemas de distribución (38).

Por lo tanto, la literatura revisada demuestra que las regulaciones de etiquetado frontal y la reformulación de productos han generado impactos positivos en la salud pública y efectos económicos manejables en la industria. Aunque los costes iniciales de adaptación son inevitables, tienden a compensarse a medio plazo mediante la innovación, la eficiencia operativa y el fortalecimiento de la competitividad industrial. Sin embargo, la ausencia de estudios comparativos entre diferentes marcos regulatorios impide una cuantificación completa del impacto económico real en la productividad y la sostenibilidad sectorial. La investigación futura debería integrar indicadores económicos, de rendimiento operativo e innovación tecnológica

para guiar el diseño de políticas que maximicen los beneficios para la salud pública minimizando los costes industriales innecesarios.

Limitaciones y desafíos para la investigación futura

Esta revisión sistemática presenta varias limitaciones que deben considerarse al interpretar sus hallazgos. En primer lugar, el análisis se basó en estudios publicados entre 2018 y 2025; aunque este rango recoge la evolución más reciente de la FOPL y las políticas de reformulación, puede excluir estudios anteriores de relevancia histórica o teórica. En segundo lugar, la búsqueda se centró en bases de datos académicas y directorios digitales de acceso abierto, lo que limita la inclusión de literatura gris, informes técnicos o documentos institucionales que puedan ofrecer conocimientos complementarios.

Además, los estudios incluidos emplearon metodologías heterogéneas — que iban desde análisis económicos hasta evaluaciones cualitativas de políticas — lo que dificulta la comparación directa de los resultados o la estimación cuantitativa de los impactos económicos y en la cadena de suministro.

En cuanto a los futuros desafíos de investigación, persisten carencias clave en la cuantificación de los costes reales de reformulación e innovación, el seguimiento longitudinal de los cambios estructurales en las cadenas de suministro y las relaciones con los proveedores, y en análisis comparativos entre marcos regulatorios para determinar cuáles generan los mayores beneficios para la salud pública con la menor interrupción industrial. Los estudios futuros deberían abordar estos temas utilizando enfoques interdisciplinarios, integrando análisis económicos, tecnológicos y de sostenibilidad para fortalecer la base de evidencias y guiar el diseño de políticas públicas más equilibradas y eficaces.

Conclusión

La revisión sistemática de la literatura demuestra que las regulaciones de etiquetado frontal (FOPL), en particular el Sistema de Etiquetado de Advertencias Nutricionales (EFAN), junto con la reformulación de productos, constituyen herramientas decisivas para transformar la industria alimentaria y de bebidas y promover la salud pública. Estas regulaciones influyen directamente

en la eficiencia de la producción, los costes operativos y la cadena de suministro al animar a los fabricantes a reformular los productos para evitar etiquetas de advertencia. Lejos de generar efectos económicos negativos, la evidencia muestra que las transformaciones productivas derivadas del etiquetado han fomentado la innovación, la eficiencia y la competitividad industrial sin afectar significativamente el empleo o los precios finales, confirmando la viabilidad económica de tales medidas.

El etiquetado en la parte frontal del envase, gracias a su claridad visual y simplicidad interpretativa, mejora la capacidad de los consumidores para identificar productos ricos en nutrientes críticos, fomentando decisiones de compra más saludables y ejerciendo presión sobre la industria para mejorar las formulaciones. La principal estrategia de respuesta corporativa identificada es la reformulación del producto, que responde no solo a los requisitos regulatorios, sino también a los intereses del mercado, la imagen corporativa y los objetivos de sostenibilidad. En este sentido, las políticas obligatorias han demostrado ser considerablemente más eficaces que las voluntarias, que tienden a ser más lentas y a estar sujetas a posibles conflictos de interés.

Sin embargo, la revisión revela lagunas significativas en la literatura, especialmente en la documentación de los costes reales de la reformulación, las adaptaciones tecnológicas y los impactos en la cadena de suministro. La ausencia de estudios longitudinales y comparativos limita la comprensión de los efectos económicos y productivos de estas regulaciones en diferentes contextos. Por lo tanto, la investigación futura debería incorporar indicadores de productividad, innovación y sostenibilidad industrial para guiar el diseño de políticas públicas que maximicen los beneficios para la salud y minimicen los costes económicos asociados.

Reconocimientos

Los autores expresan su gratitud por el apoyo institucional proporcionado para el desarrollo de esta investigación. Este trabajo fue posible en el marco del proyecto titulado "Desarrollo de un Plan de Gestión Energética Eficiente (PGEE) para el Campus de Aguas Claras de la Universidad Santo Tomás, Rama de Villavicencio, mediante la implementación de NTC ISO-50001:2018 – Fase Beta (β)", que está afiliado al Grupo de Investigación NAKOTA y al Semillón de Investigación SEINPRO de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Santo Tomás. Villavicencio.

Declaración de contribución de autoría de CreditT

Conceptualización - Ideas: Laura Sofía Arias Rojas, Danna Gabriela Solano Ferrer, Jhon Alexander González Garzón, Cristina Isabel Cogollo Torres. Análisis formal: Laura Sofía Arias Rojas, Danna Gabriela Solano Ferrer. Investigación: Laura Sofía Arias Rojas, Danna Gabriela Solano Ferrer. Metodología: Laura Sofía Arias Rojas, Danna Gabriela Solano Ferrer. Dirección de Proyecto: Jhon Alexander González Garzón, Cristina Isabel Cogollo Torres. Recursos: Jhon Alexander González Garzón, Cristina Isabel Cogollo Torres. Validación: Laura Sofía Arias Rojas, Danna Gabriela Solano Ferrer. Escritura - borrador original - Elaboración: Laura Sofía Arias Rojas, Danna Gabriela Solano Ferrer. Redacción - revisión y edición - Elaboración: Laura Sofía Arias Rojas, Danna Gabriela Solano Ferrer.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflictos de intereses relacionados con esta investigación.

Aspecto ético: no declara.

Referencias

1. Grummon AH, Roberto CA. Impuestos y etiquetas de advertencia como herramientas para mejorar la calidad dietética. En: Gearhardt AN, Brownell KD, S. Gold M, Potenza MN, editores. Comida y Adicción [Internet]. 2ª ed. Oxford University Press, Nueva York; 2024 [citado 4 de noviembre de 2025]. p. 509–20. Disponible en: <https://academic.oup.com/book/58145/chapter/480295313>
2. Malik VS, WC de Willett, Hu FB. La etiqueta de información nutricional revisada: un paso adelante y más margen de mejora. JAMA. 9 de agosto de 2016; 316(6):583.
3. Gressier M, Sassi F, Frost G. Alimentos saludables y dietas saludables. Cómo las políticas gubernamentales pueden orientar la reformulación alimentaria. Nutrientes. 4 de julio de 2020; 12(7):1992.

4. Taillie LS, Reyes M, Colchero MA, Popkin B, Corvalán C. Una evaluación de la Ley Chilena de Etiquetado y Publicidad de Alimentos sobre la compra de bebidas azucaradas entre 2015 y 2017: un estudio de antes y después. Basu S, editor. PLOS Med. 2020 11 de febrero; 17(2):e1003015.
5. Rebolledo N, Ferrer-Rosende P, Reyes M, Smith Taillie L, Corvalán C. Cambios en el contenido nutricional crítico de alimentos y bebidas envasados tras la plena aplicación de la Ley Chilena de Etiquetado y Publicidad Alimentaria: un estudio transversal repetido. BMC Med. 2025 27 de enero; 23(1):46.
6. Paraje G, Montes de Oca D, Corvalán C, Popkin BM. Evolución de los precios de alimentos y bebidas tras la normativa de etiquetado frontal en Chile. BMJ Glob Health. julio de 2023; 8(7):e011312.
7. Salgado JC, Pedraza LS, Contreras-Manzano A, Aburto TC, Tolentino-Mayo L, Barquera S. Reformulación de productos en bebidas y alimentos no alcohólicos tras la implantación de etiquetas de advertencia en el frente del envase en México. Adams J, editor. PLOS Med. 2025 18 de marzo; 22(3):e1004533.
8. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. Rev Esp Cardiol. 2021 Sept; 74(9):790–9.
9. Flexner N, Ng AP, Ahmed M, Khandpur N, Acton RB, Lee JJ, et al. Estimación del impacto dietético y en la salud de implementar el etiquetado nutricional en la parte frontal del paquete en Canadá: un estudio de modelización macrosimulada. Frente Nutr. 2023 Mar 17;10:1098231.
10. Paraje G, Montes de Oca D, Wlasiuk JM, Canales M, Popkin BM. Etiquetado en la parte delantera del paquete en Chile: efectos en el empleo, salarios reales y beneficios de las empresas tras tres años de su implementación. Nutrientes. 11 de enero de 2022; 14(2):295.
11. Roberto CA, Ng SW, Ganderats-Fuentes M, Hammond D, Barquera S, Jauregui A, et al. La influencia del etiquetado nutricional en la parte frontal del envase en el comportamiento del consumidor y la reformulación del producto. Annu Rev Nutr. 11 de octubre de 2021; 41(1):529–50.

12. Sievenpiper JL, Purkayastha S, Grotz VL, Mora M, Zhou J, Hennings K, et al. Orientación dietética, consideraciones sensoriales, de salud y seguridad al elegir edulcorantes bajos o sin calorías. *Nutrientes*. 25 de febrero de 2025; 17(5):793.
13. Flexner N, Zaltz D, Greenthal E, Musicus AA, Ahmed M. Estimación del impacto dietético y saludable de implementar las divulgaciones obligatorias de nutrientes en la parte frontal del envase en EE. UU.: un análisis de modelización de escenarios políticos.
14. Al-Jawaldeh A, Rayner M, Julia C, Elmadfa I, Hammerich A, McColl K. Mejorando la información nutricional en la región del Mediterráneo Oriental: Implementación del etiquetado nutricional en la parte frontal del envase. *Nutrientes*. 26 de enero de 2020; 12(2):330.
15. Muller L, Ruffieux B. Qué hace eficaz un sistema de etiquetado nutricional en la parte frontal del envase: el impacto de los componentes clave de diseño en las compras de alimentos. *Nutrientes*. 19 de septiembre de 2020; 12(9):2870.
16. Muzzioli L, Penzavecchia C, Donini LM, Pinto A. ¿Son las etiquetas en la parte frontal del paquete una herramienta de política sanitaria? *Nutrientes*. 11 de febrero de 2022; 14(4):771.
17. Dwesar R, Rishi B. Informando a los consumidores: un análisis bibliométrico y temático del etiquetado nutricional en envases. *Informing Sci Int J Emerg Transdiscipl*. 2023; 26:231–61.
18. Egnell M, Talati Z, Galan P, Andreeva VA, Vandevijvere S, Gombaud M, et al. Comprensión objetiva de la etiqueta frontal de la puntuación Nutri por parte de los consumidores europeos y su efecto en las elecciones alimentarias: un estudio experimental en línea. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2020 diciembre; 17(1):146.
19. Cerf M, Serry AJ, Marty L, Nicklaus S, Ducrot P. Evidencia sobre las percepciones, comprensión y usos de los consumidores del Nutri-Score para mejorar la comunicación sobre su actualización: un estudio cualitativo con observaciones de compras en Francia. *BMC Salud Pública*. 4 de noviembre de 2024; 24(1):3037.
20. Andreeva VA, Egnell M, Handjieva-Darlenska T, Talati Z, Touvier M, Galan P, et al. Comprensión objetiva de los consumidores búlgaros sobre las etiquetas nutricionales frontales del envase: un estudio comparativo y aleatorizado. *Arch Salud Pública*. diciembre de 2020; 78(1):35.

21. K M P, Babu K, S S. Descubriendo el comportamiento del consumidor hacia las etiquetas nutricionales de la parte trasera del envase: una revisión sistemática de la literatura. *Curr Res Nutr Food Sci J*. 2024 30 de agosto; 12(2):502–26.
22. Jones A, Maganja D, Shahid M, Neal B, Pettigrew S. Etiquetas voluntarias frente a obligatorias de alimentos, Australia. *Órgano de salud Bull World*. 1 de octubre de 2024; 102(10):691–8.
23. Clodoveo ML, Tarsitano E, Sabbà C, Gesualdo L, Corbo F. Med-index: un sistema de etiquetado de productos alimentarios para promover la adhesión a la dieta mediterránea que anima a los productores a elaborar productos alimentarios más saludables y sostenibles. *Ital J Food Sci*. 2021 30 de noviembre; 33(4):67–83.
24. Lowery CM, Mora-Plazas M, Gómez LF, Popkin B, Taillie LS. Reformulación de alimentos y bebidas envasados en el suministro alimentario colombiano. *Nutrientes*. 24 de octubre de 2020; 12(11):3260.
25. Ziraldo ER, Hu G, Khan A, L'Abbé MR. Investigando la reformulación del suministro alimentario canadiense entre 2017 y 2020 y su impacto en los precios de los alimentos. *Nutrición de Salud Pública*. 2024; 27(1):e257.
26. Scarborough P, Adhikari V, Harrington RA, Elhussein A, Briggs A, Rayner M, et al. Impacto del anuncio e implementación del impuesto de la industria de refrescos del Reino Unido en el contenido de azúcar, precio, tamaño del producto y número de refrescos disponibles en el Reino Unido, 2015-19: Análisis controlado de series temporales interrumpidas. Popkin BM, editor. *PLOS Med*. 2020 11 de febrero; 17(2):e1003025.
27. Fanzo J, McLaren R, Bellows A, Carducci B. Retos y oportunidades para aumentar la eficacia de la reformulación y fortificación de alimentos para mejorar los resultados dietéticos y nutricionales. *Política alimentaria*. 2023 Ago;119:102515.
28. Coyle DH, Wu JH, Di Tanna GL, Shahid M, Taylor F, Neal B, et al. Los efectos de una intervención basada en supermercados en la calidad nutricional de los alimentos de marca propia: un estudio prospectivo. *Nutrientes*. 5 de junio de 2020; 12(6):1692.

29. Burgaz C, Gorasso V, Achten WMJ, Batis C, Castronuovo L, Diouf A, et al. La eficacia de las políticas del sistema alimentario para mejorar la nutrición, las desigualdades relacionadas con la nutrición y la sostenibilidad medioambiental: una revisión de alcance. *Food Secur.* octubre de 2023; 15(5):1313–44.
30. Rebolledo N, Ferrer-Rosende P, Reyes M, Smith Taillie L, Corvalán C. Cambios en el contenido nutricional crítico de alimentos y bebidas envasados tras la plena implementación de la Ley Chilena de Etiquetado y Publicidad Alimentaria: un estudio transversal repetido. *BMC Med.* 2025 27 de enero; 23(1):46.
31. Huang Y, Kypridemos C, Liu J, Lee Y, Collins B, Pearson-Stuttard J, et al. Cuantificando el impacto en la salud y la economía del mandato de etiquetado de azúcares añadidos de la FDA en EE. UU.: un análisis de coste-efectividad.
32. Pulker CE, Trapp GSA, Scott JA, Pollard CM. Alineación del etiquetado nutricional frontal de Supermarket Own Brand Foods con medidas de calidad nutricional: una perspectiva australiana. *Nutrientes.* 9 de octubre de 2018; 10(10):1465.
33. Magnusson R, Reeve B. Reformulación alimentaria, regulación receptiva y "andamiaje regulatorio": Fortalecimiento del rendimiento de los programas de reducción de sal en Australia y el Reino Unido. *Nutrientes.* 30 de junio de 2015; 7(7):5281–308.
34. Khalid RU, Jajja MSS, Ahsan MB. Sostenibilidad de la cadena de suministro y gestión de riesgos en cadenas de frío alimentarias – una revisión bibliográfica. *Solicitud de Resolución de la Cadena de Suministro del Ministerio de Liberación* 2024 14 de junio; 6(2):193–221.
35. Ikeda N, Yamashita H, Hattori J, Kato H, Nishi N. Efectos económicos de las políticas dietéticas de reducción de sales para la prevención de enfermedades cardiovasculares en Japón: un estudio simulado de escenarios hipotéticos. *Frente Nutr.* 9 de noviembre de 2023;10:1227303.
36. Dodd R, Santos JA, Tan M, Campbell NRC, Ni Mhurchu C, Cobb L, et al. Eficacia y viabilidad de imponer sal y alimentos ricos en sodio: revisión sistemática de la evidencia. *Abogado Nutr.* noviembre de 2020; 11(6):1616–30.

37. Paraje G, Montes de Oca D, Corvalán C, Popkin BM. Evolución de los precios de alimentos y bebidas tras las regulaciones de etiquetado frontal en Chile. *BMJ Glob Health*. julio de 2023; 8(7):e011312.
38. Finch A. Agridulce: Una estrategia receptiva para reforzar la regulación de las bebidas azucaradas en Australia. *J Law Med*. 2022 marzo; 29(1):231–44.
39. Haessner P, Haessner J, McMurtrey M. Tendencias y desafíos en la cadena de suministro alimentaria. *J Strateg Innov Sustain* [Internet]. 26 de enero de 2024 [citado 2 de noviembre de 2025]; 19(1). Disponible en: <https://articlegateway.com/index.php/JSIS/article/view/6868>
40. Lu X, Taghipour A. Una revisión de la digitalización de la cadena de suministro y los paradigmas emergentes de investigación. *Logística*. 27 de marzo de 2025; 9(2):47.
41. Paul A, Saha SC. Revisión sistemática de la literatura sobre estrategias flexibles e indicadores de rendimiento para la resiliencia de la cadena de suministro. *Glob J Flex Syst Management*. marzo de 2025; 26(S1): 207–31.
42. Kroker-Lobos MF, Ramírez-Zea M, De-León JR, Alfaro CV, Amador N, Blanco-Metzler A, et al. Etiquetado frontal de advertencia nutricional de alimentos y bebidas pre-envasados. Postura intersectorial de expertos en Centro América y República Dominicana. *Arch Latinoam Nutr*. 2023 Oct 1; 73(3):233–50.
43. Goiana-da-Silva F, Cruz-e-Silva D, Nobre-da-Costa C, Nunes AM, Fialon M, Egnell M, et al. Nutri-Score: La etiqueta nutricional más eficiente en la parte frontal del envase para informar a los consumidores portugueses sobre la calidad nutricional de los alimentos y ayudarles a identificar opciones más saludables en situaciones de compra. *Nutrientes*. 30 de noviembre de 2021; 13(12):4335.
44. Alhumaidan OA, Alkhunein SM, Alakeel SA, Fallata GA, Alsukait RF, Binsheehah RH, entre otros. Modelo computacional para la simulación de políticas y la predicción del impacto regulatorio de las etiquetas de alimentos en la parte frontal del envase. *Comida Discov*. 15 de octubre de 2024; 4(1):110.

45. Radziejowska M, Thirakulwanich A. ENFOQUES ESTRATÉGICOS DE GESTIÓN PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE ETIQUETADO DE ALIMENTOS QUE PROMUEVA LA SALUD. *Pol J Manag Stud.* diciembre de 2023; 28(1):279–94.
46. Schulman DJ, Bateman AH, Greene S. Cadenas de suministro (Alcance 3) hacia sistemas alimentarios sostenibles: Análisis de la divulgación corporativa de emisiones de gases de efecto invernadero en el procesamiento de alimentos y bebidas. *Clean Prod. Lett.* 2021 Dic;1:100002.
47. Williams SL, Mummery KW. Características de los consumidores que utilizan esquemas de etiquetado alimentario 'mejor para ti' en la parte frontal del envase – un ejemplo del Tick de la Australian Heart Foundation. *Nutrición de Salud Pública.* diciembre de 2013; 16(12):2265–72.
48. Crino M, Sacks G, Dunford E, Trieu K, Webster J, Vandevijvere S, et al. Medición de la salud del suministro de alimentos envasados en Australia. *Nutrientes.* 31 de mayo de 2018; 10(6):702.
49. Vergeer L, Vanderlee L, Ahmed M, Franco-Arellano B, Mulligan C, Dickinson K, et al. Una comparación de la calidad nutricional de los productos ofrecidos por las principales empresas de alimentos y bebidas envasadas de Canadá. *BMC Salud Pública.* diciembre de 2020; 20(1):650.
50. Naveed S, Venäläinen T, Eloranta AM, Erkkilä AT, Jalkanen H, Lindi V, et al. Asociaciones entre la ingesta de carbohidratos y ácidos grasos en la dieta y la cognición en niños. *Nutrición de Salud Pública.* junio de 2020; 23(9):1657–63.
51. Peters S, Verhagen H. Sesgo de publicación y Nutri-Score: Revisión completa de la literatura sobre la evaluación de la eficacia del logotipo frontal del paquete Nutri-Score. *PharmaNutrition.* 2024 Mar;27:100380.