

Matilde Reséndiz-Castro
Cristian Jiménez-Martínez
Rosalba Zepeda-Bautista
Luis Jorge Corzo-Ríos

MANUAL DE PROCESO PARA OBTENER FIBRA DE EPICARPIO DE TOMATE ROJO



Matilde Reséndiz-Castro
Cristian Jiménez-Martínez
Rosalba Zepeda-Bautista
Luis Jorge Corzo-Ríos

MANUAL DE PROCESO PARA OBTENER FIBRA DE EPICARPIO DE TOMATE ROJO



2025 por Atena Editora

Copyright© 2025 Atena Editora

Copyright del texto © 2025, el autor Copyright
de la edición© 2025, Atena Editora

Los derechos de esta edición han sido cedidos a Atena Editora por el autor.

Publicación de acceso abierto por Atena Editora

Editora jefe

Prof. Dr. Antonella Carvalho de Oliveira

Editora ejecutiva

Natalia Oliveira Scheffer

Imágenes de la portada

iStock

Edición artística

Yago Raphael Massuqueto Rocha



Todo el contenido de este libro está licenciado bajo la licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

El contenido de esta obra, en cuanto a su forma, corrección y fiabilidad, es responsabilidad exclusiva de los autores. Las opiniones e ideas aquí expresadas no reflejan necesariamente la posición de Atena Editora, que actúa únicamente como mediadora en el proceso de publicación. Por lo tanto, la responsabilidad por la información presentada y las interpretaciones derivadas de su lectura recae íntegramente en los autores.

Atena Editora actúa con transparencia, ética y responsabilidad en todas las etapas del proceso editorial. Nuestro objetivo es garantizar la calidad de la producción y el respeto a la autoría, asegurando que cada obra se entregue al público con cuidado y profesionalidad.

Para cumplir con esta función, adoptamos prácticas editoriales que tienen como objetivo garantizar la integridad de las obras, previniendo irregularidades y conduciendo el proceso de manera justa y transparente. Nuestro compromiso va más allá de la publicación, buscamos apoyar la difusión del conocimiento, la literatura y la cultura en sus diversas expresiones, preservando siempre la autonomía intelectual de los autores y promoviendo el acceso a diferentes formas de pensamiento y creación.

MANUAL DE PROCESO PARA OBTENER FIBRA DE EPICARPIO DE TOMATE ROJO

| Organizadores:

Matilde Reséndiz-Castro Rosalba Zepeda-Bautista

Cristian Jiménez-Martínez Luis Jorge Corzo-Ríos

| Revisión:

Los autores

| Diseño:

Nataly Gayde

| Portada:

Yago Raphael Massuqueto Rocha

Datos de catalogación en publicación internacional (CIP)

M294 Manual de proceso para obtener fibra de epicarpio de tomate rojo / Matilde Reséndiz-Castro, Cristian Jiménez-Martínez, Rosalba Zepeda-Bautista, et al. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2025.

Otro autor
Luis Jorge Corzo-Ríos

Formato: PDF
Requisitos del sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acceso: World Wide Web
Incluye bibliografía
ISBN 978-65-258-3606-5
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.065252309>

1. Tomate. I. Reséndiz-Castro, Matilde. II. Jiménez-Martínez, Cristian. III. Zepeda-Bautista, Rosalba. IV. Título.

CDD 635.642

Preparado por Bibliotecario Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

☎ +55 (42) 3323-5493

☎ +55 (42) 99955-2866

🌐 www.atenaeditora.com.br

✉ contato@atenaeditora.com.br

CONSEJO EDITORIAL

CONSEJO EDITORIAL

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dra. Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidad Federal de Lavras
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontificia Universidad Católica de Goiás
Prof. Dra. Ariadna Faria Vieira – Universidad Estatal de Piauí
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidad Federal del Sur y Sudeste de Pará
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidad Federal de Goiás
Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidad Federal de Ouro Preto
Prof. Dr. Cláudio José de Souza – Universidad Federal Fluminense
Prof. Dra. Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidad Federal de Piauí
Prof. Dra. Dayane de Melo Barros – Universidad Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidad Tecnológica Federal de Paraná
Prof. Dra. Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal de Río de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal de Pará
Prof. Dr. Fabrício Moraes de Almeida – Universidad Federal de Rondônia
Prof. Dra. Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidad Estatal de Maringá
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidad Federal de Paraná
Prof. Dr. Joachin de Melo Azevedo Sobrinho Neto – Universidad de Pernambuco
Prof. Dr. João Paulo Roberti Junior – Universidad Federal de Santa Catarina
Prof. Dra. Juliana Abonizio – Universidad Federal de Mato Grosso
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidad Federal Fluminense
Prof. Dra. Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Paraná
Prof. Dra. Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educación, Ciencia y Tecnología de Pará
Prof. Dr. Sérgio Nunes de Jesus – Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología
Prof. Dra. Talita de Santos Matos – Universidad Federal Rural de Río de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidad Federal Rural del Semiárido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidad Federal de Alfenas

PRESENTACIÓN

PRESENTACIÓN

El presente Manual de Proceso para obtener Fibra de Epicarpio de Tomate rojo, fue elaborado en el ámbito de la convocatoria para estancias posdoctorales por México en Apoyo por SARS-CoV-2 (COVID-19) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y (CONACYT) con el proyecto *“Alimentos con base de tomate rojo en la agricultura familiar para hacer frente a la recuperación económica y de salud post-pandemia por COVID-19”*. Este Manual se encuentra registrada ante el Instituto Nacional de Derechos de Autor en México como Obra literaria con el registro público del derecho de autor No. 03-2025-041511553200-01 el 23 de abril de 2025.

Las instituciones colaboradoras son Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Posgrado en Ingeniería de Sistemas de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Zacatenco (SEPI-ESIME ZAC), Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, Universidad Tecnológica Fidel Velázquez, Universidad Autónoma de Chapingo y, productoras y productores de tomate rojo en invernadero del Noreste del Estado de México.

El Manual está dirigido a productoras y productores de tomate rojo en invernadero en general y en particular de los municipios de la región Noreste del Estado de México, México: Isidro Fabela, Huixquilucan, Jilotzingo, Nicolás Romero, Naucalpan, Teoloyucan, Tepetzotlán, Cuautitlán y Texcoco y a aquellas personas dedicadas o no al cultivo de tomate rojo, con interés de aprovechar los subproductos de este, así como a los consumidores conocedores de sus beneficios nutricionales.

El objetivo de esta guía es difundir el proceso para obtener fibra de epicarpio de tomate rojo para agregar valor a la producción postcosecha de este fruto y que tiene dificultades de comercialización en estado fresco, basados en argumentos de la comunidad científica y vinculado a la experiencia y contexto de los agricultores de tomate rojo de invernadero.

La obtención de la fibra de epicarpio de tomate rojo es una opción de recuperación económica para los agricultores, una estrategia sustentable para el medio ambiente y un importante componente alimenticio con beneficios preventivos contra el cáncer, enfermedades cardiovasculares porque contribuye con la mejora del metabolismo de la glucosa y la resistencia a la insulina, lo que impacta en enfermedades como la diabetes, tiene efectos en la obesidad, beneficios para la salud intestinal y para la eliminación del exceso de colesterol del cuerpo.

AUTORES

AUTORES

La elaboración del Manual de proceso para obtener fibra de epicarpio de tomate rojo, y la preparación técnica estuvo a cargo de Matilde Reséndiz Castro, Doctora en Ingeniería de Sistemas y Posdoctorante de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (IPN) bajo la dirección de Cristian Jiménez Martínez, Doctora en Alimentos y Profesor titular en el laboratorio de Compuestos Bioactivos en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN, Rosalba Zepeda Bautista, Doctora en Ciencias, Profesora Titular en SEPI-ESIME Zacatenco del IPN, y Luis Jorge Corzo Ríos, Doctor en Ciencias en el área de Alimentos y Profesor Titular en Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología del IPN.

ÍNDICE

ÍNDICE

SECCIÓN 1 - FIBRA DE EPICARPIO DE TOMATE ROJO	1
Concepto	1
SECCIÓN 2 - NUTRIENTES DE LA FIBRA DE EPICARPIO DE TOMATE ROJO	3
SECCIÓN 3 - BENEFICIOS DE LA FIBRA DE EPICARPIO DE TOMATE ROJO PARA LA SALUD HUMANA.....	4
Prevención del cáncer.....	4
Enfermedades cardiovasculares.....	6
Impacto en la diabetes y la obesidad	7
Eliminación del exceso de colesterol en el cuerpo	10
Salud intestinal.....	11
SECCIÓN 4 - FIBRA DE EPICARPIO DE TOMATE ROJO COMO SUPLEMENTO ALIMENTICIO PARA CONSUMO HUMANO	12
SECCIÓN 5 - EQUIPOS Y MATERIALES PARA OBTENER FIBRA DE EPICARPIO DE TOMATE ROJO	13
Insumos	13
SECCIÓN 6 - PROCEDIMIENTO PARA OBTENER FIBRA DE EPICARPIO DE TOMATE ROJO.....	14
Preparación Previa	14
Descripción del proceso	15
Limpieza y desinfección del lugar, materiales e indumentaria personal....	15
Selección de tomate rojo.....	15
Lavado y desinfectado.....	15
Pelado	16
Secado.....	16

ÍNDICE

ÍNDICE

Almacenado	17
Triturado	17
Tamizado	17
Encapsulado	18
Diagrama de Proceso para obtener Fibra de Epicarpio de Tomate rojo.	20
SECCIÓN 7 - DOSIFICACIÓN DE FIBRA DE EPICARPIO DE TOMATE ROJO	21
SECCIÓN 8 - ANEXOS	24
Anexo 1. Lista de materiales, precios de diciembre 2024.	24
Anexo 2. Lista de equipos, precios de diciembre 2024.	25
Anexo 3. Inversión Total Semi-Industrial y Doméstica (Materiales, Equipos y Tomate rojo).....	25
Anexo 4. Planilla de registro de tiempos de peso de tomate rojo, epicarpio deshidratado de tomate rojo	26
Anexo 5. Costos de producción y rendimiento de epicarpio de tomate rojo para determinar precio final de la fibra de epicarpio de tomate rojo.....	26
REFERENCIAS.....	27



SECCIÓN 1

FIBRA DE EPICARPIO DE TOMATE ROJO

Concepto

El epicarpio es la parte externa o piel del del tomate rojo (Torres et al., 2022) que protege contra las agresiones del exterior. En el caso del tomate rojo esta es comestible (Fig. 1).

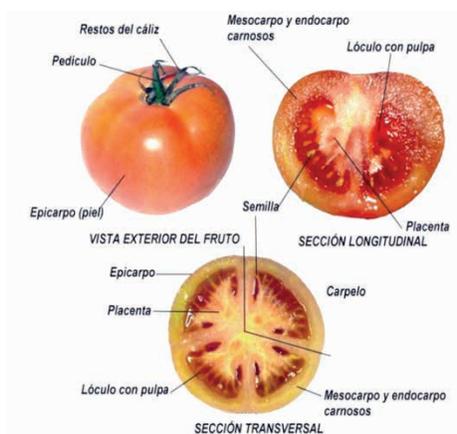


Fig. 1 Fruto de tomate rojo, vista longitudinal y transversal (Campos, 2020).

El procesamiento de tomate rojo para obtener salsa, pasta y jugo genera piel y semillas que generalmente se utiliza como alimento para animales (Coelho et al., 2023) para hacer composta o se tira directamente en vertederos (Rossini et al., 2013; Strati y Oreopoulou, 2014) (Fig. 2).

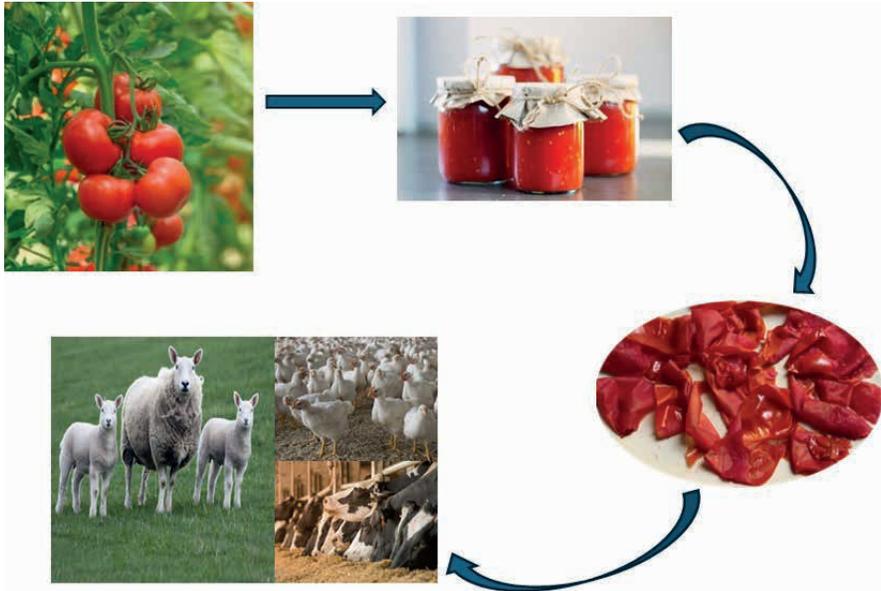


Fig. 2 Piel y semillas del procesamiento de tomate rojo como alimentos para animales de granja (Elaboración propia, 2024).



SECCIÓN 2

NUTRIENTES DE LA FIBRA DE EPICARPIO DE TOMATE ROJO

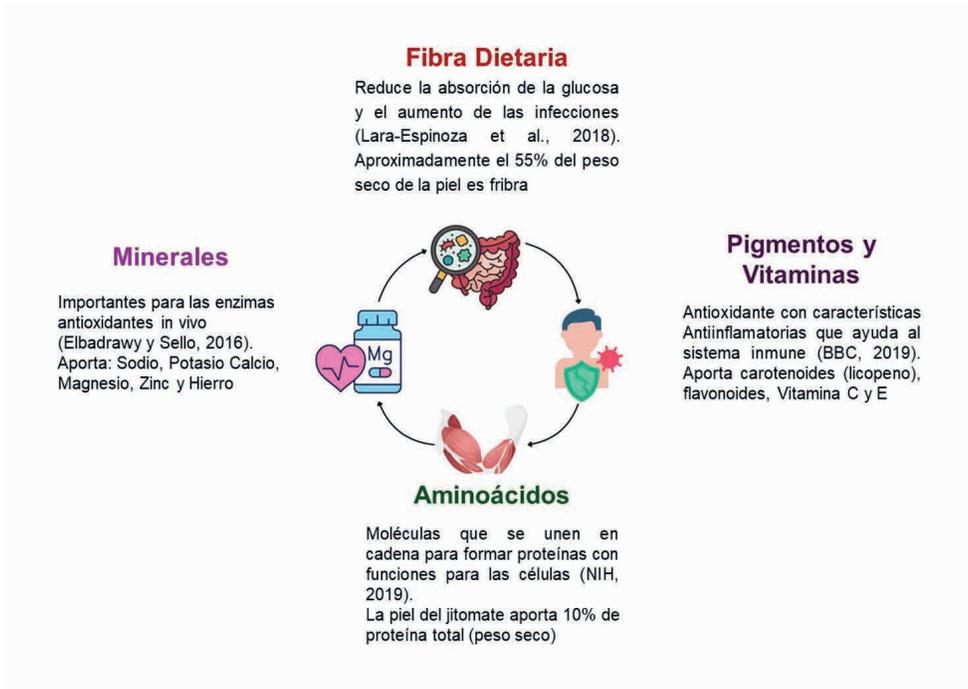


Fig. 3 Propiedades nutraceuticas de la Fibra de Epicarpio de Tomate rojo para beneficio de la salud humana (Elaboración propia, 2024 con información de Elbadrawy y Sello, 2016; Lara-Espinoza et al., 2018; BBC, 2019; NIH, 2019).



SECCIÓN 3

BENEFICIOS DE LA FIBRA DE EPICARPIO DE TOMATE ROJO PARA LA SALUD HUMANA

Prevención del cáncer

El cáncer es una enfermedad por la que algunas células del cuerpo se multiplican sin control y se diseminan a otras partes del cuerpo (National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases [NIH], 2021). La piel del tomate rojo rica en fibra y licopeno¹ ha sido estudiada para determinar sus propiedades preventivas en el desarrollo de cáncer en tejidos como el endometrio, el pulmón, el colon, la próstata y las células de cáncer de mama (Prado et al., 2019; Song et al., 2021). En la Fig. 4 se muestra la imagen del cuerpo humano indicando las partes antes mencionadas en donde se han localizado los tipos de cáncer.

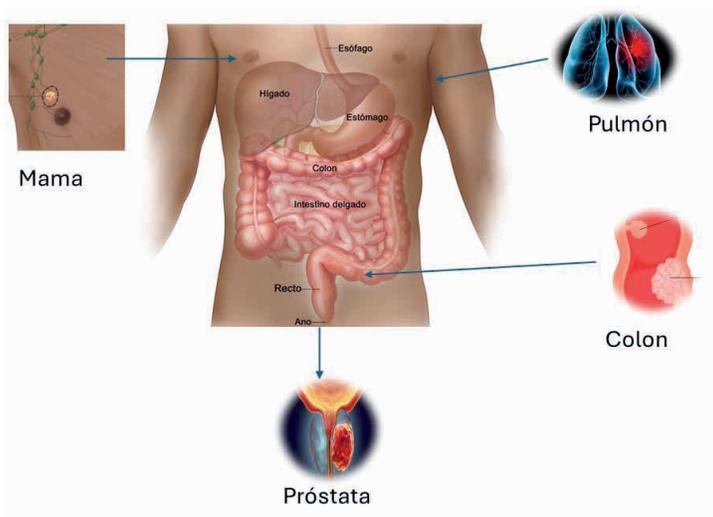


Fig. 4 Colon en el aparato digestivo del cuerpo humano (NIH, 2021) y cáncer en diferentes tejidos del cuerpo humano con cáncer.

¹ El licopeno es un pigmento rojo que se encuentra en tomates rojos y algunas verduras. Es un antioxidante y es posible que ayude a prevenir algunos tipos de cáncer (NIH, 2024a).

El licopeno y sus metabolitos² bloquean el desarrollo inicial del cáncer neutralizando eficazmente las Especies Reactivas de Oxígeno (ERO)³, estimulando los mecanismos de desintoxicación y activando los sistemas enzimáticos antioxidantes. Estas acciones colectivamente protegen a las células de los efectos perjudiciales inducidos por los iniciadores cancerígenos (Marzocco et al., 2021).

Las enzimas antioxidantes forman la parte más significativa del sistema de defensa celular, ya que son capaces de aliviar el estrés oxidativo neutralizando los radicales libres antes de que puedan alterar los componentes celulares. Alternativamente, obstruyen las reacciones en cadenas oxidativas para reducir el daño de los radicales libres (Saxena, 2023).

La Fig. 5 muestra la probabilidad de desequilibrio de las ERO que predispone el desarrollo de enfermedades autoinmunes como el cáncer. Los sistemas antioxidantes regulan de forma adecuada a las ERO (Revilla, 2020).

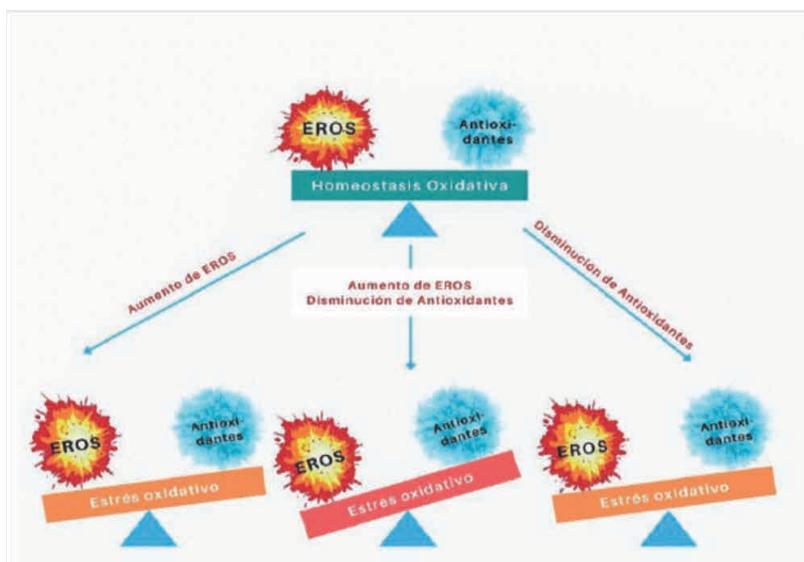


Fig. 5 Posibilidades de pérdida de equilibrio ERO/antioxidantes (Revilla, 2020).

² Los metabolitos son sustancias que el cuerpo elabora o usa cuando descompone los alimentos, los medicamentos o sustancias químicas; o su propio tejido (por ejemplo, la grasa o el tejido muscular). Este proceso, que se llama metabolismo, produce energía y los materiales necesarios para el crecimiento, la reproducción y el mantenimiento de la salud. También, ayudan a eliminar las sustancias tóxicas (NIH, 2024b).

³ En los últimos años se asoció a las ERO y el estrés oxidativo, definido como un incremento en producción de ERO o disminución de antioxidantes, en diferentes enfermedades incluyendo el cáncer, enfermedades cardiovasculares y envejecimiento (Revilla, 2020).

Enfermedades cardiovasculares

Las enfermedades cardiovasculares son la causa principal de defunción en todo el mundo. Son un grupo de trastornos del corazón y los vasos sanguíneos. Los infartos de miocardio y los accidentes cerebrovasculares suelen ser episodios agudos debido principalmente a una obstrucción que impide que la sangre fluya hacia el corazón o el cerebro. La causa más frecuente de eso es la acumulación de depósitos de grasa en las paredes internas de los vasos sanguíneos que irrigan el corazón o el cerebro (OMS, 2021).

En México de enero a junio de 2024, las defunciones por enfermedades del corazón fueron la primera causa de muerte, el 44.3% fueron mujeres y 55.6% hombre (INEGI, 2025) (Fig. 6).



Fig. 6 Porcentaje de defunciones de mujeres y hombres registradas en México de enero a junio 2024 (Elaboración propia con información del INEGI, 2025).

Uno de los factores de riesgo para desarrollar enfermedades cardiovasculares es una dieta inadecuada (Fig. 7).



Fig. 7 Factores de riesgo para desarrollar enfermedades cardiovasculares (Secretaría de Salud, 2021).

Se ha demostrado una reducción significativa del 50% de menor riesgo de desarrollar Enfermedades Cardio Vasculares (ECV) relacionado con el consumo de tomate rojo con 4 hasta 10 raciones de tomate rojo a la semana, por lo tanto, tiene una función cardioprotectora en la dieta debido a la presencia del licopeno en la sangre (Canene-Adams et al., 2005).

Tanto el licopeno de la fibra de tomate rojo como el tomate rojo fresco o en jugo proporcionan importantes beneficios para prevenir las ECV. El jugo de tomate rojo ha demostrado mejorar la función post-isquémica, reducir el tamaño del infarto de miocardio y la apoptosis de los cardiomiocitos (Das et al., 2004).

Impacto en la diabetes y la obesidad

La diabetes es una enfermedad que ocurre cuando la glucosa en la sangre, también llamada azúcar en la sangre es demasiado alta (NIH, 2023) (Fig. 8). El significado de los resultados de glucosa en la sangre para personas que no padecen diabetes se encuentra por debajo de 99 mg/dl, las que padecen prediabetes 100 a 125 mg/dl y las que padecen diabetes por encima de 126 mg/dl (NIH, 2022).

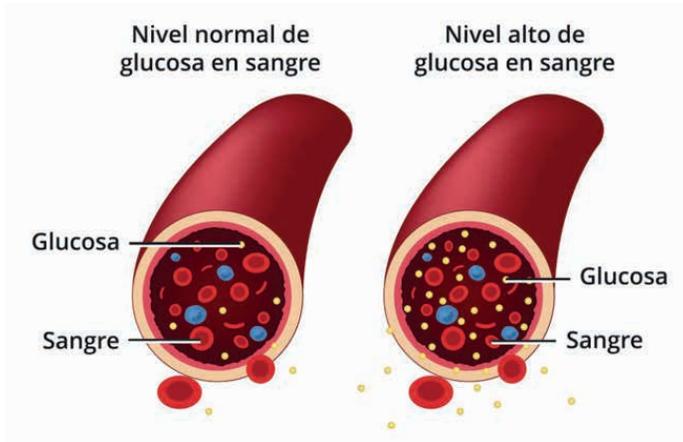


Fig. 8 Niveles de glucosa en sangre normal y alto (NIH, 2023).

México ocupa el octavo lugar en el mundo de casos de diabetes tipo II en personas con edad entre 29 y 79 años (Fig. 9). De acuerdo con el documento Estadísticas a Propósito del día Mundial de la Diabetes 2021 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en México 10.3% de la población de 20 años y más (8,542,718) reportaron contar con un diagnóstico médico previo de diabetes mellitus. Cabe destacar el incremento del diagnóstico de la enfermedad conforme aumenta la edad de las personas (Procuraduría Federal del Consumidor, 2022).

2021			2045			Diferencias	
Posición	País	Personas con diabetes (Millones)	Posición	País	Personas con diabetes (Millones)	Absolutos	Porcentaje
1	China	140.9	1	China	174.4	33.5	24%
2	India	74.2	2	India	124.9	50.7	68%
3	Pakistán	33.0	3	Pakistán	62.2	29.2	88%
4	E.E.U.U.	32.2	4	E.E.U.U.	36.3	4.1	13%
5	Indonesia	19.5	5	Indonesia	28.6	9.1	47%
6	Brasil	15.7	6	Brasil	23.2	7.5	48%
7	México	14.1	8	México	21.2	7.1	50%
8	Bangladesh	13.1	7	Bangladesh	22.3	9.2	70%
9	Japón	11.0	10	Turquía	13.4	n/d	n/d
10	Egipto	10.9	9	Egipto	20.0	9.1	83%

Fuente: Federación Internacional de la Diabetes. Atlas de la Diabetes 2021.

Figura 9. Los 10 principales países por número de adultos (29-79 años) con Diabetes en 2021 y 2045 (Procuraduría Federal del Consumidor, 2022).

En la Fig.10 se muestra la prevalencia de diabetes en la población de 20 años y más en 2018, en donde se puede observar un incremento del diagnóstico de la enfermedad conforme aumenta la edad de las personas; a nivel nacional la población de 60 a 69 años informó haber presentado un diagnóstico previo de diabetes. La afectación más importante es de mujeres con 35.6 % en este rango de edad, seguido de 32.7% con 70 y más años (INEGI, 2021).

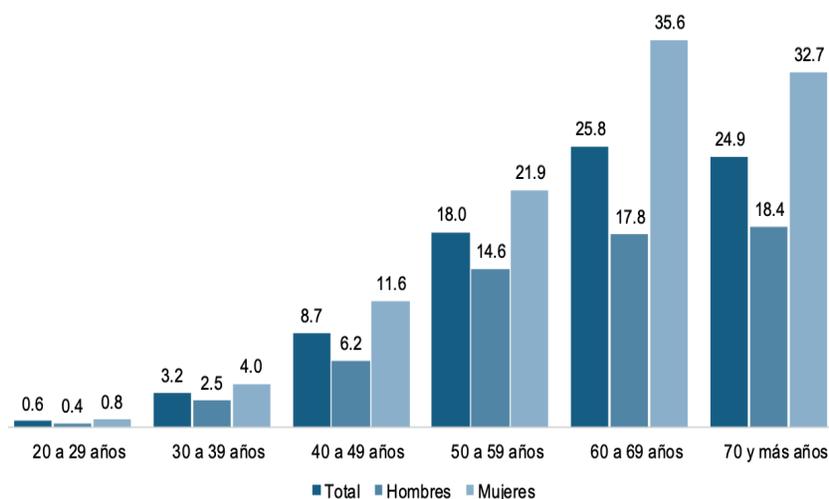


Figura 10. Prevalencia de diabetes mellitus en población de 20 años y más, por grupo de edad según sexo en 2018 (porcentaje) (INEGI, 2021).

El licopeno del tomate rojo disminuye los niveles de azúcar en la sangre de personas con criterios de azúcar en ayunas de >126 mg/dl, sin insulina y suplementos de hierbas, ingesta de carbohidratos consumida diariamente y un estilo de vida saludable, como: No fumar, descanso adecuado, evitar el estrés, hacer ejercicio. El consumo de licopeno se realizó mediante jugo de tomate rojo (180 g de tomate rojo en 200 mL de jugo) con una frecuencia de 1 vez al día durante 2 semanas. Se debe tomar por la mañana una hora después de comer y después medir la glucosa. El jugo tiene más del 50% de licopeno que el jitomate fresco (Tarigan et al., 2019).

El licopeno del tomate rojo contiene β -caroteno, potasio, vitamina C, flavonoides, folato y vitamina E que pueden proporcionar protección contra el desarrollo de diabetes de tipo 2 con un consumo de tomate rojo de 200 g diario por 8 semanas y actividad física (Shidfar et al., 2011).

Eliminación del exceso de colesterol en el cuerpo

El transporte reverso de colesterol consiste en el flujo de colesterol desde los tejidos periféricos al hígado mediado principalmente por lipopartículas de alta densidad y su posterior secreción a la bilis, que es transportada a la luz intestinal, dando lugar a la excreción fecal de colesterol (Cofan, 2014).

La pectina impulsa la excreción de ácidos biliares, una sustancia que ayuda a la eliminación del exceso de colesterol del cuerpo, reduciendo así los niveles de colesterol (Zhu et al., 2017) (Fig. 10).

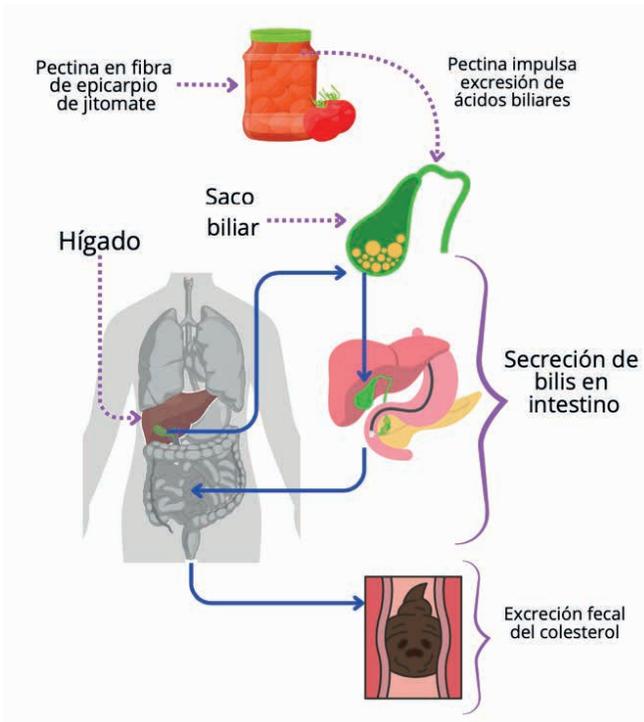


Fig. 11 Impulso de la pectina en la eliminación del exceso del colesterol en el cuerpo humano (Elaboración propia, 2024 con información de Cofan, 2014; Zhu et al., 2017).

Del mismo modo, se ha mostrado que el consumo de 14 porciones de tomate rojo fresco durante un mes mostró un efecto favorable en los niveles de colesterol bueno en mujeres con sobrepeso (Cuevas-Ramos et al., 2013).

Salud intestinal

La pectina se considera una fibra dietética soluble con varios efectos gastrointestinales y físicos beneficiosos como la disminución del tiempo de tránsito gastrointestinal y la reducción de la absorción de glucosa.

La Fig. 12 muestra gráficamente la relación benéfica de la pectina de la Fibra de Epicarpio de Tomate rojo en el intestino humano.

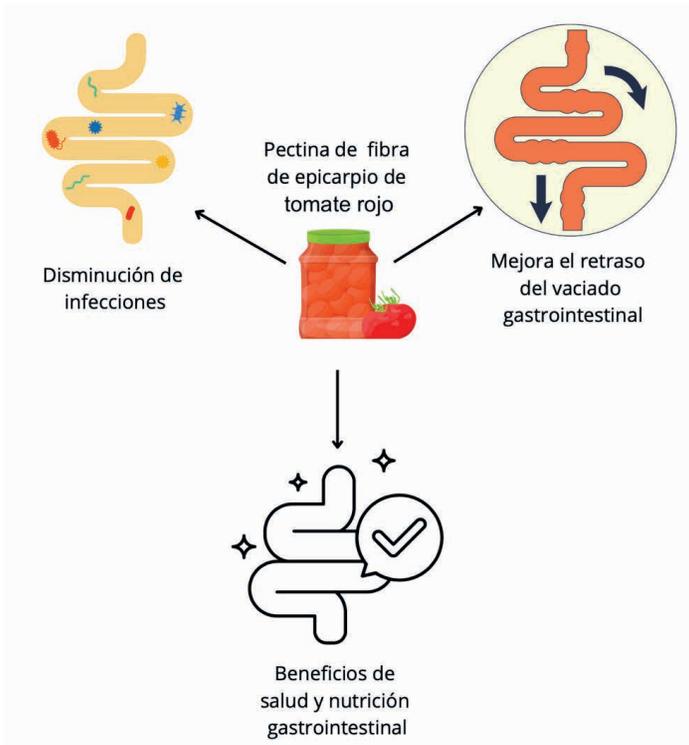


Fig. 12 Efectos gastrointestinales benéficos de la pectina (Elaboración propia, 2024 con información de Lara-Espinoza et al., 2018).



S E C C I Ó N 4

FIBRA DE EPICARPIO DE TOMATE ROJO COMO SUPLEMENTO ALIMENTICIO PARA CONSUMO HUMANO

El Epicarpio de Tomate Rojo contiene Fibra Dietética benéfica para la salud humana. La Fibra Dietética consiste en polímeros de carbono que no son hidrolizados por enzimas endógenas (digestión humana) en el intestino delgado de los seres humanos (Código Alimentario, 2010).

Además, la Fibra Dietética se divide en dos tipos: Fibra Dietética Soluble que tiene un efecto significativo sobre la reducción del colesterol y control glicémico (Latimmer y Haub, 2010). Por su parte, la Fibra Dietética Insoluble contribuye más al volumen fecal favoreciendo el movimiento gastrointestinal (Slavin et al., 2009).

La Fibra de Epicarpio de Tomate rojo podría usarse como suplemento alimenticio porque contiene 86.16% de Fibra Dietaria, de la cual entre 5.72 y 14.33% es Fibra Soluble y entre 62.63 y 71.82% es Fibra Insoluble. Además, se comprobó que la Fibra de Epicarpio de Tomate Rojo tiene compuestos fenólicos como rutina, narengenina, licopeno de entre 3 y 4 mg/100 g (Wang et al., 2016; Navarro-González et al., 2011).

La rutina es un flavonoide (sustancia de origen vegetal) que tiene efectos antihipertensivos, y para trastornos vasculares. Además, se le atribuyen propiedades antiinflamatorias y antioxidantes. En un modelo con ratones demostró significativamente puede inhibir el deterioro cognitivo (Bakhtiari et al., 2017).



Sección 5

EQUIPOS Y MATERIALES PARA OBTENER FIBRA DE EPICARPIO DE TOMATE ROJO

Insumos

El proceso para la obtención de Fibra de Epicarpio de Tomate rojo consta de tres pasos: Obtención, Procesamiento y Dosificación. Los insumos requeridos para cada uno se enlistan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Lista de materiales y equipos para obtener Fibra de Epicarpio de Tomate rojo.

Materiales y equipos		
Obtención	Procesamiento	Dosificación
Tabla para cortar	Despulpadora (opcional)	Máquina encapsuladora
Cuchillo	Deshidratador	Cápsulas vacías
Recipientes	Papel aluminio y/o charolas	Frascos de vidrio color ámbar con tapa (500 mL)
Colador	Báscula granataria	Etiquetas
	Espátula	Plumón indeleble
	Cucharas	
	Frascos de vidrio color ámbar con tapa (500 mL)	
	Etiquetas	
	Plumón indeleble	



SECCIÓN 6

PROCEDIMIENTO PARA OBTENER FIBRA DE EPICARPIO DE TOMATE ROJO

Preparación Previa

Antes de iniciar la obtención de Fibra de epicarpio de tomate rojo, se recomienda a las personas portar: Bata, cofia, cubre boca y guantes. Las manos deben estar limpias aplicando la técnica correcta de lavado que debe durar entre 40 y 60 segundos, mojarse las manos, colocar el jabón y frotarse en círculos, dedos cruzados, de forma lateral en todas las partes de las manos (Fig. 13).

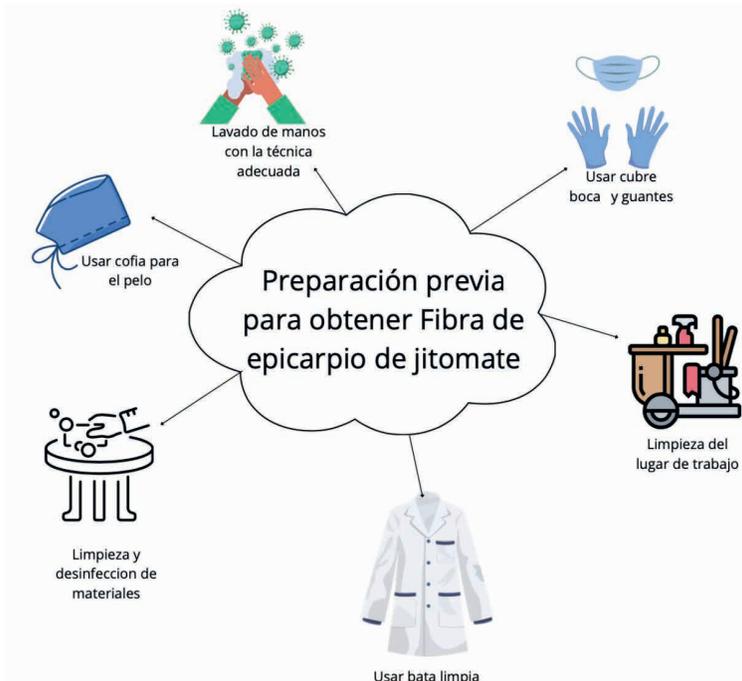


Fig. 13 Uso de cofia, guantes y cubre boca (Elaboración propia, 2024 con información de Ávila, 2005).

Descripción del proceso

Limpieza y desinfección del lugar, materiales e indumentaria personal

Antes de iniciar el proceso de obtención es importante realizar la desinfección del lugar de trabajo, así como de los equipos y materiales a utilizar. Esto permitirá obtener al alimento libre de contaminación.

Además, es importante cumplir con las reglas de higiene personal. Es necesario el baño diario, antes de iniciar las labores. Se debe mantener la ropa y el uniforme limpio, las uñas bien recortadas y sin esmalte, el cabello debe estar recogido y cubierto completamente con una red o cofia limpia. El lavado de manos es una de las responsabilidades más importantes en higiene personal, este se debe realizar con agua y jabón líquido antibacteriano, cada vez que se cambia de actividad. No se deben utilizar joyas, anillos, aretes, collares, o reloj, ya que guardan suciedad y microorganismos, además del riesgo de caer sobre los alimentos y sin darnos cuenta. Los materiales, equipos y superficies deben ser desinfectados de acuerdo con las especificaciones del fabricante de los productos químicos a utilizar (Ávila, 2005).

Nota: si el personal requiere salir del área de trabajo, previo a reintegrarse, debe lavarse nuevamente las manos.

Selección de tomate rojo

Se deben seleccionar los tomates rojos libres de daños por enfermedades y plagas. Además, estos deben encontrarse en un grado 6 de maduración en donde más del 90% del fruto sea de color rojo (Grierson y Kader, 1986) con firmeza nivel D y E identificados como suaves y muy maduros, utilizados para cocinar (Batu, 2004), lo anterior se determina sólo con la compresión con los dedos.

Lavado y desinfectado

En un recipiente con suficiente agua usar una esponja para lavar cada uno de los tomates rojos (no usar detergentes) (Administración de alimentos y medicamentos [FDA] 2023). Para desinfectar, por cada litro de agua colocar 5 mililitros de cloro, sumergir los tomates rojos durante 5 minutos y enjuagar en agua corriente. Por último, se deben secar con una toalla limpia, se pesan y se anota ese dato para su uso posterior.

Se recomienda utilizar esta agua para lavar los utensilios de procesamiento, de esa manera se ahorra agua.

Pelado

Manual. Para separar la piel del tomate rojo de la pulpa, se cortan con un cuchillo por la mitad los tomates rojos sobre una tabla para cortar. Cada parte del tomate rojo se comprime con los dedos, sobre un recipiente, como si se exprimiera un limón hasta obtener la piel de los tomates rojos y se colocan sobre un colador y se dejan ahí hasta que se les escurra el agua, o puede utilizar una centrifuga para eliminar el exceso de agua.

Si requiere separar las semillas de la pulpa del tomate rojo, puede licuarla esta pulpa con un poco de agua y verter agua sobre el colador para obtener residuo de pulpa molida con semillas. Este residuo se coloca en un recipiente y se le coloca suficiente agua para agitar con las manos y separar los residuos de pulpa de las semillas. Las semillas se irán al fondo del recipiente, se retira el agua hasta observar las semillas en el fondo del recipiente y se colocan en un colador para escurrir el agua. Se recomienda reutilizar el agua.

Mecánico e Industrial. Los tomates rojos se colocan en la bandeja de alimentación de la máquina despulpadora, y en un recipiente se obtiene la pulpa y en otro la piel y semillas juntas (residuo) (Cucinapro, 2025).

Para separar la piel de las semillas, se debe colocar agua al residuo, mover con las manos la mezcla (agua y residuo) para provocar la separación de piel y semillas. Con el movimiento, la piel de los tomates flotará y las semillas se irán al fondo del recipiente. Con la mano o una cuchara se recupera la piel, se cuele la mezcla para recuperar la piel restante, y se colocan sobre un colador para que se les escurra el agua. Sin colar toda la mezcla, se recuperan las semillas que se quedaron en el fondo del recipiente, se colocan en un colador para que se les escurra el agua. Este procedimiento se repite hasta separar totalmente la piel y semillas del residuo. Se recomienda reutilizar el agua utilizada para realizar este procedimiento.

Secado

Una vez que la piel de los tomates rojos se les ha escurrido el agua, se colocan sobre charolas con una separación entre ellas de al menos 10 cm, y se colocan en un deshidratador a 50 durante 8 horas. Antes de retirar la piel del tomate rojo del deshidratador, se pesa una muestra en una báscula granataria intervalos de una hora al menos tres veces. Si el peso es el mismo en cada registro, significa que ha alcanzado el peso constante de secado y está listo para retirar del deshidratador.

Almacenado

La piel seca de los tomates rojos que se obtengan en una jornada de trabajo y que no se trituren en ese momento, se pueden almacenar en un frasco color ámbar con tapa cerrado en un lugar fresco, seco, y libre de luz solar directa, el etiquetado debe tener los siguientes datos:

Epicarpio de Tomate rojo Deshidratado	
<i>Peso total:</i>	_____
<i>Fecha de procesamiento:</i>	_____
<i>Peso total de tomates rojos procesados (en kilogramos):</i>	_____
<i>Nombre de la persona que procesó:</i>	_____
<i>Pesos constantes (en miligramos) del pericarpio:</i>	_____

Triturado

La piel de los tomates rojos a triturar se pesa, se anota ese dato para su uso posterior. La piel de tomate rojo se coloca en el contenedor de un molino para triturar semillas. El tipo de molienda es nivel fino.

Tamizado

Una vez triturado el epicarpio seco, se cuela con un colador (malla de 400) o lo más fino posible con el fin de obtener un polvo (Comercial Filtration Supply, 2025). El polvo obtenido será super fino, lo que puede mejorar la retención de agua y la solubilidad (Jiang et al., 2020). Una vez hecho el tamizado, se pesa la fibra obtenida, se registra ese peso y se coloca en un frasco color ámbar con tapa y se cierra. Se coloca en un lugar fresco, seco, y libre de luz solar directa. Al frasco se le coloca una etiqueta con los siguientes datos:

Fibra de Epicarpio de Tomate rojo	
<i>Peso total:</i>	_____
<i>Fecha de procesamiento:</i>	_____
<i>Peso total de epicarpio de tomate rojo procesado:</i>	_____
<i>Nombre de la persona que procesó:</i>	_____

Encapsulado

Para el llenado manual de cápsulas se debe considerar la destreza, precisión y consistencia del operador. Además, es importante tener en cuenta las características del material a encapsular, como el tamaño y distribución de la partícula, la humedad y temperatura ya que estas pueden afectar la uniformidad del llenado. Los operadores deben seguir las indicaciones del cuidado del llenado de las cápsulas de acuerdo con las especificaciones del fabricante en cuanto al manejo y uso del equipo y cápsulas. Es fundamental monitorear el proceso de llenado de las cápsulas y hacer los ajustes necesarios para hacer las correcciones necesarias (Marçon et al., 2024).

Se describe de forma general el funcionamiento de una máquina de encapsulado manual (Fig. 14). La finalidad es mostrar la funcionalidad para encapsular la Fibra de Epicarpio de Tomate rojo.

Para encapsular, se preparan las bases con las cápsulas vacías del número 000, se acomodan las cápsulas en la base se vierte el polvo de Fibra de Epicarpio de Tomate rojo, se rellenan las cápsulas con 1 g cada cápsula.



Fig. 14 Imagen de máquina encapsuladora manual (Leadlife Technology, 2024).

Posteriormente, se colocan en la base de la encapsuladora con las tapas de las cápsulas para hacer el cierre de estas, se hace presión con ambas manos de forma uniforme y se retiran las cápsulas de las bases de la máquina de encapsulación (Fig. 15).

Se ha mostrado que este tipo de encapsulado manual por nivelamiento para dosis mayores a 20 mg es menos susceptible a fallos (De Oliveira et al., 2014).

Una vez cerradas las cápsulas se almacenan en un frasco color ámbar con una etiqueta con tapa bien cerrado, en un lugar fresco, seco, y libre de luz solar directa. Al frasco se le coloca una etiqueta con los siguientes datos:

Cápsulas de Fibra de Epicarpio de Tomate rojo	
Peso total:	_____
Cantidad de cápsulas:	_____
Peso por cápsula:	_____
Fecha de procesamiento:	_____
Nombre de la persona que procesó:	_____



Fig. 15 Proceso de encapsulado manual en la máquina encapsuladora (Traducción propia, 2025 con información de Salmue, 2025).

En la Fig. 16 se muestra el proceso para obtener Fibra de Epicarpio de Tomate rojo.

Diagrama de Proceso para obtener Fibra de Epicarpio de Tomate rojo.

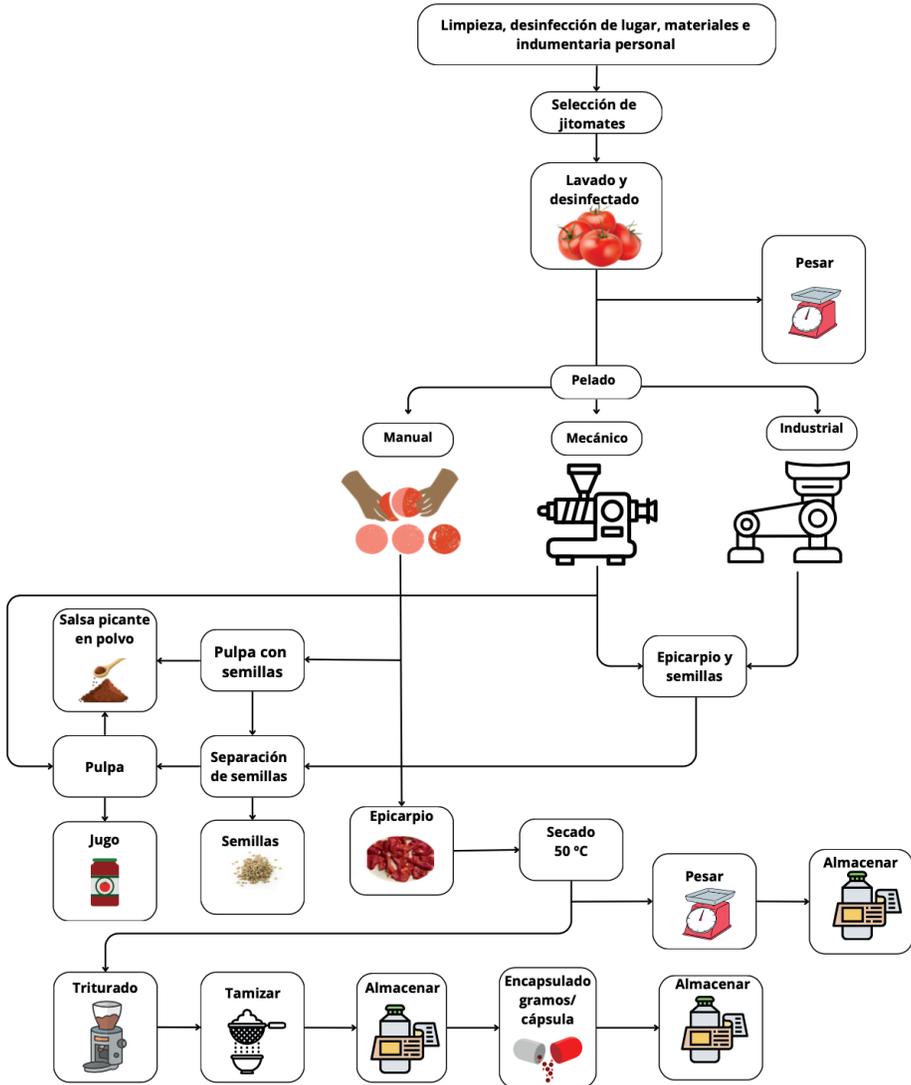


Fig. 16 Diagrama de proceso para obtener Fibra de Epicarpio de Tomate rojo de forma manual, mecánica e industrial (Elaboración propia, 2024).



S E C C I Ó N 7

DOSIFICACIÓN DE FIBRA DE EPICARPIO DE TOMATE ROJO

La Fibra de Epicarpio de tomate rojo puede proporcionar hasta el 80% de toda la fibra dietética, lo que significa que es mucho mejor que otros subproductos vegetales sobre una base de peso seco (Coelho et al., 2023).

La Fibra de Epicarpio de Tomate rojo en polvo puede consumirse directamente en forma de polvo tal y como se obtiene o bien en forma cápsulas (comprimidos ingeribles). El consumo medio de producto es de 8 a 12 g de fibra al día, repartidos entre las principales comidas (desayuno, comida y cena) (Hernández et al., 2003).

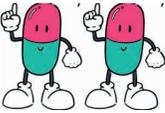
Se ha demostrado que una dosis media de 10 g/día por más de 12 semanas en promedio de fibra dietética de alimentos naturales o aislados suplementarios, da lugar a una reducción significativa de la glicemia (reducción de glucosa en sangre) en pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2. Para evitar eventos adversos abdominales en el entorno clínico, un aumento lento y gradual en la ingesta de fibra con un estrecho monitoreo de los síntomas gástricos puede ser una estrategia apropiada (Mao, 2021).

En el contexto mexicano, dado un consumo bajo de fibra se recomienda la ingesta de alimentos con alto contenido o suplementos, se insiste en que la ingesta de líquidos (1.5 a 2 litros por día) puede potenciar los efectos de la fibra en la dieta y en los suplementos (García-Zermeño y Remes-Troche, 2021).

El Cuadro 2 muestra la forma en que se deben administrar las cápsulas de Fibra de Epicarpio de Tomate rojo.

En cuanto a los beneficios de salud, la fibra de tomate rojo también tiene efecto antioxidante, ya que su epicarpio contiene licopeno (98.73–109.34 mg/100 g de fibra) y β -caroteno (27.6–31.16 mg/100 g de fibra) (Kaboré et al., 2022). Además, ayuda a prevenir enfermedades cardíacas y mejora las defensas inmunitarias contra el cáncer (Coelho et al., 2023).

Cuadro 2. Cantidad de ingesta de cápsulas por semana de Fibra de Epicarpio de Tomate rojo (Elaboración propia, 2024 con información de Hernández et al., 2003; Mao, 2021; García-Zermeño y Remes-Troche, 2021).

Fibra de Epicarpio de Tomate rojo	Cantidad ingesta de cápsulas gradual por semana			Ingerir en principales alimentos
	1-4	5-8	9-12	
				Desayuno
				Comida
				Cena
	Tomar mínimo de 1.5 a 2 litros de agua al día			

El uso de subproductos de tomate rojo como la Fibra de Epicarpio, apoya en la reducción de los costos para realizar inversiones, mejorando el impacto de la contaminación por su procesamiento. La fibra de tomate (piel del tomate rojo) puede considerarse una fuente de fibra avalada por reglamentos internacionales debido que contiene en promedio de 80% de fibra dietética total y a su alto contenido de fibra insoluble (García et al., 2010).

La Fibra de Tomate rojo puede utilizarse como ingrediente funcional para la elaboración de ingredientes alimentarios con posibles efectos de promoción de la salud, incluirlo en alimentos pobres en fibra podría contribuir en mejorar la ingesta de fibra en la población (García et al., 2010) o para mejorar la reducción de grasa en productos cárnicos (Wang et al., 2016).

Además, se ha demostrado que la vitamina A, β -caroteno y licopeno del tomate rojo tienen efecto en la capacidad reductora férrica del plasma mediante la ingesta de dos porciones de tomates rojos por día (200 g/ día) durante 8 semanas en una dieta de 1500 kcal (18% proteína, 28% grasas y 54% carbohidratos) puede mejorar los síndromes metabólicos como colesterol, triglicéridos, presión arterial sistólica y azúcar en la sangre, y colesterol de lipoproteínas de alta densidad y biomarcadores antioxidantes en mujeres posmenopáusicas con sobrepeso (Chen y Chien, 2024) (Fig. 14).

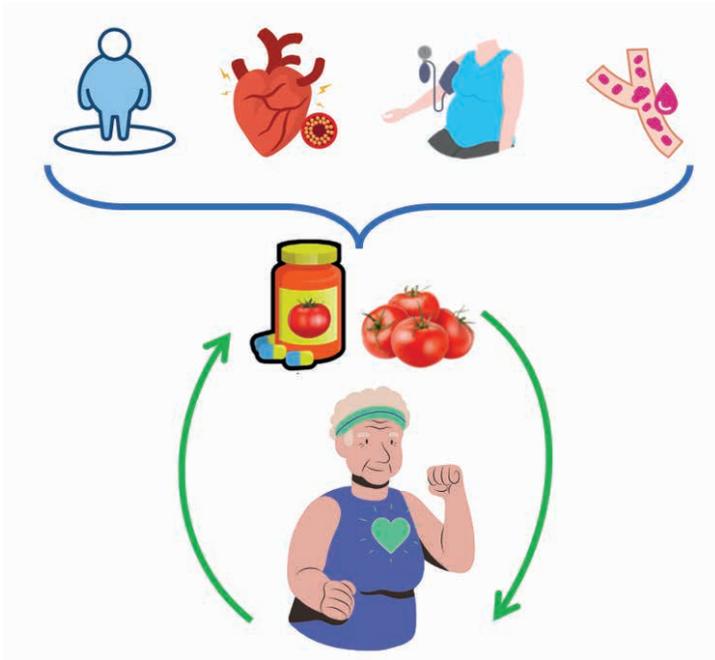


Fig. 14 Beneficios del tomate rojo y su fibra de epicarpio para salud humana (Elaboración propia, 2025 con información de Chen y Chien (2024); Mao, 2021; García et al., 2010).



SECCIÓN 8

ANEXOS

Anexo 1. Lista de materiales, precios de diciembre 2024.

Material	Cantidad	Lugar	Inversión pesos mexicanos MXN
Charolas de metal	8	BA	95
Encapsulador manual (100 cápsulas)	1	Amazon	500
Cápsulas vacías (500 piezas)	1	Amazon	500
Jabón en polvo (kg)	1	Bodega Aurrera	39
Desinfectante (L)	1	Bodega Aurrera	14
Coladera	1	Bodega Aurrera	250
Pala de madera	1	Bodega Aurrera	21
Espátula silicón	1	Bodega Aurrera	20
Cuchillo	1	Bodega Aurrera	85
Cubre boca	200	Mercado Libre	199
Cofia	10	Mercado Libre	450
Bata	1	Mercado Libre	300
Báscula gramera	1	Amazon	279
Tina de plástico (17 L)	2	Walmart/Costco	168
Guantes de látex o nitrilo	6	Costco	269
Tabla para cortar	1	Bodega Aurrera	36
Tarros ámbar	6	Amazon	620
Cuaderno	1	Bodega Aurrera	30
Lápiz	8	Bodega Aurrera	35
Sanitas	2000	Artículos de limpieza DOGO	245
Trapos para limpiar	2	Bodega Aurrera	20
Atomizador	1	Artículos de limpieza DOGO	45
Inversiones materiales			4,221

Anexo 2. Lista de equipos, precios de diciembre 2024.

Equipo	Cantidad	Lugar	Precio pesos mexicanos MXN	
			Inversión Semi-industrial	Inversión Doméstica
Horno eléctrico con capacidad de 15-25 kg /Deshidratador con capacidad de 6 Kg	1	Amazon	22,692	1,200
Molinillo eléctrico 700 g/ Molino café 100 g	1	Amazon	3,072	850
Báscula digital con capacidad de 20 Kg.	1	ML	660	No aplica
Centrífuga básica, manual	1	Costco	450	No aplica
Mesa de trabajo	1	ML	3,000	No aplica
Inversión equipo Semi-industrial/Doméstico			29,878	2,050
Inversiones materiales			4,221	Usos materiales propios
Total, inversión Equipo y materiales Semi-industrial/Doméstica			34,099	2,050

Anexo 3. Inversión Total Semi-Industrial y Doméstica (Materiales, Equipos y Tomate rojo)

Producción de Fibra de Epicarpio de Tomate rojo para Dosis 10 g/día durante 8 semanas		Total inversión	
Tomate rojo	Epicarpio seco	Semi-industrial	Doméstica
80 kg	600 g (aproximadamente)	34,099	2,050
\$20 pesos promedio septiembre -octubre en el mercado nacional (SADER, 2024) / \$10 pesos si se considera tomate rojo no comercial		1,600	800
Total, Inversión inicial (Materiales, equipo y tomate rojo)		35,699	2,850
A esto se deben sumar los Gastos variables que se originan durante todo el proceso de producción (energía, agua, combustible, sueldos, etc.)			

Anexo 4. Planilla de registro de tiempos de peso de tomate rojo, epicarpio deshidratado de tomate rojo

Producto	Pesos	°C	Tiempo
Tomate rojo (sólo pesos en Kg)			
Epicarpio de tomate rojo			
Fibra de Epicarpio de Tomate rojo			

Anexo 5. Costos de producción y rendimiento de epicarpio de tomate rojo para determinar precio final de la fibra de epicarpio de tomate rojo

Material, Equipo, Tomate rojo y Gastos variable (energía, agua, combustible, sueldos, etc.)	Cantidades	Costo	Precio pesos mexicanos MXN
Costo total material perecedero			

Nota. Los precios deben indicar la información de la fecha de cotización y lugar para determinar un precio adecuado de la Fibra de Epicarpio de Tomate rojo.

REFERENCIAS

Administración de alimentos y medicamentos (FDA). (julio de 2023). *Hechos sobre alimentos: Frutas y verduras frescas. Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos*. <https://www.fda.gov/media/83235/download>

Ávila, A. (2005). *Manual de manejo higiénico de los alimentos* [Archivo PDF]. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/7501/manual-de-manejo-higienico-de-alimentos.pdf>

Batu, A. (2004). Determination of acceptable firmness and colour values of tomatoes. *Journal of Food Engineering*, 61(3), 471–475. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(03\)00141-9](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(03)00141-9)

BBC. (2019, agosto 15). *Qué son los flavonoides, por qué son buenos y en qué alimentos los puedes encontrar*. BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-49347782>

Bakhtiari, M., Panahi, Y., Ameli, J., & Darvishi, B. (2017). Protective effects of flavonoids against Alzheimer's disease-related neural dysfunctions. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 93, 218–229. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.06.010>

Campos, L. G. (2020). *Extracción y caracterización de licopeno mediante ultrasonido de alta intensidad y tecnología verde a partir de desechos de tomate (Solanum Lycopersicum)* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo]. <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/handle/231104/3821>

Canene-Adams, K., Campbell, J. K., Zaripheh, S., Jeffery, E. H., & Erdman Jr, J. W. (2005). The tomato as a functional food. *The Journal of Nutrition*, 135 (5) 1226-1230. <https://doi.org/10.1093/jn/135.5.1226>

Coelho, M. C., Rodrigues, A. S., Teixeira, J. A., & Pintado, M. E. (2023). Integral valorisation of tomato by-products towards bioactive compounds recovery: *Human health benefits*. *Food Chemistry*, 410, 135319. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.135319>

Cofan, P. M. (2014). Mecanismos básicos. Absorción y excreción de colesterol y otros esteroides. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis*, 26(1), 41–47. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arteri.2013.10.008>

Comercial Filtration Supply. (30 de enero 2025). *Wye Strainer Mesh and Screen Sizing Guide*. <https://www-commercialfiltrationsupply-com.translate.google/education/wye-strainer-mesh-and-screen-sizing-guide.html>

REFERENCIAS

Cucinapro. (30 enero de 2025). *Cucinapro tomato strainer – easily juices*. https://cucinapro.com/products/tomato-strainer?_pos=1&_sid=dd5bf2029&_ss=r

Cuevas-Ramos, D., Almeda-Valdés, P., Chávez-Manzanera, E., Meza-Arana, C. E., Brito-Córdova, G., Mehta, R., Pérez-Méndez, O., & Gómez-Pérez, F. J. (2013). Effect of tomato consumption on high-density lipoprotein cholesterol level: a randomized, single-blinded, controlled clinical trial. *Diabetes, metabolic syndrome and obesity: targets and therapy*, 6, 263–273. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S48858>

Chen, C.-Y., & Chien, Y.-W. (2024). Fresh tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in the diet improves the features of the metabolic syndrome: A randomized study in postmenopausal women. *Biology*, 13(8), 588. <https://doi.org/10.3390/biology13080588>

Codex Alimentarius. (2010). Guidelines on nutrition labelling CAC/GL 2-1985. FAO. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXG%2B2-1985%252FCXG_002e.pdf

Das, S., Otani, H., Maulik, N., & Das, D. K. (2005). Lycopene, tomatoes, and coronary heart disease. *Free Radical Research*, 39(4), 449–455. <https://doi.org/10.1080/10715760500053685>

de Oliveira, A. E., Hoffmann, C. L., da Costa, M. P., & Block, L. C. (2014). Análise e validação do procedimento de manipulação de cápsulas por encapsulamento manual por nivelamento. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, 35(1), 59–65. <https://rcfba.fcfar.unesp.br/index.php/ojs/article/view/156/154>

Elbadrawy, E., & Sello, A. (2016). Evaluation of nutritional value and antioxidant activity of tomato peel extracts. *Arabian Journal of Chemistry*, 9, S1010–S1018. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2011.11.011>

García, H. P., Sánchez-Mata, M. C., & Cámara, M. (2010). Nutritional characterization of tomato fiber as a useful ingredient for food industry. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(4), 707–711. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2010.07.005>

García-Zermeño, K. R., & Remes-Troche, J. M. (2021). Fibra en los trastornos de la interacción intestino-cerebro. *NeuroGastroLatam Review*, 5(3) 154-169. <https://doi.org/10.24875/NGL.21000010>

REFERENCIAS

Grierson, A., & Kader, A. (1986). Fruit ripening and quality. In J. Atherton & J. Rudich (Eds.), *The tomato crop* (pp. 241–280). Chapman and Hall Ltd.

He, Y., Wang, B., Wen, L., Wang, F., Yu, H., Chen, D., Su, X. & Zhang, C. (2022). Effects of dietary fiber on human health. *Food Science and Human Wellness*, 11(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2021.07.001>

Hernández, M. T., Lozano, M., Montero de Espinosa, V., Bernalte, M. J., Sabio, E., Castro, F. J., & Gervasini, C. (2000). Nuevo producto a base de fibra de tomate, procedimiento para su preparación y aplicaciones. Junta de Extremadura. Patente española P200001264.

INEGI. (2021). Estadísticas a propósito del día mundial de la diabetes (14 de noviembre). https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2021/EAP_Diabetes2021.pdf

INEGI. (2024). Estadísticas de defunciones registradas (EDR). https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2025/edr/edr2024_en-jun.pdf

Jiang, G., Wu, Z., Ameer, K., et al. (2020). Tamaño de partícula de la fibra dietética insoluble de ginseng (*Panax ginseng* Meyer) y su efecto sobre las propiedades fisicoquímicas y las actividades antioxidantes. *Applied Biological Chemistry*, 63, 70. <https://doi.org/10.1186/s13765-020-00558-2>

Kaboré, K., Konaté, K., Bazié, D., Dakuyo, R., Sanou, A., Sama, H., et al. (2022). Effects of growing zones on nutritional and bioactive compounds of by-products of two tomato cultivars. *Journal of Agriculture and Food Research*, 10, 100414. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100414>

Lara-Espinoza, C., Carvajal-Millán, E., Balandrán-Quintana, R., López-Franco, Y., & Rascón-Chu, A. (2018). Pectin and pectin-based composite materials: Beyond food texture. *Molecules*, 23(4), 942. <https://doi.org/10.3390/molecules23040942>

Lattimer, J. M., & Haub, M. D. (2010). Effects of dietary fiber and its components on metabolic health. *Nutrients*, 2(12), 1266–1289. <https://doi.org/10.3390/nu2121266>

Leadlife Technology. (2024). LEADLIFE Máquina de llenado de cápsulas tamaño 000. <https://a.co/d/gJJCWg6>

REFERENCIAS

Mao, T., Huang, F., Zhu, X., Wei, D., & Chen, L. (2021). Effects of dietary fiber on glycemic control and insulin sensitivity in patients with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Functional Foods*, *82*, 104500. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104500>

Marçon, F., Lagarce, F., Roland, I., Brossard, D., Merienne, C., Chennell, P., & Crauste-Manciet, S. (2024). Recommendations on training objectives and staff qualification for the manual preparation of capsules in pharmacy. *Pharmaceutical Technology in Hospital Pharmacy*, *9*(1), 20230013. <https://doi.org/10.1515/pthp-2023-0013>

Marzocco, S., Singla, R. K., & Capasso, A. (2021). Multifaceted effects of lycopene: A boulevard to the multitarget-based treatment for cancer. *Molecules*, *26*(17), 5333. <https://doi.org/10.3390/molecules26175333>

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>

National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. (2019). *Aminoácido*. <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Aminoacido>

National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. (2021). *Instituto Nacional de Cáncer*. National Human Genome Research Institute. <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/naturaleza/que-es>

National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. (2022). *Pruebas y diagnóstico de la diabetes*. <https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/diabetes/informacion-general/pruebas-diagnostico>

National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. (2023). *¿Qué es la diabetes?*. <https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/diabetes/informacion-general/que-es>

National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. (2024a). *Licopeno*. Diccionario del Cáncer del Instituto Nacional del Cáncer. <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/licopeno>

REFERENCIAS

National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. (2024b). *Metabolito*. Diccionario del Cáncer del Instituto Nacional del Cáncer. <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/metabolito>

Organización Mundial de la Salud. (2021). Enfermedades cardiovasculares. Organización Mundial de la Salud. https://www.who.int/es/health-topics/cardiovascular-diseases#tab=tab_1

Prado, S. do Santos, G., Mourão, P., & Fabi, J. (2019). Chelate-soluble pectin fraction from papaya pulp interacts with galectin-3 and inhibits colon cancer cell proliferation. *International Journal of Biological Macromolecules*, 126, 170–178. <https://doi.org/10.1016/j.ijbmac.2018.12.191>

Procuraduría Federal del Consumidor. (2022). *14 de noviembre día mundial de la diabetes*. <https://www.gob.mx/profecoco/documentos/14-de-noviembre-dia-mundial-de-la-diabetes-319474?state=published>

Revilla Flores, E. M. (2020). Especies reactivas de oxígeno, importancia e implicación patológica. *Revista Científica de Ciencias Médicas*, 24(2), 125–131. <https://doi.org/10.51581/rccm.v24i2.401>

Rossini, G., Toscano, G., Duca, D., Corinaldesi, F., Foppa Pedretti, E., & Riva, G. (2013). Analysis of the characteristics of the tomato manufacturing residues finalized to the energy recovery. *Biomass and Bioenergy*, 51, 177–182. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.01.018>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (octubre 2024). *Seguimiento diario de precios del sector primario*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/950452/precios_11_de_octubre_de_2024.pdf

Salmue. (2025). *Llenadora manual máquina de llenado 100 agujeros*. https://www.amazon.com.mx/Cápsulas-Herramienta-Separadora-Cosméticas-Vitaminas/dp/B0BB9FT-V3M?ref_=ast_slp_dp

Saxena, A., Lakshmi, J., Bhattacharjya, R., Singh, P. K., Mishra, B., & Tiwari, A. (2023). *The role of antioxidant enzymes in diatoms and their therapeutic role*. In Marine Antioxidants (pp. 89–118). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95086-2.00019-9>

REFERENCIAS

Secretaría de Salud. (2021). *Atención oportuna, fundamental para prevenir y atender enfermedades cardiovasculares*. <https://www.gob.mx/salud/es/articulos/atencion-oportuna-fundamental-para-prevenir-y-atender-enfermedades-cardiovasculares?idiom=es>

Shidfar, F., Froghifar, N., Vafa, M., Rajab, A., Hosseini, S., Shidfar, S., & Gohari, M. (2011). The effects of tomato consumption on serum glucose, apolipoprotein B, apolipoprotein AI, homocysteine and blood pressure in type 2 diabetic patients. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62(3), 289–294. <https://doi.org/10.3109/09637486.2010.529072>

Song, X., Luo, Y., Ma, L., Hu, X., Simal-Gandara, J., Wang, L. S., & Chen, F. (Agosto 2021). Recent trends and advances in the epidemiology, synergism, and delivery system of lycopene as an anti-cancer agent. *Seminars in Cancer Biology*, 73, 331–346. <https://doi.org/10.1016/j.semcancer.2021.03.028>

Strati, I. F., & Oreopoulou, V. (2014). Recovery of carotenoids from tomato processing by-products-A review. *Food Research International*, 65, 311–321. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.09.032>.

Slavin, J. L., Savarino, V., Paredes-Diaz, A., & Fotopoulos, G. (2009). A review of the role of soluble fiber in health with specific reference to wheat dextrin. *The Journal of international medical research*, 37(1), 1–17. <https://doi.org/10.1177/147323000903700101>

Tarigan H, Marlina S, Natalia, K. and Barus, D. (6-8 November 2019). *The Impact of Tomato Juice on Reducing Blood Sugar Levels at Diabetes Mellitus Patients*, Proceedings of the International Conference on Health Informatics and Medical Application Technology. 270-277. DOI: 10.5220/0009472802700277

Torres, M. Torres, M., & Erazo A. (2022). Evaluación del rendimiento en salsa de cinco variedades de *Solanum Lycopersicum*. *Nexo Revista Científica*, 35(01), 72–81. <https://doi.org/10.5377/nexo.v35i01.13917>

Wang, Q., Xiong, Z., Li, G., Zhao, X., Wu, H. and Ren, Y. (2016), Tomato peel powder as fat replacement in low-fat sausages: Formulations with mechanically crushed powder exhibit higher stability than those with airflow ultra-micro crushed powder. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 118: 175-184. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201400579>

MANUAL DE PROCESO PARA OBTENER FIBRA DE EPICARPIO DE TOMATE ROJO

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

MANUAL DE PROCESO PARA OBTENER FIBRA DE EPICARPIO DE TOMATE ROJO

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br