

Universidad Nacional de Cuyo – Facultad de Ciencias Agrarias
Tesis para optar al grado de LICENCIATURA EN BROMATOLOGÍA
Proyecto de investigación aplicada

ESTUDIO DE LA CALIDAD NUTRICIONAL Y FUNCIONAL DE GRISINES FORMULADOS CON COPRODUCTO DE TOMATE

Tesista: Alba Belén Lucero Noguera

Mendoza, 2026

Título del trabajo: Estudio de la calidad nutricional y funcional de grisines formulados con coproducto de tomate

Tesista: Alba Lucero

alucero@fca.uncu.edu.ar

Tutora 1: Dra. Daniela Moreno

dmoreno@fca.uncu.edu.ar

Tutora 2: Dra. Andrea Antonioli

aantonioli@fca.uncu.edu.ar

Comisión evaluadora:

Presidente: Dra. Lic. Brom. María SANCE

Vocales: Lic. Brom. Agostina MICHELETTI

Lic. Brom. Marcela BERNARDI

Suplente: Mgter. Lic. Brom. Andrea HIDALGO

RESUMEN

La industria procesadora de tomate genera grandes volúmenes de coproductos, constituido principalmente por pieles y semillas, que contienen un alto contenido de compuestos bioactivos. Entre estos se destacan fibra dietaria, compuestos fenólicos y carotenoides, con potencial para el desarrollo de alimentos funcionales. La provincia de Mendoza constituye el principal polo de producción de tomate para industria en Argentina. Esto último ha favorecido la localización de la mayor parte de la industria procesadora en la región, generando en consecuencia, grandes volúmenes de coproducto. Se ha reportado que los compuestos bioactivos aportan beneficios para la salud al ejercer actividad antioxidante, contribuir a la reducción del estrés oxidativo y ayudar en la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles, entre otras.

El objetivo de este estudio fue desarrollar grisines mediante un reemplazo parcial de harina de trigo por harina de coproducto de tomate (HCT) en niveles de 5 %, 10 % y 15 %, con el fin de evaluar el impacto de su incorporación en el alimento. Para validar su aplicación tecnológica, se evaluó la aceptabilidad de las distintas formulaciones, en potenciales consumidores. Además, se caracterizó la composición nutricional en los grisines elaborados con HCT que presentaron mayor aceptabilidad, comparándolo con un control sin HCT. Se analizaron las propiedades funcionales de los grisines elaborados con HCT mediante la determinación de capacidad antioxidante, contenido de polifenoles totales (CPT) y el perfil de compuestos carotenoides.

Dada la mayor aceptabilidad de la formulación con reemplazo del 10 % con HCT, mediante pruebas de escala hedónica y ensayos de preferencia, es que se realizó la caracterización nutricional y funcional del producto, en esta formulación. En comparación con la muestra control, se observó un marcado aumento tanto en el contenido de fibra dietaria como en la concentración de carotenoides, encontrando luteína, β -caroteno y en mayor concentración, licopeno. Esto evidencia un aporte de estos compuestos bioactivos por parte del coproducto de tomate. Asimismo, la actividad antioxidante mostró un aumento significativo en la fracción apolar, asociada principalmente a los compuestos carotenoides. En cuanto al CPT, se observaron diferencias significativas en la determinación mediante la técnica de Folin Ciocalteu. No se detectaron diferencias significativas en la actividad antioxidante correspondiente a la fracción polar, asociada principalmente a los compuestos fenólicos.

En los grisines formulados con HCT, se observó un notable incremento en el contenido de fibra dietaria, compuestos carotenoides y actividad antioxidante de la fracción apolar en comparación con la muestra sin HCT. Estos resultados, sumados al elevado grado de aceptabilidad obtenido en este trabajo, posicionan a la HCT como un potencial ingrediente para el desarrollo de alimentos funcionales bajo un enfoque de economía circular, al favorecer la valorización de coproductos agroindustriales locales.

Palabras clave: coproducto de tomate, alimentos funcionales, compuestos bioactivos

ABSTRACT

The tomato processing industry generates large volumes of by-products, consisting mainly of peels and seeds, which contain a high content of bioactive compounds. Prominent among these are dietary fiber, phenolic compounds, and carotenoids, which have the potential for the development of functional foods. The province of Mendoza constitutes the main hub for industrial tomato production in Argentina. This has favored the localization of the majority of the processing industry in the region, consequently generating large volumes of by-products. It has been reported that bioactive compounds provide health benefits by exerting antioxidant activity, contributing to the reduction of oxidative stress, and aiding in the prevention of non-communicable chronic diseases, among others.

The objective of this study was to develop breadsticks (grissini) through the partial replacement of wheat flour with tomato by-product flour (TBF) at levels of 5%, 10%, and 15%, in order to evaluate the impact of its incorporation into the food matrix. To validate its technological application, the acceptability of the different formulations was evaluated in potential consumers. Additionally, the nutritional composition of the TBF-formulated breadsticks that presented the highest acceptability was characterized and compared to a control without TBF. The functional properties of the breadsticks made with TBF were analyzed by determining the antioxidant capacity, total polyphenol content (TPC), and the profile of carotenoid compounds

Given the higher acceptability of the 10% TBF replacement formulation, determined through hedonic scale tests and preference trials, the nutritional and functional characterization of the product was performed on this specific formulation. Compared to the control sample, a marked increase was observed in both dietary fiber content and carotenoid concentration, with the presence of lutein, β -carotene, and, in higher concentration, lycopene. This evidences a contribution of these bioactive compounds by the tomato by-product. Furthermore, the antioxidant activity showed a significant increase in the non-polar fraction, primarily associated with carotenoid compounds. Regarding TPC, significant differences were observed in the determination using the Folin-Ciocalteu method. No significant differences were detected in the antioxidant activity corresponding to the polar fraction, mainly associated with phenolic compounds.

In the breadsticks formulated with TBF, a notable increase was observed in dietary fiber content, carotenoid compounds, and the antioxidant activity of the non-polar fraction. These results, coupled with the high degree of acceptability obtained in this work, position TBF as a potential ingredient for the development of functional foods under a circular economy approach, promoting the valorization of local agro-industrial by-products.

Keywords: tomato by-product, functional foods, bioactive compounds.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo, por brindarme el espacio y las herramientas necesarias para alcanzar esta meta profesional. Un reconocimiento especial a la Educación Pública, dándome posibilidades que, tal vez en otras situaciones no podría haber accedido.

Un agradecimiento especial a mis tutoras, Dra. Daniela Moreno y Dra. Andrea Antonioli, por su guía, dedicación y paciencia. Su compromiso con mi formación y su disposición constante para resolver cada duda fueron fundamentales para la culminación de este trabajo. Gracias por transmitirme su conocimiento y motivarme a lograr mi sueño.

A mi familia, por ser mi pilar fundamental, por su apoyo y por confiar en mí en cada etapa de este camino.

Finalmente, a mis amigas y compañeras, quienes me acompañaron y alentaron durante todo este proceso, haciendo este trayecto mucho más ameno.

ÍNDICE

RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
Índice de tablas	viii
Índice de figuras.....	viii
1. MARCO TEÓRICO	2
1.1. Importancia y características del tomate.....	2
1.2. Producción de tomate a nivel nacional y provincial.....	2
1.3. Residuos sólidos en la industria de alimentos	3
1.4. Alimentos funcionales.....	4
1.4.1. Compuestos bioactivos	6
1.4.2. Legislación.....	6
1.5. Coproducto de tomate	7
1.6. Compuestos bioactivos y composición nutricional del coproducto de tomate	8
1.6.1. Polifenoles	8
1.6.2. Carotenoides	9
1.6.3. Fibra dietaria.....	10
1.6.4. Proteína	11
1.6.5. Minerales	12
1.7. Grisines con agregado de coproducto de tomate	12
2. FUNDAMENTACIÓN	13
3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	15
3.1. Objetivos	15
3.1.1. Objetivo general.....	15
3.1.2. Objetivos específicos:	15
3.2. Hipótesis	15
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
4.1. Obtención de harina de coproducto de tomate	17
4.2. Análisis microbiológico	17
4.3. Elaboración de los grisines.....	18
4.3.1. Materias primas, elementos y equipos empleados para la elaboración de los grisines	18
4.3.2. Formulación	18
4.3.3. Etapas de elaboración	19

4.4. Evaluación sensorial.....	22
4.5. Determinaciones analíticas en grisines.....	23
4.5.1. Composición nutricional.....	23
4.5.2. Extracción de compuestos bioactivos	23
4.5.2.1. Extracción de compuestos fenólicos.....	24
4.5.2.2. Extracción de compuestos carotenoides	24
4.5.3. Determinación del contenido de polifenoles totales.....	24
4.5.4. Determinación del perfil de compuestos carotenoides	25
4.5.5. Determinación de la capacidad antioxidante	25
4.6. Análisis estadístico.....	25
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
5.1. Calidad microbiológica de harina de coproducto de tomate (HCT)	27
5.2. Evaluación sensorial.....	27
5.2.1. Preferencia	27
5.2.2. Evaluación sensorial.....	28
5.3. Determinaciones analíticas en grisines.....	32
5.3.1. Composición nutricional.....	32
5.3.2. Contenido de polifenoles totales	34
5.3.3. Perfil de compuestos carotenoides	35
5.3.4. Capacidad antioxidante.....	36
5.3.4.1 Compuestos de alta polaridad	36
5.3.4.2. Compuestos de baja polaridad	36
6. CONCLUSIÓN.....	39
7. BIBLIOGRAFÍA.....	41
8. ANEXO.....	49
8.1. Anexo 1.....	49
8.2. Anexo 2.....	49
8.3. Anexo 3	51
8.4. Anexo 4	53
8.5. Anexo 5	54

Índice de tablas

Tabla 1: <i>Formulación de grisines con diferentes niveles de sustitución de harina de trigo por HCT. Los valores expresan gramos de cada ingrediente para 100 g de fórmula.</i>	19
Tabla 2: <i>Resultados de los análisis microbiológicos en harina de coproducto de tomate. RE: recuento estimado; Ausencia: < 1 UFC.</i>	27
Tabla 3: <i>Evaluación sensorial de grisines con diferentes niveles de reemplazo por HCT. Valores expresados como Media \pm Desviación Estándar (n=50). Distintas letras en una misma fila indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).</i>	28
Tabla 4: <i>Composición centesimal y aporte nutricional de grisines con reemplazo por 10 % HCT y de grisines control expresado en base húmeda (BH) y base seca (BS)</i>	32
Tabla 5: <i>Contenido de polifenoles totales en grisines (mg GAE. g⁻¹) determinado mediante dos técnicas analíticas, expresado en base húmeda (BH) y base seca (BS). Valores expresados como Media \pm Desviación Estándar (n=4).</i>	34
Tabla 6: <i>Contenido de compuestos carotenoides en grisines (mg. kg⁻¹), expresado en base húmeda (BH) y base seca (BS). nd: no detectado.</i>	35
Tabla 7: <i>Capacidad antioxidante de los grisines expresada en $\mu\text{mol TE. g}^{-1}$, expresado en base húmeda (BH) y base seca (BS). Valores expresados como Media \pm Desviación Estándar (n=6).</i>	36

Índice de figuras

Figura 1: Estructura química del licopeno.	10
Figura 2: Coproducto de tomate deshidratado (izquierda); harina obtenida después del proceso de triturado y tamizado del coproducto deshidratado (derecha).	17
Figura 3: Ingredientes y elementos empleados para elaborar los grisines.	19
Figura 4: Masas con distintas proporciones de reemplazo por HCT (de izquierda a derecha: 15 %, 10 %, 5 % y control).....	19
Figura 5: Laminado y cortado de masa de grisines.	20
Figura 6: Grisines cocidos.....	20
Figura 7: Diagrama de flujo de elaboración de grisines con HCP y control (sin reemplazo de harina por HCP).....	21
Figura 8: Disposición de las muestras de grisines y planilla de recolección de datos para la evaluación sensorial.	23
Figura 9: Distribución porcentual del grado de preferencia para las distintas formulaciones, según el nivel de reemplazo de harina de trigo por HCT.....	28
Figura 10: Distribución de frecuencias relativas porcentuales de escala hedónica para el atributo sabor, según el nivel de sustitución con HCT.....	29
Figura 11: Distribución de frecuencias relativas porcentuales de escala hedónica para el atributo color, según el nivel de sustitución con HCT.	29
Figura 12: Distribución de frecuencias relativas porcentuales de escala hedónica para el atributo aroma, según el nivel de sustitución con HCT.....	30

Figura 13: Distribución de frecuencias relativas porcentuales de escala hedónica para el atributo textura, según el nivel de sustitución con HCT.....	30
Figura 14: Distribución de frecuencias relativas porcentuales de escala hedónica para apreciación general, según el nivel de sustitución con HCT.....	31
Figura 15: Distribución porcentual de los encuestados según: a) si son consumidores habituales de estos productos, y b) su intención de compra si estuviesen disponibles en el mercado.....	32

MARCO TEÓRICO Y FUNDAMENTACIÓN

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Importancia y características del tomate

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una planta herbácea anual de la familia de las solanáceas, originaria de América Central y del Sur. Es una de las hortalizas más consumidas en el mundo, tanto para su consumo en fresco, como para su consumo procesado, como ser: salsas, conservas, jugos, ketchup, entre otros. Según el *World Processing Tomato Council* (WPTC), la producción mundial de tomates frescos en 2022, fue de aproximadamente 180 millones de toneladas. De esta cantidad, alrededor de 39 millones de toneladas se destinan al procesamiento, lo que convierte a los tomates en la hortaliza más procesada del mundo (MAGyP, 2023)

El tomate está compuesto principalmente por agua y su macronutriente mayoritario son los carbohidratos. Es una fuente importante de minerales, como potasio y magnesio. Entre las vitaminas cabe destacar el contenido en vitamina A (en forma de carotenoides provitamina A) y vitamina C. Dentro de los carotenoides no provitamina A está el licopeno, pigmento que otorga el color rojo al fruto, cuya cantidad depende de la variedad cultivada (mucho mayor en los tomates «tipo pera»), del grado de madurez (mayor en los maduros) y del modo de cultivo y forma de maduración (Fundación Española de Nutrición, 2013).

Además de los compuestos nombrados anteriormente, el tomate es una fuente rica en compuestos bioactivos como tocoferoles, ácidos fenólicos, flavonoides y fibra. Estos compuestos son sustancias no nutritivas que ejercen efectos específicos en la salud gracias a sus propiedades biológicas. Además, diversos estudios clínicos, han mostrado un efecto beneficioso para la salud de los productos alimenticios a base de tomate en la dieta. Se cree que estos compuestos tienen un efecto sinérgico, al formar una red compleja que parece ser la responsable de los efectos observados (Navarro-González & Periago, 2016). La combinación de nutrientes presente en el tomate ha permitido que gane importancia en la nutrición humana, debido a su contenido fotoquímico y sus posibles aplicaciones médicas y farmacológicas (Laranjeira et al., 2022).

1.2. Producción de tomate a nivel nacional y provincial

La producción de tomate en fresco en Argentina se concentra en las provincias de Mendoza y San Juan (región cuyana), Salta y Jujuy (región NOA), Corrientes y Formosa (región NEA), y Río Negro y Buenos Aires. La producción de tomate con fines industriales, por su parte, se concentra en Mendoza, San Juan, las provincias del NOA, La Rioja y Río Negro (Informe tomate industria, Secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2022).

A nivel mundial como en Argentina, tanto el cultivo de tomate como su industrialización son actividades de suma importancia, debido a su alto consumo en fresco y en productos derivados. La producción de tomates con destino industrial en Argentina en la temporada 2023-2024 alcanzó a 630.690 t provenientes de 7.847 ha cultivadas superando en un 7,3 % la temporada anterior. Asimismo, el rendimiento nacional se incrementó de 75,1 a 80 t·ha⁻¹, registrando la mayor producción histórica del sector. En la Región de Cuyo (Mendoza y San Juan) se cultivaron 6.536 ha, las cuales produjeron 537.722 t, contra 6.245 ha de la temporada anterior con una producción de 526.846 t. Esta región continúa concentrando la mayor producción nacional de tomate industrial, alcanzando el 85,2 % del total en la temporada 2023-2024, superior al 81,1 % registrado en la campaña anterior (Asociación Tomate 2000-INTA, 2023-2024).

Sin embargo, según el Instituto de Desarrollo Rural de Mendoza (IDR), la superficie de tomate cultivada en 2024 disminuyó en un 8 %. Aun así, las hectáreas implantadas con este alimento se encuentran dentro de los márgenes habituales. En cuanto a la superficie cultivada en territorio provincial, el tomate representa un 22 %. En relación a la distribución de la producción por zona, el IDR informó que la zona que más producción de tomate concentró esta temporada es la zona Centro con 33 % de la superficie de la provincia (Maipú y Luján principalmente). En segundo lugar, se encuentra el Valle de Uco, con 24 %.

1.3. Residuos sólidos en la industria de alimentos

Las industrias de alimentos son una de las fuentes de mayor generación de residuos dentro de la cadena de suministros de alimentos, que incluye la producción, el procesamiento, el consumo y la eliminación, a lo largo de las diferentes etapas, desde la cosecha y el procesamiento industrial hasta el almacenamiento, la distribución y los hogares (Nicastro & Carrillo, 2021; Eslami et al., 2022).

Sarker et al. (2024) señalan que, durante la última década, la industria de alimentos se ha convertido en una de las industrias de más rápido crecimiento, y se produce una cantidad considerable de residuos derivados de sus procesos. La producción, distribución y comercialización de alimentos y bebidas representan aproximadamente el 20 % de los 14 millones de toneladas de residuos generados anualmente. La industria de frutas y verduras genera más residuos que otros sectores del procesamiento de alimentos, representando 25-30 % del total, que incluye cáscaras, semillas, corazones, pieles, fibras, vainas, tallos, hollejos y bagazos.

El procesamiento de estos productos genera una gran cantidad de desechos, y su adecuada eliminación incrementa los costos generales de producción. Por esta razón, en la mayoría de los casos, los residuos de frutas y verduras se descartan en el ambiente para reducir dichos costos (Sarker et al., 2024). Al ser biodegradables, se descomponen rápidamente y producen olores desagradables. Es por esto que, si no se gestionan a tiempo, pueden generar problemas ambientales y sanitarios: proliferación de microorganismos, atracción de insectos y contaminación de aguas superficiales y subterráneas, dando lugar a fitotoxicidad y diversos problemas de salud (Nayak & Bhushan, 2019).

Las prácticas tradicionales de gestión de residuos agroindustriales, como el vertido en basurales, la incineración y el compostaje no controlado, presentan importantes limitaciones desde el punto de vista ambiental y económico. Estas estrategias generan pérdida de materiales con alto valor nutritivo y bioactivo, demandan espacio, producen emisiones contaminantes y no permiten recuperar compuestos de interés. En algunos casos, se destinan como alimento para animales; sin embargo, su uso suele ser limitado por problemas de estabilidad, humedad elevada, variabilidad estacional y baja densidad nutricional comparada con otros insumos formulados. Por ello, aunque estas alternativas pueden servir como soluciones de bajo costo, se consideran opciones de baja eficiencia frente a métodos modernos de valorización que permiten obtener ingredientes funcionales, compuestos bioactivos o bioproductos de mayor valor agregado (Sarker et al., 2024).

Esta perspectiva se alinea con los principios de la economía verde y circular, enfoques que en los últimos años promueven un uso más eficiente de los recursos, con el fin de reducir la generación de residuos y reinsertarlos en nuevos ciclos productivos (Montesinos & Cerdeños, 2020). Las tendencias actuales apuntan a la transformación de residuos en ingredientes y

productos de valor agregado y resaltan una correlación positiva entre la reducción del desperdicio alimentario y la disminución de la huella de gases de efecto invernadero y de la huella hídrica (Ng et al., 2020). En este contexto se utiliza el término “coproducto alimentario” para reformular la concepción de residuos agroindustriales, considerándolo como sustrato final para la recuperación de compuestos bioactivos y para el desarrollo de nuevos productos (Fontana et al., 2013; Galanakis, 2017, Goufo et al., 2020). Por lo que, la reutilización de este coproducto resulta de interés principalmente por su composición (Kalogeropoulos et al., 2012).

Anteriormente se utilizaba el término “subproducto”, sin embargo, hoy se prefiere el concepto de “coproducto”. Mientras que un subproducto se considera un material inevitable generado durante el proceso productivo, el coproducto se reconoce por su valor como recurso y, en consecuencia, se maneja con el mismo cuidado y atención que el producto principal. El aprovechamiento de un coproducto va más allá del simple cumplimiento legal de los requisitos de seguridad y, a menudo, desencadena un ajuste en las principales técnicas de procesamiento para garantizar un coproducto de mejor calidad. Identifica que hay un valor socioeconómico agregado para preservar la integridad nutricional del recurso, y está respaldado por una cadena de valor integrada que está diseñada para respaldar esto (Federación Europea de Fabricantes de Alimentos, 2019).

La Unión Europea ha incorporado esta perspectiva en su plan de acción para la economía circular, cuyo objetivo es reducir el desperdicio alimentario mediante estrategias basadas en la reducción, reutilización, recuperación y reciclaje de materiales y energía. La valorización de coproducto agroindustrial constituye así una fuente renovable de bajo costo para producir aditivos ya existentes o nuevos ingredientes con valor añadido, beneficiando a todo el sistema alimentario (Faustino et al., 2019). Sin embargo, para que sean aprovechados eficientemente, es necesario contar con métodos apropiados para la preparación y caracterización de sustancias de mayor valor agregado. Tales métodos deben garantizar niveles suficientes de calidad e inocuidad que permitan su incorporación en nuevos procesos productivos (Vargas et al., 2019).

En Argentina, se sancionó la Ley 27.454 que reglamenta la implementación de un Plan Nacional de Reducción de Pérdidas y Desperdicio de Alimentos que tiene como objetivo la mejora de la eficiencia productiva, sostenibilidad ambiental y seguridad alimentaria a lo largo de la cadena agroalimentaria. Según estimaciones el volumen de pérdida y desperdicio de alimentos (PDA) en este país, representa más de 16 millones de toneladas, lo que equivale a un 12,5 % de la producción nacional. Las cadenas de frutas, hortalizas y tubérculos exhiben las mayores proporciones de PDA. La implementación de este plan permite avanzar en la medición, articulación y promoción de acciones sostenibles para el aprovechamiento de recursos (MAGyP, 2020).

1.4. Alimentos funcionales

En las últimas décadas, el aumento de la esperanza de vida y el envejecimiento poblacional han incrementado la prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), como obesidad, diabetes, afecciones cardiovasculares y cáncer. Estos problemas de salud se ven agravados por cambios globales en los estilos de vida vinculados a la industrialización, urbanización y mayor disponibilidad de alimentos de baja calidad nutricional, junto con hábitos sedentarios. En regiones como América Latina, se suma la “doble carga” de malnutrición, donde conviven deficiencias nutricionales con enfermedades crónicas (Guzmán Pérez y Caldera, 2019).

Según Caprara (2018), las ECNT representan cerca del 70 % de las muertes globales y afectan especialmente a la población mayor, que superará el 17 % del total mundial para 2050. Frente a la insostenibilidad de un modelo basado únicamente en tratamientos farmacológicos, la ciencia propone estrategias preventivas orientadas a promover un “envejecimiento saludable”, donde las funciones metabólicas, hormonales y celulares se mantengan en buen estado. El envejecimiento es un proceso progresivo e inevitable, asociado a alteraciones metabólicas, disminución de la reparación celular y mayor vulnerabilidad al estrés oxidativo, lo que favorece la inflamación y la manifestación de enfermedades. Factores del estilo de vida, como la alimentación, pueden ayudar a retrasar estos procesos. En este contexto surgen los alimentos funcionales, cuyo desarrollo responde a la búsqueda de alimentos que, además de nutrientes, aportan compuestos biológicamente activos con beneficios adicionales a la salud (Leal et al., 2016).

El concepto de alimentos funcionales surge en la década del 80 en Japón, donde se plantea como objetivo la obtención de productos que provean de los nutrientes necesarios para evitar carencias nutricionales y mejorar la calidad de vida de sus habitantes. En un principio entran al mercado orientados a que sean consumidos por personas de mayor edad; y luego, se extendió al resto de la población, al enterarse de los beneficios que presentan. A estos alimentos se los categorizó como *Foods for Specified Health Uses* (FOSHU). En 1999, el ILSI (*International Life Sciences Institute*) en Europa estudió los alimentos funcionales y publicó un documento de consenso donde estableció que un alimento es funcional cuando demuestra, además de su valor nutritivo, un beneficio comprobado sobre funciones específicas del organismo, contribuyendo a mejorar la salud, el bienestar o a reducir el riesgo de enfermedades (SAGyP, 2013).

En nuestro país, la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (2013) da una definición más básica y general en la que define a un alimento funcional como “aquellos alimentos naturales o procesados que, además de satisfacer las necesidades nutricionales básicas, proporcionan beneficios para la salud o reducen el riesgo de padecer enfermedades”. La evidencia científica muestra que su consumo regular está asociado a una menor incidencia de enfermedades cardiovasculares, cáncer, osteoporosis, hiperlipidemias y trastornos neurodegenerativos (Leal et al., 2016).

El desarrollo de alimentos funcionales se basa en estrategias como la eliminación de componentes nocivos, la fortificación con nutrientes, la incorporación de compuestos bioactivos, la sustitución de sustancias perjudiciales y la mejora de la biodisponibilidad, siempre con respaldo técnico y científico (Cortés et al., 2005). A nivel mundial, su demanda crece rápidamente, con un aumento anual cercano al 48 %, impulsado por el interés de los consumidores en productos más saludables (Arias Lamos et al., 2018). La FAO proyecta que para 2050 la población mundial crecerá un 34 %, por lo que la producción de alimentos deberá aumentar un 70 %. Sin embargo, cerca de un tercio de los alimentos producidos se pierde o desperdicia; lo que agrava la malnutrición, la inseguridad alimentaria y las desigualdades económicas. Este escenario, junto con problemas como el cambio climático y la degradación ambiental, exige innovaciones que promuevan la producción de alimentos más seguros, nutritivos y funcionales (Generalic Mekinić & Šimat, 2025).

Al tratarse de alimentos, no deben inducir a error al consumidor ni hacerle creer que solamente con su ingesta se pueden evitar enfermedades. Son, por tanto, alimentos y, como tales, deben incluirse en una dieta saludable, variada y equilibrada (Castells, 2023). Además, su efecto debe entenderse como parte de un estilo de vida que incluya hábitos saludables como realizar

actividad física regularmente. Estos alimentos no deben consumirse en la forma de comprimidos, cápsulas u otras formas farmacéuticas que contengan los compuestos bioactivos, debido a que estos productos son clasificados como nutracéuticos. Estos tienen el objetivo de aportar cantidades muy altas de los agentes bioactivos, generalmente con un fin terapéutico y no de mantención de salud y reducción de riesgo de enfermedades (Leal et al., 2016).

1.4.1. Compuestos bioactivos

Los compuestos bioactivos son sustancias no nutritivas presentes en alimentos que ejercen efectos beneficiosos para la salud, como protección frente a enfermedades cardiovasculares, metabólicas, neurodegenerativas y ciertos cánceres. Presentan efectos antioxidantes, antiinflamatorios, cardioprotectores, neuroprotectores y moduladores de la microbiota intestinal. Contribuyen a reducir el estrés oxidativo, mejorar el metabolismo, fortalecer el sistema inmune y prevenir enfermedades crónicas. Se ha observado que los efectos combinados de varios compuestos presentes en alimentos completos suelen ser superiores a los de compuestos aislados (Generalic Mekinić & Šimat, 2025). No obstante, su aplicación en alimentos funcionales requiere estudios sobre estabilidad, eficacia y seguridad (Smith et al., 2023).

Sus principales fuentes son frutas, verduras, cereales, legumbres, hierbas y alimentos fermentados, que aportan polifenoles, fitoesteroles, alcaloides, carotenoides, compuestos aromáticos, probióticos y prebióticos. Asimismo, nutrientes tradicionales como vitaminas, minerales, ácidos grasos omega-3 y péptidos pueden considerarse compuestos bioactivos cuando desempeñan funciones reguladoras o brindan protección más allá de la nutrición básica (Generalic Mekinić & Šimat, 2025).

Muchos de estos compuestos derivan de metabolitos secundarios presentes en las plantas, los cuales pueden ejercer efectos fisiológicos, farmacológicos o incluso tóxicos en humanos y animales. Su síntesis y concentración varían según varios factores, entre ellos la especie vegetal, el clima, las condiciones del suelo, el grado de madurez, las prácticas agrícolas y estrés biótico o abióticos a los que la planta se enfrenta (Da Silva, Barreira & Oliveira, 2016).

Además de sus efectos sobre la salud, muchos compuestos bioactivos cumplen funciones tecnológicas en los alimentos, como aportar color, aroma y mejorar la estabilidad. Esto los vuelve clave para el desarrollo de productos más saludables y con menos aditivos sintéticos (Generalic Mekinić & Šimat, 2025).

1.4.2. Legislación

Regulatoriamente, los alimentos funcionales no constituyen una categoría legal específica en la mayoría de los países. El Codex Alimentarius desde 2004 establece lineamientos para las alegaciones de salud, lo que ha llevado a regular principalmente las declaraciones de propiedades saludables (Health Claims), que deben estar respaldadas por evidencia científica y no inducir a error al consumidor (Guzmán Pérez & Caldera, 2019). En Estados Unidos, desde 1993 se permite incluir en los alimentos declaraciones que indiquen que “reducen el riesgo de enfermedades”, siempre que sea aprobada por la FDA (Cortés et al., 2005). En Europa, los proyectos FUSOSE y PASSCLAIM establecen requisitos científicos para validar alegaciones. Se distinguen dos tipos de alegaciones: tipo A: promoción de funciones fisiológicas y tipo B: reducción del riesgo de enfermedades (Silveira Rodríguez et al., 2007).

Actualmente, el Código Alimentario Argentino en el Capítulo V, Artículo 235 - (Resolución Conjunta SGS y SAGyP N°33/2025) prohíbe efectuar indicaciones sobre propiedades medicinales y/o terapéuticas en los rótulos o anuncios de productos alimenticios. Solo se podrán utilizar las declaraciones de propiedades saludables (DPS) que se encuentren autorizadas por la autoridad sanitaria nacional, en caso de corresponder regula suplementos dietarios.

Las Declaraciones de Propiedades Saludables (DPS) se encuentran reguladas por las Disposiciones ANMAT N.º 7730/2011 y 8095/2023. Se entiende por DPS a toda representación que indique, sugiera o implique la existencia de una relación entre un alimento o alguno de sus componentes, y un efecto beneficioso para la salud. Sólo pueden utilizarlas aquellos alimentos y bebidas analcohólicas elaborados y/o envasados en ausencia del cliente que cuenten con una recomendación favorable de la Comisión Evaluadora de DPS.

Para su aprobación, la DPS debe indicar claramente el efecto beneficioso en el contexto de una dieta y estilo de vida saludables, especificar condiciones de uso (población destinataria, cantidad recomendada y posibles riesgos), y estar respaldada por evidencia científica. Esta incluye identificación del componente, estudios de estabilidad y biodisponibilidad, y resultados de investigaciones in vivo, in vitro o ex vivo, junto con biomarcadores validados cuando corresponda (ANMAT, 2023).

1.5. Coproducto de tomate

El procesamiento industrial del tomate genera altas cantidades de coproducto, constituido por pieles, semillas y una pequeña proporción de pulpa; que representan entre el 3 y el 5 % del total de tomates frescos procesados (García Valverde, 2013; Cámara Hurtado, 2019; Eslami et al., 2022). El coproducto constituye un desafío ambiental por una marcada estacionalidad, concentrándose en 2-3 meses del año; su elevada humedad, inestabilidad orgánica y susceptibilidad a fermentaciones indeseables, lo que incrementa los costos de manejo, transporte y disposición final (Tacchini et al., 2024; Jiménez Bolaño et al., 2024). Sin embargo, debido a su composición, se considera un producto con alto valor agregado y potencial para aplicaciones tecnológicas y alimentarias.

El coproducto de tomate contienen una variedad de sustancias bioactivas, entre ellas, fibras, proteínas, vitaminas E y C, carotenoides como el β -caroteno y licopeno; tocoferoles y polifenoles (Lavelli & Torresani, 2011; Navarro-González et al., 2011). Estos compuestos tienen una amplia gama de propiedades funcionales, tales como efectos antiinflamatorios, antialérgicos, antimicrobianos, vasodilatadores y cardioprotectores. También poseen efecto antioxidante, capturando especies reactivas de oxígeno y reduciendo el daño oxidativo en biomoléculas importantes como los lípidos de membrana, las proteínas enzimáticas y el ADN, contribuyendo así a disminuir el estrés oxidativo. (Yang et al., 2008; Dubey & Yousuf, 2021). Si bien compuestos como el tocoferol y la vitamina C son termosensibles, el licopeno y los polifenoles presentan una mayor resistencia al proceso térmico, constituyéndose como los principales antioxidantes en los productos procesados. Estos compuestos se encuentran principalmente en la piel del tomate por lo que se pierden en los procesos industriales (George et al., 2004).

La composición de los coproductos varía según el tipo de procesamiento y la tecnología industrial empleada. En la obtención industrial de productos como tomate en conserva pelado, concentrados, puré, pulpa y salsa, se realiza una etapa de pelado o tamizado en donde se separan las pieles y semillas. En general, presenta un 56-65,3 % de piel y un 38,5-44 % de

semillas, en base seca. El contenido inicial de humedad es del alrededor del 66-67 %. (Tacchini et al., 2024; Eslami et al., 2022; Jimenez Bolaño et al., 2024; Silva et al., 2019).

Las fibras son el componente principal del coproducto (39,11-59,03 % en base seca), mientras que otros compuestos como grasas y proteínas varían entre 2-16,24 % y 15,08–24,67 %, respectivamente, dependiendo de la variedad, la ubicación geográfica de las zonas de cultivo, las etapas de crecimiento, el grado de maduración, el tipo de procesamiento, las condiciones de extracción y las técnicas analíticas utilizadas (Eslami et al., 2022). Esto coincide con los valores reportados por Moreno et al. (2024), en donde la caracterización de coproducto de tomate deshidratado arrojó un 37 % de fibra, 31 % de carbohidratos totales, 15 % de proteínas, 12 % de grasas y 3,6 % de cenizas.

En el caso de coproducto conformado por piel, se ha reportado alrededor de 50 % de fibra, 10–18 % de proteínas y concentraciones elevadas de polifenoles ($>1000 \text{ mg. kg}^{-1}$), junto con carotenoides como β -caroteno (95 mg. kg^{-1}) y licopeno ($500\text{--}800 \text{ mg. kg}^{-1}$) (Jiménez Bolaño et al., 2024). En cuanto a las semillas, se caracterizan por un elevado contenido lipídico, con más del 80 % de ácidos grasos insaturados, principalmente linoleico, oleico y palmítico. Además, los autores destacan su fracción proteica, donde el ácido glutámico y el ácido aspártico son los aminoácidos mayoritarios (Eslami et al., 2022; Nour et al., 2018).

1.6. Compuestos bioactivos y composición nutricional del coproducto de tomate

1.6.1. Polifenoles

Los compuestos fenólicos (CF) o polifenoles son un amplio grupo de sustancias químicas que contienen una estructura fenólica compuesta por grupos hidroxilos unidos a anillos aromáticos. Son metabolitos secundarios de las plantas que participan en su defensa contra la radiación UV o daños fisiológicos por patógenos. Su variedad estructural es muy amplia, comprendiendo desde moléculas simples como ácido benzoico hasta polímeros complejos como lignina y taninos. Se clasifican en distintos grupos según el número de anillos fenol que poseen y de los elementos estructurales que unen estos anillos entre sí. Entre los principales grupos se encuentran los flavonoides, ácidos fenólicos, estilbenos y lignanos (Quirós Saucedo et al., 2011). En la naturaleza suelen presentarse conjugados con residuos de azúcar (glucósidos), ésteres o polímeros; lo que incrementa su solubilidad en agua y solventes polares, pero condiciona su biodisponibilidad, requiriendo una hidrólisis antes de su absorción intestinal (García Valverde, 2014).

Una de las principales propiedades de los compuestos fenólicos es su potencial antioxidante; basada en su capacidad para captar radicales libres, quelar metales e inhibir enzimas oxidativas, como la lipoxigenasa. Esta actividad se relaciona con efectos preventivos frente a enfermedades cardiovasculares, cáncer, procesos inflamatorios y envejecimiento (Fontana et al., 2013; Antonioli et al., 2015; Middleton Jr. et al., 2000). La actividad antioxidante de los CF varía en función del grupo de compuesto estudiado, su solubilidad; y de su biodisponibilidad y bioaccesibilidad en el alimento (Quirós Saucedo et al., 2011).

Los polifenoles del tomate incluyen principalmente ácidos hidroxycinámicos (clorogénico, cafeico, ferúlico y cumárico), flavonoides (rutina y quercetina) y flavanonas (naringenina) (Navarro-Gonzales & Periago, 2016; Moreno et al. 2022). El tomate concentra sus CF principalmente en la piel en las semillas, aunque también están presentes en la pulpa, pero en menor cantidad. No obstante, la concentración de compuestos fenólicos puede variar

según la época del año, el tipo de muestra, la variedad y el sistema de cultivo (Bravo-Lozar, 2012).

La eficacia de los polifenoles como compuestos bioactivos depende en gran medida de su absorción y distribución en el organismo. Estos procesos pueden verse influenciados tanto por el tratamiento aplicado al alimento como por factores intrínsecos de cada individuo. Esta variabilidad dificulta la evaluación precisa de sus efectos reales sobre la salud y el establecimiento de una dosis diaria exacta, aunque se estima que una ingesta aproximada de 1 g/día podría resultar beneficiosa. Además, la microbiota intestinal desempeña un papel fundamental en su metabolismo, ya que transforma los polifenoles en compuestos más biodisponibles. A su vez, los polifenoles pueden actuar como agentes prebióticos, contribuyendo al equilibrio de la microbiota intestinal mediante la inhibición selectiva de microorganismos potencialmente patógenos (Navarro-Gonzales & Periago, 2016).

1.6.2. Carotenoides

Los carotenoides son una familia de compuestos que involucra más de 600 pigmentos vegetales liposolubles y son responsables de las coloraciones rojizas, amarillas y anaranjadas que se observan en la naturaleza (Colmán Martínez, 2016). Están compuestos por tetraterpenos lineales de 40 átomos de carbono conformados por ocho unidades de isopreno. La presencia de dobles enlaces conjugados confiere isomería *cis/trans*, la cual puede modificarse por acción térmica, lumínica o química. Esta estructura actúa como cromóforo, capaz de absorber la luz visible entre 450-490 nm, explicando su coloración. En los tejidos suele predominar la forma *cis*, asociada a funciones protectoras (Olmedilla Alonso et al., 2001).

Se clasifican en carotenos (solo carbono e hidrógeno), como β -caroteno y licopeno; y xantofilas, que incorporan oxígeno, como luteína, zeaxantina y violaxantina (García Valverde, 2014). Algunos carotenoides presentan actividad provitamina A, ya que pueden transformarse en retinol dentro del organismo. Se estima que entre 50 y 60 carotenoides actúan como precursores de esta vitamina, destacándose los carotenos (α -caroteno, β -caroteno y γ -caroteno) y ciertas xantofilas (Colmán Martínez, 2016).

Estas moléculas desempeñan un papel fundamental en la salud humana gracias a su potente capacidad antioxidante, que contribuye a neutralizar especies reactivas de oxígeno y reducir el daño oxidativo en células y tejidos (Navarro-González & Periago, 2016). Los que tienen acción provitamínica participan en funciones esenciales como la visión, la integridad epitelial, la respuesta inmunitaria y el desarrollo celular (Colmán Martínez, 2016). Además, su consumo habitual se ha asociado con un menor riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles. Estos compuestos también colaboran en la protección celular frente al estrés oxidativo, la modulación del sistema inmune y el mantenimiento de una adecuada comunicación intercelular (Palomo et al., 2010; Carranco Jáuregui, 2011; Irakli et al, 2016).

Su biodisponibilidad depende de la estructura, matriz alimentaria, liberación durante la digestión, transporte lipoproteico y estado nutricional del individuo (Bravo-Lozar, 2012). El tratamiento térmico mejora su absorción al favorecer la isomerización *trans* a *cis* y la liberación de los pigmentos de la matriz vegetal (Olmedilla Alonso et al., 2001).

El licopeno es el carotenoide predominante en la composición del tomate, que representa un 83 % del total de estos compuestos. Es un carotenoide acíclico con 11 dobles enlaces conjugados que le otorgan una elevada reactividad frente al oxígeno y los radicales libres

La fibra soluble forma un retículo viscoso en contacto con el agua. La fracción insoluble posee baja retención hídrica, provocando un aumento en la masa fecal acelerando el tránsito intestinal. Esto también contribuye a disminuir la concentración y el tiempo de contacto de potenciales carcinógenos con la mucosa del colon. Desde una perspectiva tecnológica, la retención de agua produce un incremento en la viscosidad, permite su uso como espesantes o gelificantes, siendo influida por el tamaño de partícula, el pH y la fuerza iónica. En cuanto a la retención de aceite, esta depende del tamaño de partícula y la composición química; las fibras insolubles, por su contenido de lignina, muestran mayor capacidad de adsorción de aceite y pueden actuar como emulsionantes (García Valverde, 2014).

Desde el punto de vista nutricional, la fibra regula la glucosa, modula el sistema inmune y ayuda a la integridad del epitelio intestinal. Durante la digestión, la fibra experimenta transformaciones estructurales. En el estómago e intestino delgado, la fibra soluble se hincha por absorción de agua. En el colon se lleva a cabo una fermentación rápida de la fracción soluble, mientras que la insoluble la hace de forma más lenta. Esta fermentación es necesaria para el mantenimiento de la microbiota intestinal y de las células epiteliales en donde se generan ácidos grasos de cadena corta como el ácido propiónico, que posee efectos antiinflamatorios, contribuye al control glucémico y reduce la síntesis de triacilglicerolos. Algunas de estas fibras actúan como prebióticos, estimulando selectivamente bacterias beneficiosas que constituyen un sistema que protege frente a patógenos, regula el tránsito, participa en la biotransformación de ácidos biliares, fermenta carbohidratos no digeridos, sintetiza vitaminas y modula el sistema inmune (González Rubio et al., 2021).

El tomate es una buena fuente de fibra dietética, encontrándose principalmente en la piel. El contenido de fibra dietética total de la piel es del 84 % con la siguiente distribución: 71 % insoluble y 14 % soluble. (Navarro-González & Periago, 2016). La fibra dietética obtenida de vegetales ricos en compuestos fenólicos y carotenoides ha sido considerada como una fuente dietética de estos antioxidantes. Sin embargo, debido a que los componentes fenólicos se encuentran unidos a la pared celular y que el licopeno está dentro de los cromoplastos, la cuantificación de estos compuestos requiere de la aplicación de técnicas de extracción para mejorar la caracterización de los coproductos (García Valverde, 2014).

1.6.4. Proteína

En las semillas, las proteínas representan entre un 20 y 40 % del peso total en base seca (Eslami et al., 2022). Según Jiménez Bolaño et al. (2024) la piel de tomate contiene aproximadamente 10,5 g de proteína en 100 g de base seca. En el coproducto, Nour et al. (2018) ha reportado 176 g. kg⁻¹ de contenido proteico en base seca, en donde hay una proporción de 22 % de semillas y 78 % de piel.

El ácido glutámico, un aminoácido no esencial, fue el más abundante (72,1 g. kg⁻¹), seguido por el ácido aspártico, los cuales son adecuados para ser utilizados como potenciadores del sabor en alimentos con gustos umami y ácido (Jiménez Bolaño et al., 2024; Nour et al., 2018). Entre los aminoácidos esenciales, el más abundante fue la leucina, seguida de la lisina y la isoleucina, los cuales representaron en conjunto el 34,2 % de la proteína total. Dado que la semilla posee una densidad de aminoácidos esenciales superior a la piel, el valor biológico final del coproducto estará condicionado por la proporción cáscara/semilla presente (Nour et al., 2018). En el trabajo de Moreno et al. (2024) se observó que el porcentaje de aminoácidos esenciales en coproductos de tomate de la Provincia de Mendoza fue de 21,8 % en las muestras secadas en estufa.

1.6.5. Minerales

El tomate constituye una fuente moderada de minerales y oligoelementos esenciales como Na, K, Ca, Mg, Cu, Mn y Zn. Estos micronutrientes desempeñan diversas funciones biológicas, como la regulación del equilibrio electrolítico y participan como cofactores de enzimas antioxidantes, que contribuyen a la protección celular frente al estrés oxidativo. El contenido mineral del tomate varía según la variedad cultivada, el grado de madurez y las prácticas agronómicas empleadas (Navarro González & Periago, 2016).

1.7. Grisines con agregado de coproducto de tomate

El Código Alimentario Argentino (CAA) define a los grisines en el Artículo 742 del Capítulo IX, Alimentos Farináceos (actualización 11/2025) como el producto obtenido por la cocción de una masa no fermentada y amasada en forma mecánica, hecha con harina, manteca u otra grasa comestible, sal y agua potable. Estos productos se presentan en forma de cilindros delgados con escasa cantidad de miga y su contenido en agua no será superior al 10 %. Estos productos pueden también elaborarse con el agregado de no menos de 8 % de extracto de malta, con una mezcla de partes iguales de harina y sémola, o partes iguales de harina y harina integral.

Los grisines constituyen una matriz alimentaria adecuada para el desarrollo de alimentos funcionales debido a sus características tecnológicas, su aceptación por parte del consumidor y su flexibilidad en la formulación. Desde el punto de vista tecnológico su estructura simple permite la sustitución parcial de la harina de trigo por harinas obtenidas a partir de coproductos vegetales como el de tomate, sin requerir modificaciones complejas en el proceso productivo. Además, el bajo contenido de miga facilita la incorporación de fibra dietaria minimizando cambios adversos en la textura y aceptabilidad.

El aprovechamiento de coproductos para su incorporación en alimentos constituye una estrategia clave para el desarrollo de alimentos funcionales, en consonancia con los principios de sustentabilidad, economía circular y reducción de desperdicios. Estos enfoques son relevantes en el contexto actual, donde se promueve un uso más eficiente de recursos agroindustriales con potencial nutricional.

Actualmente, el uso del coproducto de tomate como ingrediente alimentario no se encuentra específicamente contemplado en el Código Alimentario Argentino. No obstante, podría encuadrarse dentro de lo establecido en el Artículo 3°, que permite la incorporación de alimentos o ingredientes no previstos explícitamente, siempre que se demuestre su inocuidad y aptitud para el consumo humano. Asimismo, el CAA es una legislación de carácter dinámico y susceptible a actualizaciones en función de los avances científicos y tecnológicos. Por lo que la caracterización del coproducto de tomate, descripción de su proceso de obtención y demostración de inocuidad y calidad nutricional son fundamentales para respaldar una eventual incorporación.

Como antecedentes importantes, en el CAA incorporó recientemente el orujo de manzana seco y el orujo de uva seco como ingredientes para alimentos procesados. Esta iniciativa se encuentra enmarcada en el Plan Nacional de Reducción de Pérdidas y Desperdicio de Alimentos. La legislación del orujo de manzana quedó establecida en el Artículo 912, bis Capítulo XI, (Resolución Conjunta SGS y SAGyP N°39/2025), mientras que la del orujo de uva, en el Artículo 1107 tris, Capítulo XIII (Resolución Conjunta SGS y SAGyP N° 37/2025).

En ambos apartados se detallan los procesos de obtención, así como los estándares fisicoquímicos, organolépticos y microbiológicos obligatorios.

2. FUNDAMENTACIÓN

El tomate es uno de los vegetales de mayor consumo a nivel mundial, tanto en fresco como procesado. Representa una materia prima estratégica para la industria alimentaria, destinándose a la producción de jugos, salsa, purés, concentrados y conservas (Navarro-Gonzales et al., 2011).

El crecimiento poblacional y la demanda de alimentos han incrementado la producción hortícola pero también la generación de desperdicios. En la industria del tomate, el procesamiento genera toneladas de insumo sólido compuesto principalmente por piel y semillas. La Región de Cuyo tiene la mayor concentración de la actividad industrial del país. El 92 % de la superficie implantada con tomate en la provincia de Mendoza es para destino industrial lo cual ha impulsado la localización de la mayor parte de la industria procesadora en la región (SAGyP, 2022).

Ante este escenario, conceptos como la economía circular impulsan a la industria a buscar aprovechamiento integral de la materia prima. Al considerar ese desecho como un coproducto, se revaloriza como una fuente rica en nutrientes y compuestos bioactivos entre los que se destacan carotenoides, polifenoles, proteínas y fibra dietaria. Su aprovechamiento como fuente de ingrediente funcional, supondría una alternativa de suplementación nutricional de bajo costo, que contribuye, además, a evitar problemas medioambientales. La incorporación de estos componentes a la alimentación resulta relevante desde el punto de vista de la salud pública, ya que puede contribuir a la disminución de ECNT (Bacca Narvaez & Vásquez García, 2024; Johnson, 2004; Gámez Losada, 2017).

A pesar de su potencial, la incorporación de estos coproductos en alimentos requiere una caracterización nutricional, funcional y sensorial del producto final, que permita evaluar su estabilidad, calidad e impacto tecnológico dentro de la matriz alimentaria. Además, es necesario garantizar en dicho coproducto su inocuidad y calidad microbiológica con el fin de asegurar que el alimento resultante sea seguro para el consumo. En el contexto actual, orientado hacia el desarrollo de alimentos naturales y con “etiquetas limpias” (*clean labels*), los coproductos de origen vegetal representan una alternativa para reemplazar aditivos sintéticos y, al mismo tiempo, contribuir al aprovechamiento integral de residuos agroindustriales.

El coproducto de tomate puede ser incorporado en forma de harina, obtenida a partir del secado y molienda del residuo, constituyendo un ingrediente funcional adecuado para productos de panificación. Investigaciones previas han demostrado que el reemplazo del 10 % de harina de trigo por harina de coproducto de tomate (HCT) poseen una alta aceptabilidad sensorial y es viable tecnológicamente (Moreno, 2024) El desarrollo de grisines enriquecidos con esta harina permitiría valorizar la fracción derivada del procesamiento industrial del tomate bajo los principios de sostenibilidad, contribuyendo a la reducción del desperdicio alimentario. Además, mejoraría la composición nutricional del alimento mediante el aprovechamiento de compuestos bioactivos presentes naturalmente en el coproducto. De esta manera, las formulaciones de alimentos funcionales otorgarían beneficios potenciales a la salud de los consumidores. Esto representará una alternativa económica y de alto valor agregado a la industria regional.

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

3.1. Objetivos

3.1.1. Objetivo general

Evaluar la incorporación de harina de coproducto de tomate en la elaboración de grisines, analizando su efecto sobre el grado de aceptabilidad, la composición nutricional y las propiedades funcionales del producto.

3.1.2. Objetivos específicos:

- Desarrollar formulaciones de grisines con el agregado de harina elaborada a partir de coproducto de tomate secado en estufa y molido.
- Valorar la calidad microbiológica de la harina de coproducto de tomate para garantizar su inocuidad y aptitud para el consumo.
- Determinar el grado de aceptabilidad de los grisines elaborados con distintas concentraciones de harina de coproducto de tomate.
- Caracterizar la composición nutricional de los grisines elaborados con coproducto de tomate que presentan mayor aceptabilidad y comparar con un control.
- Analizar propiedades funcionales de los grisines elaborados con coproducto mediante la determinación de capacidad antioxidante, contenido de polifenoles totales y perfil de compuestos carotenoides.

3.2. Hipótesis

La incorporación de la harina de coproducto de tomate en la elaboración de grisines mejora la calidad nutricional y las propiedades funcionales del producto, sin comprometer su aceptabilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

4. MATERIALES Y MÉTODOS

Para este trabajo se elaboraron grisines incorporando HCT en su formulación, considerando distintas proporciones de reemplazo de harina de trigo.

4.1. Obtención de harina de coproducto de tomate

Las muestras de coproducto de tomate empleadas provinieron de una empresa procesadora de tomates de San Carlos, Mendoza. Se obtuvieron tras el procesado del tomate para la producción de conservas, en las etapas de triturado y separación industrial. Las mismas fueron recolectadas en el mes de abril del 2025 y se procedió a su inmediata deshidratación.

Para la obtención de un producto deshidratado, el coproducto se colocó en una estufa de aire forzado a 60 °C durante 24 h. Luego, se procedió a la molienda en una licuadora de cocina y el producto molido fue tamizado a fin de obtener polvo homogéneo y de textura fina. Para ello se utilizó un tamiz de uso doméstico con una abertura de malla de aproximadamente 1 ms. La HCT se conservó en bolsas de polipropileno cerradas a -20 °C, protegidas de la humedad y de la luz para una mejor preservación de los compuestos bioactivos. (Figura 2).



Figura 2: Coproducto de tomate deshidratado (izquierda); harina obtenida después del proceso de triturado y tamizado del coproducto deshidratado (derecha).

4.2. Análisis microbiológico

El análisis microbiológico se realizó sobre la harina de coproducto de tomate para poder evaluar su inocuidad y aptitud para su utilización como ingrediente en la elaboración de alimentos. Las determinaciones fueron llevadas a cabo por un laboratorio externo perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), ubicado en Luján de Cuyo. Al momento de realizarse estos análisis, no existía normativa sobre coproductos vegetales por lo que se realizaron determinaciones generales.

Se efectuaron las siguientes determinaciones microbiológicas:

- Recuento de coliformes totales por siembra en agar VRB Lactosa e incubación a 35 durante 24 hs, según norma ISO 4832:2006.
- Recuento de levaduras por siembra en agar PCA con cloranfenicol, incubando a 25 °C por 5 días, según el método BAM Online-FDA.
- Recuento de hongos por siembra en agar PCA con cloranfenicol, incubando a 25 °C por 5 días, según el método BAM Online-FDA.
- Determinación de *Escherichia coli* mediante siembra en agar TBX e incubación a 44 °C por 24 hs, según norma ISO 16649-2:2001.
- Detección de *Salmonella spp.* mediante siembra en agar XLD y agar HK e incubación a 35 °C por 24 hs y mediante siembra e incubación en agar BS a 35 °C por 24-48 hs, según el método BAM Online-FDA.
- Recuento de bacterias sulfito reductoras mediante siembra en agar diferencial para *Clostridium* e incubación a 35 °C durante 48 hs, según norma ISO 15213:2003.

4.3. Elaboración de los grisines

Para la obtención de los grisines se desarrollaron 3 formulaciones experimentales, en donde se sustituyó la harina de trigo por HCT en proporciones del 5 %, 10 % y 15 %. Los porcentajes fueron elegidos de acuerdo a un ensayo preliminar, donde se observó que una sustitución del 20 % de la harina tuvo baja aceptabilidad, mientras que una sustitución del 10 % tuvo una mejor aceptación en cuanto a sabor, color, crocancia y opinión general del producto (Moreno et al., 2024). Asimismo, se elaboró una formulación control sin agregado de HCT, utilizada como testigo para la comparación de los resultados.

Con el fin de asegurar la comparabilidad entre las distintas formulaciones, se estandarizaron las variables del proceso de elaboración, manteniendo constantes los tiempos de amasado, reposo y horneado, así como también la temperatura y tiempo de cocción.

4.3.1. Materias primas, elementos y equipos empleados para la elaboración de los grisines

Los ingredientes utilizados fueron harina de trigo tipo 000 (Cañuelas), aceite de girasol (Natura), sal fina (Celusal), azúcar común tipo A (Ledesma), leudante químico compuesto por almidón de maíz, bicarbonato de sodio, fosfato monocálcico y carbonato de calcio (Royal) y agua como base; más el reemplazo de la HCP según corresponda. Se emplearon los siguientes equipos y utensilios: una balanza analítica de precisión 0,1g para la dosificación de ingredientes, recipiente para el mezclado, palo de amasar, cortador, bandejas para horno, papel manteca y estufa con control termostático (Figura 3).

4.3.2. Formulación

Para la preparación de los grisines se utilizaron las materias primas en las proporciones indicadas en la Tabla 1 teniendo en cuenta las 4 diferentes formulaciones.

Tabla 1: *Formulación de grisines con diferentes niveles de sustitución de harina de trigo por HCT. Los valores expresan gramos de cada ingrediente para 100 g de fórmula.*

Ingredientes	Porcentaje de reemplazo de harina de trigo por HCT			
	15%	10%	5%	0%
Harina de trigo 000	47,4	53,3	56,3	59,2
Harina de coproducto de tomate	11,8	5,9	3	0
Agua	29,6	29,6	29,6	29,6
Aceite	7,1	7,1	7,1	7,1
Sal	1,7	1,7	1,7	1,7
Leudante químico	1,2	1,2	1,2	1,2
Azúcar	1,2	1,2	1,2	1,2

4.3.3. Etapas de elaboración

Para la realización de los grisines con cada una de las formulaciones propuestas, se efectuaron los pasos descritos a continuación.

- **Pesado de ingredientes:** se pesaron las materias primas según lo indicado para cada formulación en una balanza de precisión de 0,1 g (Figura 3).



Figura 3: Ingredientes y elementos empleados para elaborar los grisines.

- **Mezclado de ingredientes:** primero se realizó un mezclado de los ingredientes secos (harina de trigo, leudante químico, sal, azúcar y HCP cuando correspondía) para garantizar una distribución uniforme. Luego se agregaron los líquidos (aceite y agua).
- **Amasado:** el proceso se realizó de forma manual por 5 minutos hasta obtener una masa elástica y homogénea.
- **Descanso:** las masas se dejaron en reposo por 30 minutos a temperatura ambiente (Figura 4).



Figura 4: Masas con distintas proporciones de reemplazo por HCT (de izquierda a derecha: 15 %, 10 %, 5 % y control).

- Laminado y cortado: la masa se estiró hasta alcanzar un grosor de 0,5 cm y se cortó en bastones de 5 x 1 cm (Figura 5).



Figura 5: Laminado y cortado de masa de grisines.

- Horneado: las piezas se colocaron en una placa de horno recubiertas con papel manteca, debidamente identificadas según el porcentaje de HCT correspondiente y se hornearon a 170 °C durante 25 minutos.
- Enfriado: los grisines se retiraron de las bandejas del horno y se dejaron a temperatura ambiente para que se enfríen y evitar condensación de humedad en el momento de envasado.
- Envasado: las muestras se colocaron en bolsas de polipropileno herméticas y rotuladas (Figura 6).



Figura 6: Grisines cocidos.

- Almacenamiento: una parte de las muestras se almacenaron a -20 °C, en un recipiente hermético con un agente desecante a fin de preservar sus propiedades y luego realizar las correspondientes determinaciones. La otra parte se conservó a temperatura ambiente para su inmediato análisis sensorial.

El proceso de elaboración de los grisines se resume en el diagrama de flujo de la figura 7.

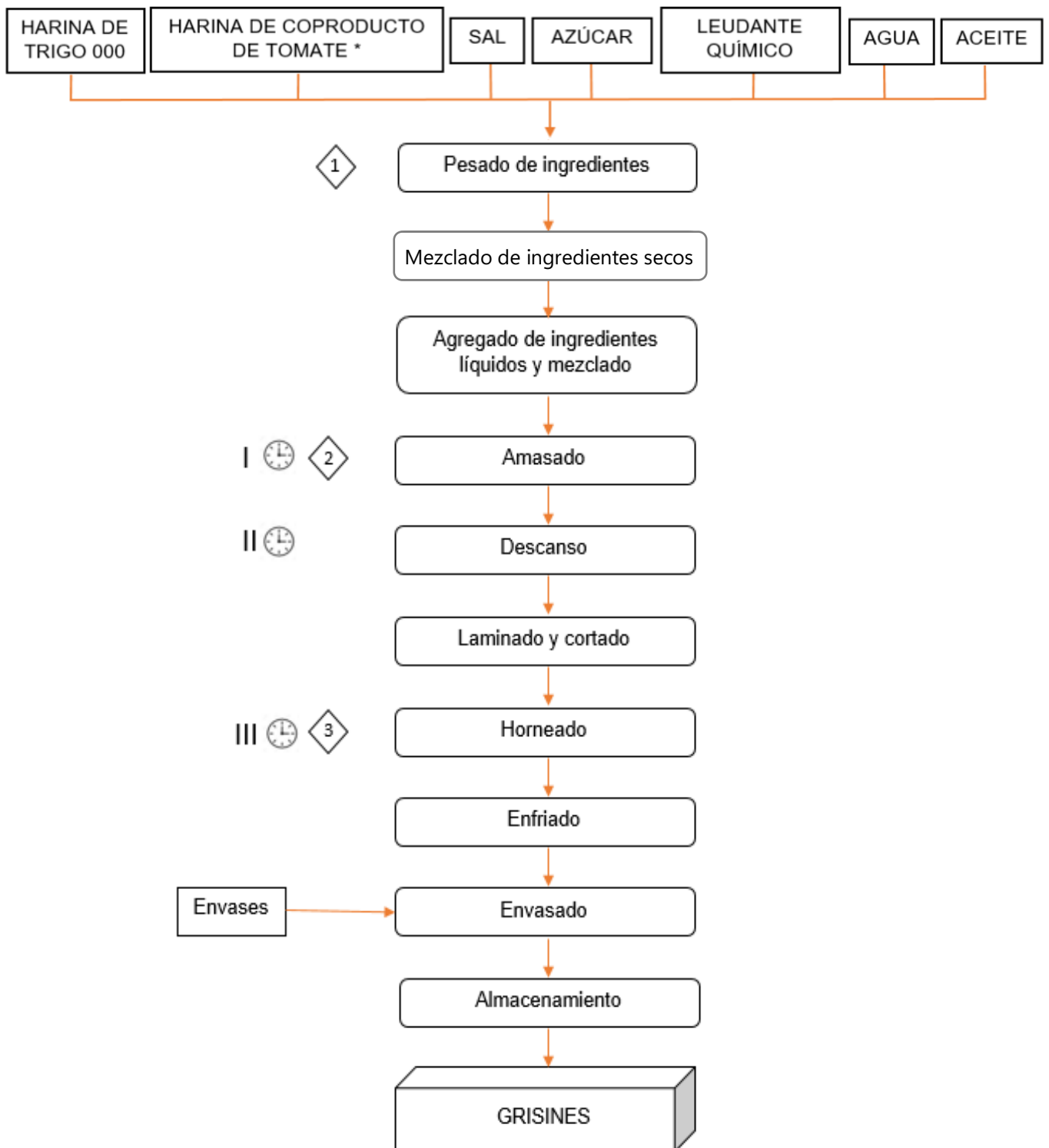


Figura 7: Diagrama de flujo de elaboración de grisines con HCP y control (sin reemplazo de harina por HCP).

Controles

1. Peso correcto de cada ingrediente
2. Homogeneidad y elasticidad de la masa
3. Temperatura y tiempo de horneado

Reloj

- i. Tiempo de amasado 5 minutos
- ii. Tiempo de descanso 30 minutos
- iii. Tiempo de cocción de 25 minutos

4.4. Evaluación sensorial

El objetivo del análisis sensorial fue determinar el nivel óptimo de sustitución de HCT y analizar la viabilidad comercial de los grisines desarrollados. Dado que la incorporación del coproducto puede alterar las propiedades organolépticas originales, esta evaluación permite simular el comportamiento del consumidor potencial y establecer el grado de aceptabilidad de las formulaciones.

La evaluación se llevó a cabo en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA). Participaron del panel 50 evaluadores no entrenados conformado por estudiantes y personal docente y no docente de la facultad.

Para el análisis sensorial se empleó una prueba hedónica de aceptabilidad siguiendo lo descrito por Antonioli et al. (2024) con modificaciones (Figura 8). A cada evaluador se le presentaron 3 muestras de grisines correspondientes a los diferentes niveles de incorporación de HCT (5 %, 10 %, 15 %). Las muestras fueron codificadas con números aleatorios de tres cifras para evitar sesgos. Se les entregó una planilla de recolección de datos para completar que se puede observar en el Anexo 1 y se les instruyó de indicaciones sobre el orden de degustación.

La planilla incluyó una escala hedónica estructurada de cinco puntos donde 5 corresponde a "Me gusta mucho", 4 a "Me gusta", 3 a "Ni me gusta ni me disgusta", 2 "Me disgusta y 1 "Me disgusta mucho". Los atributos sensoriales evaluados fueron sabor, color, aroma, textura y apreciación general del producto. Además, los panelistas compararon las 3 muestras y seleccionaron la de mayor preferencia. También se incluyeron preguntas cerradas (Sí/No) para determinar si los evaluadores eran consumidores habituales de este tipo de productos, si estarían dispuestos a comprarlos; con el fin de obtener información complementaria sobre la potencial aceptación de los consumidores.

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis estadístico ANOVA para determinar las diferencias significativas entre las formulaciones. La muestra con mejor desempeño fue seleccionada para la etapa de caracterización analítica posterior, estableciendo el porcentaje de sustitución más viable.

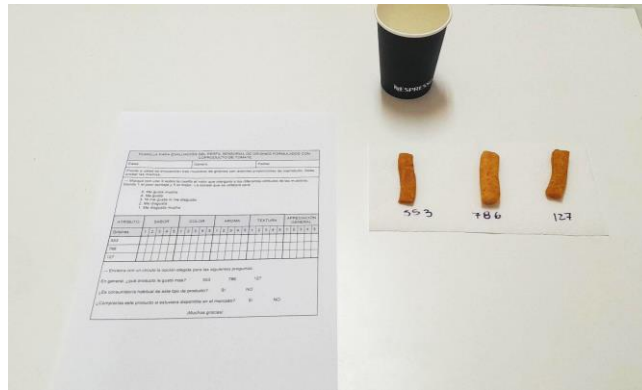


Figura 8: Disposición de las muestras de grisines y planilla de recolección de datos para la evaluación sensorial.

4.5. Determinaciones analíticas en grisines

Las determinaciones analíticas se efectuaron en los grisines de la formulación con mejor puntuación y la muestra control. Al momento de su procesamiento, los grisines fueron triturados mediante un molinillo hasta obtener una granulometría homogénea.

4.5.1. Composición nutricional

El análisis de composición nutricional se realizó con el fin de determinar el aporte de nutrientes del producto y evaluar el efecto de la formulación sobre su calidad nutricional. Los análisis se llevaron a cabo en el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), ubicado en Lujan de Cuyo, Mendoza. Se llevaron las muestras debidamente identificadas.

- Humedad: método de estufa de vacío a 70 °C.
- Ceniza: se determinó por calcinación a 550 °C.
- Proteínas: método de Kjeldahl, utilizando el factor de conversión de nitrógeno a proteína de 6,25.
- Fibra bruta: se calcularon siguiendo la metodología AOAC.
- Hidratos de carbono: por diferencia.
- Valor calórico: se calculó a partir de la composición proximal obtenida.
- Sodio: espectrofotometría de absorción atómica por llama.
- Grasas totales: método Twisselmann.
- Grasas saturadas y grasas trans: su contenido se evaluó por el método COI T 20 Doc 33.

4.5.2. Extracción de compuestos bioactivos

La recuperación de compuestos fenólicos y carotenoides a partir de matrices vegetales, como el coproducto de tomate, representa un desafío analítico debido a la complejidad de la matriz y la susceptibilidad de los analitos a la degradación. La eficiencia de la extracción sólido-líquido depende de la naturaleza del analito, del solvente, la temperatura, acidificación y el tiempo del proceso (Galanakis, 2012).

En función de su solubilidad, estos compuestos bioactivos se clasifican en: hidrofílicos, que comprenden a los compuestos fenólicos, los cuales requieren de solventes de alta polaridad como el etanol o metanol en solución con agua, lo que permite una mayor permeabilidad celular y difusión. (Fontana et al., 2013); y lipofílicos, que incluye a los compuestos

carotenoides. Estos necesitan de solventes de baja polaridad como el hexano, que permite la ruptura de las membranas lipídicas y extracción de pigmentos.

Sin embargo, la localización subcelular de estos compuestos limita su extracción simple. Mientras que los fenoles están ligados a la pared celular, el licopeno se encuentra en los cromoplastos por lo que se han evaluado técnicas para mejorar su recuperación como la extracción asistida por enzimas y el ultrasonido; siendo esta última una técnica eficiente, económica y escalable (Navarro-Gonzales et al., 2011).

4.5.2.1. Extracción de compuestos fenólicos

Para la obtención de los extractos de compuestos fenólicos, se siguió la técnica descrita por Antonioli et al. (2024). Se suspendió 1 g de muestra en 5 ml de metanol:agua acidulada (HCl 1%, 8:2 v/v) y la extracción se realizó con ultrasonido. Los extractos se obtuvieron por cuadruplicado para ser utilizados en las diferentes determinaciones, Índice de Polifenoles Totales (IPT), técnica de Folin-Ciocalteu (FC) y actividad antioxidante (ORAC).

4.5.2.2. Extracción de compuestos carotenoides

Para la extracción de compuestos carotenoides, se siguió la técnica descrita por Salomon et al. (2020). La muestra fue suspendida en una mezcla compuesta por 1 ml de agua Milli-Q y 5 ml de la solución etanol-hexano (60:40 v/v) y se realizó la extracción con ultrasonido. Tras la separación de fases, se recuperó la fracción hexánica para el análisis de carotenoides mediante cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC). Un mililitro del extracto fue secado mediante vacío y se conservó a -20 °C para la determinación de ORAC.

4.5.3. Determinación del contenido de polifenoles totales

Para el análisis del contenido de polifenoles totales (CPT) en las muestras se abordaron 2 técnicas espectrofotométricas diferentes, utilizando un espectrofotómetro UV-vis Cary-50 (Varian Inc., Mulgrave, Australia). Una de ellas es la determinación del IPT, en donde realiza una medición directa de la absorbancia a 280 nm en una muestra diluida. Este valor de longitud de onda se basa en la capacidad de los anillos bencénicos característicos de los compuestos fenólicos para absorber radiación en esa región del espectro (Lorrain et al., 2013). El IPT fue calculado a partir de una curva de calibración realizada con soluciones patrón de ácido gálico. Se expresa inicialmente como mg de equivalentes de ácido gálico (GAE) por gramo de extracto, luego estos resultados son referidos al peso del alimento fresco (mg GAE. g⁻¹ de alimento fresco). Para realizar la lectura se dispuso la solución en una cubeta de cuarzo de 10 mm de paso óptico. Como blanco se utilizó agua destilada.

Como metodología complementaria para la medición de CPT se realizó el ensayo colorimétrico de FC, según la técnica descrita por Antonioli et al. (2015). Este método se basa en la oxidación de los grupos hidroxilo de los fenoles en medio básico con el reactivo de FC, lo que genera un complejo de color azul cuya intensidad es proporcional a la concentración de fenoles y es detectable a 750 nm en un espectrofotómetro UV-Vis, empleando una cubeta de 10 mm de paso óptico.

La cuantificación se realizó mediante una curva de calibración de ácido gálico. Los resultados se expresaron inicialmente como miligramos de equivalente de ácido gálico por gramo de muestra (mg GAE. g⁻¹ de alimento seco/húmedo).

La utilización conjunta del IPT y FC permite una caracterización integral de la muestra, ya que ambas técnicas evalúan diferentes grupos estructurales de las moléculas fenólicas, proporcionando resultados complementarios (Fontana et al., 2013).

4.5.4. Determinación del perfil de compuestos carotenoides

Se realizó mediante un sistema HPLC-DAD Dionex Ultimate 3000 (Thermo Fisher Scientific Inc., Alemania) según la técnica descrita por Salomon et al. (2020). La detección y cuantificación se efectuó mediante el monitoreo de las longitudes de onda máximas de absorción para cada analito y la identificación de los picos se confirmó por la concordancia de los tiempos de retención (t_R) de estándares puros de referencia (Sigma-Aldrich).

4.5.5. Determinación de la capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante se midió mediante el método fluorimétrico ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity), el cual cuantifica la capacidad de los compuestos antioxidantes presentes en la muestra para neutralizar los radicales peroxilos. Los radicales se producen por la descomposición térmica de la solución generadora de peroxilos AAPH (2,2-azobis-2-metilpropionamida), lo que provoca la degradación progresiva de una sonda fluorescente (fluoresceína). Las presencias de antioxidantes protegen esta sonda, lo que prolonga el tiempo de emisión de fluorescencia (Fontana et al., 2013). Se empleó un fluorómetro de microplacas (Fluoroskan Ascent FL, Thermo Fisher Scientific Inc.) siguiendo la metodología de Antonioli et al. (2015).

La actividad antioxidante se midió en los extractos ricos en compuestos fenólicos y en los extractos ricos en carotenoides. Para cada tipo de extracto se realizaron lecturas por duplicado. Los extractos secos de naturaleza apolar (carotenoides) se resuspendieron en 100 μ l de dimetilsulfóxido (DMSO) para asegurar la solubilidad.

Para la expresión de los resultados, se calculó el área bajo la curva de la emisión de la fluoresceína mediante el programa informático GraphPadPrism. Las unidades se expresaron como micromoles de equivalentes de Trolox (TE) por gramo de muestra (μ mol TE. g^{-1} de alimento seco/húmedo).

4.6. Análisis estadístico

Para el procesamiento de datos se utilizó Microsoft Excel 365 y el software estadístico InfoStat (2020). El análisis de los datos sensoriales, obtenidos mediante la escala hedónica, se evaluaron a través de un análisis de varianza (ANOVA), seguido de una prueba de comparación múltiple de Tukey con un nivel de confianza del 95 %. Por otro lado, para la determinación de CPT y la actividad antioxidante, se empleó la prueba t de Student para muestras independientes, comparando la muestra con la concentración de reemplazo seleccionada frente a la muestra control, utilizando un nivel de significancia de 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Calidad microbiológica de harina de coproducto de tomate (HCT)

Los valores obtenidos a partir de las determinaciones realizadas en el INTI, mostrados en la Tabla 2, indican una óptima calidad-higiénico sanitaria del producto. Se verificó la ausencia *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* y coliformes totales. Asimismo, se obtuvieron recuentos muy bajos de microorganismos alteradores como hongos y levaduras. No se detectó presencia de bacterias sulfito-reductoras, lo que constituye un indicador favorable de las condiciones de procesamiento del tomate. Este grupo microbiano, integrado principalmente por el género *Clostridium*, se caracteriza por su capacidad de formar esporas termorresistentes.

El Código Alimentario Argentino (CAA) establece criterios microbiológicos para el orujo de manzana y de uva secos, coproductos de obtención similar. La norma establece ausencia de *Salmonella spp.* en 25 g de muestra, valores inferiores a 10 UFC. g⁻¹ para *E. coli* y para hongos y levaduras, un plan de muestreo n=5, c=2, con límites m= 10³, M=10⁴ de UFC. g⁻¹. Considerando estos parámetros de referencia, la HCT empleada cumplimenta con los requisitos de inocuidad microbiológica establecidos, lo que respalda su aptitud para su utilización como ingrediente en la elaboración de alimentos.

Tabla 2: Resultados de los análisis microbiológicos en harina de coproducto de tomate. RE: recuento estimado; Ausencia: < 1 UFC.

DETERMINACIÓN	RESULTADO
Recuento de coliformes totales (UFC/g)	Ausencia
Recuento de levaduras (UFC/g)	2 RE
Recuento de hongos (UFC/g)	8 RE
<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	Ausencia
Detección de <i>Salmonella spp.</i> /25 g	Ausencia
Recuento de bacterias sulfito reductores (UFC/g)	Ausencia

5.2. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial permitió conocer la respuesta de los consumidores frente a la incorporación de los distintos niveles de HCT en la formulación de grisines.

5.2.1. Preferencia

Como se puede observar en la Figura 9, correspondiente a la distribución de frecuencias relativas porcentuales, al solicitar a los panelistas que seleccionen una de las muestras de acuerdo a su preferencia, la formulación con reemplazo de 10 % de harina de trigo con HCT obtuvo el mayor nivel (42 %), seguida de la formulación con reemplazo del 5 % (40 %). En contraste, la formulación con 15 % fue la menos seleccionada, alcanzando el 18 % de preferencia, lo que evidencia una menor aceptación a niveles de sustitución mayores del 10 %. Estos resultados coinciden con estudios previos, donde se observó que la formulación con un reemplazo del 20 % fue menos elegida por los panelistas (Moreno et al., 2024).

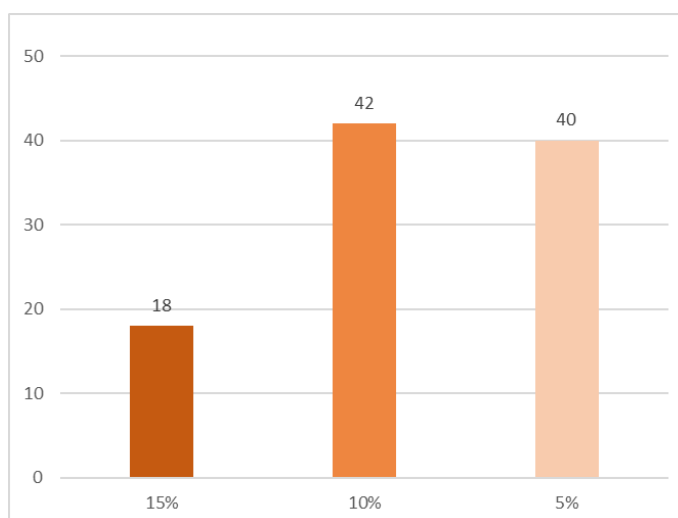


Figura 9: Distribución porcentual del grado de preferencia para las distintas formulaciones, según el nivel de reemplazo de harina de trigo por HCT.

5.2.2. Evaluación sensorial

Los resultados obtenidos mediante escala hedónica de 5 puntos (5= me gusta mucho, 4= me gusta, 3= ni me gusta ni me disgusta, 2= me disgusta y 1= me disgusta mucho), fueron procesados mediante un análisis de varianzas (ANOVA) para cada atributo evaluado, seguido de una comparación múltiple de Tukey para determinar la existencia de diferencias significativas del grado de aceptabilidad entre las formulaciones con un nivel de confianza del 95 % (anexo 2). Se verificaron los supuestos estadísticos mediante pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas (anexo 3).

Tabla 3: *Evaluación sensorial de grisines con diferentes niveles de reemplazo por HCT. Valores expresados como Media \pm Desviación Estándar (n=50). Distintas letras en una misma fila indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).*

Atributo	15 % HCT	10 % HCT	5 % HCT	p valor
Sabor	3,52 \pm 0,84 ^B	4,20 \pm 0,93 ^A	4,08 \pm 0,88 ^A	0,0255
Color	3,96 \pm 1,01 ^A	4,12 \pm 0,75 ^A	3,92 \pm 0,83 ^A	0,4360
Aroma	3,80 \pm 0,76 ^A	3,92 \pm 0,78 ^A	3,84 \pm 0,89 ^A	0,6628
Textura	3,26 \pm 0,96 ^B	4,04 \pm 0,88 ^A	4,16 \pm 0,79 ^A	0,0091
Apreciación general	3,70 \pm 0,79 ^B	4,18 \pm 0,75 ^A	4,16 \pm 0,74 ^A	0,0074

Sabor: en el análisis de varianzas se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las muestras. La prueba de Tukey reflejó que las formulaciones con 5 y 10 % de HCT no presentaron diferencias entre sí, conformando el mismo grupo estadístico, mientras que a la formulación con 15 % de HCT presentó valores significativamente menores. Esto podría indicar que, a niveles altos de sustitución, en donde la intensidad del sabor del coproducto es mayor, hay menos aceptabilidad por parte del consumidor. En el gráfico de distribución de frecuencias relativas se verifica que la formulación con 15 % muestra mayor concentración de los puntajes 3 y 4 en la escala hedónica, mientras que el 10 % y 5 % tuvieron mayor proporción de puntajes de 4 y 5, evidenciando gran aceptación (Figura 10).

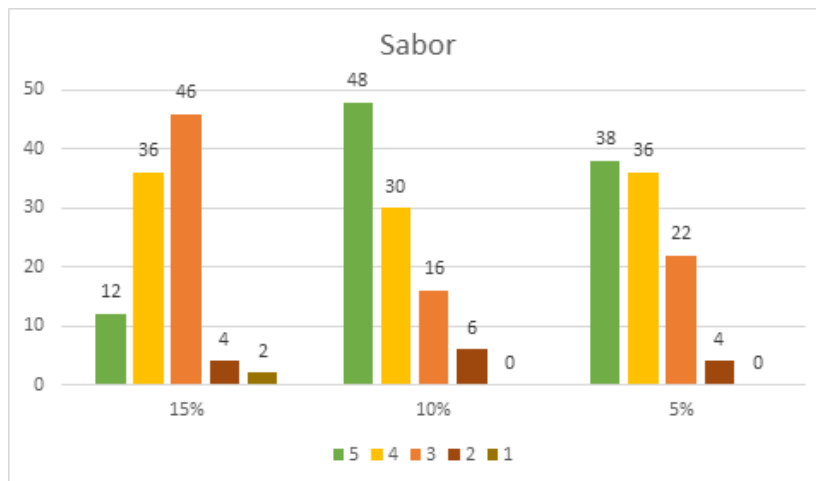


Figura 10: Distribución de frecuencias relativas porcentuales de escala hedónica para el atributo sabor, según el nivel de sustitución con HCT.

Color: no se registraron diferencias significativas entre las muestras ($p > 0,05$), lo que indica que la incorporación de distintas concentraciones de HCT no produce modificaciones en la valoración del producto. Las distribuciones de frecuencias relativas mostraron el predominio de puntajes altos (entre 5 y 3) para todas las formulaciones indicando que la pigmentación natural aportada por el coproducto se integra adecuadamente al producto y mantiene niveles similares de aceptación entre las muestras (Figura 11).

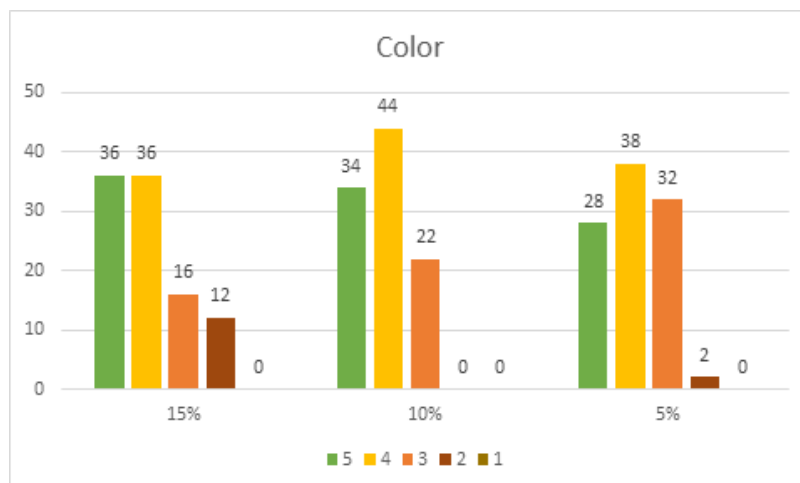


Figura 11: Distribución de frecuencias relativas porcentuales de escala hedónica para el atributo color, según el nivel de sustitución con HCT.

Aroma: en este parámetro no mostraron diferencias significativas entre las 3 formulaciones ($p > 0,05$), indicando que la adición de HCT no afectó negativamente el aroma del producto según las concentraciones agregadas. Las distribuciones de frecuencias mostraron una tendencia hacia las respuestas entre 3 y 5 evidenciando una buena aceptabilidad para las tres formulaciones (Figura 12).

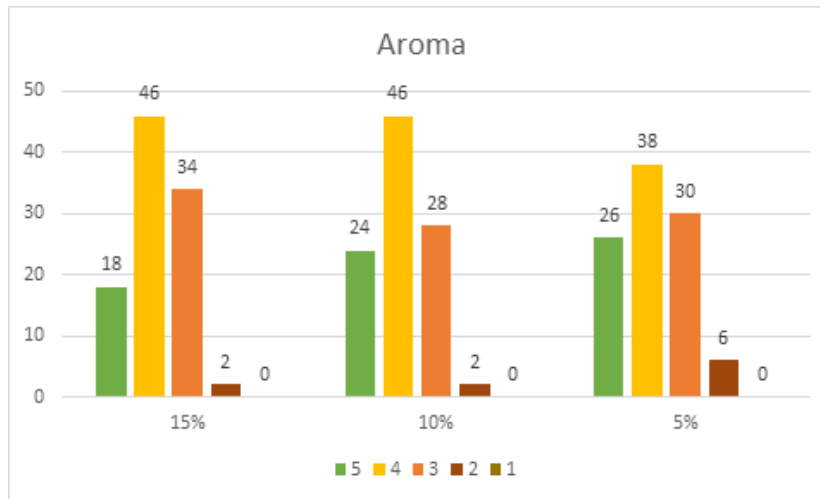


Figura 12: Distribución de frecuencias relativas porcentuales de escala hedónica para el atributo aroma, según el nivel de sustitución con HCT.

Textura: se identificaron diferencias significativas entre las formulaciones ($p < 0,05$). Las muestras con 5 % y 10 % de HCT presentaron comportamientos estadísticamente similares, mientras que la formulación con 15 % presentó puntuaciones significativamente menores. Teniendo en cuenta lo presentado en la Figura 13, el aumento en la concentración de sustitución por HCT produce un cambio en la textura con menor aceptabilidad.

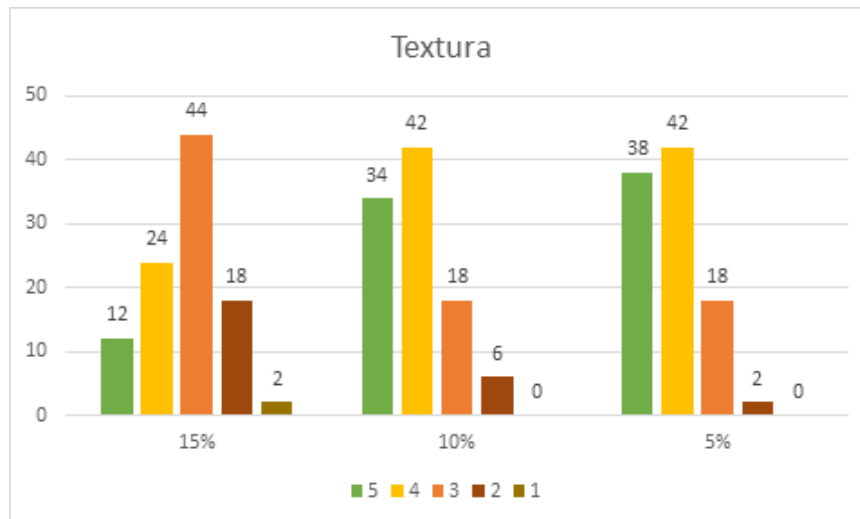


Figura 13: Distribución de frecuencias relativas porcentuales de escala hedónica para el atributo textura, según el nivel de sustitución con HCT.

Apreciación general: se observaron diferencias significativas entre las formulaciones ($p < 0,05$), donde las muestras con 5 y 10 % de HCT obtuvieron una valoración superior en comparación con la formulación con 15 %. Según el gráfico de la Figura 14, se puede determinar que las concentraciones de 5 % y 10 % presentaron una elevada aceptación, reflejada en la predominancia de puntuaciones ubicadas entre 4 y 5 en la escala hedónica, mientras que la formulación con 15 % presentó una mayor frecuencia de puntuaciones de 3 en la escala hedónica.

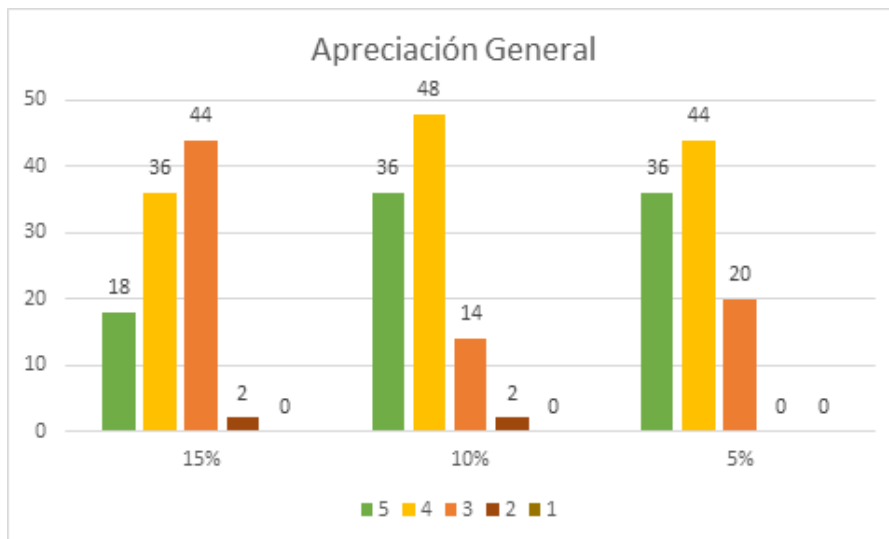
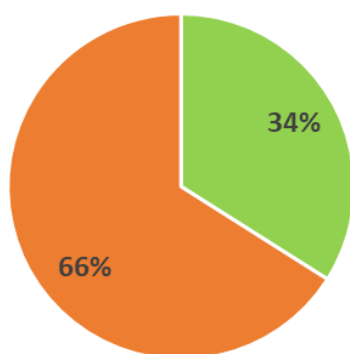


Figura 14: Distribución de frecuencias relativas porcentuales de escala hedónica para apreciación general, según el nivel de sustitución con HCT.

No se observaron diferencias significativas para las concentraciones de 5 y 10 % en ninguno de los atributos evaluados, lo que indica que el nivel de aceptación de las distintas fórmulas no fue diferente. En concordancia, los porcentajes de preferencia también fueron semejantes entre las dos formulaciones. Por el contrario, la formulación con 15 % de HCT presentó una menor preferencia y una valoración inferior en los atributos sabor, textura y apreciación general. Estos resultados sugieren que niveles elevados de sustitución generan modificaciones sensoriales que afectan negativamente la aceptación del producto. Por estos motivos se eligió trabajar con la formulación con el 10 % de sustitución para los siguientes análisis, priorizando un mayor contenido de coproducto de tomate, con el fin de maximizar el aporte de compuestos bioactivos y propiedades funcionales.

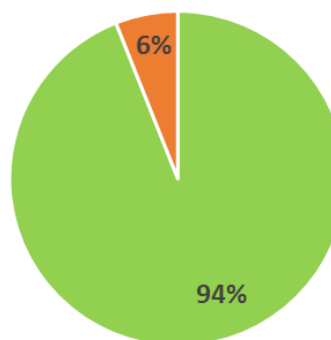
En relación al hábito de consumo, como se observa en los gráficos de la Figura 15, el 34 % de los panelistas manifestó consumir este tipo de productos, mientras que el 66 % indicó que no lo hace de manera habitual. Sin embargo, al evaluar la intención de compra, el 94 % expresó que compraría el producto y el 6 % manifestó que no. Esto evidencia una intención de compra altamente favorable, incluso en personas que no son consumidores habituales.

a)



■ Si ■ No

b)



■ Si ■ No

Figura 15: Distribución porcentual de los encuestados según: a) si son consumidores habituales de estos productos, y b) su intención de compra si estuviesen disponibles en el mercado.

5.3. Determinaciones analíticas en grisines

Como se mencionó anteriormente, se analizaron las muestras con una sustitución del 10 % de HCT, comparándolas con los grisines control, para evaluar el impacto del reemplazo por coproducto en la matriz alimentaria.

5.3.1. Composición nutricional

Los resultados de los análisis realizados en el INTI se presentan en la Tabla 4, donde se encuentra detallada la composición centesimal de los grisines elaborados con un 10 % de sustitución de harina de coproducto de tomate, en comparación con una muestra control sin reemplazo por coproducto. El análisis comparativo permitió evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por HCT sobre la calidad nutricional del producto.

Tabla 4: *Composición centesimal y aporte nutricional de grisines con reemplazo por 10 % HCT y de grisines control expresado en base húmeda (BH) y base seca (BS).*

DETERMINACIÓN	Grisines control		Grisines con reemplazo con 10 % de HCT	
	BH	BS	BH	BS
Humedad g%g	13,6	-	13,8	-
Fibra bruta g%g	0,50	0,58	6,30	7,31
Hidratos de carbono g%g	64,00	74,05	63,60	73,78
Proteínas g%g	8,10 ± 0,80	9,37 ± 0,93	7,70 ± 0,80	8,93 ± 0,93
Cenizas g%g	3,00	3,47	3,30	3,83
Valor calórico kcal%g	386	447	333	386
Sodio mg%g	1006	1164	1284	1489
Grasas Totales g%g	10,8	12,5	5,3	6,2
Grasas Saturadas g%g	2,8	3,2	1,9	2,2
Grasas Trans g%g	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

No se observaron variaciones relevantes en el contenido de humedad entre ambas muestras, lo que sugiere que una sustitución parcial de la harina de trigo no afectaría la estabilidad ni vida útil de los grisines con coproducto. Sin embargo, el Código Alimentario Argentino (CAA) establece un máximo de 10 % de humedad para este tipo de alimentos por lo que es un aspecto que debería considerarse en futuras optimizaciones del proceso tecnológico.

En cuanto al contenido de fibra bruta se evidenció un gran incremento en los grisines con HCT, alcanzando un 6,3 % frente a 0,5 % de la muestra control para base húmeda. Esto representa un aumento de 12,6 veces, lo que confirma que la incorporación de HCT mejora la composición nutricional del producto. Estos resultados son incluso mayores que los reportados en otros trabajos. Brighina et al. (2024) observaron con la sustitución de 10 % de coproducto de tomate en pan, hubo un aumento en el contenido de fibra del 2,9 % al 6,2 %, expresado en base húmeda (incremento de 2,14 veces). Isik y Topkaya (2016), en galletas tipo cracker con reemplazo de 12 % por HCT, obtuvieron un aumento de 1,86 % a 8,54 % en base seca (4,6 veces). Estos resultados coinciden con lo reportado por Weaver Mochablón (2023) donde se registró un aumento significativo en el contenido de fibra tras el agregado de piel de tomate a galletitas snack, en comparación con la muestra testigo.

En Argentina, el consumo promedio de fibra es de 16 g. día⁻¹ (Díaz et al., 2022), cifra que se encuentra muy por debajo de los 25 a 28 g diarios para una dieta de 2000 kcal recomendados por la FAO (2019). La incorporación de HCT en grisines representa una alternativa práctica y funcional para aumentar los niveles de fibra de la ingesta diaria actual. El interés de incrementar la fibra dietética radica en sus efectos beneficiosos para la salud. Estudios previos han demostrado que un mayor contenido de fibra se correlaciona con una reducción del índice glucémico de los alimentos (Dávila et al., 2016; Granito et al., 2014). Por lo tanto, la presencia de HCT en la matriz del grisín podría favorecer una respuesta glucémica más lenta, aunque deberían realizarse estudios específicos para verificar su influencia.

Respecto al contenido de hidratos de carbono, proteínas y cenizas, no se presentaron diferencias importantes entre las formulaciones. En el caso de los carbohidratos, hubo una leve disminución del contenido de carbohidratos en los grisines con reemplazo por 10 % HCT, que puede deberse al mayor contenido de fibra presentado en esta formulación y a la disminución en el contenido de harina de trigo. En el contenido proteico se observó una leve disminución en los grisines con HCT. Este comportamiento podría explicarse por la mayor proporción de proteínas estructurales presentes en la harina de trigo, principalmente el gluten, en comparación con el coproducto de tomate. En trabajos previos en donde se incorporó piel de tomate y coproducto de tomate a productos farináceos sin gluten, el contenido de proteínas aumentó significativamente (Weaver Mochablón, 2023; Mota Silva & Garcia, 2004).

En cuanto al contenido de ceniza, los grisines con sustitución por HCT presentaron un leve incremento (3,83 % frente a 3,47 % del control respecto a base seca) lo que sugiere un mayor aporte mineral asociado a la composición del coproducto de tomate. En los trabajos reportados por Isik y Topkaya (2016) en galletas cracker, y Canja et al. (2024) en pan, coinciden en que el contenido de cenizas aumenta en función del nivel de sustitución de coproducto de tomate. Mientras que reemplazos de 8 % y 10 % para cada estudio no presentan diferencias significativas respecto del control, niveles más altos de 12 % y 15 %, generan incrementos estadísticamente significativos, lo que confirma un efecto dependiente de la dosis sobre el contenido mineral.

Se observó una reducción de grasas totales en los grisines con coproducto, equivalente a una disminución del 50,9 %. Asimismo, el contenido de grasas saturadas se redujo en un 32 %.

Esta disminución se reflejó en una reducción del valor calórico total del producto (386 kcal frente a 447 kcal del control en base seca). Aunque ambas formulaciones contienen la misma cantidad de aceite agregado, la elevada presencia de fibra dietaria en la HCT podría haber influido en la retención o disponibilidad lipídica durante el análisis. Sin embargo, otros estudios no reportaron diferencias significativas en el contenido de grasas tras la incorporación del coproducto (Canja et al., 2024; Isik y Topkaya, 2016), por lo que sería conveniente en ensayos futuros, profundizar en el análisis lipídico para validar el impacto de la incorporación de HCT sobre el contenido de grasas. Por último, se observó un incremento de sodio en la formulación con 10 % de sustitución. En futuras formulaciones, sería conveniente reducir la cantidad de sal agregada evaluando simultáneamente la aceptabilidad sensorial del producto final a fin de evitar la obtención de un alimento con alto contenido de sodio.

5.3.2. Contenido de polifenoles totales

El CPT se determinó por dos técnicas, por un lado, el IPT permitió una estimación directa de la densidad de anillos aromáticos mientras que el método de FC cuantifica la capacidad reductora de los grupos hidroxilo. En la Tabla 5 podemos observar los valores de media y de desviación estándar obtenidos por ambos métodos. Los datos fueron sometidos a un análisis estadístico mediante la prueba t de Student, con un nivel de confianza del 95 %, con el objetivo de evaluar si había diferencia significativa entre las formulaciones. La salida de la descripción estadística de Infostat se puede observar en el anexo 4.

Tabla 5: *Contenido de polifenoles totales en grisines (mg GAE. g⁻¹) determinado mediante dos técnicas analíticas, expresado en base húmeda (BH) y base seca (BS). Valores expresados como Media ± Desviación Estándar (n=4).*

MUESTRA	IPT		FC	
	BH	BS	BH	BS
Grisines control	3,18 ± 0,13	3,68 ± 0,15	1,28 ± 0,22	1,48 ± 0,25
Grisines con reemplazo por 10 % de HCT	3,41 ± 0,15	3,96 ± 0,17	2,03 ± 0,44	2,35 ± 0,51

Los resultados obtenidos mediante el método IPT no registraron diferencias significativas entre las formulaciones. Sin embargo, de acuerdo a los resultados obtenidos por el método de FC, la concentración promedio de compuestos fenólicos fue significativamente superior en la muestra con 10 % de HCT en comparación con la muestra control ($p < 0,05$).

Estas discrepancias entre ambos métodos pueden estar atribuidas al principio analítico en el que se basan. Si bien en ambos resultados se puede observar un aumento en las concentraciones de polifenoles totales, el método de FC cuantifica la capacidad reductora general. Bajo este principio, las moléculas con una mayor densidad de grupos hidroxilo generan una respuesta colorimétrica más intensa, incluso cuando presentan una absorbancia a 280 nm similar a la de otros compuestos. Además, la especificidad del reactivo de FC puede verse comprometida por la presencia de otras sustancias reductoras que causen interferencias como azúcares reductores, sulfitos y vitamina C.

Según Moreno et al. (2022), el contenido de polifenoles totales en el coproducto de tomate exhibe variaciones significativas según su procedencia geográfica (San Juan, Luján de Cuyo y Valle de Uco). Estos estudios demuestran que la concentración de compuestos fenólicos no es uniforme, sino que está condicionada por el origen de la materia prima.

Según un estudio realizado por Brighina et al. (2024), el perfil fenólico del coproducto de tomate determinado por HPLC revela una predominancia de compuestos derivados de ácidos hidroxycinámicos (cafeico, p-cumárico y ferúlico) y flavonoides (quercetina, kaempferol y naringenina), los cuales poseen un elevado número de grupos hidroxilo y una alta capacidad antioxidante, justificando la mayor respuesta en el método FC. En este estudio también se determinó polifenoles totales por el método de FC en pan enriquecido con 10 % de coproducto de tomate, dando valores de 0,29 mg. g⁻¹ (control) y 0,55 mg. g⁻¹ (base húmeda). A pesar de que estos valores son inferiores a los obtenidos en el presente trabajo hubo un incremento relativo mayor entre las muestras control y las muestras con el agregado de coproducto de tomate, siendo del 88,9 % para el pan, mientras que para los grisines hubo un aumento del 58,6 %.

Por otro lado, Isik y Topkaya (2016) evaluaron la adición de un 12 % de coproducto en galletas tipo cracker obteniendo valores de 0,52 mg GAE. g⁻¹ para el control y 1,27 mg GAE. g⁻¹ para la muestra con coproducto, dando un aumento del 142,93 % en la determinación por el método de FC (base seca). Estas variaciones indican que el impacto del agregado de coproducto de tomate en el contenido de polifenoles totales fue moderado en los grisines en comparación con los reportados en la bibliografía.

5.3.3. Perfil de compuestos carotenoides

El perfil de los compuestos carotenoides se realizó mediante HPLC, permitiendo la cuantificación precisa de licopeno, β-caroteno y luteína, reconocidos como los principales carotenoides presentes en el tomate.

Tabla 6: *Contenido de compuestos carotenoides en grisines (mg. kg⁻¹), expresado en base húmeda (BH) y base seca (BS). nd: no detectado.*

MUESTRA	Licopeno		β-Caroteno		Luteína	
	BH	BS	BH	BS	BH	BS
Grisines control	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Grisines con reemplazo por 10 % de HCT	4,8	5,5	1,6	1,8	0,3	0,4

Como se observa en la Tabla 6, en la muestra control no se detectaron estos compuestos, mientras que la formulación con 10 % de HCT, registró el licopeno como carotenoide mayoritario.

Los valores obtenidos en este trabajo son superiores a los reportados por otros autores. Nakov et al. (2022) reportaron que, la incorporación de coproducto de tomate en galletas tipo cracker, mostraba un contenido de licopeno de 2,76 mg. kg⁻¹ en la formulación con 10 % de sustitución, mientras que en la muestra control no se detectó este compuesto. En comparación, los grisines enriquecidos desarrollados en este trabajo presentaron el doble de contenido de licopeno. En relación a otros carotenoides, Nakov et al. reportaron valores de luteína de 0,53 mg.kg⁻¹ en el control y 0,59 mg. kg⁻¹ en la formulación con 10 % de coproducto (valores sobre base seca). Si bien estos valores son mayores a los reportados en la Tabla 6, la variabilidad entre tratamientos fue más marcada en el presente estudio.

Por otra parte, en el trabajo de Brighina et al. (2024) se registró un aporte total de carotenoides de 2,4 mg. kg⁻¹ en el pan elaborado con 10 % de coproducto y 0,6 mg. kg⁻¹ en la muestra control, determinados mediante espectrofotometría sobre base húmeda. Al comparar estos

resultados con los obtenidos en el presente estudio, se observa que el contenido de carotenoides en los grisines enriquecidos es mayor, ya que solo el licopeno alcanzó un valor de 4,8 mg. kg⁻¹, superando ampliamente el contenido total reportado por dichos autores.

5.3.4. Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante se evaluó mediante el método ORAC realizando extracciones diferenciadas para compuestos de alta y baja polaridad. Los datos fueron sometidos a un análisis estadístico mediante la prueba t de Student, con un nivel de confianza del 95 %, con el objetivo de evaluar si había diferencia significativa entre las formulaciones. La salida de la descripción estadística de Infostat se puede observar en el anexo 5.

Tabla 7: *Capacidad antioxidante de los grisines expresada en $\mu\text{mol TE. g}^{-1}$, expresado en base húmeda (BH) y base seca (BS). Valores expresados como Media \pm Desviación Estándar (n= 6).*

MUESTRA	Compuestos de alta polaridad		Compuestos de baja polaridad	
	BH	BS	BH	BS
Grisines control	5,48 \pm 0,37	6,34 \pm 0,43	11,11 \pm 2,31	12,86 \pm 2,67
Grisines con reemplazo por 10 % de HCT	3,92 \pm 1,46	4,55 \pm 1,69	16,94 \pm 1,12	19,65 \pm 1,3

5.3.4.1 Compuestos de alta polaridad

En cuanto a la fracción de alta polaridad, compuesta principalmente por compuestos fenólicos, el análisis estadístico no evidenció diferencias significativas entre las muestras ($p > 0,05$). Este resultado sugiere que, a pesar del incremento en el contenido de polifenoles totales observado previamente con la técnica de FC, dicho aumento no se tradujo en una mayor capacidad antioxidante mediante ORAC. Asimismo, la actividad antioxidante determinada por ORAC depende no solo de la concentración total de compuestos fenólicos, sino también de su estructura química y su biodisponibilidad en el sistema de reacción. Esta discrepancia podría atribuirse a que el perfil fenólico específico del coproducto de tomate carece de la potencia o estructura necesaria para neutralizar radicales en el sistema ORAC, a diferencia de lo que ocurre con otros coproductos como el orujo de uva, donde el contenido de compuestos fenólicos es alto y se observa actividad antioxidante mayor en los alimentos (Antoniolli et al., 2024).

A diferencia de los resultados obtenidos en este trabajo, otros autores reportaron aumentos significativos en la capacidad antioxidante de la fracción hidrosoluble en productos de panificación y galletas enriquecidas con coproducto de tomate. Ambas cuantificaciones se realizaron por el método DPPH (Brighina et al., 2024; Isik & Topkaya, 2016). Esto sugiere que el impacto del coproducto de tomate en la formulación de los grisines no se observó en la actividad antioxidante de esta fracción.

5.3.4.2. Compuestos de baja polaridad

Por el contrario, en la fracción de baja polaridad se registró una diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las diferentes formulaciones, con un incremento en la capacidad antioxidante de los grisines con 10 % de HCT. Estos datos concuerdan con los resultados obtenidos en la cuantificación de compuestos carotenoides, donde se evidenció que el agregado de coproducto aporta niveles importantes de licopeno y β -caroteno. Esto concuerda con los

reportados por Nakov et al. (2022), quienes observaron un incremento significativo en la capacidad antioxidante (determinada mediante el ensayo ABTS) de la fracción liposoluble al adicionar un 10 % de coproducto en comparación con la muestra control para las galletas tipo cracker.

CONCLUSIÓN

6. CONCLUSIÓN

En la presente investigación se logró la incorporación de harina de coproducto de tomate como ingrediente funcional en el desarrollo de grisines. Se desarrollaron tres formulaciones con niveles de reemplazo de 5, 10 y 15 %, permitiendo evaluar el impacto que produce el agregado de HCT a nivel sensorial, nutricional y funcional.

En cuanto a la evaluación sensorial, se observó que la adición de HCT no presenta variaciones significativas en los atributos de aroma y color entre las distintas concentraciones de reemplazo. Sin embargo, se registraron diferencias estadísticas significativas en la percepción del sabor y textura, y en la apreciación general del producto al alcanzar el 15 % de sustitución, mientras que las formulaciones al 5 % y 10 % mostraron valoraciones similares. Respecto al nivel de preferencia se observó que la formulación más elegida fue la correspondiente al 10 % de reemplazo, seguida de la formulación con 5 %. En contraste, la formulación con 15 % mostró una disminución notable en el nivel de preferencia, lo que indica que, a este nivel de incorporación de HCT, no resulta recomendable su adicción debido al impacto negativo sobre la aceptación del producto.

En relación a la composición nutricional de los grisines con reemplazo del 10 % por HCT frente a la muestra control, se evidenció una mejora en la calidad nutricional del producto. El beneficio más destacado fue el incremento del contenido de fibra dietaria. Este aporte superó incluso a los valores descritos en la bibliografía para matrices similares, logrando una densidad nutricional mayor. Asimismo, se registró una disminución del contenido de grasas totales y saturadas con la incorporación de coproducto de tomate.

Se evidenció que la incorporación de HCT es eficaz para la suplementación de compuestos bioactivos. Al comparar la muestra con reemplazo de 10 % por HCT con la muestra control, se produce aumento en el contenido de carotenoides, especialmente licopeno, mayor a la descrita en estudios previos. También se registró un aumento significativo en la capacidad antioxidante de los compuestos apolares. En contraste, el aporte de compuestos fenólicos no fue tan pronunciado, observándose un incremento en la medición por FC, pero no en el IPT, y no se registraron mejoras significativas en la capacidad antioxidante de la fracción polar. En conjunto, estos resultados sugieren que el potencial funcional de este coproducto reside principalmente en sus compuestos liposolubles.

Este trabajo aporta información sobre la potencial aplicación del coproducto de tomate como materia prima para la formulación de alimentos funcionales. La incorporación de la HCT no solo contribuye a mejorar la composición nutricional de los productos, sino que también favorece estrategias de desarrollo sostenible y economía circular, al promover la valorización de coproductos agroindustriales locales y reducir el impacto ambiental asociado a su descarte.

BIBLIOGRAFÍA

7. BIBLIOGRAFÍA

- Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. Capítulo VI. *En Código Alimentario Argentino*. Recuperado el 2026, de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/capitulo_v_rotulacion_actualiz_2025-06.pdf
- Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. Capítulo IX. *En Código Alimentario Argentino*. Recuperado el 2026, de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/capitulo_ix_harinas_actualiz_2025-11_0.pdf
- Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. Capítulo XI. *En Código Alimentario Argentino*. Recuperado el 2026, de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/capitulo_xi_vegetales_actualiz_2025-12.pdf
- Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT). (2023). Disposición 8095/2023: Declaraciones de propiedades saludables (DPS) de los alimentos y bebidas analcohólicas (publicado en Boletín Oficial N° 35266, 27 de septiembre de 2023)
- Ali, M. Y., Sina, A. A. I., Khandker, S. S., Neesa, L., Tanvir, E. M., Kabir, A., Khalil, M. I., & Gan, S. H. (2021). Nutritional Composition and Bioactive Compounds in Tomatoes and Their Impact on Human Health and Disease: A Review. *Foods*, 10(1), 45. <https://doi.org/10.3390/foods10010045>
- Almonacid, G. F. (2016). Evaluación de la variación del contenido de polifenoles en alimentos vegetales, en función del método de conservación empleado (Tesis de licenciatura). *Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias*.
- Antoniolli, A., Becerra, L., Piccoli, P., & Fontana, A. (2024). Phenolic, nutritional and sensory characteristics of bakery foods formulated with grape pomace. *Plants*, 13(5), 590. <https://doi.org/10.3390/plants13050590>
- Antoniolli, A., Fontana, A. R., Piccoli, P., & Bottini, R. (2015). Characterization of polyphenols and evaluation of antioxidant capacity in grape pomace of the cv. Malbec. *Food Chemistry*, 178, 172-178.
- Arias Lamos, D., Montañó Díaz, L. N., Velasco Sánchez, M. A., & Martínez Girón, J. (2018). Alimentos funcionales: avances de aplicación en agroindustria (Functional foods: advances of application in agroindustry). *Revista Tecnura*, 22(57), 55–68. <https://doi.org/10.14483/22487638.12178>
- Bacca Narvaez, A. J., & Vásquez García, A. (2024). El potencial de los compuestos bioactivos de residuos de frutas y verduras en la industria alimentaria: Una revisión. *Revista de Ciencias*, 27(2), Artículo 14046. [doi.org](https://doi.org/10.3390/foods130214046)
- Bravo-Lozar, S. (2012). Optimización del contenido y disponibilidad del licopeno y otros compuestos bioactivos en tomate y productos elaborados con tomate. *Universidad de Murcia*. 221p.
- Brighina, S., Pulvirenti, L., Siracusa, L., Arena, E., Faulisi, M. V., & Restuccia, C. (2024). Small-Sized Tomato Pomace: Source of Bioactive Compounds and Ingredient for Sustainable Production of Functional Bread. *Foods*, 13(21), 3492. <https://doi.org/10.3390/foods13213492>
- Cámara Hurtado, M. (2019). Productos, extractos y subproductos del tomate como nuevos ingredientes alimentarios [Descripción de proyecto]. Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación, Universidad Complutense de Madrid
- Campbell, K. J., Canene-Adams, K., Lindshield, B. L., Boileau, T. W. M., Clinton, S. K., & Erdman, J. W., Jr. (2004). Tomato phytochemicals and prostate cancer risk. *The Journal of Nutrition*, 134(12), 3486S-3492S.

- Canja, C. M., Maier, A., Pădureanu, V., Măzărel, A., Brănescu, G. R., Lupu, M. I., & Enache, D. V. (2024). Effects of tomato pomace on baking properties of wheat flour and bread quality. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Food Science and Technology*, 81(1), 28–37. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-fst:2023.0029>
- Caprara G. (2018) Diet and longevity: The effects of traditional eating habits on human lifespan extension. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*. doi:[10.3233/MNM-180225](https://doi.org/10.3233/MNM-180225)
- Carranco Jáuregui, M. E., Calvo Carrillo, M. de la C., & Pérez-Gil Romo, F. (2011). Carotenoides y su función antioxidante: Revisión. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 61(3).
- Castells, M. (2023, 2 de mayo). ¿Qué son los alimentos funcionales? Farmaceuticonline. <https://www.farmaceuticonline.com/es/que-son-los-alimentos-funcionales/>
- Chabi, I. B., Zannou, O., Dedehou, E. S. C. A., Ayegnon, B. P., Odouaro, O. B. O., Maqsood, S., Galanakis, C. M., & Kayodé, A. P. P. (2024). Tomato pomace as a source of valuable functional ingredients for improving physicochemical and sensory properties and extending the shelf life of foods: A review. *Heliyon*, 10(3), e25261. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25261>
- Colmán Martínez, L. M. (2016). Efecto del licopeno y los carotenoides del tomate en marcadores inflamatorios de la aterosclerosis en pacientes de riesgo cardiovascular. Universitat de Barcelona. <http://hdl.handle.net/10803/399325>
- Cortés, M. R., Chiralt, B. A., & Puente, D. L. (2005). Alimentos funcionales: Una historia con mucho presente y futuro. *Vitae, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*, 12(1), 5-14.
- Cruz Bojórquez, Reyna María, González Gallego, Javier, & Sánchez Collado, Pilar. (2013). Propiedades funcionales y beneficios para la salud del licopeno. *Nutrición Hospitalaria*, 28(1), 6-15. <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2013.28.1.6302>
- Da Silva, B. V., da Silva Oliveira, M. B. P., & Meireles, M. A. A. (2016). Natural phytochemicals and probiotics as bioactive ingredients for functional foods: Extraction, biochemistry and protected-delivery technologies. *Trends in Food Science & Technology*, 52, 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.05.005>
- Dávila, L.A.; Escobar, M.C.; Garrido, M.; Carrasco, P.; López-Miranda, J.; Aparicio, D.; Céspedes, V.; González, R.; Chaparro, R.; Angarita, M.; et al. (2016) Comparison of Fiber Effect on Glycemic Index and Glycemic Load in Different Types of Bread | Comparación Del Efecto de La Fibra: Sobre El Índice Glicémico y Carga Glicémica En Distintos Tipos de Pan. *Arch Venez Farmacol Ter*, 35, 100–106.
- Díaz, D., Goldberg, A., Fernández, R., Barbieri, L., & Graciano, A. (2022). Dimensiones de la Seguridad Alimentaria en el nuevo escenario global: Informe técnico Nro.3: Una mirada sobre la evolución del consumo alimentario a nivel mundial y en Argentina en las últimas seis décadas (*Documentos de trabajo del CIEP N.º 01/2022*). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – INTA.
- Dirección Nacional de Alimentos y Desarrollo Regional. (2013). Ficha 17: Alimentos funcionales [PDF]. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.
- Dubey, P. & Yousuf, O. (2021). An Overview of Fruit by-products Valorization: A step towards Sustainable Utilization. *Indian Journal of Pure and Applied Biosciences*, 9(1), 46–55.
- Eslami, E., Carpentieri, S., Pataro, G., & Ferrari, G. (2022). A Comprehensive Overview of Tomato Processing By-Product Valorization by Conventional Methods versus Emerging Technologies. *Foods*, 12(1), 166. <https://doi.org/10.3390/foods12010166>

- European Feed Manufacturers' Federation (FEFAC). (2019). Co-products, an essential part of animal nutrition. FEFAC._
- FAO. Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases: Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation; FAO: Geneva, Switzerland, 2019.
- Faustino M, Veiga M, Sousa P, Costa EM, Silva S, Pintado M. (2019). Agro-Food Byproducts as a New Source of Natural Food Additives. *Molecules*. doi: 10.3390/molecules24061056.
- Fontana, A. R., Antonioli, A., & Bottini, R. (2013). Grape pomace as a sustainable source of bioactive compounds: Extraction, characterization, and biotechnological applications of phenolics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(38), 8987–9003. <https://doi.org/10.1021/jf402586f>
- Fundación Española de la Nutrición. (2013). Tomate [Ficha técnica].<https://www.fen.org.es>
- Galanakis, C. M. (Ed.). (2017). Handbook of grape processing by-products: Sustainable solutions (1ª ed.). *Academic Press*
- Galanakis, C. M. (2012). Recovery of high added-value components from food wastes: Conventional, emerging technologies and commercialized applications. *Trends in Food Science & Technology*, 26(2), 68–87. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.04.007>
- Gámez Losada, M. C. (2017). Aprovechamiento de derivados de tomate, como fuente de licopeno, en productos cárnicos tradicionales y tratados con radiaciones ionizantes (Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid). Universidad Complutense de Madrid.
- García Valverde, V. (2014). Estudio del Contenido de Compuestos Bioactivos en Tomate: Evaluación de la Materia Prima, Efectos del Tratamiento Tecnológico y Caracterización del Subproducto [Tesis doctoral, Universidad de Murcia]. Repositorio Institucional DIGITUM._
- Generalic Mekinić, I., & Šimat, V. (2025). Bioactive Compounds in Foods: New and Novel Sources, Characterization, Strategies, and Applications. *Foods*, 14(9), 1617. <https://doi.org/10.3390/foods14091617>
- George, B., Kaur, C., Khurdiya, D. S., & Kapoor, H. C. (2004). Antioxidants in tomato (*Lycopersium esculentum*) as a function of genotype. *Food Chemistry*, 84(1), 45–51. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00165-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00165-1)
- Giampieri F, Battino M. (2020) Bioactive Phytochemicals and Functional Food Ingredients in Fruits and Vegetables. *Int J Mol Sci*. 6;21(9):3278. doi: 10.3390/ijms21093278.
- González-Rubio, P., Alanís-García, E., Y., Delgado-Olivares, L., & Cruz-Cansino, N. del S. (2021). Fibra dietética: historia, definición y efectos en la salud. Educación y Salud, *Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud*, 9(18), 187–195.
- Goufo, P., Singh, R. K., & Cortez, I. (2020). A comprehensive review on the health benefits of tomato and its bioactive compounds. *Antioxidants*, 9(5), 398
- Granito, M.; Pérez, S.; Valero, Y. (2014) Quality of Cooking, Acceptability and Glycemic Index of Enriched Pasta with Legumes | Calidad de Cocción, Aceptabilidad e Índice Glicémico de Pasta Larga Enriquecida Con Leguminosas. *Rev Chil Nut*, 41, 425–432, doi:10.4067/S0717-75182014000400012.
- Guzmán Pérez, V., & Caldera P., Y. M. (2019). Compuestos bioactivos en alimentos funcionales y suplementos alimenticios: Rol en la salud, prevención de enfermedades y regulación en Latinoamérica y el mundo (117 pp.). ILSI Nor-Andino.
- Instituto Desarrollo Rural. Gobierno de Mendoza. (2024). *Superficie cultivada con tomate en Mendoza se redujo 8 % durante la última temporada.*

- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2024). Informe de progresos 2023-2024: Programa para el aumento de la competitividad de la industria del tomate. Asociación Tomate 2000-INTA Argentina.
- Irakli, M., Chatzopoulou, P., Kadoglidou, K., & Tsivelika, N. (2016). Optimization of ultrasound-assisted extraction of carotenoids from tomato waste using response surface methodology. *Journal of Separation Science*, 39(17), 3348-3356.
- Isik, F., & Topkaya, C. (2016). Effects of tomato pomace supplementation on chemical and nutritional properties of crackers. *Italian Journal of Food Science*, 28, 525–533. http://www.itjfs.com/index.php/ijfs/article/download/510/pdf_33/2617
- Jiménez Bolaño DC, Insuasty D, Rodríguez Macías JD, Grande-Tovar CD. (2024) Potential Use of Tomato Peel, a Rich Source of Lycopene, for Cancer Treatment. *Molecules*.doi: 10.3390/molecules29133079.
- Kalogeropoulos, N., Chiou, A., Pyriochou, V., Peristeraki, A., & Karathanos, V. T. (2012). Bioavailability and health impact of tomato and tomato products. *LWT - Food Science and Technology*, 49(2), 213-216.
- Laranjeira, T., Costa, A., Faria-Silva, C., Ribeiro, D., de Oliveira, J. M. P. F., Simões, S., & Ascenso, A. (2022). Sustainable Valorization of Tomato By-Products to Obtain Bioactive Compounds: Their Potential in Inflammation and Cancer Management. *Molecules*, 27(5), 1701. <https://doi.org/10.3390/molecules27051701>
- Lavelli, V., & Torresani, M. C. (2011). Modelling the stability of lycopene-rich by-products of tomato processing. *Food Chemistry*, 125(2), 529-535.
- Leal, M., Anzulovich, D., Lizaso, F., Paz, P. (2016). Estudio panorámico de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva: alimentos funcionales. *Revista del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de Buenos Aires*. Buenos Aires, 27-29.
- Lorrain, B., Ky, I., Pechamat, L., & Teissedre, P.-L. (2013). Evolution of Analysis of Polyphenols from Grapes, Wines, and Extracts. *Molecules*, 18(1), 1076-1100. <https://doi.org/10.3390/molecules18011076>
- Mehta, D., Prasad, P., Sangwan, R. S., & Yadav, S. K. (2018). Tomato processing byproduct valorization in bread and muffin: Improvement in physicochemical properties and shelf life stability. *Journal of Food Science and Technology*, 55(7), 2560–2568. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3176-0>
- Middleton, E., Jr., Kandaswami, C., & Theoharides, T. C. (2000). The effects of plant flavonoids on mammalian cells: Implications for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacological Reviews*, 52(4), 673–751.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. (2023). Economía Regional – Tomate industria: Informe síntesis (Lic. Ornela Sara Laspina, Autora). *Alimentos Argentinos*.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2014). Ficha 33: Fibra alimentaria. *Alimentos Argentinos*. https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/seguridad-alimentaria-y-nutricion/fichaspdf/Ficha_33_fibraAlimentaria.pdf
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2020). Plan Nacional de Reducción de Pérdidas y Desperdicio de Alimentos (PDA). Alimentos Argentinos.
- Montesinos, M., & Cerdeño, V. J. M. (2020). Economía circular y Objetivos de Desarrollo Sostenible. *Distribución y Consumo*, (161), 70-75.

- Moreno, D. M. del V., Antonioli, A., Dal Santo, P., Lucero, A., Panini, A. (2024). Aplicación de subproducto de la industria de tomate en la formulación de alimentos [Resumen en libro de resúmenes]. SIIP – UNCuyo. Resumen de congreso.
- Moreno, D., Pontin, M., Bottini, R., & Piccoli, P. (2022.). Caracterización de polifenoles, azúcares y ácidos orgánicos en subproductos de la industria del tomate. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo.
- Mota Silva, V., & García, L. A. (2004). Uso de subproductos del tomate en la elaboración de harina de maíz para arepas. *Agronomía Tropical*, 54(2), 151-165.
- Nakov, G., Brandolini, A., Estivi, L., Bertuglia, K., Ivanova, N., Jukić, M., Komlenić, D. K., Lukinac, J., & Hidalgo, A. (2022). Effect of Tomato Pomace Addition on Chemical, Technological, Nutritional, and Sensorial Properties of Cream Crackers. *Antioxidants*, 11(11), 2087. <https://doi.org/10.3390/antiox11112087>
- Navarro-González, I., García-Valverde, V., García-Alonso, J., & Periago, M. J. (2011). *Chemical profile, functional and antioxidant properties of tomato peel fiber. Food Research International*, 44(5), 1528–1535. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.04.005>
- Navarro-González, I., & Periago, M. J. (2016). El tomate, ¿alimento saludable y/o funcional? *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 20(4), 323–335. <https://doi.org/10.14306/renhyd.20.4.208>
- Nayak, A., & Bhushan, B. (2019). An overview of the recent trends on the waste valorization techniques for food wastes. *Journal of Environmental Management*, 233, 352–370. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.12.041>
- Nicastro, R., & Carillo, P. (2021). Tomato bioactives: A review of their effects on human health. *Sustainability*, 13(10), 5443.
- Ng HS, Kee PE, Yim HS, Chen PT, Wei YH, Chi-Wei Lan J. (2020). Recent advances on the sustainable approaches for conversion and reutilization of food wastes to valuable bioproducts. *Bioresour Technol*. doi: 10.1016/j.biortech.2020.122889.
- Nour, V., Panaite, T. D., Ropota, M., Turcu, R., Trandafir, I., & Corbu, A. R. (2018). Nutritional and bioactive compounds in dried tomato processing waste. *CyTA - Journal of Food*, 16(1), 222–229. <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1383514>
- Olmedilla Alonso, B., Granado Lorenzo, F., & Blanco Navarro, I. (2001). Carotenoides y salud humana (Serie Informes). *Fundación Española de la Nutrición (FEN)*.ster
- Omoni, A. O., & Aluko, R. E. (2005). The anti-carcinogenic and anti-atherogenic effects of lycopene: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 16(8), 344–350. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.02.002>
- Palomo, I., Moore-Carrasco, R., Carrasco, G., Villalobos, P., & Guzmán, L. (2010). El consumo de tomates previene el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y cáncer: Antecedentes epidemiológicos y mecanismos de acción. *IDESIA (Chile)*, 28(3), 121–129.
- Palou, A., Serra, F., & Pico, C. (2003). Alimentos funcionales: Conceptos, definiciones y marco legal. *Alimentación, Nutrición y Salud*, 10(2), 44–52.
- Perdomo, F., Cabrera Fránquiz, F., Cabrera, J., & Serra-Majem, L.. (2012). Influencia del procedimiento culinario sobre la biodisponibilidad del licopeno en el tomate. *Nutrición Hospitalaria*, 27(5), 1542-1546. <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2012.27.5.5908>

- Peppi, C. D. (2015). Mermelada de tomates anaranjados: un nuevo producto saludable (Tesina de licenciatura, Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias). <https://bdigital.uncu.edu.ar/7093>
- Ponce Fernández, N. E., Polloreña López, G., Rosas Domínguez, C., Osuna Izaguirre, S. C., & López Peñuelas, V. M. (2021). Efecto de la adición de cáscara y semilla deshidratada en la capacidad antioxidante de una pasta de tomate producida en Sinaloa. *Biotechnia*, 23(1), 135–140.
- Quirós Saucedo, A. E., Palafox, H., Robles Sánchez, R. M., & González Aguilar, G. A. (2011). Interacción de compuestos fenólicos y fibra dietaria: capacidad antioxidante y biodisponibilidad. *Biotechnia*, 13(3), 3–11. <https://doi.org/10.18633/bt.v13i3.91>
- Rissanen, T. H., Voutilainen, S., Nyyssonen, K., Salonen, R., Kaplan, G. A., & Salonen, J. T. (2003). Serum lycopene concentrations and carotid atherosclerosis: The Kuopio Ischaemic Heart Disease Risk Factor Study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 77(1), 133-138.
- Salomon, M. V., Piccoli, P. N., & Fontana, A. R. (2020). Simultaneous determination of carotenoids with different polarities in tomato products using a C30 core-shell column based approach. *Microchemical Journal*, 159, 105390. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2020.105390>
- Sarker, A., Ahmmed, R., Ahsan, S. M., Rana, J., Ghosh, M. K., & Nandi, R. (2024). A comprehensive review of food waste valorization for the sustainable management of global food waste. *Sustainable Food Technology*, 2, 48–69.
- Silva, Y., Borba, B. C., Pereira, V. A., Reis, M. G., Caliar, M., Brooks, M. S. L., & Ferreira, T. A. P. C. (2019). Characterization of tomato processing by-product for use as a potential functional food ingredient: nutritional composition, antioxidant activity and bioactive compounds. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 70(2), 150–160. <https://doi.org/10.1080/09637486.2018.1489530>
- Silveira Rodríguez, Manuela Belén, Monereo Megías, Susana, & Molina Baena, Begoña. (2003). Alimentos funcionales y nutrición óptima: ¿Cerca o lejos?. *Revista Española de Salud Pública*, 77(3), 317-331. Recuperado en 23 de febrero de 2026, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272003000300003&lng=es&tlng=es.
- Smith, P. A., Argerich, C. A., & Quinteros, G. R. (2021). Programa para el aumento de la competitividad de la industria del tomate: Informe progresos 2020-2021. INTA Estación Experimental Agropecuaria La Consulta
- Smith P., Quinteros G., & Riquelme M. (2023) Programa para el aumento de la competitividad de la industria del tomate. Informe progresos 2022-2023. Ediciones INTA. INTA EEA La Consulta.
- Tacchini, F., Savietto, M. P., & Iglesias, G. A. (2024). Subproductos agroindustriales de la provincia de Mendoza, Argentina: Orujo de tomate, descartes de zanahoria y cáscara de papa en la alimentación animal. Cátedra de Zootecnia y Granja, Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo
- Vanin FM, de Carvalho RA, Dos Santos Garcia VA, Yoshida CMP. (2023) Bioactive Ingredients for Safe and Health-Promoting Functional Foods. *Foods*. doi: da sil10.3390/foods12224134./
- Vargas M. de L., Figueroa Brito, H., Tamayo Cortez, J. A., Toledo López, V. M., & Moo Huchin, V. M. (2019). Aprovechamiento de cáscaras de frutas: análisis nutricional y compuestos bioactivos. *Ciencia Ergo Sum*, 26(2), 1–11. <https://doi.org/10.30878/ces.v26n2a6>

- Waliszewski, K. N., & Blasco, G. (2010). Propiedades nutraceuticas del licopeno. *Salud Pública de México*, 52(3), 254–265.
- Weaver Monchablon, L. (2023). Desarrollo de galletitas snack elaboradas con aceite de oliva virgen extra y piel de tomate deshidratada libres de gluten (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias). Repositorio Digital Universidad Nacional de Cuyo.
- Yang, X., Zhao, Y., Yang, Y., & Ruan, Y. (2008). Isolation and characterization of immunostimulatory polysaccharide from an herb tea, *Gynostemma pentaphyllum* Makino. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(16), 6905-6909.

ANEXO

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,38312

Error: 0,6479 gl: 98

Concentración	Medias	n	E.E.	
10	4,20	50	0,11	A
5	4,08	50	0,11	A
15	3,52	50	0,11	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Color

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Color	150	0,41	0,11	20,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	46,45	51	0,91	1,36	0,0960
Panelista	45,33	49	0,93	1,38	0,0877
Concentración	1,12	2	0,56	0,84	0,4360
Error	65,55	98	0,67		
Total	112,00	149			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,38926

Error: 0,6688 gl: 98

Concentración	Medias	n	E.E.	
10	4,12	50	0,12	A
15	3,96	50	0,12	A
5	3,92	50	0,12	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Aroma

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Aroma	150	0,54	0,30	17,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	52,48	51	1,03	2,28	0,0002
Panelista	52,11	49	1,06	2,35	0,0002
Concentración	0,37	2	0,19	0,41	0,6628
Error	44,29	98	0,45		
Total	96,77	149			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,31999

Error: 0,4520 gl: 98

Concentración	Medias	n	E.E.	
10	3,92	50	0,10	A
5	3,84	50	0,10	A
15	3,80	50	0,10	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Textura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Textura	150	0,56	0,33	20,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	77,35	51	1,52	2,45	0,0001
Panelista	53,47	49	1,09	1,76	0,0091
Concentración	23,88	2	11,94	19,25	<0,0001
Error	60,79	98	0,62		
Total	138,14	149			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,37486

Error: 0,6203 gl: 98

Concentración	Medias	n	E.E.	
5	4,16	50	0,11	A
10	4,04	50	0,11	A
15	3,26	50	0,11	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Apreciación general

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Apreciación general	150	0,51	0,26	16,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	47,35	51	0,93	2,04	0,0013
Panelista	39,97	49	0,82	1,79	0,0074
Concentración	7,37	2	3,69	8,10	0,0006
Error	44,63	98	0,46		
Total	91,97	149			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,32119

Error: 0,4554 gl: 98

Concentración	Medias	n	E.E.	
10	4,18	50	0,10	A
5	4,16	50	0,10	A
15	3,70	50	0,10	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

8.3. Anexo 3

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Sabor	150	0,00	0,65	0,98	0,4267
RDUO Color	150	0,00	0,66	0,98	0,4480
RDUO Aroma	150	0,00	0,55	0,95	<0,0001
RDUO Textura	150	0,00	0,64	0,98	0,3584
RDUO Apreciación general	150	0,00	0,55	0,98	0,3667

Homocedasticidad

RABS Sabor

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Sabor	150	4,9E-03	0,00	80,02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,12	2	0,06	0,36	0,6987
Concentración	0,12	2	0,06	0,36	0,6987
Error	24,43	147	0,17		
Total	24,55	149			

RABS Color

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Color	150	0,02	3,7E-03	81,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,45	2	0,22	1,28	0,2814
Concentración	0,45	2	0,22	1,28	0,2814
Error	25,75	147	0,18		
Total	26,20	149			

RABS Aroma

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Aroma	150	0,02	4,9E-03	101,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,41	2	0,20	1,36	0,2589
Concentración	0,41	2	0,20	1,36	0,2589
Error	21,95	147	0,15		
Total	22,36	149			

RABS Textura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Textura	150	0,03	0,02	72,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,66	2	0,33	2,36	0,0976
Concentración	0,66	2	0,33	2,36	0,0976
Error	20,40	147	0,14		
Total	21,05	149			

RABS Apreciación general

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Apreciación general	150	0,01	0,00	73,70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,09	2	0,05	0,44	0,6420
Concentración	0,09	2	0,05	0,44	0,6420
Error	15,47	147	0,11		
Total	15,56	149			

Para la variable aroma, dado que se verificó la homogeneidad de varianzas, y considerando el tamaño muestral elevado, se procedió al análisis mediante ANOVA por su robustez ante desviaciones de la normalidad.

8.4. Anexo 4

Prueba IPT

Prueba T para muestras Independientes

Variable: Mediciones - Clasific: Concentración - prueba: Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	0%	10%
n	4	4
Media	3,18	3,41
Varianza	0,02	0,02
Media (1) - Media (2)	-0,24	
LI (95)	-0,48	
LS (95)	0,01	
pHomVar	0,8470	
T	-2,38	
gl	6	
p-valor	0,0547	

Prueba Folin-Ciocalteu

Prueba T para muestras Independientes

Variable: Mediciones - Clasific: Concentración - prueba: Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	0%	10%
n	4	4
Media	1,28	2,03
Varianza	0,05	0,20
Media (1) - Media (2)	-0,75	
LI (95)	-1,36	
LS (95)	-0,14	
pHomVar	0,2861	
T	-3,03	
gl	6	
p-valor	0,0231	

8.5. Anexo 5

Capacidad antioxidante compuestos hidrosolubles

Prueba T para muestras Independientes

Variable:orac P - Clasific:Columnal - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	0%	10%
n	6	6
Media	5,48	3,92
Varianza	0,13	2,13
Media (1) -Media (2)	1,56	
LI (95)	-0,02	
LS (95)	3,14	
pHomVar	0,0087	
T	2,54	
gl	5	
p-valor	0,0517	

Capacidad antioxidante compuestos liposolubles

Prueba T para muestras Independientes

Variable:orac C - Clasific:Columnal - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	0%	10%
n	6	6
Media	11,11	16,94
Varianza	5,33	1,25
Media (1) -Media (2)	-5,83	
LI (95)	-8,16	
LS (95)	-3,50	
pHomVar	0,1368	
T	-5,57	
gl	10	
p-valor	0,0002	