

**DETERMINACIÓN DE LOS AZÚCARES AÑADIDOS EN EL MARCO DE
LA LEY 27.642, EN CONSERVAS Y CONFITURAS DE FRUTAS
REGIONALES COMERCIALES**

Brom. Marisa Roxana Cervantes



TESIS DE GRADO: LICENCIATURA EN BROMATOLOGÍA

Facultad de Ciencias Agrarias- Universidad Nacional de Cuyo

Mendoza, 2026

**DETERMINACIÓN DE LOS AZÚCARES AÑADIDOS EN EL MARCO DE LA LEY
27642, EN CONSERVAS Y CONFITURAS DE FRUTAS REGIONALES
COMERCIALES**

Tesista:

Brom. Marisa Roxana CERVANTES

Mail: mrcervantes@fcai.uncu.edu.ar

Directora (Tutor 1):

Dra. Lic. Brom. Daniela LOCATELLI

Co-directora (Tutor 2):

Lic. Brom. Karina TRUJILLO

Miembros del comité evaluador:

Presidente: Lic. Brom. Sandra RODRÍGUEZ

Vocales: Lic. Brom. Alicia STOCCO

Lic. Brom. María Eugenia MARTÍNEZ

Suplentes: Dra. Lic. Brom. Adriana GIMÉNEZ

RESUMEN

Este trabajo se enfocó en el análisis de la aplicación de la ley 27.642 de Promoción de la Alimentación Saludable, destacando sus beneficios, los desafíos de su implementación y el rol de las herramientas analíticas para el cumplimiento de esta ley.

El objetivo principal del estudio fue determinar el contenido de azúcares añadidos en conservas y confituras de frutas regionales comerciales, en concordancia con los criterios establecidos y tiene gran relevancia en cuanto al enfoque tecnológico, nutricional y regulatorio. Ya que aporta información útil para la industria alimentaria y su adecuación en el marco legal establecido, además, contribuye al conocimiento académico sobre la composición de los alimentos regionales y sus implicancias para la salud.

Con los resultados analíticos obtenidos y la información bibliográfica necesaria, se hicieron los cálculos para determinar azúcares añadidos usando el método de balance de masa diseñado en el Laboratorio de Servicios a Terceros de la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria (FCAI), perteneciente a la Universidad Nacional de Cuyo con sede en San Rafael, Mendoza, cumpliendo satisfactoriamente con el objetivo de este trabajo. Y permitió sostener la hipótesis planteada que afirmaba que a través de la cuantificación por métodos químicos y por balance de masa se pueden determinar de forma confiable los azúcares añadidos en las conservas y confituras de frutas regionales.

Se concluyó que el método de balance de masa aplicado, a partir de la determinación analítica del contenido de azúcares totales y la aplicación teórica del contenido de azúcares propios de la fruta, a partir de tablas de información nutricional y estudios fehacientes; posibilita la estimación de los azúcares añadidos en alimentos, para su declaración en la información nutricional y posible aplicación de octógonos en el etiquetado frontal. Con la aplicación de este método se pudo observar la existencia de una sobrevaloración del contenido de azúcares reales en los alimentos analizados, con el método de cálculo teórico. Por esto, se deja clara la necesidad de no desestimar el análisis químico para la determinación de azúcares, siendo éste, una herramienta clave que contribuye a acercarnos al verdadero valor de azúcares que contienen los alimentos.

PALABRAS CLAVE: Rotulación frontal, métodos analíticos, azúcares añadidos, frutas.

SUMMARY

This work focused on analyzing the application of Law 27.642 on the Promotion of Healthy Eating, highlighting its benefits, implementation challenges, and the role of analytical tools in ensuring compliance. The primary objective of the study was to estimate the added sugar content in commercial regional fruit preserves and jams, in accordance with established criteria, which holds significant relevance from technological, nutritional, and regulatory perspectives. It provides useful information for the food industry's adjustment to the current legal framework and contributes to academic knowledge regarding the composition of regional foods and their health implications.

Using the obtained analytical results and necessary bibliographic data, calculations were performed to determine added sugars using the mass balance method designed at the Third-Party Services Laboratory of the Faculty of Applied Sciences to Industry (FCAI), National University of Cuyo, based in San Rafael, Mendoza. The study successfully met its objective of determining added sugar levels in commercial regional fruit preserves and jams, supporting the hypothesis that quantification through chemical methods and mass balance can reliably determine added sugars in these products.

It was concluded that the applied mass balance method—based on the analytical determination of total sugar content and the theoretical application of the fruit's intrinsic sugar content from nutritional tables and reliable studies—enables the estimation of added sugars for nutritional labeling and the potential application of front-of-package warning seals (octagons). The application of this method revealed an overestimation of actual sugar content in the analyzed foods when using purely theoretical calculation methods. Therefore, it is clear that chemical analysis should not be disregarded; it remains a key tool for approaching the true sugar values contained in food products.

KEYWORDS: Front labeling, analytical methods, added sugar, fruits.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a mis 3 hijos - Lorenzo, Lázaro y Zarina- quienes desde la panza vivieron cada esfuerzo y cada miedo en este camino recorrido. Gracias por su paciencia y apoyo incondicional en este logro que es, ante todo, por y para ellos.

A mis padres Guillermina y Manuel, a mis hermanos José y Antonio quienes creyeron en mí desde aquel primer momento en que, con seis meses de embarazo, decidí empezar a viajar para cursar y perseguir este sueño. A mi hermana Pety, cuyo apoyo fue fundamental, cuidando a mi bebe cuando yo viajaba y cuando tenía que estudiar para rendir, hoy es mi estrellita en el cielo que guía cada uno de mis pasos.

Gracias también a mis compañeras de trabajo -Lili, Vero, Pato y Sole- y mi jefa Eugenia, por acompañarme en todo este proceso.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, que me recibió con los brazos abiertos; allí conocí a mis compañeros de curso, quienes me facilitaron materiales, apuntes, traslados y hasta hospedaje, dejándome amistades de una calidad humana excepcional. Mi gratitud a los profesores también, por brindarme sus conocimientos, experiencia y, sobre todo, su empatía.

Mi agradecimiento también para Daniela, mi directora de tesis y Karina, mi co-directora, por guiarme con tanta paciencia y dedicación en este último trayecto.

Finalmente, agradezco la oportunidad de haber cursado y rendido las últimas materias de forma virtual, lo que alivió el gran sacrificio de los viajes.

Y celebro haber tenido la posibilidad de acceder a una educación pública, gratuita y de excelencia. Gracias a todos por ser parte de este título tan ansiado.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Contexto y relevancia del consumo de conservas y confituras en Argentina	3
2.2. Producción frutícola regional y perfil nutricional de las frutas	4
2.2.1. Panorama productivo de frutas en Argentina	4
2.2.2. Valor Nutricional y propiedades funcionales	4
2.3. Procesamiento industrial de conservas.	6
2.3.1. Conservas y confituras de frutas: principios tecnológicos, composición y marco normativo	6
2.4. Azúcares en los alimentos.	7
2.4.1. Clasificación de los azúcares	7
2.4.2. Funciones tecnológicas y fisiológicas de los azúcares	8
2.4.3. Consumo excesivo y riesgo para la salud.	8
2.5. Importancia de la Ley 27.642 y su impacto en la industria alimentaria.	9
2.6. Etiquetado nutricional de alimentos: requisitos y recomendaciones.	13
2.7. Métodos analíticos para la determinación de azúcares en alimentos.	15
2.8. Objetivos generales y específicos de la investigación	16
2.8.1. Objetivo general	16
2.8.2. Objetivos específicos	16
2.9. Hipótesis.	16
3. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1. Selección y muestreo de conservas y confituras de frutas regionales.	17
3.2. Determinación de azúcares: técnicas y procedimientos.	17
3.2.1 Preparación de muestras	17
3.2.2 Determinación de sólidos solubles	17
3.2.3. Determinación de azúcares por el método Fehling Causse Bonnans	18
3.3. Determinación de azúcares añadidos	24
3.3.1. Método teórico en frutas en conserva:	24
3.3.2. Método químico y balance de masas en frutas en conserva:	25
3.3.3. Método para la determinación de azúcares añadidos en mermeladas de frutas:	26
3.4. Análisis estadístico	27
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1. Resultados obtenidos de azúcares reductores y azúcares totales en las conservas y confituras analizadas.	28
4.2. Análisis estadístico de los datos	29
4.2.1. Análisis estadístico de los datos de determinación de azúcares totales	30
4.2.2. Análisis estadístico de los datos de determinación de azúcares añadidos	32
4.3. Desempeño del método	37
4.4. Análisis del etiquetado nutricional	37

5. CONCLUSIONES	40
6. ANEXOS	41
6.1. Valores obtenidos de azúcares reductores y azúcares totales	41
6.2. Análisis estadístico realizado	44
6.2.1. Medidas de resumen para comparar los métodos de determinación de azúcares totales:	44
6.2.2. Análisis estadístico para determinación de azúcares añadidos	45
6.3. Pesos netos y escurridos en conservas de frutas	52
7. BIBLIOGRAFÍA	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Composición nutricional de algunas frutas frescas	5
Tabla N° 2. Puntos de corte para nutrientes cítricos, edulcorantes y cafeína. (Art. 226, C.A.A.)	10
Tabla N° 3. Medidas de resumen para los valores de azúcares totales determinados por análisis químico (FCB), cálculo teórico y método de balance de masa.	30
Tabla N° 4. Valores mínimos y máximos determinados para azúcares añadidos en mermeladas comunes y light.	34
Tabla N° 5. Valores mínimos y máximos determinados para azúcares añadidos en conservas de frutas en jarabe diluido y light.	35
Tabla N° 6. Medidas de promedio de azúcares totales, azúcares añadidos y valor energético (VE) para las porciones de mermeladas y frutas en conserva en sus versiones analizadas.	36
Tabla N° 7. Sellos correspondientes para las mermeladas de frutas en su versión común y light analizadas.	37
Tabla N° 8. Sellos correspondientes para las conservas de frutas en jarabe diluido y light analizadas.	38
Tabla N° 9. Valores obtenidos de azúcares reductores y azúcares totales por medio del método FCB y los azúcares totales teóricos y los calculados por balance de masa, en mermeladas expresados en % p/p de azúcar invertido.	41
Tabla N° 10. Valores de azúcares reductores y azúcares totales obtenidos por medio del método FCB y los azúcares totales teóricos y los calculados por balance de masa, en mermeladas light expresados en % p/p	41
Tabla N° 11. Valores de azúcares reductores y azúcares totales obtenidos por medio del método FCB y los azúcares totales teóricos y los calculados por balance de masa, en conservas de frutas light expresados en % p/p.	42
Tabla N° 12. Valores de azúcares reductores y azúcares totales obtenidos por medio del método FCB y los azúcares totales teóricos y los calculados por balance de masa, en conservas de frutas expresados en % p/p.	43
Tabla N° 13. Valores obtenidos de azúcar añadido por medio del método teórico y método de balance de masa en mermeladas de frutas, expresadas en % p/p.	45
Tabla N° 14. Valores obtenidos de azúcar añadido por medio del método teórico y método de balance de masa en mermeladas de frutas light, expresadas en % p/p.	47
Tabla N° 15. Valores obtenidos de azúcar añadido por medio del método teórico y método de	

balance de masa en conservas de frutas, expresadas en % p/p.	49
Tabla N° 16. Valores obtenidos de azúcar añadido por medio del método teórico y método de balance de masa en conservas de frutas light, expresadas en % p/p.	51
Tabla N° 17. Pesos netos y escurridos de las conservas de frutas analizadas y los declarados por el C.A.A. para cada variedad.	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Sellos de advertencias y leyendas precautorias establecidas por la Ley 27.642	13
Figura N° 2. Refractómetro manual tipo Abbe.	17
Figura N° 3. Balanza analítica	18
Figura N° 5. Muestras con agregado de agua destilada y acetato de plomo y enrasadas, listas para filtrar. Para determinación de azúcares reductores.	20
Figura N° 6. Muestras con agregado de agua destilada y ácido clorhídrico concentrado en baño María a 70 °C. Para determinación de azúcares totales.	22
Figura N° 7. Muestras neutralizadas con hidróxido de sodio al 30 %, con el agregado de acetato de plomo para su defecación y enrasadas para luego filtrar y obtener la solución con la que se tituló el licor de Fehling en la determinación de azúcares totales.	22
Figura N° 8. Titulación del licor de Fehling. Agregado de azul de metileno en paso 6. y detección de punto final en el paso 8.	23
Figura N° 9. Distribución de los valores de azúcares totales determinados por análisis químico, cálculo teórico y método de balance de masa para mermeladas de frutas regionales.	30
Figura N° 10. Distribución de los valores de azúcares totales determinados por análisis químico, cálculo teórico y método de balance de masa para mermeladas light de frutas regionales.	31
Figura N° 11. Distribución de los valores de azúcares totales determinados por análisis químico, cálculo teórico y método de balance de masa para conservas de frutas regionales.	31
Figura N° 12. Distribución de los valores de azúcares totales determinados por análisis químico, cálculo teórico y método de balance de masa para conservas light de frutas regionales.	32
Figura N° 13. Pesos de porción establecidos en el C.A.A. (20 g para mermeladas y 140 g frutas en conserva)	35

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, los hábitos alimentarios de la población argentina han experimentado una marcada transformación, caracterizada por un incremento sostenido en el consumo de alimentos procesados y ultraprocesados (AUP). Factores sociales, económicos y tecnológicos han favorecido esta tendencia, posicionando a productos como las conservas y confituras de frutas dentro de los más consumidos a nivel nacional. Estos alimentos, tradicionalmente asociados al aprovechamiento estacional y a la preservación doméstica de frutas, se han consolidado como opciones prácticas y de amplia aceptación, tanto en el ámbito familiar como en el industrial. (MSAL, 2016).

Sin embargo, su elaboración involucra la adición significativa de azúcares, lo que plantea interrogantes en relación con su calidad nutricional y su impacto sobre la salud pública. En este sentido, el consumo excesivo de azúcares añadidos ha sido asociado con el incremento de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), tales como obesidad, diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer. La Organización Mundial de la Salud recomienda que el consumo de azúcares añadidos no supere el 10 % del valor calórico total de la ingesta diaria, sugiriendo un límite óptimo del 5 % para obtener beneficios adicionales. Sin embargo, el consumo real en la población argentina supera ampliamente dichos valores (OMS, 2015).

Ante esta situación, el Estado argentino adoptó medidas regulatorias orientadas a la promoción de entornos alimentarios más saludables. Entre ellas, la Ley N° 27.642 de Promoción de la Alimentación Saludable, sancionada en 2021 y reglamentada en 2022, la cual constituye un hito normativo en materia de política alimentaria. Esta ley incorpora al Código Alimentario Argentino la obligatoriedad de declarar el contenido de azúcares totales y azúcares añadidos en el rotulado nutricional, así como la implementación de un sistema de etiquetado frontal de advertencia mediante octógonos negros, destinado a informar de manera clara y visible cuando los productos presentan excesos de nutrientes críticos. Su aplicación no solo busca empoderar al consumidor mediante una elección informada, sino también incentivar a la industria a reformular sus productos hacia perfiles nutricionales más equilibrados.

En el caso particular de las conservas y confituras de frutas regionales, esta normativa adquiere especial relevancia. Por su naturaleza tecnológica, estos productos emplean concentraciones elevadas de azúcares para garantizar su conservación, textura y sabor. Sin embargo, el cálculo preciso del contenido de azúcares añadidos representa un desafío metodológico, ya que los azúcares naturales de las frutas y los incorporados durante el procesamiento son químicamente indistinguibles. Esta limitación impide determinar analíticamente los azúcares añadidos y exige la implementación de métodos indirectos, tales como balances de masa basados en la composición de los ingredientes y los valores de azúcares totales obtenidos por análisis químicos.

En este marco, la presente tesis se propone estimar el contenido de azúcares añadidos en conservas y confituras de frutas regionales comerciales, en concordancia con los criterios establecidos por la Ley 27.642 y el Código Alimentario Argentino. Para ello, se aplicará una metodología que combina determinaciones analíticas mediante el método químico de Fehling

Cause Bonnans con cálculos de balance de masa, lo que permitirá aproximar el contenido de azúcares añadidos de manera confiable y dentro de los márgenes de tolerancia establecidos por la normativa vigente.

Este trabajo reviste importancia tanto desde el punto de vista tecnológico como nutricional y regulatorio. Por un lado, aporta información útil para la industria alimentaria en la adecuación de sus productos al nuevo marco legal. Por otro lado, contribuye al conocimiento académico sobre la composición de los alimentos regionales y sus implicancias en la salud del consumidor. Finalmente, los resultados obtenidos podrán servir de base para la evaluación de la reformulación de productos y la promoción de estrategias de alimentación saludable acordes con los objetivos planteados por la OMS y la Ley 27.642 en el contexto argentino.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Contexto y relevancia del consumo de conservas y confituras en Argentina

El consumo de productos alimenticios procesados ha adquirido creciente relevancia en los hábitos alimentarios de la población argentina en las últimas décadas. Este fenómeno está fuertemente influenciado por factores culturales, económicos, tecnológicos y sociales. Entre dichos productos, las conservas y confituras de frutas ocupan un lugar particular debido a su vinculación con tradiciones domésticas de aprovechamiento estacional, su practicidad como alimentos listos para consumir y su prolongada vida útil, lo cual favorece su disponibilidad durante todo el año.

Según Castagnino (2022), un estudio sobre tendencias alimentarias reveló que un 31 % de los argentinos incluye conservas y mermeladas en su dieta habitual, ubicándolas como una de las categorías de alimentos procesados más consumidas, sólo por debajo de frutas frescas y hortalizas. Este dato no solo confirma la aceptación social de estos productos, sino que también visibiliza su importancia desde la perspectiva de la seguridad alimentaria y la nutrición.

El contexto generado por la pandemia de COVID-19 profundizó ciertas transformaciones en los comportamientos alimentarios. El confinamiento obligatorio impulsó la preparación casera de alimentos, y favoreció el redescubrimiento de productos de elaboración tradicional, como las mermeladas, que se integraron a nuevas recetas y momentos de consumo. Lippo, (2021), señala que durante este periodo el desayuno recuperó centralidad en la vida doméstica, posicionando a las confituras como protagonistas del primer alimento del día, tanto en forma directa como en ingredientes de preparaciones.

En términos cuantitativos, el 60 % de los argentinos consume mermeladas de frutas, superando incluso al tradicional dulce de leche (40 %). A nivel internacional, Argentina se ubica entre los diez países con mayor consumo per cápita de mermeladas, alcanzando un promedio de 15 kg por persona al año. Este valor, aunque menor que el de países como Alemania, Francia o Japón (30 kg anuales), resulta significativo en el contexto latinoamericano (ANDigital, 2024).

La creciente preocupación por la salud y la calidad nutricional de los alimentos ha promovido una demanda sostenida de mermeladas reducidas en azúcar o "light", que se presentan como alternativas más saludables ante el creciente número de personas que buscan disminuir su ingesta de azúcares añadidos. Estos productos están especialmente dirigidos a personas con enfermedades metabólicas, como diabetes, o que desean prevenir el sobrepeso. Sin embargo, su inclusión en la dieta no siempre se traduce en un producto nutricionalmente equilibrado, ya que a menudo se reemplaza el azúcar por edulcorantes que deben ser evaluados por su seguridad y efectos a largo plazo (Ministerio de Salud de la Nación, 2020).

2.2. Producción frutícola regional y perfil nutricional de las frutas

2.2.1. Panorama productivo de frutas en Argentina

Argentina es un país con un vasto territorio agrícola y una destacada diversidad agroecológica que favorece la producción de frutas regionales. Desde las regiones templadas del norte hasta los valles patagónicos, el país presenta condiciones óptimas para el cultivo de una gran variedad de especies frutales. Según el Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto se estima que más de 500.000 hectáreas se destinan a la producción frutícola, con una producción anual superior a los cinco millones de toneladas. (MINREX, 2023)

Las provincias de Mendoza, San Juan, Río Negro, Neuquén, Tucumán, Salta, Entre Ríos, y Buenos Aires constituyen los principales polos de producción. Las frutas más utilizadas en la elaboración de confituras y conservas incluyen el durazno, damasco, ciruela, pera, manzana, higo, membrillo, cereza, frutilla y cítricos. Estas frutas, en su mayoría, se industrializan total o parcialmente, dando lugar a una amplia gama de productos que incluyen: mermeladas, pulpas, jugos, frutas en almíbar, jaleas, entre otros. (Castagnino, 2022)

Algunas cifras destacadas son:

- **Duraznos:** Principalmente cultivados en Mendoza (83 % del total nacional), orientados a la industria de conservas. (Prensa Gobierno de Mendoza, 2021)
- **Ciruelas:** Argentina es líder en el hemisferio sur en producción y exportación de ciruela seca. (CFI,2024)
- **Damascos:** Se produce en la zona sur de Mendoza. En su mayoría es industrializado como pulpas y mermeladas. (Prensa del Gobierno de Mendoza, 2018)
- **Peras y manzanas:** Producidas principalmente en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén, con alta exportación. (Cafi, 2025). En Mendoza, la producción se redujo a unas miles de hectáreas por falta de rentabilidad. (Mendozapost, 2026).
- **Frutillas:** La provincia de Mendoza tiene una producción de alrededor de 25 hectáreas cultivadas de frutillas. (Diario San Rafael, 2025)
- **Cerezas:** Las principales provincias que la cultivan son Mendoza, Chubut, Rio Negro y Santa Cruz. (CFI, 2024)
- **Ananás:** La producción de ananás en Argentina se concentra principalmente en Misiones y se distribuye a todas las provincias. (Mercado Central Bsas, 2017)

Estas frutas no solo aportan valor comercial, sino que son fundamentales para la salud pública por su composición nutricional.

2.2.2. Valor Nutricional y propiedades funcionales

Las frutas son una fuente importante de hidratos de carbono simples naturales, especialmente fructosa y glucosa, así como de fibra dietética, vitaminas (A, C, B1, B6, ácido fólico) y minerales como potasio, hierro, magnesio y calcio. Además, contienen compuestos antioxidantes y fitoquímicos como los flavonoides, antocianinas, carotenoides y terpenos, que poseen propiedades antiinflamatorias, antimutagénicas y anticancerígenas (Curtis, 2024; FEC, 2024).

Una forma sencilla de comprender el perfil funcional de las frutas es a través de la clasificación por color, que está directamente asociada a su contenido fitoquímico (MCN, 2021):

- **Blanco:** flavonoide llamado quercetina (melón, pera) → Disminuye la coagulación plaquetaria y previene enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares. (InfoAlimentos, 2025)
- **Naranja/amarillo:** Carotenoides (zanahoria, durazno, mango) → salud visual e inmunidad.
- **Rojo:** Licopeno y antocianinas (frutilla, cereza, manzana roja) → corazón y memoria.
- **Verde:** Clorofila, ácido fólico (kiwi, uvas verdes) → formación celular y salud fetal.
- **Violeta:** Resveratrol, antocianinas (arándano, mora, ciruela) → envejecimiento celular y prevención de cáncer. (MCN, 2021)

Estos nutrientes se conservan en gran medida durante el procesamiento industrial, aunque puede haber pérdidas, en ciertas vitaminas, debido a los procesos térmicos. Sin embargo, se ha demostrado que algunos tratamientos térmicos incrementan la biodisponibilidad de compuestos antioxidantes, como los carotenoides o los polifenoles, lo cual puede compensar dichas pérdidas. (Prieto, M.J., 2019).

Tabla N° 1. Composición nutricional de algunas frutas frescas

Nutriente	Damasco	Durazno	Ciruela	Pera	Frutilla	Naranja
Agua	85,9	87,5	84,9	84,3	89,5	86,7
Proteínas	0,9	0,8	0,6	0,5	0,8	1
Grasas	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,2
Fibra	2,0	1,7	1,7	1,9	1,2	2,2
Minerales	0,7	0,5	0,5	0,3	0,5	0,5
Carbohidratos	10,4	9,4	12,1	12,7	7,6	9,4
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Ácidos	1,4	0,6	1,3	0,3	1,00	1,20
Azúcares reductores	2,60	2,26	5,37	8,38	4,49	4,80
Sacarosa	5,12	5,72	3,38	1,8	0,92	3,20
Sorbitol	0,82	0,89	1,41	2,17	0,03	0,000
xilitol	0	0	0	0	0,03	0,000
Azúcares totales	7,7	8,0	8,8	10,2	5,4	8,0
Almidón	0	0	0	0	0,00	0
Sodio, mg/100 g	2	1	2	2	1,00	1
CH valorables	9,9	9,5	11,5	12,7	6,5	9,2
VE, kcal	46,1	41,7	52,6	55,5	37,2	43,4

Fuente : "El pequeño Souci-Frachmann-Kraut" (Senset et al. 1999)

2.3. Procesamiento industrial de conservas.

El procesamiento de frutas mediante técnicas de conservación permite extender la vida útil de estos productos, mantener su valor nutritivo, y garantizar su disponibilidad a lo largo del año. Estas prácticas forman parte del patrimonio alimentario argentino, pero también responden a criterios de inocuidad, eficiencia económica y aprovechamiento de excedentes estacionales

2.3.1. Conservas y confituras de frutas: principios tecnológicos, composición y marco normativo

Las conservas y confituras de frutas constituyen productos ampliamente difundidos en la industria alimentaria, elaborados a partir de materias primas vegetales sometidas a procesos tecnológicos que permiten su estabilización y conservación en el tiempo.

De acuerdo con el Código Alimentario Argentino (C.A.A.), las conservas vegetales se definen como productos obtenidos mediante el envasado de frutas u hortalizas en recipientes adecuados, con cierre hermético, y sometidos a un tratamiento térmico suficiente para asegurar la destrucción de microorganismos patógenos y garantizar su estabilidad durante el almacenamiento (C.A.A., 2022). En el caso de las frutas en conserva, el producto se encuentra inmerso en un jarabe azucarado cuya concentración, expresada en grados Brix, puede variar según el tipo de elaboración, contribuyendo tanto a las características sensoriales como a la conservación del alimento.

Por su parte, las confituras, entre las que se incluyen mermeladas y jaleas, se elaboran a partir de frutas enteras, troceadas o en forma de pulpa, sometidas a cocción con la adición de azúcares. Según lo establecido en el C.A.A., estos productos deben contener un mínimo de 40 % de fruta y alcanzar un contenido de sólidos solubles no inferior a 65 °Brix, lo que asegura condiciones adecuadas de conservación y estabilidad del producto final.

La elevada concentración de azúcares constituye el principal mecanismo de conservación, ya que reduce la actividad de agua (a_w) y genera un ambiente osmóticamente desfavorable para el desarrollo microbiano. A su vez, el tratamiento térmico aplicado durante el procesamiento, en ambos tipos de producto, contribuye a la inactivación de microorganismos y enzimas, mejorando simultáneamente las características de textura, sabor y color.

Desde el punto de vista composicional, estos alimentos presentan una matriz compleja en la que coexisten azúcares intrínsecos propios de la fruta y azúcares añadidos durante la formulación. Además, pueden contener otros ingredientes tecnológicos, como acidulantes (por ejemplo, ácido cítrico), gelificantes (pectinas) y conservantes autorizados, los cuales contribuyen a la estabilidad fisicoquímica y sensorial del producto (Díaz, 2023).

En los últimos años, las tendencias de consumo han impulsado el desarrollo de productos con menor cantidad de aditivos, en línea con el concepto de "etiqueta limpia", lo que ha llevado a reformulaciones que pueden modificar la proporción de azúcares y otros componentes (Cpaer, 2022).

Por estos motivos, el contenido de azúcares añadidos adquiere un rol central, no solo desde el punto de vista tecnológico y sensorial, sino también en relación con el cumplimiento de la normativa vigente, particularmente en el marco de la Ley 27.642 de Promoción de la Alimentación Saludable, que exige su declaración en el rotulado nutricional. Esta situación plantea la necesidad de contar con metodologías confiables para su determinación, especialmente en matrices complejas como las aquí estudiadas.

2.4. Azúcares en los alimentos.

2.4.1. Clasificación de los azúcares

Desde el punto de vista nutricional y tecnológico, los azúcares se clasifican en función de su origen, estructura química y comportamiento fisiológico:

- **Azúcares naturales o intrínsecos:** presentes de forma natural en los alimentos.
- **Azúcares añadidos:** incorporados deliberadamente durante el procesamiento (como azúcar común, jarabes, miel, jugos concentrados), según la definición establecida en el C.A.A. (2022).
- **Azúcares libres:** categoría propuesta por la OMS que incluye tanto los añadidos como los azúcares naturalmente presentes en jugos y mieles (OMS, 2015).

En cuanto a su estructura química, se dividen en:

- **Monosacáridos:** glucosa, fructosa y galactosa. Son azúcares simples de una sola unidad.
- **Disacáridos:** sacarosa (glucosa + fructosa), lactosa (glucosa + galactosa), maltosa (glucosa + glucosa).
- **Oligosacáridos:** como los fructooligosacáridos (prebióticos naturales), presentes en vegetales.
- **Polisacáridos:** como el almidón (digerible) o la celulosa y pectina (no digeribles), estos últimos considerados como fibras dietéticas.

Desde el punto de vista energético, los carbohidratos disponibles, incluidos los azúcares, aportan aproximadamente 4 kcal/g, mientras que los polioles presentan un menor valor energético, que varía entre 1,5 y 2,5 kcal/g, dependiendo de su estructura química y grado de absorción (FAO/WHO, 1998). Estos últimos son los más utilizados en productos *light* o sin azúcar.

2.4.2. Funciones tecnológicas y fisiológicas de los azúcares

Los azúcares desempeñan múltiples funciones en la industria alimentaria:

- Aportan dulzor, sabor y volumen.
- Intervienen en la textura (cristalización, viscosidad).
- Actúan como conservantes por reducción de la actividad del agua.
- Participan en reacciones de pardeamiento no enzimático (reacción de Maillard, caramelización).

En el organismo humano, los azúcares simples son rápidamente digeridos y absorbidos, elevando los niveles de glucosa en sangre. Esta glucosa es utilizada como sustrato energético por el cerebro, los músculos y otros tejidos. Cuando el consumo supera las necesidades energéticas, la glucosa se convierte en glucógeno (reserva en hígado y músculos) o se transforma en lípidos para su almacenamiento. (EUFIC, 2020)

La fibra dietética (polisacáridos no digeribles) tiene efectos beneficiosos sobre la salud gastrointestinal, el control glucémico y la reducción del colesterol LDL. Asimismo, los azúcares naturalmente presentes en frutas y hortalizas están acompañados de compuestos bioactivos

que modulan su absorción, a diferencia de los azúcares añadidos, que se absorben rápidamente y en forma aislada. (Rosado, J.L.,2010).

2.4.3. Consumo excesivo y riesgo para la salud.

Numerosas investigaciones han demostrado que un consumo elevado y sostenido de azúcares añadidos se asocia con un mayor riesgo de:

- Sobrepeso y obesidad
- Diabetes tipo 2
- Enfermedades cardiovasculares
- Hipertrigliceridemia
- Síndrome metabólico
- Caries dentales
- Desequilibrios psicológicos (hiperactividad, adicción al azúcar) (Cabezas-Zabala et al., 2016)

La Organización Mundial de la Salud recomienda que el consumo de azúcares añadidos no supere el 10 % de la ingesta calórica total diaria, y propone un valor ideal del 5 % para obtener beneficios adicionales para la salud (OMS, 2015).

En este contexto, el etiquetado frontal se convierte en una herramienta fundamental para orientar las elecciones de los consumidores, especialmente en productos con alto contenido de azúcares ocultos, como las mermeladas y conservas de frutas.

2.5. Importancia de la Ley 27.642 y su impacto en la industria alimentaria.

En Argentina, se han abordado distintas estrategias para reducir los factores de riesgo asociados a malos hábitos de consumo de alimentos.

Entre el 2010-2014, Argentina, se alineó con la meta de la OMS, de eliminar las grasas trans, a nivel mundial, para el 2025. Mediante la iniciativa “Argentina 2014 Libre de Grasas Trans” se dió origen a esta iniciativa con la incorporación al Código Alimentario Argentino (C.A.A.), por medio de la Resolución Conjunta 16/2023, del primer límite máximo de grasas trans presentes en alimentos. Desde entonces se ha trabajado mediante normativas en la reducción progresiva de grasas trans y demás nutrientes críticos en la industria alimentaria. (OMS, 2018)

Otra estrategia abordaba por el país, fue la de reducción de sodio, la cual comenzó como una reformulación voluntaria, incentivando la reducción de sodio en panificados y otros productos, y concluyó con la sanción de la Ley 26.905 en el año 2013, que establece límites de sodio en alimentos y fomenta hábitos saludables. En el año 2017 mediante la Resolución N° 16, se hizo efectiva su incorporación al C.A.A. A nivel mundial el Plan de acción 2013-2030 de la OMS, estableció metas voluntarias para la reducción del consumo de sodio en la población. (OMS, 2025)

Durante el 2016 fueron publicadas las Guías Alimentarias para la Población Argentina (GAPA), basadas en la promoción de la salud y prevención de las ECNT. Estas guías fueron acompañadas de un manual de aplicación en el año 2018.

Como parte de la agenda 2030, se pactó un compromiso por parte de los jefes de estado para obtener respuestas positivas y esperanzadoras para ese año, con la finalidad de minimizar a un tercio la mortalidad por ECNT, por medio de la prevención y el tratamiento. En el año 2019, la Asamblea Mundial de la Salud prorrogó hasta el 2030 el Plan de Acción Mundial de la OMS, para la prevención y el control de las enfermedades no transmisibles 2013-2030, y pidió que se realicen los lineamientos para su ejecución entre 2013-2020. (OMS, 2024).

La Organización Panamericana de la Salud (OPS), en su documento “Modelo de perfil de nutrientes”, de acuerdo con los criterios del perfil de nutrientes, expresa valores máximos de los mismos considerados críticos (azúcares libres, sodio, grasas saturadas, grasas totales y ácidos grasos trans), los fundamentos de la propuesta y el campo de su aplicación basados en las metas de ingesta de nutrientes de la población establecidas por la OMS para prevenir la obesidad y las ECNT conexas. (OPS, 2016)

El 28 de octubre de 2021 fue sancionada en Argentina, la Ley 27.642 de Promoción de la Alimentación Saludable y el 23 de marzo de 2022 mediante el Decreto 151/22 fue reglamentada para su aplicación. En esta ley se establece la obligatoriedad del etiquetado frontal en alimentos envasados y bebidas analcohólicas, mediante el uso de octógonos negros de advertencia, al consumidor, sobre excesos de nutrientes críticos, como azúcares, sodio, grasas saturadas, grasas totales y calorías, en aquellos productos que se excedan los valores establecidos en el modelo de perfil de nutrientes de la OPS.

La disposición de esta información, de manera clara, sencilla y directa, se convierte en una herramienta útil para los consumidores, logrando un mejor acceso a la información que contribuya a disminuir el consumo de alimentos que presenten excesos en nutrientes críticos.

En la Ley 27.642 de Promoción de la Alimentación Saludable se establece también, la obligatoriedad de la declaración del contenido de azúcares totales y azúcares añadidos en la información nutricional presente en la rotulación de alimentos envasados que se comercialicen en el país.

Las exigencias de la Ley 27.642 y su decreto reglamentario, fueron incorporadas al C.A.A. como artículos 225 y 226 correspondientes al capítulo V: “Normas para la Rotulación y Publicidad de los Alimentos” mediante resolución conjunta SCS Y SAGyP N° 7/2022, con fecha 20 de septiembre de 2022 (Bora; 2022)

Según el artículo 225 del C.A.A.,

Los alimentos y bebidas analcohólicas envasados en ausencia del cliente o de la clienta, que deban llevar información nutricional deberán declarar el contenido de azúcares totales y de azúcares añadidos en el rotulado nutricional. La declaración de azúcares totales y añadidos deberá realizarse en el rotulado nutricional inmediatamente después de la declaración de carbohidratos de la siguiente manera:

“Carbohidratos: ...g, de los cuales:

Azúcares totales: ...g,

Azúcares añadidos: ...g.”

A los fines de este artículo se entiende por:

Azúcares totales: Son todos los monosacáridos y disacáridos presentes en un alimento. Azúcares añadidos: Son los monosacáridos y disacáridos añadidos a los alimentos y las bebidas analcohólicas durante su elaboración y/o reconstitución de acuerdo con las instrucciones de preparación indicadas en el rótulo por el fabricante. Se encuentran incluidos los azúcares que están presentes naturalmente en la miel, los jarabes, jugos y concentrados de frutas y hortalizas. (C.A.A., 2022)

En el Artículo 226 del C.A.A. se establece que: la declaración del rotulado nutricional frontal es obligatoria en los alimentos y bebidas analcohólicas envasados en ausencia del cliente o de la clienta a los que en su proceso de elaboración se haya agregado azúcares, sodio, grasas o ingredientes que los contengan, cuando en su composición final las cantidades de azúcares añadidos, grasas saturadas, grasas totales, sodio y/o energía sean iguales o superiores a los límites y condiciones definidos en el presente artículo. Del mismo modo, aquellos alimentos que contengan edulcorantes y/o cafeína deben declarar la leyenda precautoria de acuerdo a lo dispuesto por el presente artículo.

DEFINICIONES:

a) Nutrientes: cualquier sustancia química consumida normalmente como componente de un alimento que: 1) proporciona energía; y/o 2) es necesaria, o contribuya al crecimiento, desarrollo y mantenimiento de la salud y de la vida; y/o 3) cuya carencia hará que se produzcan cambios químicos o fisiológicos característicos.

b) Nutrientes críticos: azúcares, sodio, grasas saturadas y grasas totales.

c) Rotulado nutricional: es toda descripción destinada a informar al consumidor sobre las propiedades nutricionales, de un alimento o bebida analcohólica. Comprende la declaración del valor energético y de nutrientes y la declaración de propiedades nutricionales.

Los criterios del modelo de perfil de nutrientes se fijarán de acuerdo con los siguientes puntos de corte (valores máximos) para los nutrientes críticos (azúcares añadidos, grasas saturadas, grasas totales y sodio) y/o edulcorantes y/o cafeína y/o calorías, que se detallan en la siguiente tabla. (C.A.A., 2022)

Tabla N° 2. Puntos de corte para nutrientes cítricos, edulcorantes y cafeína. (Art. 226, C.A.A.)

Etapas (1)	Azúcares añadidos	Grasas totales	Grasas saturadas	Sodio	Edulcorantes y / o cafeína	Calorías
Primera etapa	≥ 20% del total de energía proveniente de azúcares añadidos	≥ 35% del total de energía proveniente del total de grasas	≥ 12% del total de energía proveniente de grasas saturadas	≥ 5 mg de sodio por 1 kcal o ≥ 600 mg/100 g Bebidas analcohólicas sin aporte energético: ≥ 40 mg de sodio cada 100 ml	Cuando el alimento contenga cafeína y/o edulcorante de acuerdo a lo establecido en el presente artículo	Alimentos ≥ 300 kcal/100g Bebidas analcohólicas ≥ 50 kcal/100 ml
Segunda etapa	≥ 10% del total de energía proveniente de azúcares añadidos	≥ 30% del total de energía proveniente del total de grasas	≥ 10% del total de energía proveniente de grasas saturadas	≥ 1 mg de sodio(4) por 1 kcal o ≥ 300 mg/100 g Bebidas analcohólicas sin aporte energético: ≥ 40 mg de sodio cada 100 ml		Alimentos ≥ 275 kcal/100g Bebidas analcohólicas ≥ 25 kcal/100 ml

Fuente: CAA artículo 226.

(1) Las etapas a las que se hace mención en la Tabla 2 son las establecidas en el Artículo 19, Anexo I del Decreto N° 151/2022.

El 23 de marzo de 2022 es publicado el decreto reglamentario N° 151/22 de la Ley 27.642 "Promoción de la alimentación saludable". Y en su artículo 19 especifica un esquema para la aplicación del rotulado frontal en Dos Etapas:

La etapa 1 tuvo un plazo de vigencia de 9 meses desde la fecha de propuesta la ley y 15 meses para Micro, Pequeñas y Medianas Empresas, (MiPyMes). Para aquellas empresas que se les concedió una prórroga, hubo un tiempo de aplicación de 15 meses y 21 meses para MiPyMes. Es decir, hasta el 16/02/23 y al 19/08/23 para MiPyMes. La etapa 2 tuvo un plazo de implementación de 18 meses desde la fecha de entrada en vigencia de la ley y 24 meses para MiPyMes. Por otro lado, se consideraron casos especiales de envases retornables los cuales tuvieron un plazo de 30 meses para su modificación, es decir, hasta el 20/05/24. (Manual de aplicación Ley 27642 decreto 151/22,2022)

En Argentina, con la implementación de la Ley 27.642 de Promoción de la Alimentación Saludable, se espera incentivar a la industria de alimentos y bebidas, a reformular y desarrollar

nuevos productos con perfiles nutricionales más saludables, ya que muchos productos, como conservas y mermeladas, presentan altos contenidos de azúcares añadidos. Este consumo elevado de azúcares está asociado con distintas patologías como sobrepeso, obesidad, diabetes, enfermedades cardiovasculares, caries, algunos tipos de cáncer y algunas alteraciones psicológicas como la hiperactividad. (Cabezas-Zabala CC.,2016).

En diciembre del año 2024, luego de la elaboración de este trabajo, se emitió una revisión del manual de aplicación de la Ley 27.642 y el Decreto 151/22, en el cual se detalló la forma a realizar el cálculo del contenido de azúcares añadidos. En el mismo se propuso:

1-Identificar los ingredientes que contengan azúcares,

2- Establecer la cantidad de mono y disacáridos aportados por cada ingrediente. Mediante:

- Formulación (receta) establecida por el elaborador.
- Especificaciones de los ingredientes aportadas por los proveedores.
- Información de los ingredientes, declarada en el rótulo de los productos.
- Determinación analítica de azúcares, sólo para los casos en los que el total de azúcares sea igual al total de azúcares añadidos. Esto es aplicable para alimentos que no poseen en su composición azúcares intrínsecos aportados por vegetales o productos lácteos.

3- Calcular el valor de azúcares añadidos totales mediante la suma de cada aporte de azúcares añadidos de los ingredientes utilizados, (ANMAT - Disposición 11362/24, 2024).

La implementación de esta ley movilizó la industria de los alimentos debido a la obligatoriedad de la colocación de los sellos de advertencia cuando sus productos excedían los valores establecidos en sus puntos de corte. Y para evitar esto, muchos elaboradores reformularon sus recetas para no sobrepasar estos límites y así evitar la presencia de los sellos de advertencia en los rótulos de sus productos. Otros, sin embargo, apostaron a dejar sus productos con la receta original y adaptarse a la rotulación establecida por esta nueva ley.

Esta ley además de la rotulación, establece la prohibición de publicidad o promoción de productos alimenticios que contengan uno o más sellos de advertencia cuando está dirigida hacia niños y adolescentes. Prohibiendo también, el uso de personajes animados, presencia de celebridades o elementos que incentiven el consumo en los niños. Estos alimentos con uno o más sellos de advertencia, están restringidos en los kioscos de las instituciones educativas.

2.6. Etiquetado nutricional de alimentos: requisitos y recomendaciones.

El C.A.A. en el capítulo V (Normas para la rotulación y publicidad en los alimentos), fija las pautas a cumplir para el rotulado de los alimentos. Se define rotulación como *“toda inscripción, leyenda, imagen o toda materia descriptiva o gráfica que se haya escrito, impreso, estarcido, marcado, marcado en relieve o huecograbado o adherido al envase del alimento”* y al rotulado nutricional como *“toda descripción destinada a informar a la población sobre las propiedades nutricionales de un alimento”*. (Capítulo V, C.A.A.)

Todo alimento que ha sido envasado en ausencia del consumidor, listo para su expendio, debe cumplir con las disposiciones de rotulación vigentes. La información presente en los rótulos debe ser clara, veraz y no debe inducir a error, permitiendo al consumidor tomar decisiones informadas. Teniendo en cuenta esto, el rótulo debe incluir, de manera obligatoria, la denominación de venta del alimento, contenido neto, identificación de origen, (lote, fecha de vencimiento, datos del elaborador), listado de ingredientes, rotulado nutricional, y su modo de consumo o preparación en los casos en que sea necesario detallarlo. (Manual de aplicación Ley 27642 decreto 151/22, 2022)

El rotulado nutricional nos brinda la información detallada de las características nutricionales que posee el alimento y tiene elementos de declaración obligatoria y otras opcionales. Entre la información que brinda están el valor energético y de nutrientes como; carbohidratos, azúcares totales, azúcares añadidos, proteínas, grasas totales, grasas saturadas, grasas trans, fibra alimentaria, sodio y otras vitaminas y minerales. (Manual de aplicación Ley 27642 decreto 151/22, 2022)

En el marco de la Ley 27.642 de Promoción de la Alimentación Saludable, se incorpora el rotulado nutricional frontal (RNF), también conocido como etiquetado frontal, el cual consiste en la inclusión de sellos de advertencia en la cara principal del envase. Estos sellos (Figura N° 1), representados mediante octógonos negros y leyendas precautorias, se asignan en función del perfil de nutrientes del alimento, de acuerdo con los límites establecidos en el Decreto Reglamentario 151/22.

De este modo, aquellos productos que superen los valores máximos definidos para nutrientes críticos, como azúcares, sodio, grasas totales, grasas saturadas, deben incorporar los correspondientes sellos de advertencia, con el objetivo de informar al consumidor sobre los posibles riesgos asociados a su consumo y promover elecciones alimentarias más saludables. (Manual de aplicación Ley 27642 decreto 151/22,2022)



Figura N° 1. Sellos de advertencias y leyendas precautorias establecidas por la Ley 27.642

Por lo tanto, la correcta determinación del contenido de azúcares añadidos adquiere especial relevancia, dado que constituye uno de los nutrientes críticos considerados en el sistema de etiquetado frontal.

2.7. Métodos analíticos para la determinación de azúcares en alimentos.

Las confituras, que incluyen productos como mermeladas, dulces, jaleas y frutas en almíbar, se obtienen mediante la cocción de frutas, hortalizas o tubérculos con la adición de azúcares, tales como sacarosa, dextrosa, azúcar invertido o jarabe de glucosa, de acuerdo con lo establecido en el Art 807 del C.A.A. En particular, las mermeladas deben alcanzar un contenido mínimo de sólidos solubles de 65 °Brix y una proporción mínima de fruta del 40 % del producto terminado según el Art 810 del C.A.A.

Desde el punto de vista analítico, la determinación del contenido de azúcares en estos productos puede abordarse mediante métodos directos e indirectos. Los métodos químicos clásicos, como el método de Fehling Causse Bonnans, permiten cuantificar azúcares reductores y totales con relativa simplicidad y accesibilidad en laboratorios de análisis de alimentos. Sin embargo, presentan la limitación de no permitir la diferenciación entre azúcares intrínsecos y azúcares añadidos.

En este contexto, los métodos indirectos, como el balance de masa, adquieren especial relevancia. Este enfoque permite estimar el contenido de azúcares añadidos a partir del conocimiento de la composición de los ingredientes utilizados y de los valores de azúcares totales determinados analíticamente. En productos como mermeladas y conservas, la precisión de este método depende en gran medida de la relación fruta (F)/azúcar (A) empleada en la formulación, la cual puede variar entre elaboraciones caseras ($F/A \cong 1,5$) e industriales ($0,8 \leq F/A \leq 1,0$).

Cuando la formulación incluye exclusivamente sacarosa como azúcar añadido, los valores de azúcares totales determinados analíticamente suelen ser similares a los estimados por cálculo, presentando diferencias mínimas entre formulaciones, dado que estos dependen principalmente de la concentración final de sólidos solubles del producto (Balanza, 2022).

En el marco normativo, la declaración del contenido de nutrientes se rige por la Resolución GMC 46/03 del MERCOSUR, incorporada al C.A.A., la cual establece, entre otros aspectos, una tolerancia de ± 20 % respecto a los valores declarados en el rotulado nutricional. En consecuencia, cualquier metodología empleada para el cálculo del contenido de azúcares añadidos debe presentar una incertidumbre asociada inferior a dicho valor, a fin de garantizar la confiabilidad de la información declarada (Balanza, 2022).

Cabe destacar que, desde el punto de vista analítico, los azúcares no pueden diferenciarse en función de su origen (intrínseco o añadido), ya que presentan estructuras químicas idénticas independientemente de su procedencia. Por este motivo, la determinación de azúcares añadidos no puede realizarse de manera directa, sino que requiere la aplicación de métodos indirectos basados en cálculos y estimaciones.

En este trabajo, la determinación del contenido de azúcares añadidos se realizó mediante una metodología basada en el balance de masa, aplicada en el ámbito de un laboratorio de servicios a terceros. Para ello, se integraron datos provenientes de la composición de los ingredientes, obtenidos a partir de fuentes bibliográficas, con los valores de azúcares totales y reductores determinados experimentalmente mediante el método de Fehling Causse Bonnans.

Asimismo, según lo establecido en la Ley 27.642 de Promoción de la Alimentación Saludable y su normativa reglamentaria, la información nutricional puede obtenerse tanto a partir de análisis de laboratorio como mediante cálculos basados en la composición de los ingredientes, los

cuales pueden ser presentados en carácter de declaración jurada. En este sentido, la determinación de azúcares añadidos mediante balance de masa, constituye una herramienta válida en el contexto regulatorio.

Finalmente, si bien actualizaciones recientes del Manual de Aplicación de la Ley 27.642 han incorporado lineamientos específicos para el cálculo de azúcares añadidos, la metodología empleada en el presente trabajo resulta consistente con dichos criterios, ya que contempla el aporte de azúcares intrínsecos de las materias primas en el cálculo final.

2.8. Objetivos generales y específicos de la investigación

2.8.1. Objetivo general

- Determinar el contenido de azúcares añadidos en conservas y confituras de frutas regionales comerciales, a través de métodos químicos y balance de masa, teniendo en cuenta la exigencia de la Ley 27.642 de Promoción de la Alimentación Saludable.

2.8.2. Objetivos específicos

- Determinar los azúcares reductores y totales por métodos químicos Fehling Causse Bonnans (FCB)
- Calcular mediante el método de balance de masa en base a las fórmulas de elaboración, el contenido de azúcares añadidos en determinadas conservas de fruta y confituras.
- Comprobar la efectividad del método de cálculo de los azúcares añadidos en conservas y confituras de fruta.
- Corroborar la adecuación del rotulado de conservas y confituras regionales a la normativa vigente, evaluando la correspondencia de sellos de advertencia y la declaración de contenido neto y/o peso escurrido.

2.9. Hipótesis.

A través de la cuantificación por métodos químicos y por balance de masa se pueden determinar de forma confiable los azúcares añadidos en las conservas y confituras de frutas regionales.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Selección y muestreo de conservas y confituras de frutas regionales.

El material de estudio seleccionado para llevar a cabo los ensayos del presente trabajo constaba de: frutas en conserva en jarabe muy diluido, jarabe diluido, mermeladas y mermeladas reducidas en su valor glucídico. Los mismos fueron aportados por la tesista según disponibilidad en comercios de la ciudad de San Rafael Mendoza.

La muestra estuvo constituida por un total de 59 unidades de productos frutihortícolas, categorizadas en: 17 unidades de mermeladas convencionales y 9 unidades de mermeladas de bajo valor glucídico o light, de frutas regionales, (damascos, ciruelas, duraznos, frutillas, naranjas y peras), y 24 unidades de frutas en conserva en jarabe diluido y 9 unidades con jarabe muy diluido o light, de frutas regionales (duraznos, peras y cóctel de 4 frutas). Dichas unidades fueron obtenidas mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia en comercios de San Rafael, Mendoza, seleccionando diversas marcas para representar la variabilidad del mercado. De cada envase se extrajeron, por triplicado, unidades analíticas de pesos variables que calculamos según su valor medido de grados Brix, con la ecuación (1).

Debido a la heterogeneidad de las matrices, los datos fueron agrupados por categoría, permitiendo un análisis estadístico comparativo sólido que considera las particularidades composicionales de cada tipo de producto analizado.

Las muestras fueron almacenadas a temperatura ambiente hasta su análisis, respetando las condiciones indicadas por el fabricante.

3.2. Determinación de azúcares: técnicas y procedimientos.

3.2.1 Preparación de muestras

Las determinaciones gravimétricas necesarias se realizaron en la balanza analítica de la Figura N° 3. El peso neto de las conservas de frutas y mermeladas se obtuvo por diferencia de peso, restando el peso del envase (tarro o frasco) al peso bruto (envase cerrado).

En el caso de las frutas en conserva, se separaron las frutas del líquido de cobertura por medio de un tamiz, permitiendo que el líquido drenara durante dos minutos. Y luego se procedió a pesar ambas partes individualmente obteniendo así, el peso escurrido y el peso del jarabe.

Previo al análisis, las muestras fueron homogeneizadas con el fin de garantizar la uniformidad. En el caso de las mermeladas, se realizó un mezclado manual hasta obtener una masa homogénea, mientras que las conservas fueron procesadas mediante licuado.

Posteriormente, se realizaron las diluciones correspondientes según los requerimientos de cada método analítico.

3.2.2 Determinación de sólidos solubles

El contenido de azúcares totales fue estimado indirectamente a partir de la medición de sólidos solubles mediante refractometría, expresados en grados Brix.

Este método asume que la totalidad de los sólidos solubles corresponde a azúcares, lo que permite realizar una estimación indirecta de su contenido.

Material necesario

- Refractómetro tipo Abbe
- Agua destilada
- Papel tissue



Figura N° 2. Refractómetro manual tipo Abbe.

Procedimiento:

1. Se estableció el cero del refractómetro mediante el uso de agua desionizada a 20 °C. Se colocó una gota de agua sobre el prisma del refractómetro limpio y seco. Corroboramos el cero en la escala azucarina o 1,3330 en la del índice de refracción.
2. Se secó perfectamente con papel tissue el prisma cuidando de no frotar el mismo para no dañarlo. Se colocaron sobre el prisma unas gotas de la solución problema.
3. Se cerró la tapa suavemente cuidando que la muestra cubriera completamente la superficie del prisma y se tomó la lectura en escala azucarina mirando a través del ocular. La lectura se tomó en la intersección de los campos o en la zona donde se dividen los campos claro y oscuro, dependiendo del refractómetro.
4. Se lavó el prisma con agua desionizada y se secó con papel tissue.

3.2.3. Determinación de azúcares por el método Fehling Causse Bonnans

La determinación de azúcares reductores y totales se realizó mediante el método de Fehling Causse Bonnans, basado en una reacción de óxido-reducción entre los azúcares reductores y una solución cúprica alcalina. (Balanza, M.E., 2022)

Los resultados se expresaron como porcentaje de azúcares totales en base al peso de la muestra.

Material necesario

- Balanza analítica
- Probeta graduada de 50 ml.
- Embudo.
- Erlenmeyer de 250 ml.
- Matraz de 100 ml con tapón.
- Papel de filtro.
- Bureta acodada incolora 25 ml.
- Mechero, trípode y tela metálica.
- Pipeta doble aforo de 15 ml.
- Pipeta graduada de 10 ml.

Reactivos necesarios:

- Solución de acetato de plomo cristalizado 25 %
- Solución patrón de azúcar invertido 5 g/L (0,5%)
- Solución de azul de metileno 1 %
- Reactivo de Fehling Causse Bonnans

Procedimiento para la determinación de azúcares reductores

Acondicionamiento de la muestra

1. Se pesó en un matraz aforado de 100 ml, una cantidad de muestra pesada con precisión al miligramo, esperando obtener una solución azucarada de aproximadamente 0,5 - 1 % de concentración.

$$\text{Peso de alícuota} = \frac{100 \text{ g}}{\text{grados brix}} \quad (1)$$

2. Se agregó la solución de acetato de plomo para clarificar la solución (comúnmente se necesitan 5 a 10 ml).

3. Se dejó decantar el precipitado y se agregó una gota de acetato de plomo al líquido claro sobrenadante. Si se formaba más precipitado, se agregaba más acetato de plomo. Se llevó a volumen con agua desionizada, y luego se tapó y mezcló por agitación invirtiendo el matraz unas 10 veces.

4. Se filtró utilizando papel de filtro seco.

5. Se desecharon los primeros ml de filtrado y se recolectaron unos 50 ml de líquido filtrado. Si el filtrado salía turbio al comienzo, se debía volver a filtrar hasta lograr una solución clara.

6. Se llenó la bureta acodada con la solución filtrada y se procedió a la reducción de 15 ml del licor de Fehling.



Figura N° 3. Balanza analítica

Valoración de la muestra

1. En un erlenmeyer de 250 ml de capacidad, se colocaron 15 ml del reactivo de Fehling Cause Bonans (previamente contrastado frente a Solución Patrón de Azúcar Invertido (0,5%) medidos con pipeta aforada y 50 ml de agua desionizada.

2. Se calentó sobre un mechero y tela metálica.

3. Cuando comenzó a hervir, comenzó la titulación con la muestra preparada en la bureta acodada, a razón de 3 gotas por segundo, cuidando de mantener una ebullición constante.

4. Cuando la reacción se encontraba cercana al punto final, lo que se apreciaba por una leve coloración verdosa que tomaba el líquido, se agregaron dos gotas de solución de azul de metileno, y una vez que éste se distribuía uniformemente, se continuaba con la reducción, a razón de 1 o 2 gotas por segundo, hasta aparición del color amarillo. (Balanza, M.E., 2022)



Figura N° 4. Muestras con agregado de agua destilada y acetato de plomo listas para enrasar y filtrar. Para determinación de azúcares reductores.



Figura N° 5. Muestras con agregado de agua destilada y acetato de plomo y enrasadas, listas para filtrar. Para determinación de azúcares reductores.

Procedimiento para la determinación de azúcares totales

Acondicionamiento de la muestra

De acuerdo con la muestra del alimento al cual se le desee determinar azúcares, y conociendo su composición aproximada (por la rotulación, tabla de composición, etc.), se realizó el cálculo para ajustar concentración entre 0,5 y 1 % de azúcares como especifica el método. Para lograr la determinación de los azúcares totales se necesita realizar la inversión o desdoblamiento de azúcares como sacarosa, lactosa, maltosa, entre otros, y para la determinación se puede partir de la muestra original o de la dilución preparada para azúcares reductores directos. (Balanza, M.E., 2022)

1. Se pesó en un matraz aforado de 100 ml de capacidad, la cantidad de muestra necesaria para contener en el volumen final de solución una concentración entre 0,5 y 1 % de azúcares.
2. Se agregaron unos 50 ml de agua desionizada y 5 ml de HCl concentrado.
3. Se tapó y fue llevado 1 hora a 70 °C (baño termostatzado).
4. Se dejó enfriar y se neutralizó con solución de hidróxido de sodio al 30 % usando como indicador 3 gotas de solución de fenolftaleína, hasta coloración ligeramente rosada.
5. Se agregó la solución de acetato de plomo para clarificar la solución (comúnmente se necesitan 5 a 10 ml). Se dejó decantar el precipitado y se agregó una gota de acetato de plomo al líquido claro sobrenadante. Si se formaba más precipitado, se agregaba más acetato de plomo. Se llevó a volumen con agua desionizada, y luego se tapó y mezcló por agitación invirtiendo el matraz unas 10 veces.
6. Se filtró utilizando papel de filtro seco.
7. Se desecharon los primeros ml de filtrado y se recolectaron unos 50 ml de líquido filtrado. Si el filtrado salía turbio al comienzo, se debía volver a filtrar hasta lograr una solución clara.
8. Se llenó la bureta acodada con la solución filtrada y se procedió a la reducción de 15 ml del licor de Fehling.

Valoración de la muestra

La muestra se valora de igual forma que en los azúcares reductores.

Cálculos:

- Azúcares reductores directos= ARD (%) =
$$\frac{0,041(g) \times 100 \times 100}{m \times V} \quad (2)$$

Siendo:

ARD = contenido de azúcares reductores, (g Az. invertido %) (m/m).

m = masa de la muestra (g)

V = volumen de líquido azucarino defecado y filtrado empleado en la reducción del licor de Fehling (en ml).

- Azúcares totales, AT, (%) =
$$\frac{0,041 (g) \times 100 \times 100}{m \times V} \quad (3)$$

Siendo:

AT = contenido de azúcares totales luego de la hidrólisis, (g Az. invertido %) (m/m).

m = masa de la muestra (g)

V = volumen de líquido azucarino defecado y filtrado empleado en la reducción del licor de Fehling (ml). (Balanza, M.E., 2022)



Figura N° 6. Muestras con agregado de agua destilada y ácido clorhídrico concentrado en baño María a 70 °C. Para determinación de azúcares totales.



Figura N° 7. Muestras neutralizadas con hidróxido de sodio al 30 %, con el agregado de acetato de plomo para su defecación y enrasadas para luego filtrar y obtener la solución con la que se tituló el licor de Fehling en la determinación de azúcares totales.

Titulación del licor de Fehling:

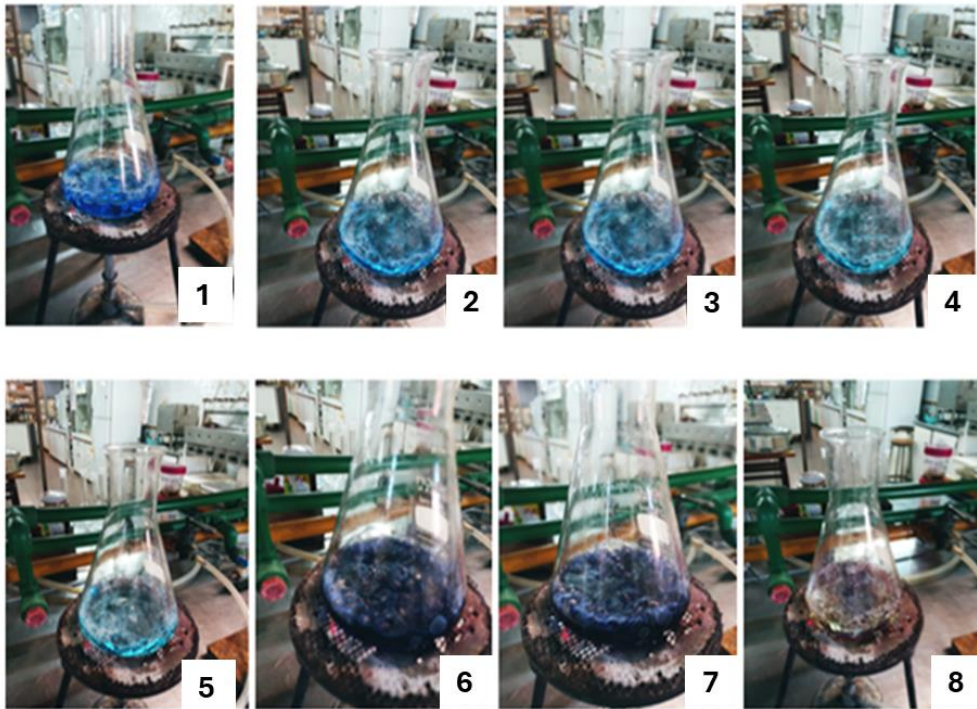


Figura N° 8. Titulación del licor de Fehling. Agregado de azul de metileno en paso 6. y detección de punto final en el paso 8.

3.3. Determinación de azúcares añadidos

Dado que no es posible diferenciar analíticamente los azúcares según su origen, la estimación de azúcares añadidos se realizó mediante métodos indirectos basados en balances de masa.

3.3.1. Método teórico en frutas en conserva:

Para las frutas en conservas se aplicó un balance de masa de sólidos solubles ($^{\circ}\text{Bx}$) considerando el peso neto (PN), el peso escurrido (PE), los sólidos solubles del producto (SSp) y el contenido de sólidos solubles de la fruta (SSf), estimado en 11°Bx .

El balance de masa se plantea según la ecuación (4), de la cual se puede despejar el valor de sólidos solubles del jarabe utilizado (SSj). (Balanza M.E., 2022).

A partir de estos parámetros, se calcularon los sólidos solubles del jarabe (SSj) y, posteriormente, los azúcares intrínsecos (Af), añadidos (Aj) y totales del producto.

$$PE (g) \times SSf (^\circ Bx) + (PN - PE) (g) \times SSj (^\circ Bx) = PN (g) \times SSp (^\circ Bx) \quad (4)$$

Referencias:

PN: Peso neto

PE: Peso escurrido

SSf: Sólidos solubles de la fruta

SSj: Sólidos solubles del jarabe

SSp: Sólidos solubles del producto

Luego se calcularon los azúcares en gramos, provenientes de la fruta (Af). naturales o intrínsecos, por medio de la ecuación (5), donde (ATf), son los azúcares totales de la fruta obtenidos de la tabla N° 1, o de publicaciones confiables, y por el jarabe original del producto (Aj), que conceptualmente serían los azúcares añadidos (AA), según la ecuación (6), en la que se usaron los SSj calculados en (4) ya que por definición los $^\circ Bx$ son el porcentaje de sacarosa m/m. (Balanza M.E., 2022).

$$Af (g) = \frac{PE (g) \times ATf (\%)}{100} \quad (5)$$

$$Aj (g) = \frac{(PN - PE) (g) \times SSj (^\circ Bx)}{100} \quad (6)$$

$$ATp (g) = Af (g) + Aj (g) \quad (7)$$

$$ATt \% = \frac{At (g) \times 100}{PN} \quad (8)$$

$$AAt \% = \frac{Aj (g) \times 100}{PN} \quad (9)$$

Referencias:

Af: Azúcar de la fruta

Aj: Azúcar del jarabe

AT: Azúcares totales

ATf: Azúcares totales de la fruta según bibliografía.

ATt: Azúcares totales teóricos

AAt: Azúcares añadidos teóricos

Por último, los azúcares totales teóricos (ATt), fueron calculados por medio de las ecuaciones (7) y (8) y, si el azúcar utilizado fuera sacarosa pura, los azúcares totales determinados en el

producto de forma analítica deberían coincidir. Los azúcares añadidos teóricos (AAt), se obtuvieron mediante la ecuación (9).

3.3.2. Método químico y balance de masas en frutas en conserva:

Se determinaron analíticamente los azúcares reductores medidos (ARm) y azúcares totales medidos (ATm), por el método químico de FCB y con los resultados se realizó el cálculo de los azúcares no reductores (ANR), mediante la ecuación (10), con este resultado se obtuvieron los ATm expresados en porcentaje mediante la ecuación (11) en la cual se sumaron los azúcares reductores medidos y los no reductores calculados. Por último, mediante la ecuación (12) se obtuvo el porcentaje añadido de azúcares que luego al multiplicar por los azúcares totales y dividir por 100 nos da el resultado de los azúcares añadidos. (Balanza M.E., 2022).

$$ANR (g) = (ATm (g) - ARm (g)) \times 0,95 \quad (10)$$

$$ATm \% = ARm + ANR \quad (11)$$

$$AAt \% \text{ sobre azúcar} = \frac{Aj (g)}{Aj + Af} \times 100 \quad (12)$$

$$AAm \% = \frac{ATm \times AAt \% \text{ sobre azúcar}}{100} \quad (13)$$

Referencias:

ANR: Azúcares no reductores

ARm: Azúcares reductores medidos

ATm: Azúcares totales medidos

AAt: Azúcares añadidos teóricos

AAm: Azúcares añadidos medidos

Af: Azúcar de la fruta

Aj: Azúcar del jarabe

Este método resulta adecuado también para el caso de productos envasados en agua, con o sin agregado de edulcorantes.

3.3.3. Método para la determinación de azúcares añadidos en mermeladas de frutas:

Se aplicó un balance de masa considerando la relación fruta/azúcar (F/A) y el contenido de sólidos solubles final del producto (65 °Bx) que permitió calcular el peso de la confitura (C) como se observa en la ecuación (14).

$$F (g) \times SSf (^\circ Bx) + A (g) \times 100 (^\circ Bx) = C (g) \times 65 (^\circ Bx) \quad (14)$$

Referencias:

F: Peso de fruta

A: Peso de azúcar

C: Peso de la confitura

SSf: Sólidos solubles de la fruta

Para las distintas relaciones planteadas de F/A, las cantidades de confituras obtenidas serían:

$$a) 1000 (g) \times 11^\circ Bx + 650 (g) \times 100^\circ Bx = C (g) \times 65^\circ Bx \rightarrow C = 1169 g$$

$$b) 1000 (g) \times 11^\circ Bx + 1000 (g) \times 100^\circ Bx = C (g) \times 65^\circ Bx \rightarrow C = 1708 g$$

$$c) 1000 (g) \times 11^\circ Bx + 1250 (g) \times 100^\circ Bx = C (g) \times 65^\circ Bx \rightarrow C = 2092 g$$

Luego se realizó el cálculo de azúcares totales, sumando los azúcares provenientes de la fruta (Af) y el azúcar comercial agregado durante el proceso (Aa).

$$AT (g) = Af (g) + Aa (g) \quad (15)$$

$$ATt \% = \frac{AT(g) \times 100}{C} \quad (16)$$

$$AAt \% = \frac{Aa (g) \times 100}{C} \quad (17)$$

Referencias:

Af: Azúcar de la fruta

Aa: Azúcar comercial agregado durante el proceso tecnológico.

AT: Azúcares totales del producto

ATt: Azúcares totales teóricos

AAt: Azúcares añadidos teóricos

En este trabajo se calcularon los azúcares añadidos teóricos por medio de la ecuación (17). Y a partir de los valores analíticos obtenidos, se determinaron los azúcares añadidos integrando los resultados con el balance de masa ecuación (19).

$$\text{AA}t \text{ \% sobre azúcar} = \frac{Aa (g)}{(Aa + Af)} \times 100 \quad (18)$$

$$\text{AA}m \text{ \%} = \frac{ATm \times \text{AA}t \text{ \% sobre azúcar}}{100} \quad (19)$$

Referencias:

AA_t: Azúcares añadidos teóricos

A_f: Azúcar aportado por la fruta

AA_m: Azúcares añadidos medidos

A_a: Azúcar comercial agregado durante proceso tecnológico.

3.4. Análisis estadístico

Las muestras fueron realizadas por triplicado. Los resultados obtenidos fueron analizados mediante estadística descriptiva y análisis inferencial. Para la comparación entre métodos se utilizó la prueba t de Student para muestras pareadas, con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

El análisis estadístico se realizó utilizando el software InfoStat.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las mermeladas, dulces y jaleas se caracterizan por presentar elevados contenidos de sólidos solubles (≥ 65 °Bx), los cuales cumplen un rol fundamental tanto en la formación de la estructura gelificada como en la conservación del producto. Durante el proceso de cocción, el incremento de la concentración de azúcares eleva el punto de ebullición del sistema, favoreciendo además el desarrollo de características sensoriales propias del producto final.

Desde el punto de vista nutricional, el valor energético de estos productos depende principalmente de la concentración final de azúcares, más que de la proporción inicial de fruta empleada en su formulación. Asimismo, la utilización de distintos tipos de azúcares o sustitutos (como jarabes de glucosa o fructosa) puede influir en la composición final de carbohidratos y en su determinación analítica. (Balanza M.E., 2022).

Por lo tanto, se determinaron los azúcares totales y reductores mediante el método químico de Fehling Causse Bonnans (FCB), y se calcularon mediante métodos teóricos y de balance de masa, con el fin de comparar los diferentes métodos de análisis y determinación de azúcares en las distintas conservas estudiadas.

4.1. Resultados obtenidos de azúcares reductores y azúcares totales en las conservas y confituras analizadas.

En la Tabla N° 9 (Anexo 6.1), se presentan los resultados correspondientes a mermeladas tradicionales. Se observa que los valores de azúcares totales determinados mediante el método FCB se encuentran, en general, entre 46 % y 61 %, mientras que los valores obtenidos mediante el método teórico son sistemáticamente superiores.

Esta diferencia puede atribuirse a que el método teórico asume que la totalidad de los sólidos solubles medidos en grados Brix corresponde a azúcares, lo cual no es estrictamente correcto, ya que estos incluyen otros compuestos solubles como ácidos orgánicos, pectinas y minerales.

Por su parte, el método de balance de masa presenta valores más cercanos a los obtenidos experimentalmente, lo que indica una mejor aproximación a la composición real del producto.

En la Tabla N° 10 (Anexo 6.1), correspondiente a mermeladas tipo light, se observa una disminución significativa en el contenido de azúcares totales (aproximadamente entre 24 % y 34 %), en concordancia con su formulación.

No obstante, se mantiene la tendencia observada previamente: el método teórico proporciona valores superiores, mientras que el método de balance de masa presenta una mayor concordancia con los resultados experimentales.

Se destaca una mayor dispersión en algunos productos, lo cual podría estar asociado a variaciones en la formulación, particularmente en el uso de edulcorantes y agentes de carga.

Los resultados presentados en las Tablas N° 11 y 12 (Anexo 6.1) muestran que las conservas presentan contenidos de azúcares considerablemente menores en comparación con las mermeladas.

En este caso, las diferencias entre los métodos evaluados son menos pronunciadas, lo cual puede explicarse por la menor complejidad de la matriz, compuesta principalmente por fruta y jarabe.

El método de balance de masa nuevamente muestra una buena concordancia con el método experimental, validando su aplicación en este tipo de productos.

4.2. Análisis estadístico de los datos

Con el propósito de evaluar la efectividad del método de balance de masa para el cálculo de azúcares añadidos en conservas y confituras de fruta, y contrastarlo con su cuantificación mediante el método teórico de cálculo, se recurrió al uso de herramientas de inferencia estadística. En particular, se seleccionó la prueba *t* de Student para muestras pareadas, dado que permite comparar dos conjuntos de mediciones obtenidos sobre las mismas unidades de análisis y determinar si las diferencias entre sus medias pueden atribuirse al azar o reflejan una discrepancia sistemática entre los métodos.

Para la aplicación de esta prueba, se analizaron las medias de ambos conjuntos de resultados mediante el software estadístico Infostat. Este enfoque permitió establecer si dichas diferencias alcanzaban un nivel de significancia estadística suficiente para cuestionar la equivalencia entre el método de cálculo teórico y la cuantificación mediante el método de balance de masa propuesto. De este modo, el análisis estadístico constituyó un insumo central para valorar la robustez y confiabilidad del método bajo estudio.

Para la comparación de los datos obtenidos en la determinación de azúcares totales, se usó el diagrama de cajas (Figuras 9 a 12), en donde observamos la diferencia entre los 3 métodos; el método de determinación química (Felihng Causse Bonnans), el método teórico y el método de balance de masa que es una combinación de los dos anteriores.

4.2.1. Análisis estadístico de los datos de determinación de azúcares totales

Tabla N° 3. Medidas de resumen para los valores de azúcares totales determinados por análisis químico (FCB), cálculo teórico y método de balance de masa.

Azúcares Totales	Medidas resumen	Mermeladas		Frutas en conserva	
		Común	Light	Común	Light
Método químico	\bar{x}	53,6	31,2	12,3	5,1
	σ	5,4	3,6	1,4	1,7
Método teórico	\bar{x}	64,9	35,3	11,4	8,2
	σ	1,6	1,6	1,0	0,9
Método Balance de masa	\bar{x}	52,4	30,9	12,0	5,0
	σ	5,1	3,6	1,3	1,7

 \bar{x} : Media σ : Desviación estándar

- **Mermeladas de frutas regionales:**

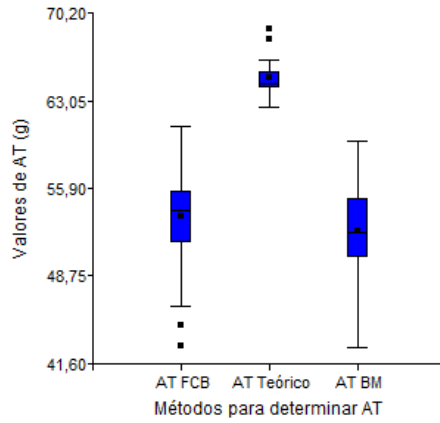


Figura N° 9. Distribución de los valores de azúcares totales determinados por análisis químico, cálculo teórico y método de balance de masa para mermeladas de frutas regionales.

- **Mermeladas light de frutas regionales:**

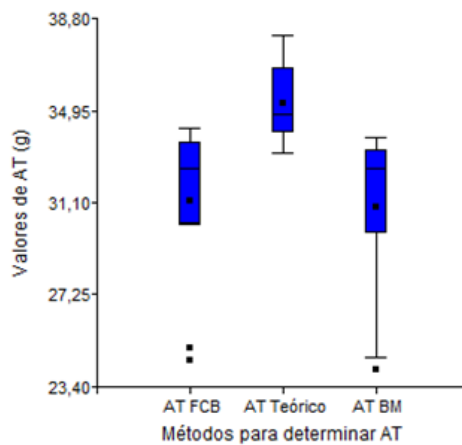


Figura N° 10. Distribución de los valores de azúcares totales determinados por análisis químico, cálculo teórico y método de balance de masa para mermeladas light de frutas regionales.

- **Conservas de frutas regionales:**

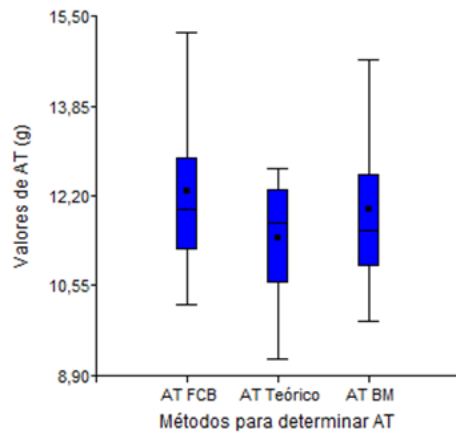


Figura N° 11. Distribución de los valores de azúcares totales determinados por análisis químico, cálculo teórico y método de balance de masa para conservas de frutas regionales.

- **Conservas light de frutas regionales:**

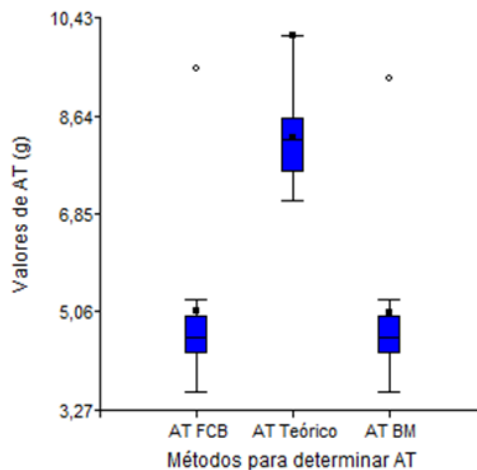


Figura N° 12. Distribución de los valores de azúcares totales determinados por análisis químico, cálculo teórico y método de balance de masa para conservas light de frutas regionales.

En las Figuras N° 9, 10 y 12, se observa que el método teórico presenta una tendencia a proporcionar valores superiores de contenido de azúcares, mientras que el método de balance de masa se aproxima en mayor medida a los resultados experimentales.

En el caso de las frutas en conserva (Figura N° 11), se evidencian valores menores al valor real, pero ambos métodos dan valores relativamente cercanos.

4.2.2. Análisis estadístico de los datos de determinación de azúcares añadidos

De manera general la Tabla N° 3 presenta la comparación entre los valores de azúcares añadidos obtenidos mediante el método teórico y el método de balance de masa para los distintos tipos de productos analizados.

- **Muestras de mermelada:**

La comparación entre el método teórico y el método de balance de masa arroja un valor de t elevado y un nivel de significancia $p < 0,0001$, indicando diferencias estadísticamente significativas entre ambos métodos.

Esto evidencia que el método teórico no resulta adecuado para la determinación de azúcares añadidos en este tipo de productos, debido a que proporciona valores mayores al valor real determinado analíticamente.

Decisión: Rechazo H_0 porque $|t_m| > t_c$ ($11,45 > 2,921$) y $p < \alpha$ ($< 0,0001 < 0,05$)

No se tiene evidencia muestral suficiente con un $\alpha = 0,05$ para decir que no existe diferencia significativa entre el método teórico y el método de balance de masa para la cuantificación de azúcares añadidos en confituras de frutas regionales

Conclusión:

Existe diferencia significativa entre el método teórico y el método de balance de masa para la cuantificación de azúcares añadidos en mermeladas de frutas regionales.

- **Muestras de mermelada light:**

La diferencia entre el método teórico y el método de balance de masa continúa siendo estadísticamente significativa ($p < 0,05$), aunque con una menor magnitud en comparación con las mermeladas tradicionales.

Esta disminución puede explicarse por el menor contenido de azúcares en estos productos y por la utilización de edulcorantes, lo cual modifica la relación entre sólidos solubles y azúcares reales, en concordancia con tendencias actuales de reformulación de alimentos promovidas por la Organización Mundial de la Salud.

Decisión: Rechazo H_0 porque $|t_m| > t_c$ ($3,64 > 3,355$)

No se tiene evidencia muestral suficiente con un $\alpha = 0,05$ para decir que no existe diferencia significativa entre el método teórico y el método de balance de masa para la cuantificación de azúcares añadidos en confituras de frutas regionales.

Conclusión:

Existe diferencia significativa entre el método teórico y el método de balance de masa para la cuantificación de azúcares añadidos en mermeladas light de frutas regionales.

- **Muestras de frutas en conserva:**

El análisis estadístico indica que no existen diferencias significativas entre los métodos evaluados ($p > 0,05$).

Este resultado sugiere que, en matrices simples como las conservas de frutas, el método teórico puede ser utilizado como una aproximación válida para la estimación de azúcares añadidos, ya que los supuestos del modelo se ajustan mejor a la composición del sistema.

Decisión: Acepto H_0 porque $|t_m| < t_c$ ($1,83 < 2,807$) y $p > \alpha$ ($0,0918 > 0,05$)

No se tiene evidencia muestral suficiente con un $\alpha = 0,05$ para decir que existe diferencia significativa entre el método teórico y el método de balance de masa para la cuantificación de azúcares añadidos en conservas de frutas regionales.

Conclusión:

No existe diferencia significativa entre el método teórico y el método de balance de masa para la cuantificación de azúcares añadidos en conservas de frutas regionales.

- **Muestras de frutas en conserva light:**

La diferencia entre el método teórico y el método de balance de masa continúa siendo estadísticamente significativa ($p < 0,05$), lo cual indica que el método teórico pierde validez en sistemas donde se incorporan ingredientes no contemplados en su formulación, como edulcorantes no calóricos.

Decisión: Rechazo H_0 porque $|t_m| > t_c$ ($9,8 > 3,355$) y $p < \alpha$ ($< 0,0001 < 0,05$)

No se tiene evidencia muestral suficiente con un $\alpha = 0,05$ para decir que no existe diferencia significativa entre el método teórico y el químico para la cuantificación de azúcares añadidos en confituras de frutas regionales.

Conclusión:

Existe diferencia significativa entre el método teórico y el método de balance de masa para la cuantificación de azúcares añadidos en confituras de frutas regionales.

Podemos observar en la Tabla N° 4 que los valores de azúcares añadidos por el método teórico están sobrevalorados, los valores de sólidos solubles varían entre 65 y 71 °Bx para las mermeladas comunes y 35,5 a 40,5 °Bx para las mermeladas light analizadas. Los sólidos solubles están conformados en su mayoría por la sacarosa agregada durante el proceso y el azúcar propio de la fruta. Pero también contienen ácidos orgánicos, sales minerales, pectinas, aminoácidos y minerales que elevan el índice de refracción y no son precisamente azúcares.

Tabla N° 4. Valores mínimos y máximos determinados para azúcares añadidos en mermeladas comunes y light.

Producto	Mermeladas de frutas		Mermeladas de frutas light	
	AA, Método Teórico % p/p	AA, Método BM % p/p	AA, Método Teórico % p/p	AA, Método BM % p/p
Valor Min.	55,8	38,3	27,8	21,2
Valor Max.	60,9	55,3	31,8	28,1

En la Tabla N° 5 se observan los valores mínimos y máximos de azúcares añadidos en conservas de frutas en sus versiones de jarabe diluido y light, cada 100 g de producto. Y en ambos se observan valores pequeños, sin embargo, para la calculadora de sellos en todos los casos deben llevar sellos de advertencia de exceso de azúcares ya que los azúcares añadidos exceden el 10 % de las calorías totales del alimento, que en los productos analizados van desde 23 a 75 kcal en 100 g de producto. Si consideramos que la porción de conservas de frutas es de 140 g y teniendo en cuenta el máximo de kcal aportadas estaríamos hablando de 105 kcal por porción o menos. Con la Revisión I del Manual de Aplicación de la Ley 27.642, quedan exceptuados del sello de exceso de azúcar las conservas de frutas en su versión light que no tengan agregado de azúcares y los azúcares contenidos sean solo los propios de la fruta, pero sí deben llevar la leyenda precautoria que indica que contiene edulcorantes.

Tabla N° 5. Valores mínimos y máximos determinados para azúcares añadidos en conservas de frutas en jarabe diluido y light.

Producto	Frutas en conserva		Frutas en conserva light	
	AA, Método Teórico % p/p	AA, Método BM % p/p	AA, Método Teórico % p/p	AA, Método BM % p/p
Valor Min.	2,6	3,0	2,5	1,1
Valor Max.	7,3	8,8	4,2	3,8

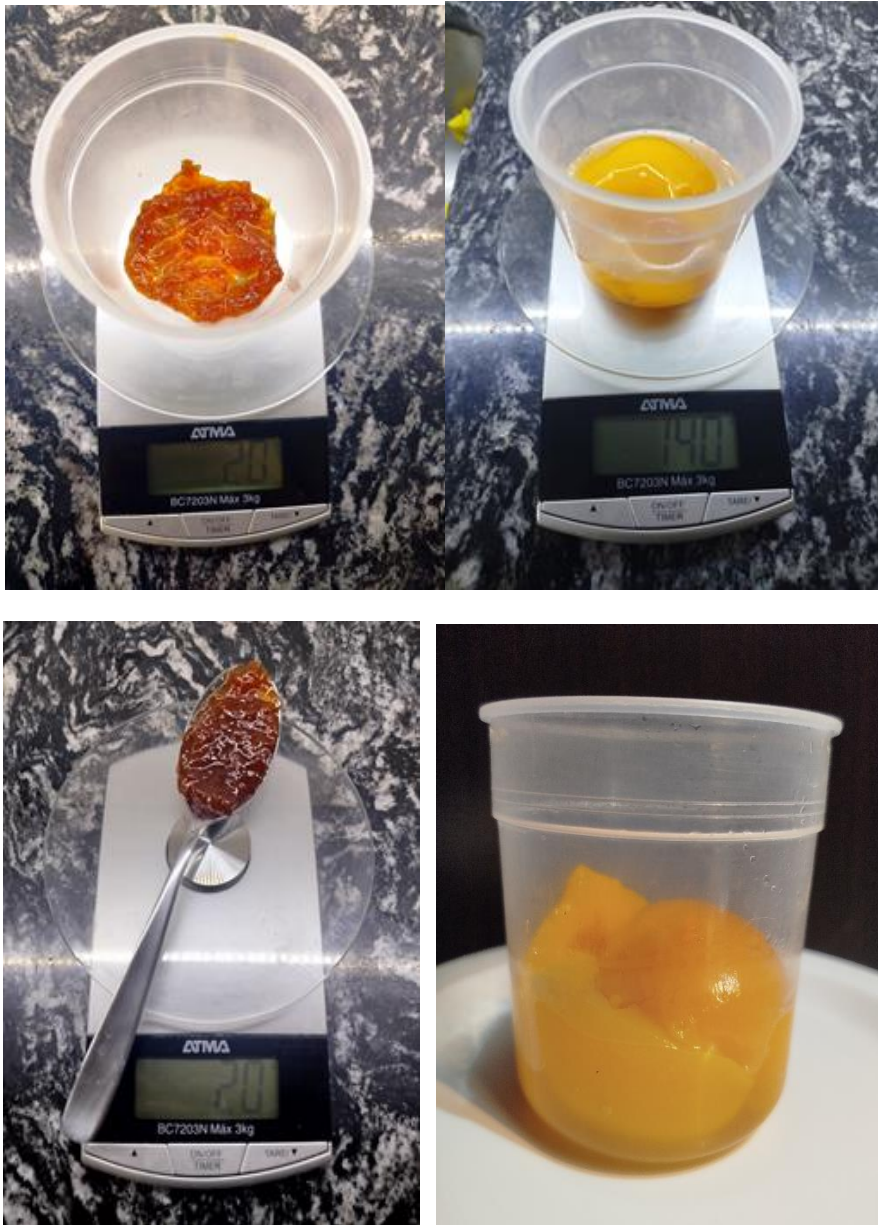


Figura N° 13. Pesos de porción establecidos en el C.A.A. (20 g para mermeladas y 140 g frutas en conserva)

En la Tabla N° 6 podemos observar que, si bien una porción de frutas en conserva aporta más azúcares totales y calorías que una porción de mermelada, los azúcares de las frutas en conserva son en mayoría propios de la fruta, si observamos los bajos valores de azúcares añadidos. Y debemos tener en cuenta que una cucharada de mermelada no se consume sola, sino con algún acompañante como pan, galletas, etc., que aportan otros nutrientes críticos (grasas, sodio, azúcares, calorías) a la hora de hacer un balance general. En cambio, la porción de fruta por sí sola aporta (además de los nutrientes de la fruta) agua, volumen y saciedad. Por esto, a pesar de ser un producto con sellos de advertencia no debería ser cuestionado sino analizado con criterio a la hora de elegir consumirlo frente a otros productos que quizás no tengan sellos, pero en su composición contienen más nutrientes críticos y una mayor cantidad de calorías sin exceder los límites establecidos, debido a una distribución calórica entre varios nutrientes.

Tabla N° 6. Medidas de promedio de azúcares totales, azúcares añadidos y valor energético (VE) para las porciones de mermeladas y frutas en conserva en sus versiones analizadas.

Producto	Mermelada	Mermelada light	Conservas JD	Conservas light
Porción	20 g	20 g	140 g	140 g
Azúcares Totales	10,5 g	6,2 g	16,8 g	7,0 g
Azúcares Añadidos	9,4 g	5,3 g	3,1 g	2,5 g
Valor Energético	52 kcal	30 kcal	87 kcal	39 kcal

4.3. Desempeño del método

La exactitud de los métodos planteados depende firmemente de la determinación analítica del valor de AT del producto. En los casos de sobrevaloración de los azúcares totales puede explicarse porque, se incluye como sacarosa agregada todo el valor de sólidos solubles necesarios para cumplir con los Brix exigidos por la reglamentación para el jarabe declarado, los que produce una sobrevaloración de los azúcares totales y por consecuencia los azúcares añadidos. Sin embargo, el sesgo se minimiza utilizando el balance de masa para obtener los azúcares aportados por la fruta, junto con los azúcares totales medidos analíticamente. (Balanza M.E, 2022).

4.4. Análisis del etiquetado nutricional

Se analizaron las etiquetas de las muestras seleccionadas, para verificación del cumplimiento de los datos obligatorios como: denominación de venta, fecha de vencimiento, lote, datos del fabricante, contenido neto, peso escurrido en las conservas, tal como lo exige la ley. Al momento del análisis de los productos, se estaba implementando la ley por lo que las etiquetas aun no contaban con octógonos.

Con la disposición 11362/2024, (Revisión I del Manual de la Aplicación de la Ley 27.642), se establece que el cálculo de nutrientes críticos (azúcar, grasas, sodio y calorías) debe basarse solo en los ingredientes añadidos en el proceso de elaboración, excluyendo los nutrientes críticos propios del alimento. En este caso una mermelada sólo debe informar los azúcares añadidos en el proceso de elaboración, sin tener en cuenta los azúcares propios de la fruta original. En nuestro método esto ya se tenía en cuenta antes de la aplicación de esta nueva disposición. Pero al momento de los análisis de las mermeladas light, a pesar de que efectivamente estaban reducidas en su valor glucídico, también tenían un mínimo agregado de azúcares, por lo que corresponde el sello de advertencia de exceso de azúcares en las versiones comunes, y para las versiones light corresponden exceso en azúcares y la leyenda precautoria correspondiente a la presencia de edulcorantes (Tabla N° 7). Esto se debe a que la mayoría de las calorías son las correspondientes a los hidratos de carbono del alimento y no están distribuidas uniformemente entre los demás nutrientes críticos. Por esto los azúcares añadidos representan en todos los casos más del 10 % de las calorías aportadas por estos productos.

Tabla N° 7. Sellos correspondientes para las mermeladas de frutas en su versión común y light analizadas.

Etiquetado frontal correspondiente	
Mermeladas de frutas	Mermeladas de frutas light
	 

En solo 2 casos de mermelada común, corresponde, además, el sello de advertencia de exceso de calorías porque excedían el valor de 275 kcal en 100 g de producto.

Para las frutas en conserva analizadas corresponde la aplicación del sello de excesos en azúcares en su versión común, y según la Disposición 11362/2024, solo la leyenda de edulcorantes para su versión light que no tenga agregado de azúcares (Tabla N° 8).

Entre los edulcorantes que presentaban las conservas light se encontraban: sacarina, ciclamato de sodio, sucralosa y acesulfame k.

Tabla N° 8. Sellos correspondientes para las conservas de frutas en jarabe diluido y light analizadas.

Etiquetado frontal correspondiente	
Frutas en conserva en jarabe diluido	Frutas en conserva bajas calorías
	

En la Tabla N° 17 (Anexo 6.3), se presentan los valores de peso neto y peso escurrido de las conservas de frutas analizadas, junto con los valores de referencia establecidos por el Código Alimentario Argentino (C.A.A.) para envases tipo IRAM 100, según el tipo de producto y su clasificación en función del líquido de cobertura.

En general, se observa una importante variabilidad en los valores medidos, tanto para el peso neto como para el peso escurrido, en comparación con los valores declarados por la normativa. En particular, el incumplimiento se manifiesta con mayor frecuencia en el peso escurrido, el cual representa la fracción sólida del producto y resulta crítico desde el punto de vista del consumidor.

En las conservas de durazno en jarabe diluido (Dzno JD), si bien la mayoría de los productos cumplen o superan el peso neto mínimo establecido (820 g), se identifican varios casos en los que el peso escurrido es inferior al valor de referencia (500 g), evidenciando un incumplimiento de la normativa. Incluso, se destaca un caso con valores considerablemente inferiores tanto en peso neto (650 g) como escurrido (405 g).

En las conservas de durazno con bajo contenido calórico (Dzno B.Cal.), se observa un comportamiento similar, con cumplimiento general del peso neto, pero con valores de peso escurrido que en algunos casos se encuentran por debajo del mínimo exigido.

En el caso de las peras en jarabe diluido (Peras JD), los valores de peso neto cumplen mayoritariamente con la normativa (820 g), mientras que el peso escurrido presenta variaciones, con algunos productos por debajo del valor de referencia (450 g). Para las peras con bajo contenido calórico, los resultados muestran un mayor grado de cumplimiento.

Por su parte, en los cócteles de frutas en jarabe diluido (Cóctel 4F JD), se evidencia una mayor dispersión en los valores de peso escurrido, con varios productos que no alcanzan el mínimo establecido (485 g), a pesar de cumplir en general con el peso neto. En los cócteles con bajo contenido calórico, si bien el peso neto se ajusta a los valores normativos (800 g), se observan tanto casos de cumplimiento como de incumplimiento en el peso escurrido.

En conjunto, los resultados indican que aproximadamente el 42 % de los productos analizados no cumplen con los requisitos establecidos por el C.A.A. en cuanto a peso neto y/o escurrido, siendo este último el parámetro más comprometido.

Todas estas observaciones revisten relevancia desde el punto de vista regulatorio y de protección al consumidor, ya que el peso escurrido representa la cantidad efectiva de alimento sólido disponible, y no coincide en muchos casos, con lo declarado en la etiqueta al consumidor.

5. CONCLUSIONES

El presente trabajo permitió evaluar y comparar diferentes metodologías para la determinación de azúcares en conservas y confituras de frutas regionales, en el contexto de la implementación de la Ley 27.642 de Promoción de la Alimentación Saludable, cuyo objetivo es promover una alimentación más saludable mediante la incorporación de información clara y accesible para los consumidores.

A partir de los resultados obtenidos, se pudo establecer que el método teórico basado en la determinación de sólidos solubles ($^{\circ}\text{Bx}$) presenta limitaciones significativas, tendiendo a sobrevalorar el contenido de azúcares totales y, en consecuencia, de azúcares añadidos, especialmente en matrices alimentarias complejas como las mermeladas. Esta sobrevaloración se atribuye a la presencia de otros compuestos solubles distintos de los azúcares, tales como ácidos orgánicos, pectinas y minerales, que elevan el valor de sólidos solubles determinados por refractometría.

Por su parte, el método de balance de masa, aplicado a partir de datos analíticos obtenidos mediante el método químico de Fehling Causse Bonnans, demostró ser una herramienta confiable para la determinación del contenido de azúcares añadidos, especialmente cuando se dispone de información adecuada sobre la composición de los ingredientes. Asimismo, presentó una mejor concordancia con los valores experimentales, en comparación con el método teórico.

En matrices simples, como las conservas de frutas, ambos métodos mostraron resultados comparables, mientras que, en productos de mayor complejidad, como las confituras, el método de balance de masa evidenció una mayor precisión, lo que resalta la importancia de considerar la naturaleza de la matriz alimentaria en la elección del método de análisis.

En relación con la hipótesis planteada, los resultados obtenidos permiten aceptarla, ya que fue posible determinar de manera confiable el contenido de azúcares añadidos mediante la aplicación del método de balance de masa, complementado con determinaciones analíticas.

Adicionalmente, se identificaron incumplimientos en el contenido neto y peso escurrido en un porcentaje significativo de las conservas analizadas, lo cual pone de manifiesto la necesidad de fortalecer los controles de calidad y fiscalización en productos alimenticios, en concordancia con la normativa vigente.

En este sentido, la correcta determinación de azúcares añadidos adquiere especial relevancia en el marco de la Ley 27.642, ya que impacta directamente en la asignación de sellos de advertencia y, por ende, en la información brindada al consumidor.

Finalmente, se concluye que el análisis químico continúa siendo una herramienta fundamental para la determinación de azúcares en alimentos, y que su integración con metodologías indirectas, como el balance de masa, permite mejorar la precisión de los resultados y contribuir a una declaración nutricional más confiable.

6. ANEXOS

6.1. Valores obtenidos de azúcares reductores y azúcares totales

Tabla N° 9. Valores obtenidos de azúcares reductores y azúcares totales por medio del método FCB y los azúcares totales teóricos y los calculados por balance de masa, en mermeladas expresados en % p/p de azúcar invertido.

Muestra N°	Identificación	Azúcares, % (p/p)			
		ARD, FCB	AT, FCB	AT, Teórico	AT, BM
1	Damasco	14,5	55,0	63,7	53,0
2	Damasco	18,0	55,6	64,0	53,7
3	Damasco	45,7	55,6	68,0	55,1
4	Ciruela	18,5	54,1	65,4	52,3
5	Ciruela	17,7	53,8	64,3	52,0
6	Ciruela	44,0	59,5	68,9	58,7
7	Durazno	14,1	53,4	63,0	51,4
8	Durazno	14,4	54,6	64,4	52,6
9	Durazno	25,4	52,9	64,4	51,5
10	Durazno	40,2	46,3	66,3	46,0
11	Frutilla	36,1	60,0	65,3	58,8
12	Frutilla	36,4	61,0	64,9	59,8
13	Frutilla	36,5	60,8	64,1	59,6
14	Naranja	42,9	44,7	64,4	44,6
15	Naranja	41,5	43,0	62,5	42,9
16	Naranja	27,2	51,4	65,9	50,2
17	Pera	29,2	49,7	64,3	48,7

ARD: Azúcares reductores directos
AT: Azúcares totales

Tabla N° 10. Valores de azúcares reductores y azúcares totales obtenidos por medio del método FCB y los azúcares totales teóricos y los calculados por balance de masa, en mermeladas light expresados en % p/p

Muestra N°	Identificación	Azúcares, % (p/p)			
		ARD, FCB	AT, FCB	AT, Teórico	AT, BM
1	Damasco light	29,7	32,4	33,2	32,3
2	Damasco light	22,5	30,2	34,0	29,8
3	Ciruela light	30,8	33,6	35,2	33,5
4	Ciruela light	29,7	33,5	34,4	33,3
5	Durazno light	25,4	34,2	35,7	33,8
6	Durazno light	25,2	33,6	34,3	33,2
7	Frutilla light	15,7	24,5	33,8	24,1
8	Frutilla light	16,0	25,0	37,2	24,6
9	Naranja light	31,7	32,7	38,1	32,7
10	Naranja light	29,7	32,0	36,7	31,9

ARD: Azúcares reductores directos
AT: Azúcares totales

Tabla N° 11. Valores de azúcares reductores y azúcares totales obtenidos por medio del método FCB y los azúcares totales teóricos y los calculados por balance de masa, en conservas de frutas light expresados en % p/p.

Muestra N°	Identificación	Azúcares, % p/p			
		ARD, FCB	AT, FCB	AT, Teórico	AT, BM
1	Dzno B.Cal.	3,4	4,2	7,1	4,2
2	Dzno B.Cal.	4,5	5,0	7,5	5,0
3	Dzno B.Cal.	4,0	4,7	7,6	4,7
4	Peras B.Cal	3,9	4,4	8,7	4,4
5	Peras B.Cal	4,0	4,6	8,6	4,6
6	Cóctel 4F B.Cal	4,8	5,3	8,4	5,3
7	Cóctel 4F B.Cal	5,2	9,5	10,1	9,3
8	Cóctel 4F B.Cal	3,3	4,3	7,9	4,3
9	Cóctel 4F B.Cal	3,4	3,6	8,2	3,6

Tabla N° 12. Valores de azúcares reductores y azúcares totales obtenidos por medio del método FCB y los azúcares totales teóricos y los calculados por balance de masa, en conservas de frutas expresados en % p/p.

Muestra N°	Identificación	Azúcares, % p/p			
		ARD, FCB	AT, FCB	AT, Teórico	AT, BM
1	Dzno JD	4,1	12,9	10,7	12,5
2	Dzno JD	10,3	11,2	10,6	11,2
3	Dzno JD	3,0	11,9	9,8	11,5
4	Dzno JD	3,2	11,3	10,2	10,9
5	Dzno JD	3,4	11,6	10,8	11,2
6	Dzno JD	5,0	11,1	11,6	10,8
7	Dzno JD	7,7	10,6	9,2	10,5
8	Dzno JD	8,5	12,6	11,3	12,4
9	Dzno JD	3,4	11,1	10,3	10,7
10	Dzno JD	5,7	13,7	11,8	13,3
11	Dzno JD	5,3	15,1	11,8	14,6
12	Dzno JD	4,9	15,2	12,2	14,7
13	Dzno JD	3,3	15,0	10,1	14,5
14	Peras JD	4,6	12,5	12,4	12,1
15	Peras JD	7,1	12,4	12,4	12,1
16	Peras JD	4,6	12,0	12,3	11,6
17	Peras JD	5,2	10,2	11,4	9,9
18	Peras JD	8,4	11,6	12,4	11,4
19	Cóctel 4F JD	5,0	13,5	11,6	13,1
20	Cóctel 4F JD	9,1	12,8	12,0	12,6
21	Cóctel 4F JD	4,8	11,4	12,4	11,1
22	Cóctel 4F JD	4,8	11,4	12,4	11,1
23	Cóctel 4F JD	4,8	13,0	12,7	12,6
24	Cóctel 4F JD	8,5	10,8	11,8	10,7

6.2. Análisis estadístico realizado

6.2.1. Medidas de resumen para comparar los métodos de determinación de azúcares totales:

Salida de Infostat de medidas de resumen para los valores de azúcares totales determinados por análisis químico, cálculo teórico y método de balance de masa para mermeladas de frutas regionales.

Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	CV	Mín	Máx
AT FCB	17	53,61	5,36	28,69	9,99	43,00	61,00
AT Teórico	17	64,93	1,63	2,67	2,52	62,50	68,90
AT BM	17	52,41	5,06	25,57	9,65	42,90	59,80

Salida de Infostat de medidas de resumen para los valores de azúcares totales determinados por análisis químico, cálculo teórico y método de balance de masa para mermeladas light de frutas regionales.

Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	CV	Mín	Máx
AT	10	31,17	3,57	12,72	11,44	24,50	34,20
Teórico	10	35,26	1,62	2,64	4,60	33,20	38,10
Método BM	10	30,92	3,64	13,28	11,79	24,10	33,80

Salida de Infostat de medidas de resumen para los valores de azúcares totales determinados por análisis químico, cálculo teórico y método de balance de masa para conservas de frutas regionales.

Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	CV	Mín	Máx
AT FCB	24	12,29	1,41	1,99	11,47	10,20	15,20
AT Teórico	24	11,43	0,98	0,97	8,62	9,20	12,70
AT BM	24	11,96	1,33	1,77	11,12	9,90	14,70

Salida de Infostat de medidas de resumen para los valores de azúcares totales determinados por análisis químico, cálculo teórico y método de balance de masa para conservas light de frutas regionales.

Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	CV	Mín	Máx
AT FCB	9	5,07	1,73	3,00	34,19	3,60	9,50
AT Teórico	9	8,23	0,88	0,78	10,69	7,10	10,10
AT BM	9	5,04	1,67	2,78	33,07	3,60	9,30

6.2.2. Análisis estadístico para determinación de azúcares añadidos

- **Muestras de mermelada:**

1°: Planteo de las hipótesis:

Hc: Existe diferencia significativa entre el método teórico y el método de balance de masa para la cuantificación de azúcares añadidos en confituras de frutas regionales

Ho: No existe diferencia significativa entre el método teórico y el método de balance de masa para la cuantificación de azúcares añadidos en confituras de frutas regionales

Ho: $\mu_d = 0$

H1: $\mu_d \neq 0$

2°: Nivel de significancia de la prueba de hipótesis: $\alpha = 0,05$ (error esperado) y un 95% de confianza.

3°: Estadígrafo de prueba: Estadígrafo de prueba: \bar{d} tiene una distribución t de Student en el muestreo y se supone que la muestra tiene una distribución normal

Prueba de T de Student para diferencias de muestras pareadas =
$$\frac{\bar{d} - \mu_d}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}} \sim T(0,1; v) \text{ donde } v = n-1$$

Se comprueba la normalidad mediante Shapiro- Wilks:

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Columna3	17	11,17	4,15	0,92	0,3048

$p > 0,05$ entonces suponemos normalidad

Los valores de p son mayores al error esperado por lo tanto se acepta la distribución normal de los datos.

4° Regla de decisión:

$v = n-1 = 17-1 = 16$

$t(0,005; 16) = - 2,921$

Si $|t_m| > 2,921$ Rechazo Ho

$t(0,995; 16) = 2,921$

Tabla N° 13. Valores obtenidos de azúcar añadido por medio del método teórico y método de balance de masa en mermeladas de frutas, expresadas en % p/p.

Muestra N°	Identificación	% p/p de azúcar añadido			
		Método teórico	Método balance de masa	Diferencia "d"	(d- \bar{d}) ²
1	Damasco	57,09	47,48	9,61	2,45
2	Damasco	57,34	48,15	9,20	3,90
3	Damasco	60,95	49,39	11,56	0,15
4	Ciruela	57,86	46,25	11,61	0,19
5	Ciruela	56,83	45,97	10,86	0,09
6	Ciruela	60,95	51,91	9,03	4,57
7	Durazno	56,23	45,94	10,29	0,78
8	Durazno	57,51	46,97	10,54	0,39
9	Durazno	57,51	46,02	11,50	0,11
10	Durazno	59,23	41,08	18,15	48,73
11	Frutilla	60,36	54,39	5,97	27,03
12	Frutilla	60,00	55,29	4,72	41,65
13	Frutilla	59,28	55,11	4,16	49,09
14	Naranja	57,51	39,83	17,68	42,40
15	Naranja	55,80	38,33	17,47	39,68
16	Naranja	58,80	44,81	13,99	7,93
17	Pera	55,80	42,23	13,57	5,75
n=17					

5° Cálculos:

Medidas estadísticas necesarias		
Promedio \bar{d}	11,17	-
Promedio Sd^2	-	16,17
Sumatoria	189,90	274,89
Sd		4,02
S \bar{d}		0,98
tm		11,45

$t_m = \text{Promedio } \bar{d} / S$

6° Decisión: Rechazo H_0 porque $|t_m| > t_c$ ($11,45 > 2,921$)

Prueba T (muestras apareadas)

Obs(1)	Obs(2)	N	media(dif)	DE(dif)	T	Bilateral
Columnal	Columna2	17	11,17	4,14	11,11	<0,0001

$p < \alpha$ se concluye que existe una diferencia significativa entre las medias de los dos métodos de cuantificación.

- **Muestras de mermelada light:**

Se realiza T de student.

Se comprueba la normalidad mediante Shapiro- Wilks:

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Columnal	10	3,76	3,54	0,81	0,0224

$p < 0,05$ entonces no suponemos normalidad

Pero, hay un dato extraño 11,1 de diferencia entre métodos, si lo depuramos y probamos nuevamente normalidad:

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Columnal	9	2,94	2,57	0,82	0,0516

donde $p > 0,05$ y podemos suponer normalidad

4° Regla de decisión:

$$v = n-1 = 9-1 = 8$$

$$t(0,005; 8) = - 3,355$$

$$\text{Si } |t_m| > 3,355 \text{ Rechazo } H_0$$

$$t(0,995; 8) = 3,355$$

Tabla N° 14. Valores obtenidos de azúcar añadido por medio del método teórico y método de balance de masa en mermeladas de frutas light, expresadas en % p/p.

Muestra N°	Identificación	% p/p de azúcar añadido			
		Método teórico	Método balance de masa	Diferencia "d"	(d-đ)^2
1	Damasco light	27,8	27,0	0,8	4,55
2	Damasco light	28,5	25,0	3,5	0,30
3	Ciruela light	28,9	27,5	1,4	2,32
4	Ciruela light	28,2	27,3	0,9	4,11
5	Durazno light	29,8	28,1	1,7	1,62
6	Durazno light	28,6	27,7	1,0	3,86
7	Frutilla light	29,8	21,2	8,6	32,06
8	Naranja light	31,8	27,2	4,6	2,64
9	Naranja light	30,6	26,6	4,0	1,18
n=9					

5° Cálculos:

Medidas estadísticas necesarias		
Promedio \bar{d}	2,93	
Promedio Sd^2		5,85
Sumatoria	26,4	52,65
Sd		2,42
$S\bar{d}$		0,81
tm		3,64

6° Decisión: Rechazo H_0 porque $|tm| > t_c$ ($3,64 > 3,355$)

Prueba T (muestras apareadas)

Obs(1)	Obs(2)	N	media (dif)	DE (dif)	T	Bilateral
Columnal	Columna2	9	2,93	2,57	3,42	0,0091

$p < \alpha$ se concluye que existe una diferencia significativa entre las medias de los dos métodos de cuantificación.

● **Muestras de frutas en conserva:**

Se realiza T de student.

Se comprueba la normalidad mediante Shapiro- Wilks:

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Diferencia	24	-0,25	0,73	0,92	0,1566

$p > 0,05$ entonces suponemos normalidad

4° Regla de decisión:

$$v = n-1 = 24-1 = 23$$

$$t(0,005; 23) = -2,807$$

Si $|t_m| > 2,807$ Rechazo H_0

$$t(0,995; 23) = 2,807$$

Tabla N° 15. Valores obtenidos de azúcar añadido por medio del método teórico y método de balance de masa en conservas de frutas, expresadas en % p/p.

Muestra N°	Identificación	% p/p de azúcar añadido			
		Método Teórico	Método BM	Diferencia "d"	$(d-\bar{d})^2$
1	Dzno JD	5,6	6,5	-0,9	0,9
2	Dzno JD	5,7	5,9	-0,3	0,1
3	Dzno JD	4,0	4,7	-0,7	0,5
4	Dzno JD	4,9	5,3	-0,3	0,1
5	Dzno JD	5,6	5,8	-0,2	0,0
6	Dzno JD	7,2	6,7	0,5	0,2
7	Dzno JD	2,6	3,0	-0,4	0,1
8	Dzno JD	6,5	7,2	-0,7	0,4
9	Dzno JD	5,0	5,2	-0,2	0,0
10	Dzno JD	6,8	7,7	-0,9	0,8
11	Dzno JD	6,6	8,2	-1,6	2,5
12	Dzno JD	7,3	8,8	-1,5	2,2
13	Dzno JD	3,8	5,5	-1,7	2,8
14	Peras JD	6,8	6,6	0,1	0,0
15	Peras JD	6,6	6,4	0,2	0,0
16	Peras JD	6,5	6,2	0,3	0,1

Muestra N°	Identificación	% p/p de azúcar añadido			
		Método Teórico	Método BM	Diferencia "d"	(d- \bar{d}) ²
17	Peras JD	4,6	4,0	0,6	0,4
18	Peras JD	6,8	6,3	0,5	0,3
19	Cóctel 4F JD	5,7	6,4	-0,7	0,5
20	Cóctel 4F JD	6,4	6,7	-0,3	0,1
21	Cóctel 4F JD	7,2	6,5	0,8	0,6
22	Cóctel 4F JD	7,2	6,5	0,8	0,6
23	Cóctel 4F JD	7,1	7,0	0,0	0,0
24	Cóctel 4F JD	5,1	4,7	0,5	0,2

5° Cálculos:

Medidas estadísticas necesarias		
Promedio \bar{d}	-0,3	-
Promedio Sd ²	-	0,6
Sumatoria	-6,0	13,4
Sd		0,76
S \bar{d}		0,15
tm		-1,83

6° Decisión: Acepto Ho porque $|tm| < tc$ ($1,83 < 2,807$)

Prueba T (muestras apareadas)

Obs(1)	Obs(2)	N	media(dif)	DE(dif)	T	Bilateral
Método teórico	Método químico	24	-0,26	0,72	-1,76	0,0918

$p > \alpha$ se concluye que no existe una diferencia significativa entre las medias de los dos métodos de cuantificación.

- **Muestras de frutas en conserva light:**

Se realiza T de student. Se comprueba la normalidad mediante Shapiro- Wilks:

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Diferencia	9	1,12	0,35	0,95	0,7838

$p > 0,05$ entonces suponemos normalidad

4° Regla de decisión:

$$v = n-1 = 9-1 = 8$$

$$t(0,005; 8) = -3,355$$

Si $|t_m| > 3,355$ Rechazo H_0

$$t(0,995; 8) = 3,355$$

Tabla N° 16. Valores obtenidos de azúcar añadido por medio del método teórico y método de balance de masa en conservas de frutas light, expresadas en % p/p.

Muestra N°	Identificación	% p/p de azúcar añadido			
		Método Teórico	Método BM	Diferencia "d"	$(d-\bar{d})^2$
1	Dzno B.Cal.	2,6	1,5	1,1	0,00
2	Dzno B.Cal.	2,7	1,8	0,9	0,05
3	Dzno B.Cal.	2,8	1,7	1,1	0,00
4	Peras B.Cal.	3,2	1,6	1,6	0,23
5	Peras B.Cal.	2,8	1,5	1,3	0,05
6	Cóctel 4F B.Cal.	2,8	1,8	1,0	0,00
7	Cóctel 4F B.Cal.	4,2	3,8	0,4	0,58
8	Cóctel 4F B.Cal.	2,5	1,4	1,2	0,00
9	Cóctel 4F B.Cal.	2,6	1,1	1,5	0,12

5° Cálculos:

Medidas estadísticas necesarias		
Promedio \bar{d}	1,1	-
Promedio Sd^2	-	0,11
Sumatoria	10,0	1,03
Sd		0,34
$S\bar{d}$		0,11
t_m		9,8

6° Decisión:

Rechazo H_0 porque $|t_m| > t_c$ ($9.8 > 3.355$)

Obs(1)	Obs(2)	N	media(dif)	DE(dif)	T	Bilateral
Método teórico	Método químico	9	1,11	0,35	9,48	<0,0001

$p < \alpha$ se concluye que existe una diferencia significativa entre las medias de los dos métodos de cuantificación.

Medidas de resumen para los valores de azúcares totales determinados por análisis químico, cálculo teórico y método de balance de masa para conservas de frutas regionales.

6.3. Pesos netos y escurridos en conservas de frutas

Tabla N° 17. Pesos netos y escurridos de las conservas de frutas analizadas y los declarados por el C.A.A. para cada variedad.

Tipo	Peso Neto (g)	Peso Neto (g) C.A.A.	Peso Escurrido (g)	Peso Escurrido (g) C.A.A.
Dzno JD	819	820	523	500
Dzno JD	838	820	522	500
Dzno JD	851	820	616	500
Dzno JD	840	820	555	500
Dzno JD	827	820	539	500
Dzno JD	848	820	467	500
Dzno JD	804	820	662	500
Dzno JD	820	820	485	500
Dzno JD	856	820	569	500
Dzno JD	650	820	405	500
Dzno JD	864	820	564	500
Dzno JD	840	820	518	500
Dzno JD	777	820	607	500
Dzno B.Cal.	800	800	452	500
Dzno B.Cal.	816	800	490	500
Dzno B.Cal.	800	800	485	500
Peras JD	862	820	472	450
Peras JD	857	820	492	450
Peras JD	858	820	486	450

Tipo	Peso Neto (g)	Peso Neto (g) C.A.A.	Peso Escurrido (g)	Peso Escurrido (g) C.A.A.
Peras JD	842	820	566	450
Peras JD	820	820	450	450
Peras B.Cal	845	800	460	450
Peras B.Cal	800	800	450	450
Cóctel 4F JD	809	820	514	485
Cóctel 4F JD	837	820	503	485
Cóctel 4F JD	838	820	460	485
Cóctel 4F JD	841	820	463	485
Cóctel 4F JD	837	820	499	485
Cóctel 4F JD	820	820	579	485
Cóctel 4F B.Cal	809	800	485	485
Cóctel 4F B.Cal	842	800	538	485
Cóctel 4F B.Cal	800	800	461	485
Cóctel 4F B.Cal	800	800	482	485

7. BIBLIOGRAFÍA

- Abby Curtis, (2024). *¿Qué son los fitoquímicos?* Disponible en: <https://www.breastcancer.org/es/organizar-la-vida/dieta-nutricion/reduccion-riesgo-cancer-mama/alimentos/sustancias-fitoquimicas>
- Alfonso Lazaro, (2024). *Descubre los beneficios para la salud de las frutas en conserva.* Disponible en: <https://www.lazayafruits.com/es/blog-de-frutas-en-conserva/descubre-los-beneficios-para-la-salud-de-las-frutas-en-conserva/#:~:text=En%20la%20actualidad%2C%20las%20frutas.en%20cualquier%20momento%20del%20a%C3%B1o.>
- ANDigital, (2024). *Argentina tiene la mermelada más cara del mundo.* Disponible en: <https://andigital.com.ar/nota/123563/argentina-tiene-la-mermelada-mas-cara-del-mundo/>
- ANMAT, (2023). *Cronograma de etapas para empresas.* Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/cronograma_empresas_detallado.pdf
- ANMAT, (2024). *Disposición 11362/2024, Manual de aplicación de la Ley 27.642. Decreto 155/22- Revisión I.* Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/disposici%C3%B3n-11362-2024-407673/texto>
- Balanza M.E., (2022). *Métodos objetivos de estimación del contenido de azúcares añadidos en alimentos, para su declaración en la información nutricional obligatoria y etiquetado frontal en Argentina.* Revista de Ingeniería y Ciencias Aplicadas (RevICAp) Vol. 3 Núm. 1, 2022. Disponible en: <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/revicap/article/view/6525>
- Balanza, M.E., (2022). *Actividades de Aplicación.* Cátedra Análisis de los Alimentos. San Rafael, Mendoza.
- *Boletín Oficial de la República Argentina*, (2025). Disponible en: <https://www.boletinoficial.gob.ar>
- C.A.A., (2023). *Límite ácidos grasos trans.* ANMAT. Disponible en : https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/marco-regulatorio/documentos/Monitor_Grasas_Trans.pdf
- C.A.A., (2026). *Código Alimentario Argentino.* ANMAT. Argentina. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/anmat/codigoalimentario>
- Cabezas-Zabala CC., (2016). *Azúcares adicionados a los alimentos: efectos en la salud y regulación mundial.* Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v64n2/v64n2a17.pdf>
- CAFI, (2025). *Producción Argentina de peras y manzanas. Cámara Argentina de Fruticultores Integrados.* Disponible en: <https://www.cafi.org.ar/nuestra-produccion/#:~:text=Argentina%20produce%201%2C8%20millones%20de%20toneladas%20de.en%20un%20gran%20proveedor%20del%20mercado%20mundial.>
- Castagnino, (2022). *Estudio del consumo latinoamericano de frutas y hortalizas locales "Km 0".* Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/203064>
- Castagnino, (2022). *Tendencias del consumo argentino de hortalizas y frutas locales.* Disponible en: [https://www.horticulturaar.com.ar/es/articulos/tendencias-del-consumo-argentino-de-hortalizas-y-frutas-locales-km-0.html#:~:text=3.4..9%25\)%20\(Figura%204\).](https://www.horticulturaar.com.ar/es/articulos/tendencias-del-consumo-argentino-de-hortalizas-y-frutas-locales-km-0.html#:~:text=3.4..9%25)%20(Figura%204).)
- CFI (2024) *Cadena de la ciruela.* Disponible en: https://cfi.org.ar/assets/docs/estrategias_logisticas/CUY-Ciruela-CFI.pdf#:~:text=Mendoza%20es%20la%20principal%20provincia%20productora%20de.producci%C3%B3n%20de%20ciruelas%20para%20la%20industria%20procesadora.
- CFI, (2024). *Cadena cereza.* Disponible en: https://cfi.org.ar/assets/docs/estrategias_logisticas/PAT-Cereza-

- **Grupo Mercado Común (GMC), (2003). Reglamento Técnico Mercosur para Rotulación de Alimentos Envasados.** Disponible en: <https://normas.mercosur.int/public/normativas/962>
- **Info Alimentos, (2025). Frutas y verduras: el secreto en los colores.** Disponible en: <https://infoalimentos.org.ar/nutricion-y-estilos-de-vida/249-frutas-y-verduras-el-secreto-esta-en-los-colores>
- **LA NACIÓN, (2017). Mermeladas en el 76 % de los hogares.** Disponible en: <https://www.lanacion.com.ar/economia/mermeladas-en-el-76-de-los-hogares-nid2063548/#:~:text=Lo%20dulce%20siempre%20tienta%20a,este%20producto%20en%20el%20a%C3%B1o.>
- **Ley 27642. Ley de Promoción de la Alimentación Saludable.** Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/justicia/derechofacil/leysimple/salud/ley-de-etiquetado-frontal>
- **Lippo, F., (2021). Mermeladas: Mucho gusto.** Disponible en: https://www.tradeyretail.com/industria/mermeladas-mucho-gusto_1710
- **Mendoza post, (2026). ¿Por qué la pera y la manzana casi desaparecieron en Mendoza?.** Disponible en: <https://www.mendozapost.com/economia/por-que-no-se-producen-mas-peras-y-manzanas-en-mendoza/#:~:text=En%20tres%20d%C3%A9cadas%2C%20Mendoza%20pas%C3%B3%20de%20tener,de%20dos%20cultivos%20hist%C3%B3ricos%20de%20la%20regi%C3%B3n.>
- **Mercado central de Buenos Aires (2017). Boletín de frutas y hortalizas: Ananá.** Disponible en: <https://mercadocentral.gob.ar/sites/default/files/docs/boletin-INTA-CMCBA-67-anana.pdf>
- **Mercado Concentrador del Neuquén. (2021). 5 colores, el abc de la alimentación saludable. Neuquén.** Disponible en: <https://www.mcneuquen.com.ar/2021/01/15/5-colores-el-abc-de-la-alimentacion-saludable/>
- **Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, (2014). Argentina libre de grasas trans.** Disponible en: <https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/valorAr/Educa/RGT/gacetiya4GT.pdf>
- **Ministerio de economía (2021). Naranjas y mandarinas.** Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/naranjas-y-mandarinas-sacarle-el-jugo-las-frutas-de-estacion-durante-el-invierno>
- **Ministerio de Economía Argentina, (2023). Informes de cadena de valor, Naranja.** Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/citricos_dulces_naranja_nov_2023.pdf
- **Ministerio de Salud de la Nación, (2025). Sobrepeso y Obesidad.** Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/salud/alimentacion-saludable/obesidad#:~:text=M%C3%A1s%20del%2050%25%20de%20la,y%20algunos%20tipos%20de%20c%C3%A1ncer.>
- **Ministerio de Salud de la Nación. Guía de Práctica Clínica Nacional sobre Abordaje Integral de la Obesidad en personas adultas. ENNyS II.** <https://bancos.salud.gob.ar/recurso/guia-de-practica-clinica-nacional-sobre-abordaje-integral-de-la-obesidad-en-personas>
- **MINREX, (2023). Frutas finas. Agencia Argentina de Inversiones y Comercio Internacional.** Disponible en: https://www.inversionycomercio.ar/pdf/publicaciones/informe_frutas_finas.pdf
- **MSAL, (2016). Manual para la aplicación de las Guías Alimentarias para la Población Argentina.** Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/bancos/2020-08/guias-alimentarias-para-la-poblacion-argentina_manual-de-aplicacion_0.pdf

- **OMS, (2024). Enfermedades no transmisibles.** Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
- **OMS, (2025). Obesidad y sobrepeso.** Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight#:~:text=Panorama%20general.para%20lactantes%2C%20ni%C3%B1os%20y%20adolescentes.>
- **OPS, (2025). Reducción de la sal.** Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/reduccion-sal#:~:text=La%20reducci%C3%B3n%20de%20la%20sal.reducci%C3%B3n%20relativa%20del%2030%25%20en>
- **OPS/OMS, (2014). Plan de acción para la prevención de la obesidad en la niñez y la adolescencia.** Disponible en: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2015/Obesity-Plan-Of-Action-Child-Spa-2015.pdf?ua=1>
- **Organización Mundial de la Salud. (2018). REPLACE action package to eliminate industrially-produced trans-fatty acids.** World Health Organization.
- **Prensa del Gobierno de Mendoza, (2018). Verano y las frutas de estación: el damasco.** Disponible en: <https://www.mendoza.gov.ar/prensa/verano-y-las-frutas-de-estacion-el-damasco/>
- **Prensa Gobierno de Mendoza, (2021). Mendoza sigue siendo la provincia con mayor superficie implantada con durazno para consumo en fresco y para industria.** Disponible en: <https://www.mendoza.gov.ar/prensa/mendoza-sigue-siendo-la-provincia-con-mayor-superficie-implantada-con-variedades-de-durazno-para-consumo-en-fresco-y-para-industrializar/#:~:text=En%20orden%20de%20importancia%20por,60%25%20de%20la%20superficie%20total.>
- **Prieto, M.J., (2019). Efectos del cocinado de los alimentos sobre los compuestos fitoquímicos y la actividad antioxidante.** Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/42173/TFG-M-N2018.pdf?sequence=1#:~:text=Existen%20diferentes%20compuestos%20con%20funciones,qu%C3%A9%20condiciones%20de%20tratamiento%20t%C3%A9rmico.&text=antioxidantes%2C%20fitoqu%C3%ADmicos%2C%20carotenoides%2C%20glucosinolatos%2C%20polifenoles.>
- **Resolución GMC 46/03, Anexo II, (2003). Reglamento técnico, rotulado nutricional.** Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-46-2003-94928/texto>
- **Rosado, J. L. (2010). Efecto de la fibra dietética y los polisacáridos en el metabolismo. Revista de Gastroenterología de México, 76 Núm. S2.** Disponible en: <https://www.revistagastroenterologiamexico.org/es-efecto-fibra-dietetica-polisacaridos-el-articulo-X0375090611354313>
- **Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo, (2022). Recomendaciones políticas de fomento a la reformulación de alimentos.** Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/03/35_-_ley_de_promocion_de_alimentacion_saludable_-_arg._productiva.pdf
- **Senser y Scherz, (1999). El pequeño Souci-Frachmann-Kraut.** Editorial Acribia. Zaragoza. ISBN: 84-200-0865-6.
- **The Food Tech, (junio, 2025). Claves para mejorar la biodisponibilidad de polifenoles.** Disponible en: <https://thefoodtech.com/soluciones-y-tecnologia-alimentaria/procesamiento-termico-en-bebidas-clave-para-mejorar-la-biodisponibilidad-de-polifenoles/>
- **Washington, DC., (2016). Modelo de perfil de nutrientes de la Organización Panamericana de la Salud, (OPS).** Disponible en: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/18622/9789275318737_spa.pdf