

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO



Instituto de Ciencias Económico Administrativas

Área Académica de Turismo

Elaboración de un embutido cárnico crudo (Chorizo) incorporando

suero lácteo en polvo para incrementar su contenido proteico:

Caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial.

TESIS

Para obtener el título de:

Licenciada en Gastronomía

PRESENTA:

Lizeth Godínez Rivera

DIRECTOR:

E. en B. Juan Francisco Gutiérrez Rodríguez

CODIRECTORA:

Dra. Elizabeth Contreras López

Pachuca de Soto, Hidalgo, 2025



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Económico Administrativas

School of Commerce and Business Administration

OF.ICEA/AAT/LG/461/2025

MTRA. OJUKY DEL ROCÍO ISLAS MALDONADO
DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR,
P R E S E N T E.

Con fundamento en los Artículos 1° y 3° de la Ley Orgánica y el Título Quinto, Capítulo II, Artículo 114, Fracción X y XI del Estatuto General, así como en el Título Cuarto, Capítulo I, Artículos 40 y 41 del Reglamento de Titulación, ordenamientos de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, el jurado del examen recepcional ha revisado, analizado y evaluado el trabajo titulado **"ELABORACIÓN DE UN EMBUTIDO CÁRNICO CRUDO (CHORIZO) INCORPORANDO SUERO LÁCTEO EN POLVO PARA INCREMENTAR SU CONTENIDO PROTEICO: CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA Y SENSORIAL."**, presentado por el **C. LIZETH GODÍNEZ RIVERA**, con número de cuenta **420924**, de la LICENCIATURA EN GASTRONOMÍA, otorgando el voto aprobatorio para extender la presente:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Por lo que el/la sustentante deberá cubrir los requisitos de acuerdo al Reglamento de Titulación de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, en el que sustentará y defenderá el documento de referencia.

A T E N T A M E N T E

"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"

San Agustín Tlaxiaca, Hgo., a 17 de octubre de 2025

EL JURADO

DRA. ELIZABETH CONTRERAS LÓPEZ
PRESIDENTE

Juan Ramirez Godínez
DR. JUAN RAMÍREZ GODÍNEZ
SECRETARIO

E. en B. Juan Francisco Gutiérrez Rodríguez
E. EN B. JUAN FRANCISCO GUTIÉRREZ
PRIMER VOCAL

Nayeli Vélez Rivera
DRA. NAYELI VÉLEZ RIVERA
SUPLENTE



c.c.p. Coordinador de Titulación del ICEA.
Líder del Cuerpo Académico
Coordinación del programa educativo
Alumno/Egresado



Circuito la Concepción Km 2.5, Col. San Juan
Tilcuautla, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo,
México; C.P. 42160
Teléfono: 771 71 72000 Ext. 4101
icea@uaeh.edu.mx

uaeh.edu.mx



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Económico Administrativas

School of Commerce and Business Administration

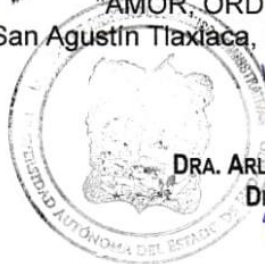
OFICIO DE INCORPORACIÓN AL REPOSITORIO DE TESIS

OF.ICEA/AAT/LG/462/2025

Mtro. Jorge E. Peña Zepeda
Director de Bibliotecas y Centro de Información
P R E S E N T E

Por medio de la presente hago constar que la tesis en formato digital titulada "Elaboración de un embutido cárnico crudo (chorizo) incorporando suero lácteo en polvo para incrementar su contenido proteico: Caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial", que presenta el pasante de la Licenciatura en Gastronomía, C. Lizeth Godínez Rivera, con número de cuenta 420924, es la versión final validada por el Comité Tutorial y cumple con el oficio de autorización de impresión, por lo que solicito su integración al repositorio institucional de tesis.

ATENTAMENTE
 "AMOR, ORDEN Y PROGRESO"
 San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, 17 de octubre 2025



DRA. ARLEN CERÓN ISLAS
DIRECTORA

Juan Ramírez Godínez

DR. JUAN RAMÍREZ GODÍNEZ

COORDINADOR DE LA LICENCIATURA EN GASTRONOMÍA

C. LIZETH GODÍNEZ RIVERA
AUTOR

Circuito la Concepción Km 2.5, Col. San Juan
 Tilcuaútl, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo,
 México; C.P. 42160
 Teléfono: 771 71 72000 Ext. 4101
 icea@uaeh.edu.mx



DEDICATORIA

A mis padres, por estar a mi lado en cada etapa de mi camino hacia el crecimiento personal y profesional brindándome siempre su confianza, amor y apoyo incondicional en cada una de mis decisiones. Por ser mi mayor soporte e inspiración.

A mí, por el esfuerzo y dedicación que he puesto en cada etapa de mi trayectoria académica, siendo este logro el reflejo de mi compromiso y perseverancia.

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis, el E. en B. Juan Francisco Gutiérrez Rodríguez por su acompañamiento en cada línea de este proyecto y ser una guía en cada proceso de aprendizaje compartiéndome sus conocimientos y experiencia. Gracias por el tiempo, la dedicación y la confianza que depositó en mí.

A la Dra. Elizabeth Contreras López y a la Dra. Nayeli Vélez Rivera, por su apoyo, orientación y valiosas aportaciones durante el desarrollo de esta investigación.

A mi hermano, quién siempre ha confiado en mí y me brindó palabras de aliento en todo momento, mostrándose siempre orgulloso de mi.

A mi amigo Alexander por brindarme su apoyo incondicional en la realización de diversas pruebas para la ejecución de este proyecto, así como por compartirme sus conocimientos y valiosos consejos.

Al pequeño ser que estuvo conmigo y me acompañó en cada noche de desvelo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
INTRODUCCIÓN	8
OBJETIVO GENERAL	9
OBJETIVOS ESPECIFICOS	9
ANTECEDENTES	10
1. Industria cárnica.....	10
1.1 El consumo de carne en la prehistoria.....	10
1.2 Historia de los embutidos	11
1.3 Consumo de embutidos y carne en la actualidad.....	12
1.4 Clasificación de los productos cárnicos	13
2. Embutidos	15
2.1 Chorizo.....	16
2.2 Materias primas usadas para la elaboración de un embutido	16
2.2.1 Materias primas básicas.....	17
2.2.2 Sustancias curantes.....	17
2.3 Factores que influyen en la calidad de un embutido	19
3. Medidas sanitarias para la elaboración de embutidos	20
3.1 Microorganismos que pueden estar presentes en un chorizo	21
4. Leche	22
4.1 Derivados de la leche	23
5. Queso	24
5.1 Historia del queso.....	25
6. Lactosuero	26
6.1 Composición.....	26
6.2 Tipos de suero lácteo	28
6.3 Suero lácteo en polvo	28
6.4 Problemática generada por el desperdicio de suero lácteo.....	30
7. El suero lácteo y la industria cárnica	31
8. MATERIALES Y MÉTODOS	33
8.1 Materiales.....	33
8.1.1 Muestras	33

8.1.2 Equipo e instrumentos.....	34
8.2 Métodos	35
8.2.1 Caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial de las formulaciones desarrolladas	35
9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	42
10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
10.1 Caracterización del chorizo adicionado con suero lácteo.....	43
10.1.1 Caracterización fisicoquímica.....	43
10.1.2 Caracterización microbiológica.....	49
10.1.3 Caracterización sensorial	55
11. CONCLUSIÓN	58
12. REFERENCIAS	59
13. ANEXOS.....	68
Anexo 1. Cuestionario utilizado para realizar la prueba de ordenamiento	68
Anexo 2. Totales de rangos requeridos para significancia al nivel del 5%.....	69
Anexo 3. Comentarios registrados de los jueces en la prueba sensorial de ordenamiento.	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los productos cárnicos	14
Tabla 2. Factores de riesgo que pueden alterar la calidad de un embutido.....	19
Tabla 3. Microorganismos patógenos presentes en un chorizo	22
Tabla 4. Composición química promedio de la leche	23
Tabla 5. Valor nutricional del suero lácteo.....	27
Tabla 6. Valor nutricional del suero lácteo en polvo	29
Tabla 7. Ingredientes utilizados para la elaboración de un embutido cárnico crudo adicionado con suero lácteo	34
Tabla 8. Análisis proximal de las formulaciones de chorizo adicionado con suero lácteo.....	43
Tabla 9. Cuantificación de bacterias mesófilas aerobias, mohos y levaduras, así como coliformes totales en formulaciones de chorizo adicionado con suero lácteo en polvo.....	49
Tabla 10. Resultados de análisis sensorial mediante la prueba de ordenamiento de la intensidad de sabor a chorizo	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de los derivados lácteos	24
--	----

RESUMEN

En México, la producción de queso genera más 5 millones de toneladas de suero lácteo al año, subproducto que suele ser considerado desecho y representa un problema ambiental. Con el fin de aprovecharlo, se evaluó su incorporación como componente funcional en seis formulaciones de chorizo con distintos porcentajes de suero lácteo.

Se realizó un análisis fisicoquímico, microbiológico y sensorial en donde se estudiaron valores de ceniza, grasa, humedad y proteína; así como un análisis microbiológico el cual cuantificó bacterias mesófilas aerobias, coliformes totales, mohos y levaduras, así como un análisis sensorial mediante una prueba de ordenamiento realizada a un panel de 19 jueces.

Los resultados mostraron que la adición de suero lácteo influye significativamente en el contenido proteico siendo la muestra con un 40% de suero lácteo la que presentó el valor más alto alcanzando un 23.05%, mientras que la muestra sin la adición registró solo un 8.66 %.

El análisis microbiológico confirmó que el chorizo adicionado con suero lácteo es apto para el consumo humano al encontrarse dentro de los límites establecidos por la normativa mexicana. Finalmente, el análisis sensorial indicó una buena aceptación de todas las muestras, apreciándose un sabor tradicional y un toque dulce atribuido al lactosuero.

INTRODUCCIÓN

México es uno de los principales productores de queso a nivel mundial, con una producción anual que supera las 600 toneladas de diversas variedades (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2023). Sin embargo, su elaboración genera grandes cantidades de suero lácteo como principal residuo. Se estima que entre el 85 % y el 90 % de la leche utilizada en la producción de queso se convierte en suero (Campoverde, 2023), el cual, en muchos casos, es desechado de manera inadecuada, causando graves problemas de contaminación en el agua y el suelo (Hernández et al., 2022).

En la actualidad, se ha puesto mayor énfasis en la revalorización del suero lácteo, al contener más de la mitad de los sólidos presentes en la leche, incluidos aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales (Hernández et al., 2024). Debido a su alto valor nutricional, este subproducto aporta aproximadamente el 25 % de las proteínas de la leche, destacándose la presencia de α -lactoalbúmina y β -lactoglobulina (Poveda, 2013). Además, el lactosuero posee propiedades funcionales que lo hacen ser un producto aprovechable en la industria alimentaria, ya que mejora la textura de los productos y aporta un mayor valor nutricional (Sánchez y Villalba, 2024).

Por otra parte, México es también un importante productor y consumidor de carne de cerdo, que, al igual que el suero lácteo, es una fuente rica en aminoácidos, vitaminas y minerales esenciales para el desarrollo humano por lo que es considerada parte primordial de una dieta sana y equilibrada (Gobierno de México, 2020). Según el Consejo Mexicano de la carne (2024), un alto porcentaje de esta producción se destina a la elaboración de embutidos.

Es por ello, que el objetivo de la presente investigación es elaborar un embutido cárnico crudo adicionado con suero lácteo, con el fin de revalorizar este subproducto combinando sus propiedades funcionales con los valores nutricionales de la carne de cerdo. Asimismo, se busca determinar las características fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales y, especialmente, el contenido proteico de este producto cárnico.

OBJETIVO GENERAL

Elaborar un embutido cárnico crudo (chorizo) incorporando suero lácteo en polvo para incrementar su contenido proteico analizando sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Utilizar suero lácteo en polvo obtenido de la producción de queso para la elaboración de un embutido cárnico crudo.
- Desarrollar diferentes formulaciones de chorizo utilizando suero lácteo para el análisis de sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales.
- Aplicar una prueba sensorial de ordenamiento para evaluar la intensidad de sabor de las seis formulaciones y su aceptación entre los consumidores.

ANTECEDENTES

1. Industria cárnica

1.1 El consumo de carne en la prehistoria

La carne ha formado parte de la dieta humana desde hace millones de años, los hallazgos arqueológicos sugieren que el consumo de carne tuvo sus inicios en el canibalismo y la carroña hace 4 millones de años. (Pérez et al., 2020). La dieta de los primates iniciales se abastecía a base de frutas, semillas, pasto, tubérculos e ingiriendo restos de animales obtenidos a través del carroñeo, es decir, que habían sido devorados por algún depredador (Pérez et al., 2020). Más tarde, debido a la necesidad de conseguir más alimento para los pobladores se dio origen a la caza (Segura, 2023) siendo éste el primer contacto natural entre el hombre y los animales (Puharich y Travers, 2019), obteniendo además de carne la posibilidad de abastecerse de pieles para vestirse y huesos que les permitían fabricar instrumentos de caza y defensa tales como las lanzas y flechas (Segura, 2023).

Años más tarde, se dio paso a uno de los más grandes descubrimientos en la historia; el fuego, el cual además de brindar luz y calor, les otorgaba la posibilidad de cocinar los alimentos que la caza les proporcionaba en abundancia, volviendo así más digerible a la carne y eliminando las bacterias que contenía, ya que consumir carne cruda representaba un continuo riesgo de envenenamiento por descomposición, provocando la muerte de decenas de habitantes (Segura, 2023). Más tarde, comenzó la domesticación de animales, permitiendo así al ser humano el control de los animales que solían cazar para posteriormente consumir; siendo esta manera como los seres antepasados dieron paso a la evolución de la industria cárnica (Puharich y Travers, 2019).

1.2 Historia de los embutidos

En la prehistoria, el ser humano se vio en la necesidad de conservar de alguna manera la carne sobrante del sacrificio de un animal, es por ello que se implementaron diversas técnicas que conservación, empezando por secarla al sol, envolverlas en grasa y con el descubrimiento del fuego se les podía dar una cocción (Peñaherrera, 2018).

El origen de la aparición de los productos cárnicos es antiquísimo, pero probablemente ocurrió cuando la humanidad descubrió la sal como un elemento conservador (Chavez et al., 2015), teniendo como base que los antepasados además de comerse la carne del animal, solían comerse los restos que quedaban pegados al hueso, así como sobrantes y vísceras, lo cuál de la misma manera esparcían con sal y alargaban su tiempo de vida (Segura, 2023).

El Centro de Estudios Agropecuarios (2018) menciona que algunos historiadores creen que los embutidos fueron inventados hace 5000 años y eran el platillo favorito en las fiestas de las cortes reales de Grecia, Italia y Babilonia, asimismo se cree que éstos fueron inventados debido a una mezcla de diversos ingredientes tales como especias, condimentos, grasa y carne principalmente, con el objetivo de conseguir nuevos sabores y, sobre todo, conservar el producto cárnico (Centro de Estudios Agropecuarios, 2018).

De acuerdo a diversos escritos, el origen exacto de los embutidos es desconocido, sin embargo, se tiene registros de que en algunas obras literarias en Grecia se hace referencia al jamón, tocino y a la morcilla; además en Roma se preparaban diversos tipos de embutidos tales como los “botellos” y las salchichas, asimismo implementaron un sistema de matanza diferente a los sacrificios religiosos, dando paso a la creación del oficio de carnicero (Rodriguez, 2022).

Años más tarde, con la llegada de la Revolución Industrial el sector cárnico se vio ampliamente beneficiado permitiendo el desarrollo de nuevos productos y la mejora de los ya existentes, a

partir de las técnicas más tradicionales, centrándose en la calidad higiénico-sanitaria y sensorial del producto (Segura, 2023).

1.3 Consumo de embutidos y carne en la actualidad

Los embutidos listos para el consumo son alimentos de gran aceptación por sus atributos organolépticos y practicidad de consumo.

De acuerdo a datos recabados por el Consejo Mexicano de la Carne, dentro de los productos de este tipo más consumidos por los mexicanos se encuentran las salchichas, las cuales representan aproximadamente 50% de la producción total de carnes frías, así como los jamones elaborados a partir de carnes rojas que representan el 22% de la producción, finalizando con otros embutidos como longaniza, chorizo y tocino con un 28% (Consejo Mexicano de la Carne, 2024).

En México, el consumo per cápita de estos productos va en aumento, ya que se estima que, en el año 2014, se consumían 6.9 kg por persona, mientras que para el 2018 la cifra aumentó a 8.1 kg (Jimenez et al., 2021), de acuerdo a datos recabados por el Consejo Mexicano de la Carne se estima que el consumo per cápita de carnes frías en México es de aproximadamente 8 kg al año, por lo cual reveló que en los primeros meses del 2020 se consumió un 2.4% más que en el mismo periodo de 2022, principalmente gracias a la producción de embutidos como las salchichas, tocino, chorizo, longaniza y jamón (Consejo Mexicano de la Carne, 2024).

Este tipo de alimentos son de los productos más populares dentro de la industria alimentaria, gracias a su bajo costo, practicidad (ya que son alimentos que fácil y rápidamente se pueden cocinar) e incluso por su facilidad de manipulación y almacenaje. Es debido a esta alta demanda que actualmente la industria cárnica en México se ha encargado de la producción de diversos embutidos principalmente jamón y salchicha que contengan propiedades benéficas para la salud

de los consumidores disminuyendo principalmente la cantidad de aditivos, conservadores y sodio, convirtiéndolos en alimentos más saludables (Gameros et al., 2017).

De la misma manera, la carne de cerdo (ingrediente principal para elaborar embutidos) es uno de los productos más consumidos por los mexicanos, de acuerdo a el Consejo Mexicano de la carne (2023) al finalizar el primer semestre de 2023, el consumo de carne de cerdo por la población mexicana alcanzó 4 millones 946 mil toneladas, el cual resultó 4.4% mayor al observado en mismo lapso del año anterior, de la cual alrededor del 10% fue utilizado para la elaboración de embutidos (Castillo, 2023).

Es gracias a esto, que hoy en día, la industria cárnica nacional se ha consolidado como uno de los pilares del sector agropecuario y ha garantizado el abasto oportuno de proteína animal a la población (secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2023).

1.4 Clasificación de los productos cárnicos

La Norma Oficial Mexicana NOM-213-SSA1-2018, *Productos y servicios. Productos cárnicos procesados y los establecimientos dedicados a su proceso* define como producto cárnico procesado a aquellos elaborados con carne, vísceras, grasa, partes comestibles, provenientes de mamíferos o aves, con la adición o no de otros ingredientes o aditivos, que pueden someterse a procesos de ahumado, cocción, curación, desecación, maduración, salado, marinado, entre otros.

La *Tabla 1* muestra la clasificación, definición y ejemplos de los productos cárnicos de acuerdo a la NOM-213-SSA1-2018.

Tabla 1. Clasificación de los productos cárnicos

Producto	Definición	Ejemplos
Productos cárnicos cocidos.	Productos procesados que son sometidos a proceso térmico.	Salchicha, morcilla.
Producto cárnico cocido listo para el consumo.	Productos sometidos a un tratamiento térmico para alcanzar una temperatura de 70°C en su centro térmico.	Jamón cocido, salchichas cocidas o en salmuera, mortadelas y patés.
Productos cárnicos crudos.	Productos procesados que no son sometidos a un tratamiento térmico.	Salchichas tipo Viena.
Productos cárnicos crudos listos para consumo.	Productos procesados crudos sometidos a un proceso de maduración o secado que garanticen la inocuidad del producto.	Jamón serrano, carnes secas, pepperonni.
Productos cárnicos crudos no listos para el consumo humano.	Productos procesados crudos que requieren un tratamiento térmico previo a su consumo.	Arracheras marinadas, hamburguesas crudas, chorizos, longanizas.
Productos cárnicos curados.	Productos a los que se agregan sal, nitratos y/o nitritos.	Jamón ahumado, salami, jamón cocido.
Productos cárnicos desecados, secos o salados.	Productos que son sometidos a reducción de la humedad por medio de aire, calor o sal.	Carne deshidratada.
Productos cárnicos precocidos.	Productos procesados que son sometidos a un tratamiento térmico que no garantiza la inocuidad.	Nuggets, pechugas precocidas, alitas precocidas.
Productos cárnicos madurados.	Productos sometidos crudos a deshidratación parcial y a un conjunto de procesos microbiológicos, químicos, físicos y enzimáticos.	jamón serrano, salami y salchichón.
Productos cárnicos procesados.	Productos elaborados con carne, vísceras, grasa, partes comestibles con la adición o no de otros ingredientes o aditivos, que pueden someterse a procesos de ahumado, cocción, curación, desecación, maduración, salado, marinado, entre otros.	Salchichón, tocineta, mortadela, jamón cocido, queso de puerco, etc.

Obtenido de NOM-213-SSA1-2018

Los embutidos crudos poseen una gran importancia dentro de la alimentación humana ya que proporcionan una fuente de proteínas en la dieta humana (Centro de Estudios Agropecuarios, 2018). Los embutidos crudos son productos cárnicos cuya manufactura, en general, involucra la fragmentación de la carne, el sazonado, el mezclado y finalmente el embutido en fundas o tripas y pueden contener ingredientes no cárnicos tales como: agua, sales, nitratos y nitritos, agentes reductores, azúcares, fosfatos, antioxidantes, agentes extensores y aglutinantes y diferentes especias (Redondo et al., 2023).

2. Embutidos

La OMS y Altamirano et al., (2020) consideran como embutido a cualquier tipo de carne que ha sido transformada con salazón, curado, fermentado, ahumado u otros procesos para mejorar el sabor y preservar el alimento, mientras que para el Centro de Estudios Agropecuarios (2018) los productos cárnicos son aquellos que se elaboran a base de carne precedente de alguna especie de animal, con o sin grasa, picada, adicionada con condimentos, especias y aditivos.

Actualmente los embutidos son un producto muy popular dentro de la gastronomía mexicana, ya que éstos suelen ser utilizados en una gran variedad de platillos aportando cualidades y sabores característicos a las distintas preparaciones que se realizan con éstos (Altamirano et al., 2020).

De acuerdo a Suárez (2020) en nuestro país, el consumo de embutidos se ha popularizado en la mesa de los mexicanos debido a que son alimentos prácticos para cocinar, accesibles para la gran mayoría de las familias, con gran variedad de sabores, combinaciones y presentaciones que se adaptan a cualquier gusto, estilo de vida y capacidad adquisitiva, teniendo un consumo per cápita aproximado de 8 kg anuales (Suárez, 2020).

2.1 Chorizo

Dentro de los embutidos más populares y extendidos en toda Latinoamérica destaca el chorizo, el cual es un producto cárnico crudo que se elabora a partir de una mezcla de carne y grasa de cerdo troceadas, adicionada con sales tales como el cloruro de sodio, nitritos, nitratos y otros aditivos alimentarios permitidos (Becerril et al., 2019). Existen diferentes clases y técnicas de elaboración, sin embargo, los condimentos comunes son sal, ajo y especias (Perez et al., 2020).

El chorizo es uno de los productos alimenticios más consumidos en México, lo que lo convierte en un platillo tradicional dentro de la gastronomía nacional (Vanoye et al., 2022). Debido a su alta demanda, el país se posiciona como un importante productor y consumidor de chorizo, tanto en su versión industrial como artesanal (Cruz et al., 2022). Según datos del *Compendio Estadístico 2024* del Consejo Mexicano de la Carne, la producción de carnes frías alcanzó un total de 1 millón 162 mil toneladas, de las cuales 42 mil toneladas corresponden específicamente al chorizo (Consejo Mexicano de la carne, 2024).

2.2 Materias primas usadas para la elaboración de un embutido

Los ingredientes que conforman a un embutido se suelen dividir en dos categorías: las materias primas básicas y los aditivos. (Centro de Estudios Agropecuarios, 2018)

Las características físicas y químicas de cada uno de los insumos utilizados en la fabricación son de gran importancia ya que condicionan el proceso de elaboración y definen la calidad del producto final. (Centro de Estudios Agropecuarios, 2018)

Entre las materias primas que se utilizan para la elaboración de un producto cárnico (Chorizo) se encuentran las siguientes:

2.2.1 Materias primas básicas

2.2.1.1 Carne. La Norma Oficial Mexicana NOM-194-SSA1-2004 define a la carne como la estructura muscular proveniente de los animales que no ha sido sometida a ningún proceso que modifique de modo irreversible sus características sensoriales y fisicoquímicas.

2.2.1.2 Grasa. Materia orgánica situada en los tejidos adiposos de los animales, es rica en ácidos grasos saturados. Esta grasa se encuentra distribuida dentro del músculo, aportando jugosidad, suavidad y un sabor distintivo a la carne. (Larousse cocina, 2024)

2.2.1.3 Vísceras y despojos. La Norma Oficial Mexicana NOM-194-SSA1-2004 *Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio* define a las vísceras como a los órganos y tejidos provenientes de la cavidad torácica, abdominal, craneana y bucal de los animales.

2.2.1.4 Tripas. Membrana utilizada para embutir productos cárnicos la cual puede provenir del tracto digestivo de animales o bien, ser elaborada artificialmente; éstas permiten el desarrollo de determinadas propiedades como lo es la resistencia y la permeabilidad (Centro de Estudios Agropecuarios, 2018).

2.2.2 Sustancias curantes

Sustancias utilizadas en la mejora de la conservación, aroma, color, sabor y consistencia de los productos cárnicos procesados, constituidas por nitritos y nitratos (Pérez et al., 2020), los cuales son compuestos químicos inorgánicos derivados del nitrógeno, que se suelen ser adicionados a productos cárnicos procesados (Londoño y Gómez, 2020).

2.2.2.1 Sal. Es utilizada con el objetivo de aumentar el tiempo de conservación, potenciar el sabor de la carne, otorgar un mejor color, aumentar el nivel de fijación de agua, así como favorecer la emulsión y adhesión de otras sustancias curantes (Centro de Estudios Agropecuarios, 2018).

2.2.2.2 Nitrato de potasio. Empleado como aditivo con el propósito de preservar la calidad nutricional del alimento, así como mejorar su conservación, estabilidad fisicoquímica, propiedades organolépticas y favorecer la fijación de un color rojo más intenso en la carne (Navarro, 2020).

2.2.2.3 Agentes aglutinantes. Sustancias que incrementan la capacidad de retención de agua y mejoran la cohesión entre las partículas de los distintos ingredientes, con el fin de mantener la forma, textura y consistencia original del producto (Perez et al., 2020).

2.2.2.4 Emulsificantes. Elementos auxiliares que favorecen y aseguran la ligazón entre los componentes del producto, mejorando sus propiedades sensoriales, físicas y químicas, y contribuyendo a una mejor textura (Botella, 2024).

2.2.2.5 Especies y condimentos. Agentes naturales que aportan sabores y aromas característicos, intensificando las propiedades organolépticas del producto cárnico y favoreciendo su aceptación sensorial (Cabrera. Alvarado y Sari, 2024).

2.3 Factores que influyen en la calidad de un embutido

En las últimas décadas, a pesar de los avances en la investigación para mejorar las características de los embutidos crudos, estos productos siguen presentando características sensoriales no deseadas, derivadas de diversos factores (Arnau, 2020). La *Tabla 2* menciona los factores de riesgo que pueden alterar la calidad de un embutido.

Tabla 2. Factores de riesgo que pueden alterar la calidad de un embutido

Factor	Descripción
Calidad de la carne	Color: Normal y uniforme en todo el corte. Olor: No extraño al original de la carne. Firmeza: No debe estar blanda. Terneza: Debe ser una carne jugosa, no seca ni dura. Sabor: Debe incidir al tipo de animal del que proviene la carne.
Pérdida de peso	No se debe alterar la estructura del producto cárnico en proporción de agua. Los embutidos deshidratados suelen contener del 10-40% de agua, los cocidos del 40-50% y los escaldados del 65-70%.
Alteraciones oxidativas	Evitar la aparición de coloraciones pardas y oscuras en la grasa y en la carne causada por exceso de temperatura, luz y tiempo de secado; así como la pérdida cualitativa de vitaminas debido a alteraciones oxidativas.
Influencias microbianas y enzimáticas	Evitar la proliferación de bacterias desde el sacrificio hasta el proceso de transformación y empaquetado; la aparición de éstas se debe a que el glucógeno de los músculos se transforma en ácido láctico y origina la acidificación generando alteraciones bacteriológicas.

Modificada del Centro de Estudios Agropecuarios. (2018).

3. Medidas sanitarias para la elaboración de embutidos

La producción de alimentos con calidad sanitaria es primordial, ya que los microorganismos presentes en estos pueden ser causantes no sólo del deterioro, sino de enfermedades que podrían poner en riesgo la salud del consumidor (Becerril et al., 2019).

Para asegurar la inocuidad en el proceso de elaboración es primordial la limpieza y desinfección de las diferentes áreas, equipos, máquinas, instrumentos y materiales que hayan sido utilizados durante la elaboración del producto, esto con el fin de evitar una contaminación en el proceso (CEER, 2022).

La Norma Oficial Mexicana NOM-213-SSA1-2018 *Productos cárnicos procesados y los establecimientos dedicados a su proceso* establece una serie de puntos críticos de control destinados a prevenir y limitar la contaminación microbiana, asegurando así la inocuidad del producto final. Entre las medidas que contempla esta norma se incluyen:

- El mantenimiento constante de la limpieza y desinfección de las instalaciones.
- El lavado y desinfección de todo el equipo antes y después del proceso de elaboración.
- La utilización de materias primas que conserven características organolépticas propias y adecuadas.
- La implementación de sistemas de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) como estrategia preventiva para identificar, evaluar y controlar riesgos.
- La aplicación estricta de normas de higiene personal por parte de los manipuladores de alimentos.
- El cumplimiento riguroso de las temperaturas de conservación específicas para cada tipo de producto cárnico.

Esto no solo asegura la calidad microbiológica del producto, sino que también protege la salud del consumidor, al reducir significativamente el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos y la proliferación de microorganismos patógenos. El cumplimiento estricto de las buenas prácticas de higiene, así como de las normativas vigentes, representa una herramienta clave para minimizar las fallas en los procesos de limpieza y desinfección que puedan comprometer la seguridad alimentaria. Además, la aplicación adecuada de estos puntos de control contribuye de manera significativa a disminuir la presencia de bacterias mesófilas aerobias, hongos, levaduras y *coliformes totales*, indicadores relevantes de contaminación microbiológica en productos cárnicos (Becerril, Dubián, Domínguez, Arizmendi, & Baciliza, 2019).

3.1 Microorganismos que pueden estar presentes en un chorizo

Una gran parte de las enfermedades transmitidas por alimentos son causadas por productos cárnicos, debido a sus características de composición y a que crean un ambiente propicio para la proliferación de microorganismos contaminantes. El chorizo, al ser un embutido de elaboración artesanal, es particularmente susceptible a la contaminación por diversos microorganismos patógenos. Esta contaminación puede originarse desde el proceso de manipulación, el entorno en el que se produce, las superficies y utensilios utilizados, o incluso durante su transporte y almacenamiento (Mesa et al., 2023). De igual manera es un medio de propagación de bacterias transmitidas por alimentos como lo son la *salmonella* y la *Listeria monocytogene*. (Manso, 2016; Nuñez y Manso, 2015)

La *Tabla 3* menciona los principales microorganismos patógenos que se han asociado a el consumo de carne (principalmente cruda).

Tabla 3. Microorganismos patógenos presentes en un chorizo

Microorganismo	Descripción
<i>E. coli</i>	Catalogado como el patógeno contaminante de alimentos más peligroso para la salud humana; su dosis infectiva es de 10 a 100 bacterias por gramo de alimento.
<i>Salmonella</i>	Posee diferentes factores de virulencia, tales como adhesión, invasión y genes relacionados a la producción de toxinas, su dosis infectiva se encuentra entre 10-45 células y 105 a 107 ufc/g de alimento.
<i>Listeria monocytogene</i>	Tiene la capacidad de sobrevivir a baja temperatura de refrigeración, así como de penetrar y sobrevivir en muchas células debido a sus múltiples estrategias para utilizar los mecanismos moleculares del hospedero. Su dosis infectiva suele superar las 1.000 ufc/g de alimento.

Elaboración propia con datos de Heredia, N., Dávila, J., Solis, L., & Santos, G. (2014).

Los microorganismos juegan un papel fundamental en la industria cárnica al no solo estar presentes de manera natural en las materias primas, sino que también representan un riesgo de contaminación durante su manipulación y procesamiento. Por esta razón, asegurar la calidad microbiológica es clave para prevenir riesgos a la salud pública, lo cual se logra a través de rigurosos controles y seguimientos a lo largo de los procesos de producción y almacenamiento (Cuervo, 2024).

4. Leche

La Norma Oficial Mexicana NOM-155-SCFI-2012 *Leche-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba*, define a la leche como el producto obtenido de la secreción de las glándulas mamarias de las vacas, sin calostro el cual debe ser sometido a tratamientos térmicos u otros procesos que garanticen la inocuidad del producto.

La leche es uno de los alimentos más completos para el ser humano, al ser fuente de más de 20 nutrientes esenciales (Carreón, 2022). La leche de vaca entera contiene aproximadamente un 87 % de agua, mientras que el 13 % restante contiene proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales (Harvard,2021). En la *Tabla 4* se muestra la composición promedio de la leche.

Tabla 4. Composición química promedio de la leche

Componente	Proporción
Calcio	62 g
Proteína	3.12 g
Grasa	
Saturada	1.87 g
Monoinsaturada	0.83 g
Poliinsaturada	0.20 g
Azúcar	5 g
Calcio	115 mg
Potasio	134.16 mg
Fibra	0 mg

Datos obtenidos de una muestra de 100 ml

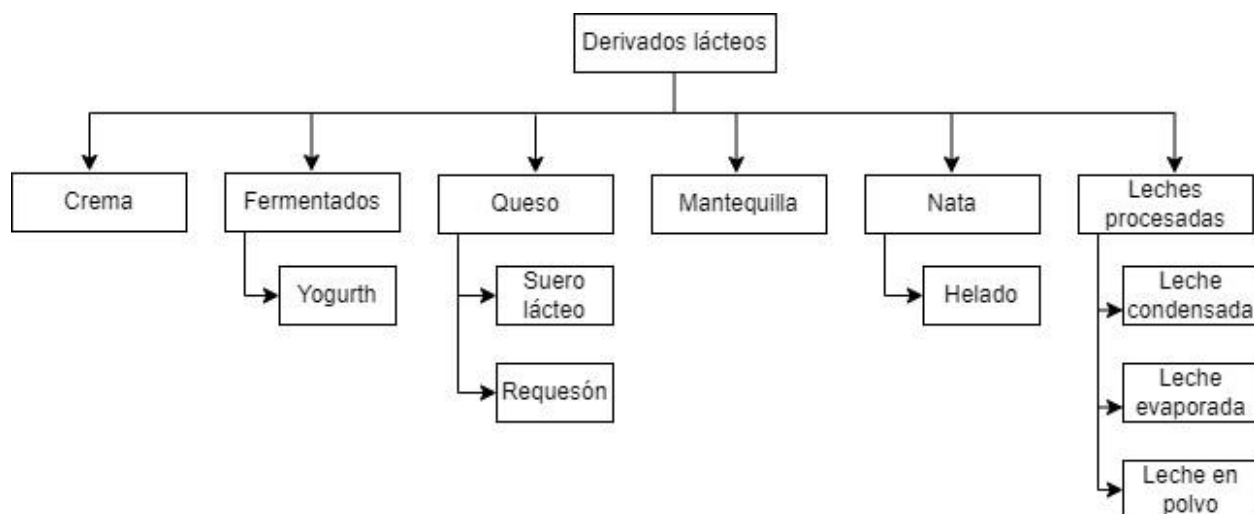
Tomada de Harvard (2024).

4.1 Derivados de la leche

La Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, *Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos*, define a los derivados lácteos como productos obtenidos a partir de la leche o sus componentes y otros ingredientes funcionalmente necesarios para su elaboración, incluidos los productos con grasa vegetal.

La *Figura 1* muestra la clasificación de Buendía (2015) sobre los derivados de la leche.

Figura 1. Clasificación de los derivados lácteos



Elaboración propia con datos de Buendía (2015).

5. Queso

El proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-223-SCFI/SAGARPA-2017, *Queso-Denominación, especificaciones, información comercial y métodos de prueba* define al queso como el producto elaborado de la cuajada de leche estandarizada de vaca, con o sin la adición de crema, obtenida de la coagulación de la caseína con cuajo, cultivos lácticos, enzimas apropiadas, ácidos orgánicos comestibles y con o sin tratamiento ulterior, por calentamiento, drenada, prensada o no, con o sin adición de fermentos de maduración, mohos especiales, sales fundentes e ingredientes comestibles opcionales.

En México, el queso es considerado patrimonio cultural de la gastronomía nacional, por lo cual su elevada producción está distribuida en todo el territorio nacional (CONAHCYT, 2023).

5.1 Historia del queso

Los registros arqueológicos sitúan la aparición del queso hace más de 9,000 años, entre las antiguas civilizaciones que comenzaron a domesticar a cabras y ovejas. En contraste, la domesticación de la vaca ocurrió 3,000 años después (Suárez, 2018). Se cree que el primer productor de queso fue un nómada que almacenó leche en un recipiente hecho con el estómago de un rumiante lactante. Al hacerlo, observó que la leche se cuajaba, dando origen a este producto (Yubero, 2019).

Por otro lado, se dice que el origen del queso se remonta al Medio Oriente, donde los antiguos habitantes transportaban leche en sacos hechos del estómago de un cabrito. Al caminar por el desierto, notaron que el calor provocaba que la leche se cuajara, lo que dio lugar a la formación del queso (Suárez, 2018).

Las invasiones, la iniciación del comercio, las Cruzadas y el inicio de la navegación comercial fueron las principales razones por las que los intercambios internacionales se desarrollaron y las técnicas para la elaboración de queso se esparcieron por todo el mundo (Yubero, 2019).

En México, el queso fue el resultado del aporte cultural de los españoles a partir de la Conquista, en el siglo XVI, gracias a la crianza de cabras, ovejas y ganado vacuno lo cual facilitó la elaboración de queso fresco, jocoque, mantequilla, nata, crema y requesón. (Villegas de Gante y De la Huerta Benitez, 2015).

Así es como al día de hoy se producen diferentes tipos de queso en todo el mundo, cada uno con distinto sabor, tipo de leche y técnicas de elaboración diferentes. De acuerdo a un estudio realizado a cargo del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (2023) se estima que México es productor de más de 40 variedades de queso entre los que destacan principalmente los quesos frescos.

6. Lactosuero

La Norma Oficial Mexicana NOM-183-SCFI-2012 *Producto lácteo y producto lácteo combinado-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba*, define al suero lácteo como al líquido obtenido de la coagulación de la caseína de la leche, mediante la acción de enzimas coagulantes de origen animal, vegetal o microbiano, por la adición de ácidos orgánicos o minerales de grado alimentario; acidificación por intercambio iónico hasta alcanzar el punto isoeléctrico de la caseína.

6.1 Composición

El suero lácteo es un subproducto de la industria quesera, de color amarillo verdoso, que representa entre el 85 % y el 90 % del volumen de la leche. Está compuesto principalmente por lactosa, proteínas solubles (lactoalbúminas y lactoglobulinas), un pequeño porcentaje de grasa, y la mayor parte de las sales minerales de la leche (citratos, fosfatos, calcio, potasio), además de vitaminas hidrosolubles (Colominas et al., 2023).

Gracias a su composición química, el suero lácteo puede considerarse un alimento funcional, ya que su matriz contiene componentes con actividad biológica capaces de mejorar la salud y el bienestar de los consumidores, además de reducir el riesgo de enfermedades crónicas y gastrointestinales (Villagrán et al., 2022).

El suero de leche se distingue por su contenido de inmunoglobulinas y lactoferrina, que poseen efectos antimicrobianos y favorecen el crecimiento celular. Además, es una fuente de aminoácidos esenciales que contribuyen a la producción de ácidos grasos y al desarrollo de una microbiota benéfica, mejorando así la digestión y la absorción de nutrientes (Muñoz., 2021).

Se ha demostrado que los hidrolizados y péptidos derivados de las proteínas del suero, como la α -lactoalbúmina y la β -lactoglobulina, estimulan la proliferación de linfocitos y ejercen un efecto

protector sobre las células. Esto se debe a su contenido de aminoácidos azufrados con propiedades antioxidantes, lo que les confiere un amplio uso en el tratamiento y prevención de la pérdida de masa y/o fuerza muscular (Muñoz., 2021).

La composición de suero lácteo depende de las características de la leche utilizada, del tipo de queso producido y la tecnología utilizada para la elaboración del queso. Asimismo, posee una serie de propiedades funcionales que afectan el comportamiento y características de los alimentos, entre ellas posee excelentes propiedades emulsificantes, gelificantes, espumantes y una amplia capacidad para ligar iones de calcio y compuestos hidrofóbicos, es por ello que se caracteriza como un ingrediente altamente versátil para la formulación de alimentos (Mazorra y Moreno, 2020).

De acuerdo a una investigación realizada por Poveda (2013) identifica que el suero lácteo está compuesto diversos nutrientes importantes, los cuáles se mencionan en la *Tabla 5*.

Tabla 5. Valor nutricional del suero lácteo

Componente	Proporción
Lactosa	Presente en alrededor del 65%.
Proteína	Alrededor del 25% estando presentes aminoácidos como leucina, isoleucina, licina y valina.
a-lactoalbúmina	Presente en el 30% del total de contenido proteico.
B-lactoglobulina	Alrededor del 40% del total de contenido proteico.
Globulina	Corresponde al 10% del total de proteínas.
Proteasas-peptonas	Corresponde al 10% del total de proteínas. De alto valor biológico al proporcionar aminoácidos esenciales para el organismo como triptófano, leucina e isoleucina.
Lípidos	Presente en el 0.5 y 8% de la materia grasa de la leche.
Vitaminas	Tiamina 0.38mg/ml, riboflavina 1.2 mg/ml, ácido nicotínico 0.85 mg/ml, ácido pantoténico 3.4 mg/ml, Piridoxina 0.42 mg/ml, cobalamina 0.03 mg/ml y ácido ascórbico 2.2 mg/ml.
Minerales	8-10% del extracto seco. Calcio 0.4-0.6 g/l en lactosuero dulce y 1.2-1.6 g/l en lactosuero ácido. Se encuentra potasio, fosforo, sodio y magnesio.

Obtenido de Poveda (2013).

6.2 Tipos de suero lácteo

De acuerdo a Sánchez y Villalba (2024) se encuentran dos tipos de suero de leche según el proceso agroindustrial a partir del cual fueron elaborados:

Suero dulce: Es aquel que se produce a partir de la coagulación enzimática de las caseínas al pH fisiológico de la leche, utilizando cuajo comercial estandarizado (Mazorra y Moreno, 2020). Además, este tipo de suero contiene mayor calidad nutritiva que los sueros ácidos gracias a su contenido de proteína (Sánchez y Villalba, 2024).

Suero ácido: Este tipo de suero se obtiene por la coagulación ácida de las caseínas con un pH menor a 5, asimismo la acidez del suero de leche hace referencia al ácido láctico producido a partir de bacterias ácido-lácticas añadidas durante el proceso (Sánchez y Villalba, 2024).

6.3 Suero lácteo en polvo

El lactosuero en polvo se obtiene a partir de suero lácteo que ha sido clarificado, pasteurizado, concentrado y finalmente secado mediante un método de aspersión. Este proceso consiste en transformar un fluido en material sólido al atomizarlo en forma de diminutas gotas dentro de una corriente de aire caliente, generando como producto un polvo o microesferas (Espinosa y García, 2017).

Aproximadamente el 50% del suero lácteo derivado de la producción de queso se destina a la elaboración de suplementos alimenticios; sin embargo, solo la mitad de este porcentaje se somete a un proceso de secado para obtener suero lácteo en polvo. Su producción implica la eliminación parcial de grasa, la cristalización de lactosa y la evaporación del agua mediante un tratamiento térmico, hasta alcanzar una composición cercana al 95% (Paladii et al., 2020).

El suero lácteo en polvo conserva las propiedades funcionales del lactosuero líquido, entre ellas la solubilidad, la capacidad de emulsificación, así como absorción y retención de agua, esta

última es considerada fundamental debido a que influye en la calidad del producto final (textura, apariencia, retención de sabor) y en el rendimiento de los productos cárnicos (González, 2016).

Asimismo, se clasifica como alimento funcional gracias a sus destacadas propiedades nutricionales aportando proteínas, péptidos, lípidos, lactosa y galacto-oligosacáridos, compuestos con efectos benéficos para la salud, como actividad anticancerígena, fortalecimiento de la mineralización ósea, estimulación del crecimiento de bacterias benéficas y promoción del crecimiento y diferenciación celular (Nárvaez y Loachamin, 2021).

La *Tabla 6* menciona la composición química del suero lácteo en polvo

Tabla 6. Valor nutricional del suero lácteo en polvo

Componente	Proporción
Lactosa	Presente del 4 - 21%
Minerales	Alrededor del 3 - 5%
Lípidos	Presente en un 3.7%
Vitaminas	Presente en un 5%
Proteína	Corresponde a un 65 - 80%
B-Lactoglobulina	50 - 60% del total del contenido proteico
A-Lactoalbúmina	12- 16% del contenido proteico
Inmunoglobulina	3 - 5% del contenido proteico
Lactoferrina	<1% del contenido proteico

Obtenido de: Paladii et al., (2020)

La composición proteica del suero lácteo en polvo constituye una fuente valiosa de aminoácidos esenciales, los cuales desempeñan funciones estructurales, funcionales y terapéuticas en el mantenimiento de la salud. Las proteínas del suero destacan por sus componentes bioactivos con propiedades antioxidantes, inmunomoduladores, antitumorales, entre otras, atribuibles a diversos mecanismos de acción relacionados con sus características funcionales. Gracias a estas propiedades, el suero lácteo en polvo puede ser considerado como un producto funcional de gran relevancia dentro de la industria alimentaria.

6.4 Problemática generada por el desperdicio de suero lácteo

El queso es de los alimentos más populares en México, al ser parte de los productos más consumidos por las familias mexicanas estando presente en una variedad de distintos platillos o simplemente como un aperitivo; se estima que México se ubica entre los 10 países con mayor producción de queso según el consejo de Exportación de Lácteos produciendo el 85% de quesos frescos, destacando principalmente el queso panela, blanco y quesillo (Suárez, 2018).

Es gracias al gran consumo de este producto por parte de los mexicanos que se estima que en el 2023 se produjeron alrededor de 630,000 toneladas de este producto en todo México (Morales, 2023) lo que trae como consecuencia una elevada generación y deshecho indebido de suero láctico; siendo importante recordar que aproximadamente el 90% del total de la leche utilizada en la elaboración se elimina como suero lácteo, siendo este uno de los elementos más contaminantes dentro de la industria láctea (Garavito y Méndez, 2021).

Actualmente la industria láctea es considerada en la actualidad como una de las más contaminantes; de acuerdo a Lizarraga et al., en su investigación “El inocente impacto ambiental del suero de leche” realizada en 2023 señalan que el vertido inadecuado y continuo de este subproducto en la tierra puede tener efectos altamente contaminantes. Si se continúa vertiendo en cuerpos de agua, sistemas de alcantarillado o directamente en el suelo, se generarán consecuencias como malos olores, proliferación de insectos nocivos para la salud, muerte de fauna y flora acuática (peces y algas) y deterioro de los suelos, afectando negativamente los cultivos (Lizarraga et al., 2023).

Es por ello que el aprovechamiento de este subproducto constituye un tema de vital importancia, siendo prioritaria la implementación de diversas alternativas para la creación de productos a base de éste, los cuales aprovechen el valor nutricional de sus componentes y sus propiedades funcionales, disminuyendo así los niveles de contaminación ambiental generados por el deshecho indebido y mal tratamiento de este producto (Garavito y Méndez, 2021).

7. El suero lácteo y la industria cárnica

El lactosuero es una fuente valiosa de proteínas que otorga diversas propiedades a los alimentos, dado que los productos con suero mejoran la textura, realzan el sabor y el color, y contribuyen a la emulsificación y estabilización. Además, mejoran las propiedades funcionales, lo que aumenta la calidad de los productos alimenticios (Campoverde, 2023). Por esta razón, el aprovechamiento de este subproducto se ha convertido en un tema prioritario, puesto que puede ser utilizado para la elaboración de una amplia gama de productos alimenticios (Chuqui y Guaman, 2024).

Asimismo, el consumo de alimentos elaborados a base de suero lácteo puede influir positivamente en la salud de los consumidores. Al contener proteínas, péptidos, lípidos, lactosa y galactooligosacáridos (Chuqui y Guaman, 2024), estos alimentos presentan múltiples funciones biológicas y fisiológicas que contribuyen a mantener estables los sistemas digestivo, óseo, inmunológico, nervioso, cardiovascular y muscular. Además, poseen propiedades, antioxidantes, antimicrobianas, antivirales, anticancerígenas y antiulcerosas, protegiendo al sistema cardiovascular (Herrera, 2023).

Por ello, las proteínas del suero son un ingrediente ideal para aumentar el contenido proteico de un alimento, mejorar su perfil nutricional y ofrecer propiedades funcionales únicas a una amplia variedad de productos (Herrera, 2023). En este sentido, resulta relevante considerar alternativas para la valorización del lactosuero, dado que es un subproducto con un alto potencial de aprovechamiento (Garavito y Méndez, 2021).

Sin embargo, el lactosuero contiene una gran cantidad de microorganismos provenientes de los cultivos iniciadores, los cuales deben ser eliminados, debido a que el suero sin procesar constituye un medio favorable para el crecimiento bacteriano, especialmente cuando el pH es relativamente alto (Campoverde, 2023). Por ello, es fundamental someterlo a un proceso de pasteurización y/o secado para asegurarse de eliminar los microorganismos no deseados

(Garavito y Méndez, 2021). Una vez procesado, el suero en polvo se presenta como un producto seguro y libre de bacterias, lo que permite su aprovechamiento en diversas aplicaciones.

Hoy en día, una de las principales estrategias para valorizar el suero lácteo es a través de su transformación en polvo (Torres y Romero, 2021). Numerosos investigadores han reportado los beneficios de los aditivos proteicos no cárnicos por su capacidad para mejorar la calidad del producto final, siendo utilizados principalmente en embutidos gracias a sus propiedades de aglutinamiento. El suero lácteo en polvo posee diversas propiedades funcionales que le permiten ser un producto altamente aprovechable dentro de la industria cárnica, de acuerdo a Sánchez y Villalba (2024) se encuentran las siguientes:

- Reducción de las cantidades de aditivos que suelen añadirse a los productos cárnicos.
- Incrementa los niveles de proteína del producto final.
- Mejora la calidad al ofrecer un producto de alto valor nutricional.
- Es fuente de calcio.
- Mejora las características de rebanado y textura del producto final.
- Gracias a la propiedad de aglutinamiento permite reducir la adición de grasa.
- Favorece a la reacción de Millard.
- Su uso es compatible con la carne y la adición de especias y/o condimentos.
- Incrementa el color rojizo característico de la carne.
- Es un intensificador de sabor, asimismo es auxiliar en el enmascaramiento de sabores ácidos.

Para la elaboración del producto final, se fusionarán las propiedades funcionales y nutricionales del suero lácteo en polvo con las de la carne de cerdo, destacando que este producto lácteo se incorporará con el propósito de aportar principalmente su contenido proteico, garantizando que el producto final tenga las características deseadas en un embutido cárnico.

8. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1 Materiales

8.1.1 Muestras

Se trabajó con seis formulaciones de un embutido cárnico crudo (Chorizo) adicionado con suero lácteo en polvo las cuales fueron elaboradas dentro de las Instalaciones de la Licenciatura en Gastronomía en el Instituto de Ciencias Económico administrativas perteneciente a la UAEH.

Para su elaboración se utilizaron cortes de carne magra y grasa de cerdo, los cuales fueron molidos y mezclados con suero lácteo en polvo (El cual fue obtenido a través de una distribuidora de derivados lácteos que cuentan con un registro ante la COFEPRIS), especias, un adobo a base de chiles y sal nitro como conservador, para posteriormente ser embutido en tripas naturales y madurar en refrigeración por un periodo de 3 días.

Basándose en la formulación base propuesta por el Centro de Estudios Agropecuarios (2018) en su libro *Elaboración de productos cárnicos*, se desarrollaron seis formulaciones para la elaboración de un embutido cárnico crudo, diferenciadas principalmente por la proporción de grasa y la cantidad de suero lácteo en polvo adicionado. En la *Tabla 7* se presentan los ingredientes de cada una de las muestras analizadas en este estudio.

Tabla 7. Ingredientes utilizados para la elaboración de un embutido cárnico crudo adicionado con suero lácteo

Ingredientes	Formulación					
	1	2	3	4	5	6
Carne de cerdo	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g
Grasa de cerdo	40 g	30 g	20 g	10 g	—	40 g
Chile guajillo	20 g	20 g	20 g	10 g	5 g	30 g
Vinagre	20 g	20 g	20 g	10 g	5 g	20 g
Suero lácteo	10 g	20 g	30 g	60 g	80 g	—
Sal	3 g	3 g	3 g	3 g	3 g	3 g
Chile ancho	2 g	2 g	2 g	2 g	2 g	2 g
Ajo	2 g	2 g	2 g	2 g	2 g	2 g
Canela	0.4 g	0.4 g	0.4 g	0.4 g	0.4 g	0.4 g
Comino	0.3 g	0.3 g	0.3 g	0.3 g	0.3 g	0.3 g
Orégano	0.3 g	0.3 g	0.3 g	0.3 g	0.3 g	0.3 g
Sal Nitro	0.1 g	0.1 g	0.1 g	0.1 g	0.1 g	0.1 g
Clavo	0.1 g	0.1 g	0.1 g	0.1 g	0.1 g	0.1 g
Pimienta gorda	0.1 g	0.1 g	0.1 g	0.1 g	0.1 g	0.1 g
Totales	298.3 g	298.3 g	298.3 g	298.3 g	298.3 g	298.3 g

*Elaboración propia***8.1.2 Equipo e instrumentos.**

Estufa con recirculación de aire (Fisher Scientific), balanza analítica (Ohaus), dispositivo de extracción Soxhlet, evaporador rotatorio, mufla (Fisher Scientific), destilador Gerhardt (Modelo Vapodest 20).

8.2 Métodos

8.2.1 Caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial de las formulaciones desarrolladas

Caracterización fisicoquímica

Los análisis fisicoquímicos de las seis formulaciones de chorizo adicionado con suero lácteo se realizaron de acuerdo a las metodologías oficiales de la (AOAC International, 1999): Determinación de humedad (925.09), extracto etéreo o grasa cruda (923.05), cenizas (923.03) y proteína (979.09).

Humedad

La humedad es el material que se volatiliza de las muestras bajo condiciones de temperatura de 105 ± 1 °C.

Las charolas de aluminio se llevaron a peso constante, colocándolas en la estufa a 105°C durante 2 a 4 horas. Una vez a peso constante, se adicionaron de 2-3 g de muestra finamente molida, la cual se distribuyó de tal manera que se presentara la mayor superficie de evaporación. Las charolas se introdujeron en la estufa precalentada a 105 ± 1 °C y se dejaron ahí hasta obtener un peso constante (cuando al pesar de las muestras solo presentaban variación en la cuarta cifra posterior al punto).

El porcentaje de humedad se calculó bajo la siguiente formula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{P_i - P_f}{m} \times 100$$

Donde:

P_i = Peso de la charola con muestra antes del secado de la muestra (g)

P_f = Peso de la charola con muestra después del secado de la muestra (g)

m = Peso de la muestra (g)

Grasa

La cantidad de grasa cruda de una muestra puede determinarse al someterla a reflujo con éter.

La fracción extraída, llamada también extracto etéreo, puede tener uno o varios de los siguientes grupos funcionales; ácidos grasos, ésteres, vitaminas liposolubles, aceites esenciales y carotenoides.

Previo a la determinación, los matraces balón limpios, rotulados y con dos perlas de vidrio en su interior, se pusieron a peso constante a $105 \pm 5^\circ\text{C}$. Por otra parte, se pesaron de 3 a 5 g de muestra previamente seca (Provenientes del análisis de humedad) y se colocaron en cartuchos de celulosa, tapándolos con un trozo de algodón e introduciéndolos en el compartimiento de extracción del equipo Soxhlet. El matraz a peso constante se colocó sobre la parrilla de calentamiento y se adicionó éter de petróleo suficiente para producir varias descargas sin que el matraz llegara a sequedad. Finalmente, se terminó de armar el dispositivo, cuidando desde el inicio, que el flujo de agua saliera con una potencia constante, manteniendo el refrigerante lo más frío posible. A continuación, se procedió a un calentamiento moderado, regulando que el reflujo fuera gota a gota y constante hasta el término del calentamiento. La duración de la determinación de grasa fue de aproximadamente 8 horas para las muestras de el chorizo. Una vez completa la extracción, el solvente se recuperó con ayuda del evaporador rotatorio. Para una total eliminación del solvente, el matraz se dejó en la estufa hasta peso constante (65°C) al cabo de lo cual se pesó.

El porcentaje de grasa se calculó bajo la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Grasa cruda} = \frac{P_f - P_o}{m} \times 100$$

Donde:

P_f = Peso constante del matraz con el extracto etéreo (g)

P_o = Peso constante del matraz antes de la determinación (g)

m = Peso de la muestra (g)

Cenizas

Las cenizas son el residuo que se obtiene después de la incineración de una muestra, comprendiendo el material inorgánico de la misma.

Antes de colocarles la muestra, los crisoles limpios y lavados con agua destilada se pusieron a peso constante en la mufla a 550°C. Posteriormente, se colocaron de 2 a 3 g de muestra, y se incineraron en una parrilla de calentamiento (a su máxima temperatura), hasta observar la eliminación de todo el humo procedente de la muestra. Después, los crisoles se introdujeron en la mufla a 550°C y se mantuvieron en esas condiciones hasta obtener un color homogéneo en las cenizas, así como un peso constante del crisol.

El porcentaje de cenizas se calculó mediante la fórmula;

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{P_f - P_o}{m} \times 100$$

Donde:

P_f = Peso del crisol con la muestra después de incinerada (g)

P_o = Peso del crisol a peso constante (g)

m = Peso de la muestra (g)

Proteínas

En el método Kjeldahl, la materia orgánica se oxida produciendo dióxido de carbono, agua y nitrógeno, el cual forma una sal ácida de amonio con los iones sulfato. La destilación de este amonio en forma de amoniaco se consigue en un medio fuertemente alcalinizado con sosa y el amonio se titula con ácido clorhídrico. Con los datos de la reacción se puede calcular el

porcentaje de nitrógeno contenido en la muestra, que multiplicado por un factor conocido permite determinar el porcentaje de proteína correspondiente. Los reactivos que se utilizaron fueron sulfato de potasio, peróxido de hidrógeno al 30%, hidróxido de sodio al 50%, ácido clorhídrico valorado (0.01 N), mezcla digestiva (a), solución indicadora (b).

Para la mezcla digestiva (a) se pesaron 3 g de sulfato de cobre pentahidratado (el cobre actúa como catalizador) y se disolvieron en 20 ml de agua destilada. A continuación, se adicionaron 50 ml de ácido ortofosfórico y se llevaron a disolución completa, se añadieron cuidadosamente por las paredes del tubo, 430 ml de ácido sulfúrico concentrado, posteriormente, la mezcla se agitó por aproximadamente 30 min. Para la solución indicadora (b) se pesaron 5 g de ácido bórico y se disolvieron en agua destilada. Se adicionaron 35 ml del indicador A (100 mg de fenolftaleína aforados a 10 ml con alcohol etílico) y 10 ml del indicador B (33 mg de verde de bromocresol + 66 mg de rojo de metilo aforados a 100 ml con alcohol etílico). Esta mezcla se ajustó a un color café rojizo con ácido o álcali según se adquirió y se aforó a 1 L con agua destilada.

Digestión: En un tubo de digestión se colocaron 70 mg de la muestra, 0.5 g de sulfato de potasio (aumenta la ebullición) y 3 ml de mezcla de digestión. Los tubos se introdujeron en el digestor y se llevaron a 370°C por 15 min. Al cabo de este tiempo, cada tubo se retiró y se dejó enfriar para adicionarle 1.5 ml de H_2O_2 al 30%, después de lo cual se volvió a introducir en el digestor para alcanzar nuevamente 370°C y mantenerse así hasta el final de la digestión. Los tubos se retiraron hasta que su contenido se observó completamente traslúcido, sin partículas negras en suspensión (que indican materia orgánica no digerida). Simultáneamente, se corrieron blancos preparados de la misma forma, pero sustituyendo la muestra por sacarosa o glucosa.

Destilación: La muestra digerida se transfirió al tubo de destilación y se colocó un matraz Erlenmeyer con 50 ml de la solución indicadora, como recipiente de la destilación. En este caso, el destilador automático se programó para adicionar al contenido del tubo 60 ml de NaOH al 50%, con un tiempo de destilación de 6 min al 60% de potencia de vapor.

Titulación: El contenido del matraz de recolección se tituló con HCl 0.01 N hasta el vire de verde esmeralda a café rojizo.

El porcentaje de proteína se calculó mediante las fórmulas siguientes:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(P-B) \times N \times meq \times 100}{m}$$

$$\% \text{ Proteína} = \% N \times F$$

Donde:

P = Volumen gastado en la titulación de la muestra (ml)

B = Volumen gastado en la titulación del blanco (ml)

N = Normalidad del HCl (de su valoración)

Meq = Miliequivalentes de nitrógeno (0.014)

m = Peso de la muestra (g)

F = Factor de conversión (6.25)

Caracterización microbiológica

La calidad microbiológica de las 6 muestras de chorizo adicionado con suero lácteo se determinó a través de técnicas establecidas en la normativa mexicana. Para ello, se realizó el recuento de bacterias mesófilas aerobias, coliformes totales, mohos y levaduras.

Bacterias Mesófilas Aerobias (BMA)

Se siguió la metodología descrita en la NOM-092-SSA1-1994 *Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa*, la cual consiste en contar las colonias que se desarrollan en el medio de elección después de un cierto tiempo y una temperatura de incubación, presuponiendo que cada colonia proviene de un microorganismo de la muestra bajo estudio.

Para determinar la BMA se utilizó una incubadora con termostato que evita variaciones mayores de $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$. Se pesaron 10 g de muestra por analizar en una bolsa plástica estéril de tamaño adecuado, adicionando 90 ml del diluyente de peptona. Se transfirió 1 ml de la dilución primaria, a otro recipiente que contenía 9 ml de diluyente estéril, este procedimiento se realizó hasta la sexta dilución (NOM 110-SSA1-1994). En las cajas Petri, se agregaron de 12 a 15 ml del medio preparado (cuenta estándar), mezclado mediante seis movimientos de derecha a izquierda, seis en el sentido de las manecillas dl reloj, seis en sentido contrario y seis de atrás a adelante, sobre una superficie lisa y horizontal hasta que se logró una completa incorporación del inóculo en el medio. Se incluyó una caja sin inóculo por cada lote de medio y diluyente preparado como testigo de esterilidad. Se incubaron las cajas en posición invertida por el tiempo y la temperatura indicados en la norma. Finalizado el tiempo de incubación, se contaron todas las colonias desarrolladas en las placas seleccionadas (excepto las de mohos y levaduras), incluyendo las colonias puntiformes.

Coliformes Totales

El método descrito en la NOM-113-SSA1-1994 *Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa*, permite determinar el número de microorganismos coliformes presentes en la muestra, utilizando un medio selectivo agar rojo violeta bilis (RVBA) en el que se desarrollan bacterias a 35°C en aproximadamente 24 h, dando como resultado la producción de gas y ácidos orgánicos, los cuales viran el indicador de pH y precipitan las sales biliares.

Esta determinación se llevó a cabo pesando 10 g de la muestra por analizar en una bolsa plástica estéril de tamaño adecuado y adicionando 90 ml del diluyente. Se transfirió 1 ml de la disolución primaria, a otro recipiente que contenía 9 ml de diluyente estéril, este procedimiento se realizó hasta la sexta dilución. En las cajas Petri, se agregaron de 12 a 15 ml de medio RVBA, mezclando

mediante seis movimientos de derecha a izquierda, seis en el sentido de las manecillas del reloj, seis en sentido contrario y seis de atrás a adelante, sobre una superficie lisa y horizontal hasta que se logró una completa incorporación del inóculo en el medio.

Después de la solidificación del medio, se vertieron aproximadamente 4 ml del medio a $45 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ sobre la superficie del medio inoculado, dejándolo solidificar. Para cada lote de medio y diluyente preparado, se incluyó una caja sin inóculo como testigo de esterilidad. Las cajas se incubaron a 35°C , en posición invertida durante 24 ± 2 horas.

Después del periodo especificado para la incubación, se contaron las colonias de las placas que contenían entre 15 y 150, con la ayuda de un contador de colonias. Las colonias típicas eran de color rojo oscuro, semejante a lentes biconvexos con un diámetro de 0.5 a 2.0 mm y generalmente se encontraban rodeadas de un halo de precipitación debido a las sales biliares, el cual es de color rojo claro o rosa.

Mohos y Levaduras

Se siguió la metodología descrita por la NOM-111-SSA1-1994: se pesaron 10 g de la muestra por analizar en una bolsa plástica estéril de tamaño adecuado, adicionando 90 ml de diluyente. Se transfirió 1 ml de la dilución primaria a otro recipiente que contenía 9 ml de diluyente estéril, este procedimiento se realizó hasta la sexta dilución. Se vertieron de 15 a 2 ml de agar papa – dextrosa fundido a cada una de las cajas Petri, se preparó una caja control con 15 ml de medio para verificar la esterilidad, invirtiendo las cajas y colocándolas en la incubadora a $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$. Se contaron las colonias de cada placa después de 3, 4 y 5 días de incubación.

Caracterización sensorial. Preparación de las muestras

Las muestras de chorizo adicionado con suero lácteo fueron cocinadas previamente hasta llegar a una temperatura interna de 80° C y posteriormente se colocaron en vasos transparentes del No. 0 con tapa siendo codificadas con números de tres dígitos elegidos al azar.

Prueba De Ordenamiento

Se contó con la participación de 19 jueces consumidores seleccionados aleatoriamente y sin experiencia previa. A cada uno se le presentaron las 6 muestras de chorizo adicionadas con suero lácteo a una temperatura de 80 °C, indicándoles que las evaluaran de izquierda a derecha y registraran en la ficha de cata (Anexo 1) cuál consideraban que tenía el mayor sabor a chorizo.

El objetivo de esta prueba fue identificar el nivel de sabor a chorizo en seis muestras diferentes, según la percepción individual de cada juez. Cabe destacar que este tipo de prueba sensorial permite evaluar y ordenar varias muestras en función de la intensidad de un atributo específico, facilitando así su clasificación en orden creciente según el sabor.

9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis químico proximal de las seis formulaciones de embutido cárnico crudo (chorizo), cada una adicionada con diferentes porcentajes de suero lácteo en polvo. Dicho análisis permitió obtener los valores porcentuales de cuatro características fisicoquímicas relevantes para la evaluación del producto: humedad, cenizas, grasa y proteína.

Por otra parte, se efectuó un análisis microbiológico en las seis muestras con el propósito de cuantificar bacterias mesófilas aerobias, mohos, levaduras y coliformes totales, con el fin de verificar la inocuidad del producto y su aptitud para el consumo humano.

Finalmente, se llevó a cabo una evaluación sensorial mediante una prueba de ordenamiento, en la cual se identificaron las muestras con mayor y menor intensidad de sabor a chorizo, así como el grado de aceptabilidad y preferencia de los consumidores hacia cada formulación.

10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

10.1 Caracterización del chorizo adicionado con suero lácteo

10.1.1 Caracterización fisicoquímica

La *Tabla 8 muestra* los resultados del análisis químico proximal de las 6 formulaciones de chorizo adicionado con suero lácteo.

Tabla 8. Análisis proximal de las formulaciones de chorizo adicionado con suero lácteo

Muestra	Suero lácteo	%Humedad	%Cenizas	%Grasa	%Proteína	Total
1	5%	47.60 ± 0.31	4.18 ± 0.08	36.79 ± 0.18	9.25 ± 0.16	97.81
2	10%	48.81 ± 0.04	3.58 ± 0.11	24.37 ± 0.50	15.09 ± 0.37	91.85
3	15%	44.66 ± 0.49	4.00 ± 0.12	22.52 ± 0.04	17.69 ± 0.95	88.87
4	30%	46.36 ± 0.26	4.28 ± 0.09	18.34 ± 0.27	19.31 ± 0.19	17.88
5	40%	45.65 ± 0.29	4.82 ± 0.08	18.48 ± 0.30	23.05 ± 0.65	82.46
6	0%	49.23 ± 0.20	3.36 ± 0.12	38.21 ± 0.24	8.66 ± 0.11	99.47

En cuanto al análisis de humedad se observa una diferencia entre el porcentaje de la muestra No.6 a la que no le fue añadido suero lácteo y la muestra No. 3 con solamente un 15% de adición, siendo éstas las que mayor y menor contenido de agua tienen, esto debido principalmente a la variabilidad en la cantidad de suero lácteo en polvo añadido a cada mezcla y el tiempo de maduración al que estuvieron expuestas las muestras. En palabras de (Guerrero et al., 2011) en su investigación acerca de la caracterización del suero de queso, se menciona que el suero lácteo está compuesto del 91 -95% de humedad; sin embargo, al someterse a un proceso de deshidratación, pierde parte de su actividad de agua, lo que resulta en un polvo con menor

contenido hídrico. Al incorporarlo a un producto, esta disminución en el contenido de agua del suero lácteo también se traduce en una reducción del agua presente en el producto final.; por otro lado, la carne suele tener una actividad agua cercana al 80%, la cual puede variar según factores como las condiciones de almacenamiento, los procesos a los que se someta y tiempos de maduración (Damian et al., 2022). Por lo tanto, al añadir suero lácteo en polvo a un embutido cárnico y someterlo a un proceso de maduración se incrementa el grado de deshidratación del producto.

En éste sentido, la presente investigación obtuvo valores entre 44% y 49% mientras que en la investigación realizada por Herrera (2023) "Caracterización del chorizo ahumado con la adición de lactosuero" cuyo objetivo fue la elaboración de un chorizo a base de suero lácteo congelado (Con una adición del 16%-26%) se obtuvo un promedio de 50%; de la misma manera en el estudio de Flores (2014) "Utilización de leche en polvo como agente ligante en la elaboración de salami" se llevó a cabo la caracterización fisicoquímica de un salami elaborado con suero lácteo (Con una adición de 2%-6%) el cual presentó valores de 60.33% de humedad; finalmente Merchetti (2014) en su investigación "Alternativas tecnológicas para el desarrollo de productos cárnicos emulsionados saludables" elaboró salchichas de pollo magras añadiendo 1 g de concentrado de suero lácteo por cada 100 g de carne con el objetivo de sustituir la grasa; obteniendo un resultado de 75% de humedad en su producto.

La diferencia entre los resultados obtenidos en la presente investigación y los de estudios previos radica en la cantidad y tipo de suero lácteo añadido y el tiempo de maduración, ya que el suero en polvo propicia a una mayor pérdida de agua. En este estudio, las muestras tuvieron un mayor porcentaje de suero lácteo y un periodo de maduración más largo, lo que provocó una mayor deshidratación en el producto final.

En el análisis de cenizas, se observaron diferencias entre las seis muestras. La muestra No. 6, a la que no se le añadió suero lácteo, presentó el menor contenido de cenizas, mientras que la

muestra No. 5, que recibió el mayor porcentaje de suero lácteo, mostró el contenido más alto. Esta variación puede atribuirse a la concentración de sales minerales presentes en el suero lácteo (Tenorio et al., 2013) en los que se destacan citratos, fosfatos, calcio y potasio (Guerrero et al., 2011) tomando en cuenta que éstas son el equivalente al residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica (Marquez, 2014). De acuerdo al autor antes mencionado, la determinación de cenizas es importante para evaluar la composición de algunos ingredientes indicando el índice de calidad, así como permitir una evaluación nutricional.

En cuanto a los resultados obtenidos en las muestras de chorizo elaboradas en la presente investigación, los valores de cenizas oscilaron entre 3.36% y 4.82%. Estos datos son comparables con los reportados por Herrera (2023) quien obtuvo un promedio de 3.8% con el chorizo ahumado, por otra parte, Chuqui y Guaman (2024) en su investigación “Evaluación del efecto de la adición del suero lácteo deshidratado en un embutido tipo salchicha” obtuvieron un resultado de 3.32% y Merchetti (2014) de igual manera consiguió un promedio de 2.6% con las salchichas de pollo. Los resultados obtenidos por los autores antes mencionados son muy similares a los mencionados en el presente estudio presentando diferencias de menos del 1%, las cuales se deben al diferente contenido de minerales en cada formulación teniendo en cuenta que las cenizas suponen menos del 5% de la materia seca en los alimentos (Marquez, 2014).

El contenido de grasa mostró una diferencia entre las 6 muestras analizadas. En particular, se destacó la diferencia entre la muestra No. 6, a la que no se le añadió suero lácteo y que presentó el mayor porcentaje de grasa con un valor de 38.21%, y la muestra No. 4, que recibió un 30% de suero lácteo y registró el menor contenido de grasa con un 18.34%, Esta variación puede atribuirse a diferencias en la proporción de ácidos grasos saturados e insaturados, determinados tanto por el proceso de obtención del suero lácteo en polvo como por la concentración de las grasas originales de la leche (Sánchez y Villalba, 2024). En este sentido Poveda (2013) señala que el lactosuero puede contener entre un 0.5 y un 8% de la materia grasa de la leche. Además,

es importante destacar que estos ácidos grasos no solo actúan como fuente esencial de energía, sino que también desempeñan un papel clave en la absorción adecuada de vitaminas (Bravo y Pozo, 2015).

Los valores de grasa obtenidos en esta investigación, que oscilaron entre 18.34% y 38.21%, son comparables con los reportados por Flores (2014) en la elaboración de salami adicionado con suero lácteo. Sin embargo, al contrastarlos con el resultado obtenido por Merchetti (2024) quién reportó un contenido de grasa del 6% en salchichas, se evidencia una diferencia considerable, especialmente si se toma como referencia la muestra No. 6 con el mayor contenido graso. Esta diferencia puede explicarse por la variabilidad en el contenido lipídico del suero (0.5-8%) (Poveda, 2013) y el total de grasas saturadas e insaturadas presentes en los diferentes tipos de embutidos, tomando como base el estudio realizado por Bravo y Pozo en 2015 donde se menciona que el chorizo tiende a tener una mayor cantidad de grasas monoinsaturadas y poliinsaturadas a comparación de la salchicha y el salami. Asimismo, influye la cantidad y tipo de grasa que fue añadida a cada tipo de embutido al momento de su elaboración.

En cuanto a la determinación de proteína, las 6 muestras de chorizo presentaron variaciones en sus valores, evidenciando diferencias en los porcentajes de proteína en función de la cantidad de suero lácteo utilizado en su elaboración. Destaca la diferencia notable entre la muestra No. 6, con un contenido proteico de 8.66 % sin adición de suero lácteo, y la muestra No. 5, que alcanzó el valor más alto de 23.05 % al incorporar un 40 % de suero lácteo. El lactosuero constituye aproximadamente el 25% de las proteínas presentes en la leche de vaca y se clasifica en cuatro fracciones principales: albuminas (30% del valor proteico), globulinas (10% del total proteico), fracción proteasas-peptonas con un 10% (Lactoferrinas, inmunoglobulinas, glicoproteínas, triptófano, leucina e isoleucina) así como proteínas menores (Poveda, 2013; Arroyo y Jiménez, 2013).

La función principal de estas proteínas es el aporte de aminoácidos esenciales, los cuales son fundamentales para diversos procesos en el organismo, como la producción de energía, la formación de tejidos, la síntesis de enzimas, anticuerpos y material genético (Zea et al., 2017).

Una ingesta adecuada de proteínas, en la cantidad requerida, es esencial para mantener el funcionamiento óptimo del organismo (Cacciutto y Calvo, 2023). En este contexto, el suero lácteo destaca por su elevado valor nutricional, evidenciado tanto en su alto contenido de aminoácidos esenciales como en su capacidad para cubrir los requerimientos proteicos del ser humano. Además de su aporte nutricional, también es valorado por sus propiedades digestivas (Valtierra et al., 2023).

Desde el punto de vista estructural, las proteínas están compuestas por 20 aminoácidos, de los cuales 9 son considerados esenciales, ya que el organismo no puede sintetizarlos por sí mismo y deben obtenerse a través de la dieta. Para que estos aminoácidos puedan intervenir eficazmente en la síntesis proteica, es fundamental que estén presentes en los alimentos y que sean fácilmente digeribles (Cacciutto y Calvo, 2023). Se considera que la digestibilidad de un alimento es del 100 % cuando la totalidad del nitrógeno ingerido es absorbida por el organismo (Cacciutto y Calvo, 2023). En este sentido, las proteínas del suero lácteo presentan una digestibilidad cercana al 99 %, lo que le otorga el carácter de un alimento altamente funcional (Valtierra et al., 2023).

En cuanto al contenido de proteína, el chorizo elaborado en el marco de este estudio presentó valores que oscilaron entre el 8.66 % y el 23.05 %. Estos valores aumentaron proporcionalmente a la cantidad de suero lácteo añadido a cada formulación. La muestra No. 6, que no incorporó este ingrediente, mostró un menor contenido proteico en comparación con las muestras que sí lo incluyeron. De todas ellas, la muestra No.5, que presentó el mayor porcentaje de adición de suero lácteo (40%) alcanzó el valor proteico más alto. En estudios previos, Chuqui y Guaman (2024) elaboraron una salchicha tipo Frank con un 16%-26% de suero lácteo deshidratado,

obteniendo un contenido proteico promedio de 18.7%. Por otro lado, Flores (2024) reportó un contenido proteico promedio de 17.3% en la elaboración de salami con una adición del 2%-6% de suero lácteo; de la misma manera Merchetti (2014) obtuvo un resultado de 13.3% de valor proteico en las salchichas de pollo a las cuales les añadió solamente 1 g de suero lácteo por cada 100 g de carne.

Estos resultados no solo reflejan el impacto cuantitativo del suero lácteo en el contenido proteico de los embutidos, sino que también resaltan la importancia de comprender sus propiedades funcionales, tanto bioactivas como tecnológicas, que explican en parte su efecto en la calidad nutricional y estructural del producto final.

Desde el punto de vista bioactivo, estas proteínas desempeñan un papel importante en la promoción de la salud, al ejercer efectos inmunoprotectores gracias a la presencia de inmunoglobulinas, y actividad antibacteriana atribuida a compuestos como la lactoferrina (Quiñones, 2021).

En el ámbito tecnológico, las proteínas del suero lácteo aportan múltiples beneficios en la formulación de productos cárnicos. Poseen capacidad emulsificante, mejorando la textura y el sabor; poder gelificante, que otorga estructura y viscosidad al alimento; y capacidad espumante, útil en la creación de texturas ligeras y suaves (Cacciutto y Calvo, 2023).

De acuerdo a los resultados obtenidos se destaca que el chorizo adicionado con suero lácteo elaborado en éste estudio presenta un mayor porcentaje de contenido proteico en comparación a las demás investigaciones, lo cual se debe a el tipo de carne y cortes utilizados en cada formulación así como a la variabilidad de cantidades de suero lácteo añadido a cada muestra y la presentación de éste, destacando que el suero lácteo contiene proteínas como la α -lactoalbúmina, la cual contiene el 20% de las proteínas del lactosuero y la β -lactoglobulina (Chuqui y Guaman, 2024).

En general, las seis muestras de chorizo adicionado con suero lácteo mostraron una composición proximal similar entre ellas, las diferencias observadas se atribuyen principalmente al diferente contenido de suero lácteo en cada formulación, así como a la cantidad de grasa añadida a cada muestra.

10.1.2 Caracterización microbiológica

La NOM-213-SSA-2002, *Productos cárnicos procesados y especificaciones sanitarias* en conjunto con su actualización la NOM 213-SSA-2018 la cual incluye a los establecimientos dedicados a su proceso y la NOM-111-SSA1-1994, *Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos*, establecen las especificaciones microbiológicas para productos cárnicos indicando el límite máximo de organismos aerobios, hongos y levaduras, así como coliformes totales permitido en este tipo de alimentos.

Tabla 9. Cuantificación de bacterias mesófilas aerobias, mohos y levaduras, así como coliformes totales en formulaciones de chorizo adicionado con suero lácteo en polvo

Muestra	Contenido suero lácteo	Bacterias Mesófilas aerobias (UFC/g)	Hongos y Levaduras (UFC/g)	Coliformes Totales (UFC/g)
1	0%	800	10	120
2	5%	1050	10	150
3	10%	800	20	140
4	15%	800	10	140
5	30%	700	20	150
6	40%	900	20	140
Límites normativos		- (No se marca un límite)	10-150 UFC/g	- (No se marca un límite)

UFC/g= Unidades formadoras de colonias por gramo.

Elaboración propia

Las bacterias mesófilas aerobias (BMA) son microorganismos que se desarrollan en presencia de oxígeno y a temperaturas comprendidas entre los 30 y 40°C. Su alta tasa de reproducción da lugar a la rápida formación de colonias que pueden contaminar los alimentos, provocando infecciones bacterianas en los consumidores. Entre los patógenos comunes asociados a este tipo de contaminación se encuentran *Listeria monocytogenes*, *staphylococcus aureus* y *escherichia coli* (Cruz et al., 2022).

En este contexto, los resultados obtenidos en la presente investigación arrojaron que la muestra No.5 presentó el menor contenido de BMA con un valor de 700 UFC/g, seguida de las muestras No.1, No.3 y No.4, cada una con un valor de 800 UFC/g, mientras que la muestra No.6 presentó un valor de 900 UFC/g, siendo la muestra No.2 la que presentó el mayor recuento con 1050 UFC/g.

No obstante, La NOM-213-SSA1-2018 establece que el chorizo, al tratarse de un producto cárnico crudo, no está sujeto a límites específicos en cuanto a la cuantificación de bacterias mesófilas aerobias. Esto se debe a que es un alimento madurado que requiere cocción previa antes de su consumo, lo cual reduce significativamente el riesgo microbiológico.

La presencia de bacterias mesófilas aerobias suele considerarse un indicador del grado de contaminación microbiológica de una muestra. De acuerdo a Becerril et al. (2019) uno de los factores clave para el desarrollo de estos microorganismos es el contenido de humedad del alimento, así como las condiciones de temperatura durante su producción, almacenamiento, maduración y el uso o no de refrigeración tanto del producto como de los ingredientes empleados en su elaboración. Además, la adición de nitritos contribuye a prolongar la vida útil del producto y a inhibir el crecimiento microbiano.

En este sentido, y conforme a lo estipulado por la normativa mexicana, puede afirmarse que las seis formulaciones de chorizo adicionado con suero lácteo evaluadas en este estudio no

representan un riesgo para la salud del consumidor, siempre que el producto sea cocido antes de su ingesta, ya que los niveles de bacterias mesófilas aerobias se encuentran dentro de los parámetros microbiológicos aceptables.

Asimismo, la NOM-111-SSA1-1994 establece que los mohos y levaduras forman parte de la microbiota natural de los alimentos. No obstante, cuando su concentración excede los límites permitidos por la normativa, el alimento se considera contaminado. Esto ocurre porque los microorganismos alteran la composición fisicoquímica del producto mediante la degradación de carbohidratos, ácidos grasos, proteínas y lípidos. Estas alteraciones afectan negativamente las propiedades organolépticas del producto, generando olores, sabores, colores y texturas anómalas que comprometen su calidad y aceptabilidad (Secretaría de Salud, 1995).

En el presente estudio, los resultados obtenidos indican que las muestras No.1, No.2 y No.4 presentaron una carga microbiana de 10 UFC/g, mientras que las muestras No.3, No.5 y No.6 arrojaron un valor de 20 UFC/g. Estos resultados se encuentran dentro de los límites permitidos por la NOM-111-SSA1-1994, que establece que un conteo de entre 10 y 150 unidades formadoras de colonias (UFC) es adecuado para productos destinados al consumo humano. Por lo tanto, los resultados evidencian que el chorizo adicionado con suero lácteo cumple con los parámetros establecidos y se clasifica como un alimento seguro para el consumo humano.

La normativa destaca la importancia de cuantificar la presencia de mohos y levaduras, ya que su recuento sirve como un indicador confiable de las condiciones higiénico-sanitarias aplicadas durante la producción, almacenamiento y manipulación de materias primas (Secretaría de Salud, 1995). Es por ello que es fundamental considerar los diversos factores que pueden influir directamente en la cuantificación de estos microorganismos en productos cárnicos embutidos. Entre ellos se incluyen el uso de carne en mal estado, el empleo de materias primas de baja calidad o caducadas, la omisión de agentes antifúngicos como el sorbato de potasio, deficiencias

en las condiciones de almacenamiento, especialmente en lo que respecta a la temperatura, y prácticas inadecuadas de higiene durante el proceso de elaboración (González et al., 2012). Estos factores son determinantes, ya que un manejo inadecuado puede alterar la calidad microbiológica del producto y poner en riesgo la inocuidad alimentaria, lo que resalta la importancia de un control adecuado durante todo el proceso de producción.

Por otro lado, en lo que respecta al contenido de coliformes, estos comprenden un grupo de bacterias presentes en grandes cantidades en el tracto gastrointestinal y en las heces fecales del ser humano y animales (Cruz et al., 2022), Su proliferación ocurre generalmente entre los 35°C y 37°C y su presencia en los alimentos se considera un indicador de deficiencias en las condiciones higiénico-sanitarias durante la elaboración, desinfección y/o manipulación, así como de un posible tratamiento térmico inadecuado o inexistente (Paredes, 2022).

Con respecto al número de Coliformes Totales, la NOM-213-SSA1-2018 no establece límites máximos permitidos para coliformes totales. No obstante, en el presente estudio, la muestra No.1 presentó un valor de 120 UFC/g, las muestras No.3, No.4 y No.6 alcanzaron 140 UFC/g y la muestra No. 2 presentó un valor de 150 UFC/g.

Cabe señalar que esta misma normativa si establece un límite para *Escherichia coli*, indicando que los embutidos como el chorizo no deben superar las 500 UFC/g. De acuerdo con este criterio, se puede demostrar que las 6 muestras de chorizo adicionado con suero lácteo se encuentran dentro de los parámetros permitidos por la normativa mexicana, siempre y cuando el producto sea sometido a un proceso de cocción, alcanzando una temperatura mínima interna de 74 °C, tal como lo establece la NOM-251-SSA1-2009. Este tratamiento térmico resulta fundamental para prevenir infecciones alimentarias que puedan representar un riesgo para la salud del consumidor (Becerril et al., 2019).

En este contexto, es importante considerar que un recuento elevado de coliformes totales en productos embutidos puede estar asociado a diversos factores, entre los que destacan el uso de materias primas en mal estado, deficiencias en la cadena de frío durante la elaboración, almacenamiento y comercialización, así como la ausencia de un plan adecuado de limpieza y sanitización (Becerril et al., 2019).

Los resultados obtenidos de la caracterización microbiológica de las muestras analizadas son parcialmente similares a lo reportado por (Morales et al., 2023) donde realizaron la comparación sensorial y microbiológica de un chorizo regional elaborado en Zacatecas y uno comercial, donde después de realizar las pruebas pertinentes determinaron una calidad microbiológica adecuada en ambas variedades de chorizo elaborado con carne de cerdo, respecto al contenido de Bacterias Mesófilas Aerobias obtuvieron un promedio de 670 UFC/g, mientras que en lo que respecta a la cantidad de Coliformes Totales obtuvieron un valor promedio de 40 UFC/g, valores permitidos en la normativa mexicana, sin embargo, de acuerdo al autor, el chorizo regional presentó cifras preocupantes respecto al contenido de Salmonella, lo que convierte a éste producto como un alimento no apto para el consumo; de acuerdo con el autor antes mencionado, los factores de crecimiento detonantes en la obtención de éste resultado fueron las malas prácticas de higiene y manipulación en la preparación de éste alimento así como el uso de temperaturas inadecuadas.

En el presente estudio, el chorizo fue madurado durante un periodo de 3 días bajo refrigeración, con el objetivo de limitar la proliferación de microorganismos que puedan comprometer su calidad. Estos microorganismos pueden provocar alteraciones en parámetros sensoriales como el sabor, olor, textura y apariencia, así como en las propiedades fisicoquímicas, tales como el pH, la actividad de agua, el contenido de grasa, proteína, cenizas y humedad (Vallejo et al., 2023).

Además, es importante considerar que factores como las condiciones de almacenamiento, transporte y manipulación, junto con las características propias de los microorganismos como el rango óptimo de pH, la temperatura y el grado de humedad favorecen su crecimiento e influyen significativamente en la presencia y desarrollo de bacterias, levaduras y hongos (Romero et al., 2020).

Finalmente, los resultados del análisis microbiológico de las seis muestras de chorizo adicionado con suero lácteo permiten concluir que el producto cumple con los criterios de inocuidad establecidos por la normativa mexicana vigente. Los conteos de bacterias mesófilas aerobias, hongos, levaduras y coliformes totales se mantuvieron dentro de los límites permisibles, lo cual evidencia que el producto no representa un riesgo microbiológico para la salud del consumidor. En consecuencia, se confirma que el chorizo elaborado bajo estas condiciones no solo es apto para el consumo humano, sino que también cumple con los estándares de calidad e higiene requeridos en la industria cárnica.

10.1.3 Caracterización sensorial

Prueba de ordenamiento

Para la interpretación de resultados se utilizó la metodología del autor Anzaldúa-Morales, uso de tablas de totales de rangos (*Anexo 2*); y así se obtuvieron los siguientes totales para cada muestra que se observan en la *Tabla 10*:

Tabla 10. Resultados de análisis sensorial mediante la prueba de ordenamiento de la intensidad de sabor a chorizo

Muestras						
Jueces	A	B	C	D	E	F
1	3	5	1	2	4	6
2	2	3	1	6	5	4
3	5	1	3	4	6	2
4	6	3	1	4	5	2
5	2	3	4	1	6	5
6	6	3	5	2	4	1
7	3	5	4	2	1	6
8	4	6	3	2	1	5
9	1	5	6	4	2	3
10	6	5	4	2	3	1
11	3	2	5	6	4	1
12	4	3	5	6	2	1
13	3	4	5	6	2	1
14	2	6	4	5	3	1
15	6	3	1	5	2	4
16	5	2	4	6	3	1
17	6	2	3	5	4	1
18	5	3	6	4	2	1
19	6	2	5	4	3	1
TOTALES	78	66	70	76	62	47

Elaboración propia

Se consultaron las tablas del apéndice VII de libro del mismo autor y se obtuvieron los siguientes rangos:

49 – 84

54 – 79

Esto significa que F es significativamente diferente a A, B, C, D y E; ya que el total 47 queda por debajo del intervalo [49 – 84]. A, B, C, D y E quedan, por lo tanto, dentro del intervalo y no hay diferencia significativa entre estas cinco muestras en cuanto a la intensidad de sabor.

En el caso del segundo renglón aparece el intervalo [54 – 79], que significa que la muestra F es la que tiene la intensidad significativamente mínima de sabor, porque el total de F, o sea 47, es inferior al valor de 54 de la suma de rangos de la tabla.

Por lo tanto, usando la notación convencional ya explicada, se puede expresar la significancia de los datos como:

Totales:	A	B	C	D	E	F
	78a	66a	70a	76a	62a	47b

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Zeng, Wang, Yang, Liu, Li, y Liu, en 2024, donde menciona que el suero de leche en productos lácteos procesados aporta una mayor capacidad de retención de agua y con esto una mejor jugosidad al igual que mejora la textura y la sensación en boca. Otro aspecto importante que mejora la adición del suero de leche a los productos cárnicos es la generación de notas lácteas, ligeramente dulces por lactosa residual, y en algunos casos notas “cocidas” o sulfuradas esto sí ha pasado por tratamientos térmicos intensos o reacciones de Maillard y esto depende de la fracción del suero dulce y del grado de concentración y del procesado (Rushell et al., 2006)

En un estudio realizado por Hale, Carpenter, y Walsh, en el 2002, menciona que los texturizados o extrudados de proteína de suero pueden sustituir una porción de la carne en preparaciones manteniendo su jugosidad y aceptabilidad sensorial. También permite reducir costo del componente cárnico sin que se vea afectado el sabor y la textura; también en este estudio se menciona que los consumidores aceptaron los productos cárnicos con porcentaje de proteína de suero.

Es importante mencionar que el suero de leche puede afectar de forma positiva la interface de aceite/agua, estabilizando las micelas de grasa y mejorando la gelificación de los productos cárnicos; esto a su vez genera una textura más uniforme y menos separación de grasa al momento del almacenamiento y cocinado (Zeng et al., 2024).

Por otro lado, en esta misma prueba los jueces tuvieron la oportunidad de emitir comentarios respecto a sus preferencias sobre las seis formulaciones evaluadas (*Anexo 3*). En general, manifestaron una aceptabilidad positiva hacia las muestras adicionadas con suero lácteo en polvo, señalando que conservaban las características sensoriales propias del chorizo tradicional, tales como olor, textura, color y sabor, además de resaltar un perfil gustativo agradable y balanceado. No obstante, en las muestras con niveles de adición de 15 %, 30 % y 40 %, se identificó la presencia de un retrogusto dulce cuya intensidad aumentaba conforme al porcentaje de inclusión de suero. Particularmente, la formulación con 40 % de suero lácteo fue percibida como más dulce en comparación con las demás, aunque los jueces la consideraron igualmente agradable y señalaron que sería un producto que consumirían de manera habitual.

En cuanto a las formulaciones con menor adición de suero lácteo (0 %, 5 % y 10 %), también se registró un nivel de aceptabilidad favorable, destacando que mantenían atributos sensoriales característicos del chorizo tradicional; sin embargo, fueron descritas con notas más tenues y de perfil gustativo más neutro.

En síntesis, los resultados evidencian que la incorporación de suero lácteo en polvo no afectó negativamente la percepción sensorial del producto, ya que las formulaciones fueron valoradas favorablemente por los jueces al conservar los atributos organolépticos distintivos del chorizo. Además, la presencia de un perfil de sabor agradable, incluso en las muestras con mayor porcentaje de adición, respalda su potencial aplicación como ingrediente funcional sin comprometer la aceptación del consumidor.

11. CONCLUSIÓN

Se considera viable la utilización de suero lácteo en polvo en la elaboración de chorizo crudo, dado que contribuye al incremento del contenido proteico, superando el valor obtenido en la muestra control sin adición, correspondiente a un chorizo tradicional (Muestra 6), que presentó 8.66 %, en comparación con la muestra con mayor adición de suero (Muestra 5), la cual alcanzó 23.05 %. Asimismo, la incorporación de este ingrediente funcional favorece las propiedades sensoriales del producto y permite una reducción parcial de la grasa de cerdo al ser sustituida por suero lácteo; en este sentido, las formulaciones con mayor nivel de adición (Muestras 3 y 4) fueron las que registraron los menores porcentajes de grasa. Finalmente, el chorizo enriquecido con suero lácteo cumplió con los parámetros microbiológicos establecidos por la normativa mexicana, garantizando su inocuidad y viabilidad para el consumo humano.

12. REFERENCIAS

- Altamirano, D., Zambrano, R., Arteaga, R., & Zambrano, C. (2020). Características sensoriales de un embutido ahumado a partir de diferentes formulaciones. 6 (3). Dominio de las ciencias: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8638172>
- Anzaldúa, M. A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. (pp. 87–92, 177–180). Acribia.
- AOAC International. (1999). *Official Methods of Analysis (15th ed.)*. AOAC International.
- Arnau, J. (2020). *Les llonganisses tradicionals: Principals problemes d'elaboració i com fer-hi front*. Escola de la Carn. <https://escoladelacarn.com/wp-content/uploads/2020/11/Les-llonganisses-tradicionals.-Principals-problemes-delaboracio%CC%81-i-com-fer-li-front-Sr.Jacint-Arnau.pdf>
- Arroyo, C. Y., & Jiménez, F. Y. (2013). *Evaluación de rendimiento de la alfa lactoalbumina extraída del lactosuero dulce evaporado (Tesis de licenciatura, Universidad de Cartagena)*. Repositorio Institucional de Cartagena: <https://repositorio.unicartagena.edu.co/entities/publication/9a24b89c-41ad-4730-85bb-61dabe78a49b>
- Becerril, A., Dubián, O., Dominguez, A., Arizmendi, D., & Baciliza, Q. (2019). *La calidad sanitaria del chorizo rojo tradicional que se comercializa en la ciudad de Toluca, Estado de México*. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 10(1), 172-185: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v10n1/2448-6698-rmcp-10-01-172.pdf>
- Becerril, A., Dubián, O., Dominguez, A., Arizmendi, D., & Baciliza, Q. (2019). *La calidad sanitaria del chorizo rojo tradicional que se comercializa en la ciudad de Toluca, Estado de México*. SCIELO: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v10n1/2448-6698-rmcp-10-01-172.pdf>
- Botella, M. C. (2024). *Formulación de emulsiones gelificadas con aceites saludables y harinas de pseudocereales para la sustitución de grasa en productos cárnicos (Tesis doctoral, Universidad Miguel Hernández)*. <https://hdl.handle.net/11000/35686>
- Bravo, F., & Pozo, P. (2015). *Determinación del perfil de ácidos grasos en embutidos y mayonesas de mayor consumo en el distrito metropolitano de Quito por cromatografía de gases (Tesis, Universidad de Cartagena)*. Repositorio Institucional de Cartagena.: <https://repositorio.unicartagena.edu.co/entities/publication/9a24b89c-41ad-4730-85bb-61dabe78a49b>
- Buendía, M. M. (2015). *Elaboración, producción y comercialización de derivados lácteos*. MACROS.
- Cabrera. Alvarado, C., & Sari, N. J. (2024). *Comparación de las características organolépticas por el uso de tres tipos de almidón (papa, yuca, maíz) en la elaboración del embutido mortadela pastel mexicano (Trabajo de titulación, Universidad de Cuenca)*. Repositorio Institucional Universidad de Cuen. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/45641>
- Cacciutto, M., & Calvo, M. A. (2023). *Proteínas del suero lácteo: propiedades e implementación (Trabajo final de grado, Universidad FASTA)*. Repositorio Digital Institucional.

http://redi.ufasta.edu.ar/jspui/bitstream/123456789/1924/1/CACCIUTTO%20M.%20-%20CALVO%2c%20MAIRA_NU_2023.pdf

- Campoverde, J. S. (2023). *Caracterización fisicoquímica y microbiológica de un concentrado proteico fermentado a partir del suero de quesería*. (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Chimborazo). Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Chimborazo.: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/11931/1/Campoverde%20J.%2c%20Vanessa%20R.%2c%202023%20Caracterización%20fisicoquímica%20y%20microbiológica%20de%20un%20concentrado%20proteico%20fermentado%20a%20partir%20del%20suero%20de%20quesería%20%281%29%20%2>
- Carreón, C. D. (2022). *La bioquímica en la producción de leche/Biochemistry in milk production*. Repository UAeh: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa3/article/view/9460/9176>
- Castillo, E. (2023). *Balance del mercado cárnico mexicano: primer semestre 2023*. Consejo Mexicano de la Carne: <https://comecarne.org/balance-del-mercado-carnico-mexicano-primer-semester-2023/>
- CEER. (2022). *Centro Ecuatoriano de eficiencia de Recursos*. Guía de fabricación de embutidos: <https://asobanca.org.ec/wp-content/uploads/2022/12/9.-Guia-Fabricacion-de-embutidos.pdf>
- Centro de Estudios Agropecuarios. (2018). *Elaboración de productos cárnicos*. Trillas.
- Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. Gobierno de México. (2023). *Quesos artesanales: un alimento insustituible en la gastronomía mexicana*. <https://www.ciad.mx/quesos-artesanales-un-alimento-insustituible-en-la-gastronomia-mexicana/>
- Chavez, M. C., Guevara, A. A., Hernández, S. R., Ronquillo, A. J., Corral, F. G., & Alarcón, R. A. (2015). *Manual sacrificio, manejo y procesado artesanal de carne de ganado bovino*. CIAD: <https://www.producechiuahuahua.org/litera/MAN-0002ProcesadoCarne.pdf>
- Chuqui, P. M., & Guaman, A. G. (2024). *Evaluación del efecto de la adición del suero lácteo deshidratado en un embutido tipo salchicha* (Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Cotopaxi). Repositorio Institucional Universidad Técnica de Cotopaxi: <https://repositorio.utc.edu.ec/items/0c4892fe-4e95-4237-975d-fe6d1df3b210>
- Colominas, A. A., Rodríguez, G. D., & Zumbado, F. H. (2023). *Bebida refrescante de suero lácteo con adición de harina de arroz y sabor naranja*. *Agronomía Mesoamericana*, 34(2), 15-27.: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v34n2/1659-1321-am-34-02-00015.pdf>
- CONAHCYT. (2023). *Quesos artesanales: Un alimento insustituible en la gastronomía mexicana*. <https://www.ciad.mx/quesos-artesanales-un-alimento-insustituible-en-la-gastronomia-mexicana/>
- Consejo Mexicano de la Carne. (2024). *Compendio estadístico 2023*. https://comecarne.org/wp-content/uploads/2023/05/Compendio-Estadistico-2023_COMECARNE.pdf
- Consejo Mexicano de la Carne. (2024). *Compendio estadístico 2024*. <https://comecarne.org/wp-content/uploads/2024/05/compendio-estadistico-2024-V2.pdf>

- Cruz, M., Ortiz, L., Ramírez, T., Toledo, K., Esther, R., & Silvia, G. (2022). *¿Qué microorganismos se encuentran en chorizos comercializados en México? Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ICSA/article/view/7270/8985>
- Cuervo, E. A. (2024). *Garantizando la calidad e inocuidad en la industria de alimentos carnicos procesados (Tesis de licenciatura, Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias)*. Repositorio Institucional de la Universidad de los Andes.: <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/ae6b1193-f712-4ca6-bb09-7b3999491751/content>
- Damian, R. S., Carreras, S. R., Ibarra, G. A., Linares, G. J., & Ángel, H. A. (2022). *Influencia del bienestar animal durante el manejo pre-sacrificio en la calidad de la carne. Jóvenes en la Ciencia*. <https://doi.org/10.15174/jc.2022.3474>
- Espinosa, A., & García, M. E. (2017). Tecnologías de nano/microencapsulación de compuestos bioactivos. *Revista de Tecnología y Ciencia Alimentaria*, 34(2), 189-198. https://doi.org/https://ciatej.mx/files/divulgacion/divulgacion_5a43b83493481.pdf
- Flores, J. M. (2014). *Utilización de leche en polvo como agente ligante en la elaboración de salame (Tesis de licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo)*. Repositorio Institucional Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3840>
- Gameros, M., Monroy, A., & Y, M. (2017). *El consumo de carne procesada y su impacto en la dieta*. Repositorio Institucional UAEH: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ICSA/article/view/2674/2698>
- Garavito, H. L., & Méndez, S. T. (2021). *Propuesta para el aprovechamiento de lactosuero proveniente de la elaboración de queso ricotta por medio de separación por membranas. Proyecto integral de grado*. Fundación Universidad de América, Bogotá: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8667/1/6161807-2021-2-IQ.pdf>
- Gobierno de México. (2020). *Agricultura y la industria buscan incrementar el consumo de proteína animal*. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria: <https://www.gob.mx/senasica/articulos/carne-mexicana-para-una-dieta-sana-y-equilibrada>
- González, A. (2016). *Elaboración y caracterización de un concentrado proteico de suero en polvo obtenido por termocoagulación isoeléctrica y deshidratación. (Tesis de ingeniería)*. Universidad Central de Venezuela, Maracay: <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/20800/1/TESIS%20VERSION%20FINAL...pdf>
- González, T. R., Caro, I., Soto, S. S., Rodríguez, P. B., & Mateo, J. (2012). *Características microbiológicas de cuatro tipos de chorizo comercializados en el Estado de Hidalgo, México*. Nacameh. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4726457.pdf>
- Guerrero, H. J., Ramírez, P. A., & Puente, V. W. (2011). *Caracterización del suero de queso blanco del combinado lácteo Santiago*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45(3), 1-7.: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-

61852011000300006#:~:text=%2D%20El%20por%20ciento%20de%20humedad,s%C3%B3lidos%20totales%20de%20la%20leche.

- Hale, A. B., Carpenter, C. E., & Walsh, M. K. (2002). *Instrumental and consumer evaluation of beef patties extended with extrusion-texturized whey proteins*. *Journal of Food Science*, 67(3), S447–S455. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb09488.x>
- Harvard T.H. (2021). *Chan School of Public Health*. Milk. The Nutrition Source.: <https://nutritionsource.hsph.harvard.edu/milk/>
- Heredia, N., Dávila, J., Solis, L., & Santos, G. (2014). *Productos cárnicos: principales patógenos y estrategias no térmicas de control*. *Nacameh*. Nacameh: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6032880>
- Hernández, G. V., De la Cruz, M. A., Sánchez, B. M., Delgadom, P. R., Borrás, E. A., & Valencia, M. A. (2022). *Aprovechamiento del suero lácteo para la elaboración de microcápsulas probióticas*. Universidad de Guadalajara: <https://actadecienciaensalud.cutonala.udg.mx/index.php/ACS/article/view/180>
- Hernández, G., Álvarez, M., & Nuñez, M. (2024). *Desarrollo de un panqué con adición de suero lácteo*. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*: <https://revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/745>
- Herrera, C. J. (2023). *Caracterización del chorizo ahumado con la adición de lactosuero*. (Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Cotopaxi). Repositorio Institucional Universidad Técnica de Cotopaxi: <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d9d61a7a-c1f8-4b5c-8f07-8453bb1219a4/content>
- Jimenez, E. M., Castillo, B. M., Germán, B. L., & Castañeda, R. G. (2021). *Venta a granel de embutidos: una tendencia de comercialización asociada al riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos en Culiacán, México*. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 11(3), 848-858: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242020000300848&script=sci_arttext
- Larousse cocina. (2024). *Grasas animales*. <https://laroussecocina.mx/palabra/grasas-animales/>
- Lizarraga, C. M., Mendoza, S. M., García, A. L., & Garcia, P. J. (2023). *El inocente impacto ambiental del suero de la leche*. *Epistemus* 15(2), 316-397.: <https://epistemus.unison.mx/index.php/epistemus/article/view/316/397>
- Londoño, P. M., & Gómez, R. B. (2020). *Nitratos y nitritos, la doble cara de la moneda*. *Revista de nutrición clínica y metabolismo*: https://revistanutricionclinicametabolismo.org/public/site/202_Revision_Londono.pdf
- Manso, A. (2016). *Salmonella*. Comunidad de Madrid: <https://www.comunidad.madrid/servicios/salud/salmonelosis-zoonosis-comun-brotes-alimentarios>
- Marquez, S. B. (2014). *Cenizas y grasas* (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Agustín). Repositorio Institucional de San Agustín: <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e8bd5b97-f205-4b7e-bcd6-b34d7ab4fbe2/content>

- Mazorra, M. M., & Moreno, H. J. (2020). *Propiedades y opciones para valorizar el lactosuero de la quesería artesanal*. CienciaUAT, 14(1), 133-144: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78582019000200133#B61
- Merchetti, L. (2014). *Alternativas tecnológicas para el desarrollo de productos cárnicos emulsionados saludables (Tesis doctoral, Universidad Nacional de la Plata)*. Repositorio Institucional Universidad Nacional de la Plata: https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/34958/Documento_completo_.pdf?sequence=1
- Mesa, P. T., Castellanos, R. J., & Aguilera, B. A. (2023). *Calidad microbiológica de chorizos procesados en la plaza de mercado del municipio de Sogamoso (Boyacá, Colombia)*. *Revista de investigación en salud*. Universidad de Boyacá. <https://revistasdigitales.uniboyaca.edu.co/index.php/rs/article/view/888>
- Morales. (2023). *Crece apetito en México por los quesos de importación*. <https://www.economista.com.mx/empresas/Crece-apetito-en-Mexico-por-los-quesos-de-importacion-20231105-0067.html>
- Morales, C., González, A. M., Cruz, G., Esparza, G. V., & Santos, A. E. (2023). Caracterización proximal, sensorial y microbiológica de un chorizo elaborado en el Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte y un chorizo comercial, para su comparación. *Investigación Y Desarrollo En Ciencia Y Tecnología De Alimentos*, 8(1), 485–490. <https://doi.org/https://doi.org/10.29105/idcyta.v8i1.65>
- Muñoz., T. A. (2021). *Propiedades funcionales de suero de leche*. Grupo Lácteos. <https://grupolacteos.mx/wp-content/uploads/2021/09/PB-LF-PROPIEDADES-DEL-SUERO.pdf>
- Nárvaez, L. F., & Loachamin, G. B. (2021). *Obtención y caracterización de suero de leche en polvo a partir de lactosuero de la empresa (PROLAD'S) mediante el método de secado por aspersión (Spray Dryer) Trabajo de titulación, Universidad Técnica de Cotopaxi*. Repositorio UTC. <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/dcb46587-69d5-43d3-af7c-866f358bb0f1/content>
- Navarro, A. J. (2020). *Determinación de nitritos y nitratos en hamburguesas de carne expendidas en el mercado Huamantanga-Puente Piedra*. Universidad Norbert Wiener. Tesis de licenciatura. <https://repositorio.uwiener.edu.pe/server/api/core/bitstreams/0504647f-623b-4335-8a24-df76d034eafa/content>
- Núñez, S., & Manso, A. (2015). *Listeria*. Comunidad de Madrid: <https://www.comunidad.madrid/servicios/salud/listeria-zoonosis-grave-embarazadas-ninos-mayores-e-inmunodeprimidos>
- Paladii, I. V., Vrabie, E., Sprinchan K, G., & Bologa, M. K. (2020). Part 1: Classification, Composition, Properties. . *Elektronnaya Obrabotka Materialov. a Institute of Applied Physics, Chisinau*, 52-69.
- Paredes, E. B. (2022). *Análisis de coliformes fecales en alimentos comercializados en mercados del Perú: Una revisión narrativa (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Mayor de San Marcos)*. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/18319>

- Peñaherrera, P. (2018). *Manual de charcutería enfocado en la elaboración de fiambres y embutidos. (Tesis de grado)*. Repositorio Institucional de la Universidad de los Hemisferios: <https://backdspace.uhemisferios.edu.ec/server/api/core/bitstreams/74801644-212c-4e6a-9906-ef85f373b2e9/content>
- Pérez, C. M., Ponce, A. E., & Vargas, R. J. (2020). *Carne: Conceptos desde su producción hasta su conservación*. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa.
- Perez, J., Pérez, C., Pontaza, I., Torres, D., Ariza, J., Valdez, I., & Ramirez, E. (2020). *Revisión de la composición nutrimental y aditivos de los chorizos comerciales*. Educación Y Salud Boletín Científico Instituto De Ciencias De La Salud Universidad Autónoma Del Estado De Hidalgo, 8(16), 135-139.: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ICSA/article/view/5356>
- Pérez, M. J., Pérez, V. C., Pontaza, O. I., Torres, M. D., Ariza, O. J., Valdéz, I. I., & Ramírez, M. E. (2020). *Revisión de la composición nutrimental y aditivos de los chorizos comerciales*. Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud UAEH. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ICSA/article/view/5356>
- Poveda, E. (2013). *Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad*. Revista chilena de nutrición, 40(4), 397-403. : https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182013000400011
- Puharich, A., & Travers, L. (2019). *Carne: El libro definitivo*. Penguin Random House.
- Quiñones, M. T. (2021). *Propiedades funcionales de suero de leche*. Grupo Lácteos. <https://grupolacteos.mx/wp-content/uploads/2021/09/PB-LF-PROPIEDADES-DEL-SUERO.pdf>
- Redondo, M., Valenzuela, C., Cordero, V., & Araya, A. (2023). *Calidad microbiológica de embutidos crudos: Estudio del caso en Latinoamérica*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 73(3), 345-356.: <https://www.alanrevista.org/ediciones/2023/3/art-4/>
- Rodriguez, F. (2022). *Informe cárnicos: Elaboración chorizos de cerdo*. Centro Nacional de Hotelería, Turismo y Alimentos, SENA.: <https://es.scribd.com/document/638603689/Informe-Practica-Chorizo-Felix-Rodriguez>
- Romero, E., Cobo, J., Pérez, M. K., & Tamara, P. L. (2020). *Evaluación de Factores físicos sobre el crecimiento de los microorganismos (Informe de investigación, Universidad de Sucre)*. Academia.edu: https://www.academia.edu/download/60248458/Informe_6_MICROBIOLOGIA-_EVALUACION_DE_FACTORES_FISICOS SOBRE_EL_CRECIMIENTO_DE_MICROORGANISMOS20190809-104124-ntxa44.pdf
- Rushell, T. A., Drake, M. A., & Gerard, P. D. (2006). *Sensory properties of whey and soy proteins*. Journal of Food Science, 71(6), S447–S455. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00055.x>
- Sánchez, T. D., & Villalba, C. M. (2024). *Elaboración de un suplemento proteico en polvo a partir de suero lácteo (Tesis de grado)*. Universidad Técnica de Cotopaxi: <https://repositorio.utc.edu.ec/items/ac6dc2af-2f16-468e-bf8b-c53bc4753f42>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2016). *Quesos mexicanos genuinos, delicias que nos distinguen*. Gobierno de México: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/quesos->

mexicanos-genuinos-delicias-que-nos-distinguen#:~:text=Se%20estima%20que%20en%20M%C3%A9xico,y%20rueda%2C%20entre%20muchos%20otros.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2023). *Destaca agricultura solidez de la industria cárnica nacional y crecimiento del consumo*. Gobierno de México: <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/destaca-agricultura-solidez-de-la-industria-carnica-nacional-y-crecimiento-del-consumo#:~:text=Pese%20al%20contexto%20internacional%2C%20la,Desarrollo%20Rural%2C%20V%C3%ADctor%20Villalobos%20Ar%C3%A1mbula>.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2023). *Panorama de la lechería en México*. Gobierno de México: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/940824/Panorama_de_la_lecher_a_en_M_xico_2023.pdf

Secretaría de Economía. (2012). *Norma Oficial Mexicana NOM-155-SCFI-2012, Leche-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba*. Diario Oficial de la Federación: <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4692/seeco/seeco.htm#:~:text=Para%20efectos%20de%20esta%20norma,otras%20operaciones%20tales%20como%20clarificaci%C3%B3n%2C>

Secretaría de Economía. (2012). *Norma Oficial Mexicana NOM-183-SCFI-2012 Producto lácteo y producto lácteo combinado-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba*. Diario Oficial de la Federación: <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4693/seeco1/seeco1.htm>

Secretaría de Salud. (1994). *Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa*. Diario Oficial de la Federación: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4886029&fecha=12/12/1995#gsc.tab=0

Secretaría de Salud. (1995). *Norma Oficial Mexicana NOM-110-SSA1-1994, Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico*. Diario Oficial de la Federación: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4883170&fecha=16/10/1995#gsc.tab=0

Secretaría de Salud. (1995). *Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos*. Diario Oficial de la Federación: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4881226&fecha=13/09/1995#gsc.tab=0

Secretaría de Salud. (1995). *Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa*. Diario Oficial de la Federación: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4880115&fecha=25/08/1995#gsc.tab=0

Secretaría de Salud. (2004). *Norma Oficial Mexicana NOM-194-SSA1-2004, Productos y servicios. Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio. Especificaciones sanitarias de productos*. Diario Oficial de la Federación: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=661587&fecha=18/09/2004#gsc.tab=0

- Secretaría de Salud. (2009). *Norma Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios*. Diario Oficial de la Federación: <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3980/salud/salud.htm#:~:text=3.25%20Inocuo%2C%20lo%20que%20no,por%20objeto%20quitar%20la%20suciedad>.
- Secretaría de Salud. (2010). *Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba*. Diario Oficial de la Federación: <https://dof.gob.mx/normasOficiales/4156/salud2a/salud2a.htm#:~:text=3.11%20Derivados%20o%20productos%20l%C3%A1cteos,los%20productos%20con%20grasa%20vegetal>.
- Secretaría de Salud. (2018). *Norma Oficial Mexicana NOM-213-SSA1-2018, Productos y servicios. Productos cárnicos procesados y los establecimientos dedicados a su proceso. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba*. Diario Oficial de la Federación: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5556645&fecha=03/04/2019#gsc.tab=0
- Segura, R. (2023). *Historia del consumo de carne*. Consejo Mexicano de la Carne: <https://comecarne.org/historia-de-la-carne/>
- Suárez. (2018). *Bordeando el monte*. Un queso con historia. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: https://sma.gob.mx/wp-content/uploads/2021/09/Bordeando_58.pdf
- Suárez, C. (2020). La industria de las carnes frías en México: <https://comecarne.org/la-industria-de-las-carnes-frias-en-mexico/>
- Suárez, C. (2020). *La industria de las carnes frías en México*. Consejo Mexicano de la Carne. <https://comecarne.org/la-industria-de-las-carnes-frias-en-mexico/>
- Tenorio, G. R., Totosaus, A., Caro, I., & Mateo, J. (2013). *Caracterización de propiedades químicas y fisicoquímicas de chorizos comercializados en la zona centro de México*. Información tecnológica, 24(2), 3-14.: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642013000200002
- Torres, Q., & Romero, K. (2021). *Alternativas tecnológicas para uso del lactosuero: Valorización económica de residuos*. Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional, 30(55): https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2395-91692020000100121
- Vallejo, M. I., Ortiz, R. L., Rosales, G. L., Gudiño, R. P., Hernández, E. J., Sosa, M. M., & Gómez, S. J. (2023). *Caracterización fisicoquímica y sensorial de chorizo adicionado con aceite encapsulado de Sacha Inchi. Jóvenes en la Ciencia*. <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/4056>
- Valtierra, M. A., Hernández, V. G., Robles, M. Y., & Rodríguez, H. G. (2023). *Lactosuero adicionado con menta y fermentado con Lactobacillus acidophilus: Evaluación microbiológica, fisicoquímica y nutrimental*. Revista Ciencia e Innovación Agroalimentaria, 5(2), 45–58. <https://www.reiagro.ugto.mx/index.php/cia/article/view/61/63>

- Vanoye, M., Jonzález, J., Martín, B., González, E., & Quijano, S. (2022). *Elaboración de un chorizo ahumado para asar a base de cochinita pibil*. *Revista Digital*. <https://itsta.edu.mx/wp-content/uploads/2023/02/04-2022.pdf>
- Villagrán, Z., González, S., Montalvo, E., García, J., Ramírez, B., & Luis, A. (2022). *Alimentos funcionales y su impacto en la salud humana*. *Educación y Salud. Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud*, 10(20), 223–231. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ICSA/article/view/7806/8979>
- Villegas de Gante, A., & De la Huerta Benitez, R. (2015). *Naturaleza, evolución, contrastes e implicaciones de las imitaciones de quesos mexicanos genuinos*. *Estudios sociales*, 23(45), 213-236.: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-45572015000100009&script=sci_arttext
- Yubero, D. I. (2019). *El queso es la inmortalidad de la leche*. <https://doi.org/> <https://www.mercasa.es/wp-content/uploads/2023/03/13-Cultura-alimentaria-El-queso-es-la-inmortalidad-de-la-leche.pdf>
- Zea, M. J., Zea, P. W., Vacaro, M. V., & Avalos, M. E. (2017). *Los Aminoácidos en el cuerpo humano*. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 1(5), 379-391.: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7116449.pdf>
- Zeng, X., Yujie, W., Shuda, Y., Yijun, L., Li, X., & Diru, L. (2024). *The functionalities and applications of whey/whey protein in fermented foods: A review*. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1260122. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1260122>

13. ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario utilizado para realizar la prueba de ordenamiento

Nombre: _____ Fecha: _____

PRODUCTO: **CHORIZO**

Pruebe las 6 muestras marcadas con claves y acomódelas
de menor a mayor intensidad de sabor a **CHORIZO**.

Escriba el número de la
clave de cada muestra,
según corresponda.

MENOS SABOR A CHORIZO: _____

MAS SABOR A CHORIZO: _____

Comentarios: _____

MUCHAS GRACIAS

Anexo 2. Totales de rangos requeridos para significancia al nivel del 5%

TOTALES DE RANGOS REQUERIDOS PARA SIGNIFICANCIA AL NIVEL DEL 5% ($p \leq 0,05$)

Los bloques de cuatro cifras representan:
(Primer renglón): suma mínima insignificante, cualquier tratamiento; máxima suma de rangos insignificantes, cualquier tratamiento.
(Segundo renglón): Mínima suma de rangos insignificante, tratamiento predeterminado; máxima suma de rangos insignificante, tratamiento predeterminado.
NR = Número de repeticiones.

a) Tabla 1. De 2 a 8 tratamientos.

NR	NUMERO DE TRATAMIENTOS O MUESTRAS ORDENADAS						
	2	3	4	5	6	7	8
2	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	3-9	3-11	3-13	4-14
3	—	—	—	4-14	4-17	4-20	4-23
	—	4-8	4-11	5-13	6-15	6-18	7-20
4	—	5-11	5-15	6-18	6-22	7-25	7-29
	—	5-11	6-14	7-17	8-20	9-23	10-26
5	—	6-14	7-18	8-22	9-26	9-31	10-35
	6-9	7-13	8-17	10-20	11-24	13-27	14-31
6	7-11	8-16	9-21	10-26	11-31	12-36	13-41
	7-11	9-15	11-19	12-26	14-28	16-32	18-36
7	8-13	10-18	11-24	12-30	14-33	15-41	17-46
	8-13	10-18	13-22	15-27	17-32	19-37	22-41
8	9-15	11-21	13-27	15-33	17-39	18-44	20-52
	10-14	12-20	15-25	17-31	20-36	23-41	25-47
9	11-16	13-23	15-30	17-37	19-44	22-50	24-57
	11-16	14-22	17-28	20-34	23-40	26-46	29-52
10	12-18	15-25	17-23	20-40	22-48	25-55	27-63
	12-18	16-24	19-31	23-37	26-44	30-50	33-57
11	13-20	16-28	19-36	22-44	25-52	28-60	31-68
	14-19	18-26	21-34	25-41	29-48	33-55	37-62
12	15-21	18-30	21-39	25-47	28-56	31-65	34-74
	15-21	19-29	24-36	28-44	32-52	37-59	41-67
13	16-23	20-32	24-41	27-51	31-60	35-69	38-79
	17-22	21-31	26-39	31-47	35-56	40-64	45-72
14	17-25	22-34	26-44	30-54	34-64	38-74	42-84
	18-24	23-33	28-42	33-51	38-60	44-68	49-77
15	19-26	23-37	28-47	32-58	37-68	41-79	46-89
	19-26	25-35	30-45	36-54	42-63	47-73	52-82
16	20-28	25-39	30-50	35-61	40-72	45-83	49-95
	21-27	27-37	33-47	39-57	45-67	51-77	57-87
17	22-29	27-41	32-53	38-64	43-76	48-88	53-100
	22-29	28-40	35-50	41-61	48-71	54-82	61-92
18	23-31	29-43	34-56	40-68	46-83	51-93	57-105
	24-30	30-42	37-53	44-64	51-75	58-86	65-97
19	24-33	30-46	37-58	43-71	49-84	55-97	61-110
	25-32	32-44	39-56	47-67	54-79	62-90	69-102

Apéndice VII perteneciente al libro "La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica" de Anzaldúa (1994).

Anexo 3. Comentarios registrados de los jueces en la prueba sensorial de ordenamiento.

Las seis muestras se codificaron con tres números al azar, lo cuales se relacionaban de la siguiente manera:

Muestra	Suero lácteo añadido	Codificación
1	5%	358
2	10%	813
3	15%	469
4	20%	275
5	40%	194
6	0%	537

No. De Juez	Comentarios
1	Es muy agradable el sabor de la muestra 194.
2	Se percibe un retrogusto dulce en las muestras 194 y 275.
3	La muestra 358 tiene un sabor muy parecido al chorizo comercial, las muestras 194 y 275 tienen un retrogusto dulce.
4	La muestra 275 tiene un sabor balanceado.
5	Se percibe un retrogusto dulce en las muestras 194 y 275.
6	La muestra 537 posee un sabor fuerte y agradable.
7	La muestra 537 tiene sabores ricos e intensos.
8	El sabor y la textura de la muestra 275 son propias de un chorizo tradicional.
9	Se percibe un sabor intenso a chorizo en todas las muestras.
10	Las muestras 537 y 813 tiene un sabor muy similar al del chorizo tradicional.
11	Las muestras 537 y 469 mantienen las propiedades de un chorizo tradicional.
12	Son agradables las notas dulces que se perciben en las muestras 537 y 194.
13	Resultan satisfactorias las muestras 194, 358 y 537.
14	La muestra 194 presenta un retrogusto dulce.
15	Resulta satisfactoria la muestra 469.
16	La muestra 537 presenta un sabor más equilibrado con referencia al sabor característico del chorizo.
17	Las muestras 275 y 537 tienen un sabor agradable.
18	El sabor de las muestras 275, 813 y 194 es muy tenue, mientras que el sabor de la 358 y 537 es el más parecido a un chorizo tradicional.
19	La textura y el olor de la muestra 813 resultan muy agradables.