



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

AUTÓNOMA

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas a 18 de octubre de 2024

Oficio No. SA/DIP/0724/2024

Asunto: Autorización de Impresión de Tesis

C. Daniela Guadalupe Coronel Burguete

CVU: 934847

Candidata al Grado de Maestra en Nutrición y Alimentación Sustentable

Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos

UNICACH

Presente

Con fundamento en la opinión favorable emitida por escrito por la Comisión Revisora que analizó el trabajo terminal presentado por usted, denominado **CARACTERIZACIÓN DE GELATINA ENRIQUECIDA CON CÚRCUMA LONGA, ADICIONADA CON CASEINATO DE CALCIO** cuya Directora de tesis es la Dra. Erika Judith López Zúñiga (CVU: 643844) quien avala el cumplimiento de los criterios metodológicos y de contenido; esta Dirección a mi cargo **autoriza** la impresión del documento en cita, para la defensa oral del mismo, en el examen que habrá de sustentar para obtener el Grado de Maestra en Nutrición y Alimentación Sustentable.

Es imprescindible observar las características normativas que debe guardar el documento impreso, así como realizar la entrega en esta Dirección de un ejemplar empastado.

Atentamente

"Por la Cultura de mi Raza"

Dra. Carolina Orantes García
Directora



**DIRECCIÓN DE
INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

C.c.p. Mtro. Sergio Mario Galindo Ramírez, Director de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos, UNICACH. Para su conocimiento.
Mtra. Brenda Lorena Cruz López, Coordinadora del Posgrado, Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos, UNICACH. Para su conocimiento.
Archivo/minutario.

RJAG/COG/hvb/igp/gtr

2024 Año de Felipe Carrillo Puerto
BENEMÉRITO DEL PROLETARIADO,
REVOLUCIONARIO Y DEFENSOR DEL MAYAB.



Secretaría Académica

Dirección de Investigación y Posgrado

Libramiento Norte Poniente No. 1150

Colonia Lajas Maciel C.P. 29039

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México

Tel:(961)6170440 EXT.4360

investigacionyposgrado@unicach.mx

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

DEDICATORIA

A Dios, porque contigo caer no es opción.

A mis angeles, mis padres, por ustedes, siempre.

A mi esposo y bebe por tanto amor.

AGRADECIMIENTOS

A mis directores de tesis Dra. Esmeralda García Parra y MAN. Erika Judith López Zúñiga, sin su paciencia y apoyo este trabajo no sería posible, infinitamente gracias.

A Dr. Gilber Vela Gutiérrez, Dra. Veymar Guadalupe Tacías Pascacio, por sus excelentes aportaciones, mi admiración y agradecimiento siempre.

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
III.	JUSTIFICACIÓN	4
IV.	OBJETIVOS	6
4.1.	GENERAL	6
4.2.	ESPECÍFICOS	6
V.	MARCO TEÓRICO	7
5.1.	ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN	7
5.1.1.	Gelatina	7
5.1.2.	Cúrcuma	8
5.1.3.	Chocolate	11
5.1.4.	Leche	12
5.1.1.	Caseinato de calcio	13
5.2.	ALIMENTOS FUNCIONALES	15
5.3.	IMPORTANCIA DEL CONSUMO DE ALIMENTOS FUNCIONALES	18
5.4.	ANTECEDENTES	19
5.4.1.	Alimentos funcionales	19
VI.	METODOLOGÍA	25
6.1.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	25
6.2.	POBLACIÓN	25
6.3.	MUESTRA Y MUESTREO	26
6.4.	VARIABLES	26
6.5.	FASES ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA GELATINA	26
6.5.1.	Fase 1. Obtención de materia prima	26
6.5.2.	Fase 2. Diseño experimental y formulación de gelatina	27
6.5.3.	Fase 3. Evaluación sensorial	28

6.5.4. Fase 4.- Descripción del análisis estadístico para la elección de gelatina con mayor nivel de agrado.	29
6.5.5. Fase 5.- Análisis químico proximal de la gelatina seleccionada	29
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
VIII. CONCLUSIONES	36
IX. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES	38
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
XI. ANEXOS	47

ÍNDICE DE FIGURAS

<u>Figura 1. Imágenes de las partes de una planta de cúrcuma (Curcuma longa L.) A) hojas, B) flor y C) rizoma (raíz).</u>	8
<u>Figura 2. Clasificación de los tipos de leche según el Codex Alimentario.</u>	13
<u>Figura 3. Escala hedónica utilizada en la evaluación sensorial</u>	29
<u>Figura 4. Muestras de diferentes formulaciones obtenidas.</u>	32
<u>Figura 5. Grafica de resultados de evaluación sensorial de la gelatina de cúrcuma adicionado con caseinato de calcio.</u>	33
<u>Figura 6. Comparación de las muestras de gelatina de acuerdo a nivel de agrado en análisis sensorial.</u>	34

ÍNDICE DE TABLAS

<u>Tabla 1. Propiedades físicas del caseinato de calcio comercial</u>	14
<u>Tabla 2. Posibilidades de modulación: funciones diana y componentes funcionales de los alimentos</u>	16
<u>Tabla 3. Diseño experimental empleado para la optimización de gelatina enriquecida con cúrcuma.</u>	28
<u>Tabla 4. Formulaciones de las gelatinas enriquecidas con cúrcuma adicionada con caseinato de calcio.</u>	31
<u>Tabla 5. Comparación de contenido Nutricional Muestra 245 con gelatina convencional.</u>	35

RESUMEN

Se desarrolló una formulación optimizada de una gelatina a base de; leche, chocolate artesanal, grenetina, cúrcuma y caseinato del calcio; teniendo como objetivo incrementar las opciones nutricionales de consumo para pacientes con requerimientos mayores a los convencionales. Para seleccionar los gramos óptimos de cada ingrediente y las diversas combinaciones de cada uno se usó el diseño experimental Taguchi L8, con lo que se crearon 8 diferentes formulaciones: tomando en cuenta cantidades diferentes para tres factores (cúrcuma, grenetina, chocolate artesanal) creando 2 niveles (alto y bajo) para cada factor; posteriormente se procedió a una evaluación con 20 jueces semientrenados donde se realizó una prueba sensorial para verificar la aceptabilidad de sabor, olor, color, textura y apariencia; toda esta información fue ordenada en una base de datos para realizar comparación de medias con el método estadístico chi-cuadrada, con valor de $p=0.05$, en el que se encontraron diferencias significativas dentro de la gelatina M245, tomando esta muestra como la favorita de los jueces.

En las características fisicoquímicas de la gelatina que los jueces consideraron con mayor agrado se encontró que por cada 100 gramos; contenía 0.6 g de grasa, 9.11 g de proteína, 13.70 g de hidratos de carbono y 11.30 g de fibra, estas cantidades comparadas con la gelatina comercial presentaron una diferencia significativa en el contenido de proteína y fibra, todo esto como resultado de los ingredientes con los que fue elaborada.

En cuanto a la vida útil, se demostró que es un producto estable manteniendo una temperatura $<4^{\circ}\text{C}$ de por 10 días.

Palabras clave: Gelatina, metodología taguchi, optimización, cúrcuma, hipercalórico, hiperproteico.

ABSTRACT

Design and characterization of gelatin enriched with curcuma longa, added with calcium caseinate.

An optimized formulation of gelatin was developed using milk, artisanal chocolate, gelatin, turmeric, and calcium caseinate, with the objective of increasing nutritional consumption options for patients with higher than conventional requirements. The Taguchi L8 experimental design was used to select the optimal grams of each ingredient and the various combinations of each one, resulting in 8 different formulations. Different quantities were considered for three factors (turmeric, gelatin, artisanal chocolate), creating 2 levels (high and low) for each factor. Subsequently, a sensory evaluation was conducted with 20 semi-trained judges to verify the acceptability of flavor, smell, color, texture, and appearance. All this information was organized in a database to perform a mean comparison using the chi-square statistical method, with a p-value of 0.05, which found significant differences within the M245 gelatin, making this sample the judges' favorite.

In the physicochemical characteristics of the gelatin most favored by the judges, it was found that per 100 grams, it contained 0.6g of fat, 9.11g of protein, 13.70g of carbohydrates, and 11.30g of fiber. These amounts showed a significant difference in protein and fiber content compared to commercial gelatin, which is attributed to the ingredients used in its preparation. Regarding shelf life, it was demonstrated that the product is stable when kept at a temperature below 4°C for 10 days.

Keywords: Gelatin, Taguchi methodology, optimization, turmeric, high-calorie, high-protein.

I.

II. INTRODUCCIÓN

La gelatina es un alimento de fácil digestión y preparación, agradable sabor y bajo costo, actualmente un estudio de Kantar Worldpanel en el 2019 indicó que México es el país que tiene mayor consumo de gelatina (López *et al.*, 2016; Daniel, 2019), según las estadísticas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía durante el año 2020 hizo referencia a un aumento de producción, ya que su uso se extiende entre variedad de postres que se puede realizar para personas de todas las edades.

Actualmente se cuenta con diversas versiones de gelatina, con y sin contenido de azúcar; utilizadas principalmente como parte de la dieta líquida, siendo una de las formas tradicionales de hidratación en pacientes hospitalizados, al ser de fácil digestión y deglución es indicada en casi todo tipo de patologías, por lo que se integra frecuentemente a la alimentación de personas convalecientes; sin embargo la proteína de la gelatina es de bajo valor biológico al no contar con algunos aminoácidos esenciales. Muñoz en el año 2011 demostró que la gelatinas a base de leche son una suplemento útil en centros geriátricos, debido al contenido en proteínas y calcio de fácil asimilación; nutrientes muy importantes en etapas de crecimiento y desarrollo, así mismo el caseinato de calcio es un suplemento alimenticio que ha demostrado efectividad en personas con desnutrición proteica, siendo utilizado vía oral y enteral, además de demostrar ser un tratamiento efectivo al síndrome diarreico; ya que inhibe la motilidad intestinal y contribuye con el trofismo de la vellosidad (Zurita, 2003).

Una de las mayores aportaciones de la medicina herbolaria es la *Cúrcuma longa L*, debido a que se le atribuyen efectos analgésicos, antioxidantes, anticancerígenos y antiinflamatorios, entre muchos otros (Montes *et al.*, 2016). Diversos estudios en modelos animales y en humanos han reportado sus múltiples beneficios al organismo (Jimenez *et al.*, 2014). Existen en muchas partes del mundo productos comerciales a base del rizoma de cúrcuma, y son de uso común en las preparaciones alimenticias de la población en general (Lorena *et al.*, 2017). A pesar de los beneficios que otorga la cúrcuma a la salud, en Chiapas no es un alimento de uso común y eso genera la baja disponibilidad comercial del mismo; lo que nos hace pensar en buscar alternativas para su consumo y con ello, ofrecer una opción más, generando un producto alimenticio con un valor agregado.

Es por eso por lo que el presente proyecto de investigación propuso la formulación y caracterización de una gelatina a base leche, grenetina y chocolate artesanal; enriquecida con cúrcuma y adicionada con caseinato de calcio. Para ello, se utilizó la formulación bajo la metodología de una matriz de arreglo ortogonal Taguchi L8 (Naranjo-Palacios *et al.*, 2020), encontrando mediante una evaluación sensorial el producto de mayor aceptación, obteniendo como resultado final una gelatina que al compararla con la gelatina comercial presenta diferencias significativas en el contenido nutrimental, la cual pueda ser propuesta como un alimento funcional en aquellas situaciones en que se requieren mayor ingesta de proteína y antioxidantes.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Organización Mundial de la Salud (2022), menciona que las enfermedades crónicas (cardiovasculares, hipertensión, obesidad, diabetes, algunos tipos de cáncer, osteoporosis, etc.) han sido las que tienen mayor incidencia de morbi-mortalidad en la población mundial, mientras que, en México, el Instituto Nacional Estadística y Geografía en el 2021 reportó que el 92.4% de las defunciones se debieron a enfermedades y problemas relacionados con las enfermedades del corazón, COVID-19 y diabetes mellitus.

Uno de los descubrimientos más importantes de las dos últimas décadas ha sido que el sistema inmunológico y los procesos inflamatorios están involucrados no solo en unos pocos trastornos específicos sino también en una amplia variedad de problemas de salud física y mental que dominan la morbilidad y la mortalidad actuales, en todo el mundo (Farias, 2021).

México, en solo cuatro décadas se convirtió en uno de los países con mayor consumo de alimentos de carácter perjudicial para la salud, caracterizados por sus altos contenidos de grasas, carbohidratos, sales, aditivos, etc., relacionados con el desarrollo de enfermedades mayormente en la población adulta, seguida por niños y adolescentes en edad escolar (Rivera *et al.*, 2013).

Una de las alternativas para la disminución de la tasa de diversas enfermedades que padece la población actual en nuestro país sería aumentar el consumo de alimentos saludables funcionales. Sin embargo, el consumo de alimentos funcionales es muy popular en países como Japón, Canadá y Estados Unidos, pero en México sigue siendo baja sobre esta tendencia alimentaria. Aun cuando existen ciertas metas para su consumo, no hay leyes que reglamenten, más el agregado de la desinformación en la mayoría de la población sobre la importancia y aportaciones que proporciona los alimentos funcionales (González-Jiménez *et al.*, 2015).

Es indispensable encontrar estrategias de alimentos funcionales elaborados con un proceso sencillo, al menor costo posible y con accesibilidad a cualquier tipo de población para contrarrestar la desnutrición proteica, disminución de enfermedades crónicas y cardiovasculares gracias a los nutrientes y compuestos bioactivos que muchos alimentos aportan a la salud.

IV. JUSTIFICACIÓN

Las enfermedades crónicas (cardiovasculares, hipertensión, obesidad, diabetes, algunos tipos de cáncer, osteoporosis, etc.) constituyen la principal causa de morbi-mortalidad. La Organización Mundial de Salud en 2018, reportó un total de 41 millones de defunciones cada año, lo que equivale al 71% de las muertes que se producen en el mundo, de los cuales 15 millones son personas de entre 30 y 69 años (OMS, 2018), mientras que en México, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía en 2020 reportó que el 92.4% de las defunciones se debieron a enfermedades y problemas relacionados con la salud presentando un aumento del 3.6% con respecto a 2019, siendo las tres principales causas de muerte a nivel nacional enfermedades del corazón (218 885, 20.2%), COVID-19 (201 163, 18.5%) y diabetes mellitus (151 214, 13.9%).

En este sentido, las plantas como el cacao y la cúrcuma contienen un gran número de sustancias de naturaleza polifenólica con capacidad para reducir los procesos inflamatorios y, por lo tanto, incrementar la resistencia a determinadas enfermedades. Muchos trabajos han sugerido que los efectos de estos tratamientos podrían ser mejorados con la ingesta de alimentos proinflamatorios, concretamente, los efectos de la curcumina han sido ampliamente documentados (Bengmark *et al.*, 2009).

La tendencia del consumo en productos altos en grasa saturada e hidratos de carbono simples va en aumento, provocando una alimentación desequilibrada y baja en proteínas; la leche y el caseinato de calcio son productos con la capacidad de proporcionar proteínas de alto valor biológico las cuales aporten mejorar el equilibrio entre macronutrientes. Siendo la alimentación una parte fundamental de la vida y entendiendo que si se mantiene una nutrición adecuada tendremos mayor productividad, mejores condiciones de bienestar y más fuerzas para realizar tareas cotidianas; es necesario buscar nuevas estrategias que nos permitan incluir alimentos funcionales que ayuden a mantener un óptimo estado de salud. Sin embargo, este tipo de productos carecen de suficiente disponibilidad y accesibilidad, dejando que la mayoría de la población no pueda conocer los beneficios de estos productos, todo esto sumado a que la inflación económica en el mundo en los últimos años ha sido un factor importante en la economía de las familias chiapanecas, los productos económicos y de baja calidad se convierten cada vez más en aquellos de mayor consumo y por ende de mayor accesibilidad, dejando a un lado alimentos funcionales que traen beneficios a la salud.

Es por esta razón, el objetivo de este trabajo fue diseñar y caracterizar una gelatina a base de leche, galletina y chocolate, enriquecida con cúrcuma (*Curcuma longa*) adicionada con caseinato de calcio, y con esto lograr tener una opción de producto que nos sea accesible en costos y de beneficio para mejorar la salud y reducir el riesgo de contraer enfermedades.

V. OBJETIVOS

.1. GENERAL

Diseñar y caracterizar una gelatina a base de grenetina, leche y chocolate; enriquecida con cúrcuma longa y adicionada con caseinato de calcio.

.2. ESPECÍFICOS

- Estandarizar el proceso de la elaboración de la gelatina a base de leche, chocolate, caseinato de calcio y cúrcuma.
- Evaluar la aceptabilidad sensorial de las gelatinas mediante una escala hedónica de 3 puntos.
- Determinar la composición química proximal del producto obtenido.
-

VI. MARCO TEÓRICO

Estructura y composición de la gelatina elaborada

Gelatina

La gelatina es una sustancia con múltiples virtudes que se utiliza en los sectores industriales y para los productos más diversos. La mayor parte de la gelatina que se produce es gelatina alimenticia y farmacéutica (Ayala *et al.*, 2018). En definición de Santivañez (2016) y Porto (2018) mencionan que la gelatina es una sustancia con nombre genérico para describir las proteínas producidas a partir de la hidrólisis básica o ácida del colágeno de cartílagos, huesos y tejido conjuntivo disuelto en agua y sometido a un proceso de cocción, obteniendo una mezcla semisólida a temperatura ambiente.

Algunas fuentes como Ayala *et al.* (2018) y GME (2018) argumentan que la producción de lo que hoy llamamos gelatina se remonta a la época de los antiguos egipcios donde era considerada como un manjar especial en los banquetes. En la actualidad, esta proteína polivalente se utiliza en diversos sectores económicos y para una amplia gama de productos. En el futuro, la gelatina seguirá siendo el material de partida para las innovaciones en una amplia gama de sectores para proteger de forma sostenible la salud, la naturaleza y el medioambiente.

Dentro de las gelatinas encontramos que estas se clasifican de acuerdo con su origen y al tipo de tratamiento que haya sido utilizado para su obtención (Ramon, 2018). La gelatina animal, la cual se obtiene a partir del colágeno que forma parte del tejido conectivo, huesos y cartílago de los animales, está compuesto en un 90% por proteínas, distinguiéndose así dos tipos de gelatina que son: gelatina de tipo A (ácidos) y gelatinas de tipo B (alcalinos) presentándose en formas de hojas o laminas o granulada en polvo. Por otro lado, la gelatina vegetal es extraída de las algas rojas, se suele presentar en fibras, escamas o en polvo. En comparativa con la gelatina animal, la gelatina vegetal suele ser un producto con un poder gelificante diez veces superior, desde el punto de vista nutricional es un producto rico en fibra y con un escaso aporte calórico.

Según Ayala *et al.*, (2018) las propiedades dietéticas de la gelatina y su abundancia en proteínas hacen de ella un producto atractivo para un mercado que día a día busca productos naturales, que le favorezcan con su salud. En el comercio se puede encontrar preparada junto con azúcar, colorantes y potenciadores de sabor.

Cúrcuma

La cúrcuma (*Curcuma longa* L.) es una planta monocotiledónea del orden zingiberales de la familia zingiberaceae. Se la incluye dentro del grupo de las comelinidas, caracterizado por paredes celulares fluorescentes bajo luz ultravioleta por la presencia de ácido ferúlico, cumárico y salícico en las hojas. Se trata de una planta herbácea perenne con raíces o tubérculos oblongo-palmeados, arrugados en el exterior, marrones por fuera y de un color naranja profundo en el interior. Mide alrededor de unos 2 metros de alto, presenta hojas largas, lanceoladas y pecioladas de un color verde uniforme. La cúrcuma es un triploide estéril que raramente florece, pero cuando lo hace, sus flores son de color amarillo opaco con tendencia al blanco, reunidas en brácteas de 3 a 5 flores. La inflorescencia es de color rosa, siendo más intenso en la parte terminal superior. No existe formación de semillas y, por tanto, la planta se reproduce vegetativamente por esquejes a partir del rizoma (Figura 1) (Saiz de Cos, 2014).



Figura 1. Imágenes de las partes de una planta de cúrcuma (*Curcuma longa* L.) A) hojas, B) flor y C) rizoma raíz (Saiz de Cos, 2014).

La cúrcuma es conocida también como Turmeric (Asia), es de origen asiático (Mesa *et al.*, 2000). Se cultiva principalmente en China, India, Indonesia, Jamaica y Perú. Las

propiedades del rizoma de la cúrcuma son muy importantes para la industria de alimentario, cosmético, medicinal y gastronómico debido a que al adicionarla conserva e imparte su sabor característico, razón por la cual ha sido contemplado como uno de los principales ingredientes en la mezcla de especias como el curry que a menudo se utiliza para colorear y condimentar arroces y salsas (Ríos *et al.*, 2009; Saiz de Cos, 2014). También se puede utilizar como sustituto del azafrán, se utiliza para dar sabor y color a mantequilla, queso, margarina, pepinillos, mostaza, licores, bebidas de frutas, pasteles, gelatinas, platos de frutas y otros alimentos, añade un aroma cálido y suave y un distintivo color amarillo a los alimentos (Molestina y Diaz, 2019).

Además, se ha encontrado que la cúrcuma posee propiedades medicinales, las cuales son atribuidas principalmente al conjunto de compuestos fenólicos contenidos en dicho rizoma (curcuminoides). Estos compuestos han demostrado ser útiles para la protección frente a algunas enfermedades de tipo cancerígeno (Jayaprakasha *et al.*, 2005). Hoy día tiene un interés como potencial agente terapéutico para la prevención de diversas enfermedades de carácter cancerígeno (Zhou *et al.*, 2011). Los curcuminoides son una familia de sustancias quimiopreventivas presentes en la cúrcuma y en alimentos con extracto de cúrcuma (curry), siendo la curcumina el compuesto fenólico más estudiado (Alvis *et al.*, 2012). Es por eso que ha despertado el interés en varias áreas de investigación con el fin desarrollar terapias conjuntas que puedan incrementar su efectividad; por ejemplo, el preparado comercial de curcumina contiene, además de la curcumina, demetoxicurcumina y bisdemetoxicurcumina; se encontró que estos compuestos en conjunto son más potentes que cada uno por separado (Montes *et al.*, 2016).

Las plantas contienen un gran número de sustancias de naturaleza polifenólica con capacidad para reducir los procesos inflamatorios y, por lo tanto, incrementar la resistencia a determinadas enfermedades. Ejemplos de algunos polifenoles son los isotiocianatos presentes en la col y el brócoli, epigallocatequinas del té verde, capsaicina de las guindillas, chalconas, rutina y naringenina de las manzanas, resveratrol del vino tinto y de los cacahuetes, y curcumina y curcuminoides de la cúrcuma. La mayoría de las enfermedades tienen un componente discreto pero obvio de inflamación sistémica. Muchos trabajos han sugerido que los efectos de estos tratamientos podrían ser mejorados tras la restricción de la

ingesta de moléculas proinflamatorias, como los productos avanzados de la glicación y lipoperoxidación, junto con la suplementación de moléculas antiinflamatorias, como algunos polifenoles obtenidos de las plantas (Bengmark *et al.*, 2009).

En el caso de la cúrcuma su consumo ha sido relacionado como remedio para diversas enfermedades como diabetes, problemas estomacales, reumatológicos, problemas hepáticos e incluso como analgésico. A los componentes de la cúrcuma también se le atribuyen actividades biológicas en contra de inflamaciones, heridas, abscesos, dermatosis, conjuntivitis, disentería, amenorrea e incluso gonorrea y hepatitis. Particularmente en la medicina tradicional india es usada como tónico estomacal y como una planta con capacidades de purificar el tejido sanguíneo, también es empleada para manejar enfermedades de hígado, piel y cicatrización de heridas. En Tailandia es una planta usada para enfermedades relacionadas con la dermis, externamente es aplicada para tratar picaduras de insectos, hemorragias y problemas dentales. También se usa para manejar úlceras pépticas y como antibacteria (Cardona *et al.*, 2016).

Las especias y condimentos pueden aportar numerosos fitoquímicos; estas especias culinarias dentro de la gastronomía mexicana son en su mayoría de bajo consumo; sin embargo, es de considerar que la cantidad de polifenoles que contienen comparado con verduras y frutas es mayor, y esto se refleja en el efecto beneficioso para la salud fundamentado en su capacidad antioxidante y la forma de equilibrar radicales libres, este evento metabólico que justifica sus acciones vasodilatadoras, vasoprotectoras, antitrombóticas, antilipémicas, antiateroscleróticas, antiinflamatorias y antiapoptóticas. La evidencia científica proviene de estudios no solo de corte epidemiológico sino también se incluyen estudios aleatorizados de casos y controles, complementados con estudios *in vitro*, situación que enmarca la necesidad de identificar polifenoles en especias de mayor consumo por la población mexicana e implementar técnicas gastronómicas que ayuden a mejorar el consumo de estas (Mercado-Mercado *et al.*, 2013).

Chocolate

El chocolate es una matriz alimenticia muy apreciada por el consumidor a través de la cual puede suministrar componentes benéficos para la salud. Asimismo, constituye un alimento funcional gracias a la presencia de compuestos antioxidantes llamados polifenoles. Los flavonoides del cacao son una categoría de polifenoles que constituyen un potente antioxidante para las células y que podrían llegar a prevenir la aparición de determinados tipos de cáncer, retardar el envejecimiento a través de la reducción en la oxidación del colesterol bueno. El chocolate, es mucho más que una golosina, se ha confirmado que su consumo regular, en cantidades adecuadas reduce el riesgo de padecer enfermedades, es por ello que se realizó una exploración acerca de los alimentos funcionales enfocada principalmente a este ingrediente y a frutas como el nanche, aguacate Hass y ciruela negra, con el objetivo de presentar un producto que además de proveer nutrientes aporte un beneficio fisiológico gracias a las propiedades funcionales que poseen (Duran-Lugo *et al.*, 2021).

El cacao se utiliza en repostería para la elaboración de mousses, rellenos y bombones, pasteles, tartas, panques, salsas, decoraciones. Además, se le atribuyen afrodisiacas; otros, reconstituyentes, algunos, antidepresivos; los hay que lo consideran un vicio y quienes lo ven como un capricho, pero casi todos lo asocian momentos agradables y a sensaciones placenteras. Para conseguir el chocolate se da un tratamiento al cacao que tiene sus orígenes en épocas prehispánicas y aun hoy, a pesar de los avances tecnológicos, sigue haciéndose de manera similar. Este proceso consta de cuatro pasos: fermentado, secado tostado y descarrillado. De este proceso se obtienen el licor de cacao, manteca de cacao (grasa obtenida de someter el licor de cacao a presión y calor), cacao en polvo o cocoa (polvo resultante, luego de desgrasar parcialmente la masa de cacao, con o sin azúcar), chocolate (mezcla de cacao, azúcar y productos aromáticos como la vainilla y canela), chocolate blanco (solo es manteca de cacao) (Solís, 2017).

Leche

La leche y sus derivados poseen unas magníficas cualidades nutritivas. Son alimentos especialmente ricos en proteínas y calcio de fácil asimilación, nutrientes muy importantes en etapas de crecimiento y desarrollo, y también para el mantenimiento de la masa ósea y muscular del ser humano. En la actualidad, son el grupo de alimentos de mayor consumo a escala mundial (Astiasarán y Martínez, 2003).

La denominación de «leche» según el Codex Alimentario se aplica única y exclusivamente a la de origen vacuno; en los demás casos, siempre deberá precisarse su procedencia: de oveja, cabra, búfala, camella, etc. Mientras tanto, Organismo Nacional De Normalización del sistema de producción de leche en México define leche como la secreción natural de las glándulas mamarias de las vacas, sin calostro y sin substracción alguna de sus componentes, que no ha sido sometida a tratamientos térmicos (COFOCALEC, 2012).

Los diferentes tipos de leche se clasifican según las características fisicoquímicas, el valor nutritivo, así como la función del tratamiento (Figura 2) que se aplique a la leche natural según el Codex Alimentarios, del siguiente modo:

Las principales características fisicoquímicas de la leche natural son:

- Sabor: ligeramente dulce.
- Color: blanco opaco.
- Aroma: más o menos acentuado en función de sus componentes.
- Textura: líquida, doble densidad respecto al agua.
- Densidad a 15 °C 1.03-1.034
- Calor específico 0.93
- Punto de congelación -0.55°C
- PH 6.5-6.6
- Grados Dornic (acidez expresada en decigramos de ácido láctico por litro de leche) 16 a 18.

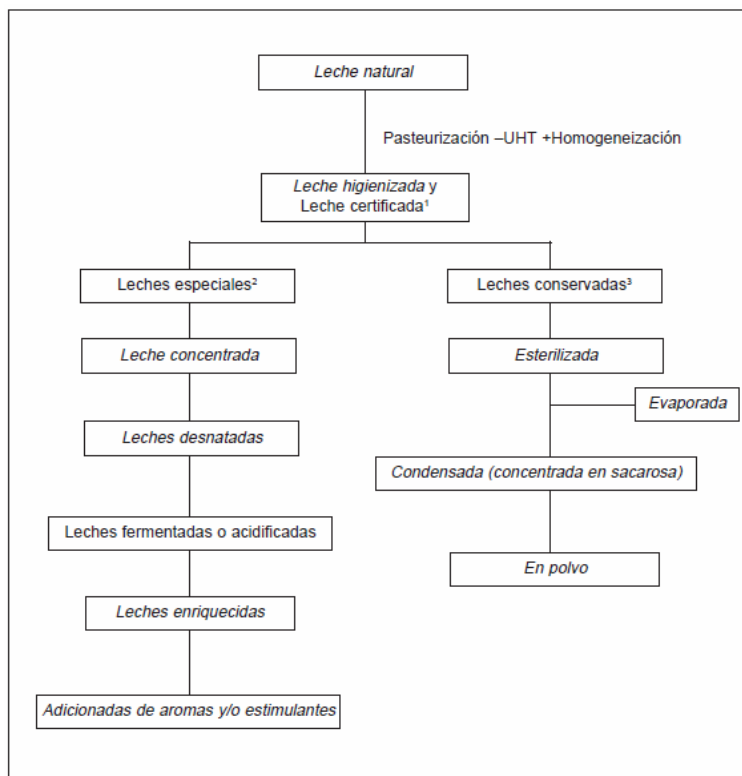


Figura 2. Clasificación de los tipos de leche según el Codex Alimentario.

5.1.1. Caseinato de calcio

Las caseínas representan la fracción proteica mayoritaria de la leche y se organizan formando micelas (se estima que alrededor de un 95 % de la caseína de la leche las forma). El caseinato de calcio es un tipo de proteína obtenida a partir de leche desnatada pasteurizada, se utiliza en una amplia gama de productos lácteos y alimenticios como proteína láctea altamente funcional diseñada para aumentar el contenido de proteínas y el rendimiento y lograr una rápida dispersión en los sistemas alimentarios. Las funciones principales de éstas están relacionadas con la asimilación de calcio, principalmente en las primeras etapas del desarrollo de los mamíferos. Se trata de un grupo homogéneo de proteínas formado esencialmente por α 1-caseína, α 2-caseína, β -caseína y κ -caseína en una ratio 4:1:4:1, muy variable en función de la genética del propio animal, la época del año, etc. Las α , β y κ -caseínas, unidas, forman micelas coloidales estables, las cuales son estabilizadas mediante puentes calcio-fosfato, puentes de hidrógeno e interacciones hidrofóbicas (Yanini, 2007; Globe Chemical, 2020).

Las aplicaciones y usos que se tiene del caseinato de calcio son el en área de:

- Panificación la cual ayuda a mejorar la textura y manejo de la masa, además de controlar la uniformidad de la miga.
- En quesos análogos o extendidos son una fuente de proteína láctea y emulsificante.
- En crema para café mejora de la palatabilidad y del efecto blanqueador y forma una emulsión cremosa y estable.
- Productos deportivos y formulaciones fortifica proteínas, aumenta el valor nutritivo, no perjudica la digestión deportiva estabiliza la dispersión y la emulsión de otros ingredientes.
- Bebidas funcionales: Aporte nutricional.

En la Tabla 1 se presenta algunas de las propiedades que presenta el caseinato de calcio (Factores y Mercadeo, 2020)

Tabla 1. Propiedades físicas del caseinato de calcio comercial

CARACTERISTICAS	
Apariencia:	Polvo suelto
Color:	Blanco a crema
Olor:	Sin olor extraño
pH:	6.5 – 7.2
Densidad Aparente:	c.a.500 g/l
Punto de fusión:	280 °C
Solubilidad:	Soluble en Agua

Fuente: Factores & Mercadeo, 2020.

Alimentos funcionales

El Instituto Omega 3 (2012) de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria considera que los alimentos funcionales son aquellos que, con independencia de aportar nutrientes contiene componentes biológicamente activos, han demostrado científicamente que benefician a una o varias funciones del organismo jugando un rol preventivo en la reducción y/o aparición de enfermedades, de manera que proporcionan estado de salud y bienestar.

Los alimentos funcionales, como tales, deben de tener características determinadas (Aranceta *et al.*, 2011; Alimentos COLPAC, 2015; Tech School of Medicine, 2022):

- Deben ser alimentos “clásicos” o bebidas naturales o que se le han adicionado un componente (ej.: omega-3, aditivos, fibra, bacterias probióticas, etc), siempre y cuando tengan un claro efecto benéfico.
- Un alimento con un componente eliminado para que produzca menos efectos adversos sobre la salud (ejemplo: disminución de ácidos grasos saturados).
- Tienen que ser alimentos que se manipulen para conseguir algún beneficio extra, por eliminación, reducción o adición de algún componente (ejemplo: hidrolizados proteicos adicionados en preparados de lactantes para reducir el riesgo de alergenidad).
- Una buena alimentación deberá ser completa y variada. Los alimentos funcionales complementan la función nutritiva y preventiva de ciertas enfermedades. Se debe tomar en cuenta que las cantidades deben ser las normalmente consumida en la dieta.
- La presentación de un alimento funcional deberá ser como la de un alimento, es decir, sin modificar sus características. No deben presentarse en forma de capsulas o comprimidos.

Puede ser un alimento natural al que se ha añadido, eliminado o modificado un componente por medios biotecnológicos, un alimento en el que se ha modificado la biodisponibilidad de uno o más de sus componentes o una combinación de cualquiera de estas posibilidades

(Tabla 2). Existen componentes de alimentos de los que se ha demostrado su efecto beneficioso sobre determinadas funciones del organismo (Alimentos COLPAC, 2015).

Tabla 2. Posibilidades de modulación: funciones diana y componentes funcionales de los alimentos

FUNCIONES DIANA	COMPONENTE FUNCIONAL
Crecimiento y desarrollo	Ca, Vit D, Vit C Factores crecimiento Vitaminas antioxidantes Probióticos
Metabolismo	PUFA $\omega 3/\omega 6$ Fibra Aminoácidos/proteínas específicas
Estrés oxidativo	Vit E Vit C Carotenos Polifenoles
Sistema cardiovascular	MUFA/PUFA Sustitutos de la grasa Ácido fólico
Fisiología intestinal	Prebióticos Probióticos Simbióticos
Funciones psicológicas y de conducta	Proteínas Tirosina y triptófano Sustitutos grasa/azúcares Alcohol Cafeína

Fuente: (Ferrer y Dalmau, 2001; Castillo y García, 2013)

Beltrán de Heredia (2016), menciona que algunos expertos recomiendan seguir una dieta sana, variada, equilibrada y moderada para la prevención de ciertas enfermedades. Sin embargo, los diferentes estilos de vida, la falta de tiempo para cocinar, la enorme oferta de alimentos o determinados hábitos alimenticios hacen difícil la toma de decisiones adecuadas, y ello conduce a que muchas personas no sigan una alimentación equilibrada y, por tanto, no ingieran todos los nutrientes que necesitan o las cantidades adecuadas. Además, hay determinados grupos de riesgo o situaciones especiales de los individuos en las que puede ser necesario su aporte extra (niños, embarazadas, ancianos, etc.). Los grupos de población que pueden beneficiarse potencialmente de estos alimentos son los siguientes:

- Individuos con necesidades especiales, como embarazadas, mujeres posmenopáusicas, mujeres en edad fértil, niños en período de crecimiento rápido, fumadores, bebedores, y personas de edad avanzada,
- Personas que siguen una dieta inadecuada o poco saludable, como los niños que consumen grandes cantidades de refrescos, bollería y golosinas; mujeres adolescentes que siguen dietas muy restrictivas para bajar peso; individuos que se saltan comidas; deportistas que realizan ejercicio físico muy intenso; personas mayores con problemas de masticación, etc.
- Individuos con tratamientos farmacológicos que interfieren en la absorción de nutrientes o con ingesta frecuente de laxantes.
- Personas que presentan enfermedades digestivas o renales crónicas, como enfermedad de Crohn, celiaquía, intolerancia a la lactosa, mala absorción de grasas, síndrome de intestino corto, etc.
- Otros: veganos.

Importancia del consumo de alimentos funcionales

Los alimentos forman parte importante en el mantenimiento de la salud, no solo porque proveen de metabolitos primarios, minerales, vitaminas necesarias y esenciales para las funciones del organismo, sino porque muchos de sus metabolitos secundarios proveen actividad antiinflamatoria, los que podrían favorecer la homeostasis al mantener un balance entre la inflamación y la antiinflamación y además de servir de complemento en el tratamiento de enfermedades inflamatorias como las crónicas no transmisibles (Caballero-Gutiérrez y González, 2016).

El termino de alimentos funcionales se definen como alimentos que proporcionan beneficios para la salud además de su valor nutricional básico y terapéutico. Estos beneficios adicionales para la salud forman la base de las declaraciones de propiedades saludables de los productores en los alimentos (Lovik, 2011; Saber *et al.*, 2022). El aumento de la conciencia sobre la salud del consumidor y el interés en los alimentos funcionales tiene como objeto lograr un estilo de vida saludable, lo cual ha dado como resultado la necesidad de producir productos alimenticios con propiedades beneficiosas para la salud, que sean versátiles y que van más allá de ser una fuente de nutrientes individuales, presentan desafíos para la visión tradicional de la "nutrición" de los alimentos. (Das *et al.*, 2012; Sun-Waterhouse y Wadhwa, 2013).

El uso de componentes dietéticos de origen vegetal o alimentos funcionales se promovió a nivel mundial debido a sus múltiples beneficios en la salud (Kumar *et al.*, 2021; Prakash *et al.*, 2021). Anteriormente, se pensaba que los ingredientes funcionales como los carbohidratos, las fibras dietéticas solubles e insolubles, antioxidantes, los esteroides vegetales y los fitoestrógenos se encuentran solo en los alimentos vegetales (granos integrales, frutas y verduras) como fitoquímicos. Sin embargo, los probióticos, los prebióticos, el ácido linolénico conjugado, los ácidos grasos poliinsaturados omega-3, -6 y -9 de cadena larga y los péptidos bioactivos se ha demostrado que los componentes funcionales están igualmente disponibles en productos animales (Abuajah *et al.*, 2015).

Pero en consecuencia a esa tendencia creciente del desarrollo de alimentos más sanos y nutritivos frecuentemente designados como "funcionales", lo cual recientes investigaciones mencionan que ciertos productos funcionales no solo contienen ingredientes bioactivos

sino, que curiosamente, se ha encontrado residuos agrícolas e industriales que han demostrado ser opciones destacadas para la producción de compuestos bioactivos, etiquetados como fuentes naturales potencialmente seguras de agentes funcionales para el sector alimentario. Sin embargo, es posible que los ingredientes bioactivos no siempre otorguen propiedades beneficiosas en las redes alimentarias y, en ocasiones, podrían tener efectos perjudiciales teniendo en cuenta los problemas de salud y las propiedades funcionales de las redes alimentarias, lo que reduce la conveniencia del producto alimentario final (Sabaghi *et al.*, 2022).

Antecedentes

Alimentos funcionales y su interacción con la salud

En la actualidad la industria alimentaria ha despertado el interés en mejorar o mantener la salud mediante el aumento de la ingesta de productos "totalmente naturales" y "orgánicos".

En los últimos veinte años, los fabricantes de alimentos han ingresado al mercado “alimentos

funcionales” los cuales afirman tener propiedades saludables confirmadas mediante pruebas científicas. Ya que se conoce como alimento funcional; al producto que se ha modificado para promover una mejoría sobre la salud, además de los componentes nutricionales básicos (OMS, 2002).

Los alimentos funcionales y los suplementos dietéticos son dos de las principales clases de nutracéuticos o productos relacionados con los alimentos que tienen beneficios médicos o para la salud, como la mejora cardiovascular y la prevención o el tratamiento de enfermedades (Phillips y Rimmer, 2013). Según Essa *et al.*, (2022), menciona que los alimentos funcionales han recibido una gran popularidad en todo el mundo, y se conocen comúnmente como "nutracéuticos" y "comida de diseño", y que el mercado mundial de alimentos funcionales continúa expandiéndose y se prevé que el mercado mundial alcance pronto un valor de al menos 91 mil millones de dólares.

Un alimento puede ser considerado funcional si, más allá de su valor nutricional intrínseco, ha demostrado satisfactoriamente tener un efecto beneficioso sobre una o más funciones selectivas del organismo, de tal modo que resulta apropiado para mejorar el estado de salud y bienestar y/o para la reducción de riesgo de enfermedad. Un alimento funcional será

similar en apariencia a un alimento convencional, consumido en cantidades habituales y como un componente más de la dieta (no es un comprimido, ni una cápsula, ni ninguna otra forma de suplemento alimenticio). En este contexto resulta esencial que la cantidad de alimento a ingerir y las pautas de consumo requeridas para proporcionar el efecto funcional puedan ser racionalmente integradas en una dieta equilibrada. De esta definición también se infiere que el efecto beneficioso debe demostrarse científicamente, y además que este se produzca a niveles relevantes, lo que supone que los resultados no solo han de ser estadísticamente significativos, sino que han de tener cierta importancia desde una perspectiva clínica/ fisiológica/ biológica. Así pues, un alimento funcional puede ser natural o transformado mediante procedimientos tecnológicos o biotecnológicos, englobando consecuentemente alimentos tradicionales siempre que existan evidencias científicas que demuestren su efecto funcional en sujetos con determinadas características o estados patológicos (Begoña, 2014).

En algunos casos un alimento funcional puede incluir alimentos que han sido enriquecidos o fortificados para restaurar los niveles de nutrientes preprocesados, para mejorar la calidad nutricional de un alimento deficiente en nutrientes o para resolver problemas de salud pública (Phillips y Rimmer, 2013). Además, existen otras sustancias que se liberan durante la producción de productos lácteos, vegetales, frutas, legumbres, pescado y carne fermentados (Chourasia *et al.*, 2023), tales pueden estar en estado sólido, líquido o semisólido, que, para el sistema regulatorio japonés, FOSHU (Alimentos de uso exclusivo para la salud), los clasifica en 11 categorías de ingredientes con actividad fisiológica: alcoholes derivados de azúcares, ácidos grasos poliinsaturados, péptidos y proteínas. glucósidos, isoprenoides y vitaminas, alcoholes y fenoles, colinas (lecitina), bacterias del ácido lácticas, minerales y Otros (Cortes *et al.*, 2005).

Una de las herramientas para valorar la calidad de un alimento es la “evaluación sensorial”, la cual se ha perfeccionado a través del tiempo, por lo que se utiliza como un instrumento de evaluación cualitativo a uno cuantitativo, ya que permite analizar y medir los atributos de un alimento. Este análisis utiliza como instrumento de medición al ser humano por que cuenta con mayor sensibilidad que un instrumento. Sin embargo, existen diversas variables para que dos individuos tengan los mismos; y detecten los mismos atributos a la vez. En este análisis se utilizan como detectores los órganos de los sentidos, por lo que para detectar

el sabor se requiere de la combinación de las sensaciones gustativas percibidas en las papilas de la lengua, las sensaciones percibidas en el nervio olfatorio por estimulación retronasal y las sensaciones percibidas por el nervio trigeminal (Daban, 2002; Palacios, et al., 2012).

La evaluación sensorial es indispensable para el ingreso de alimentos funcionales al mercado, ya que no son ni un comprimido, ni una cápsula, ni ninguna otra forma de suplemento alimenticio y la demostración de sus efectos debe satisfacer las exigencias de la comunidad. Así mismo, para ser considerados como tales, deben producir efectos beneficiosos sobre las funciones orgánicas, además de sus propiedades nutricionales intrínsecas, adecuados para mejorar la salud y el bienestar, reducir o prevenir el riesgo de enfermedad, o ambas cosas. Asimismo, deben consumirse como parte de la dieta o complemento de esta, pero nunca de forma aislada o sustituyendo los menús habituales.

Gelatina

La gelatina mayormente se ha utilizado como “vehículo alimentario” y farmacéutico en hospitales (Kanayama *et al.*, 2014; Hiwatashi *et al.*, 2015), ya que gracias a sus características presenta no toxicidad, no carcinogenicidad, biocompatibilidad y biodegradabilidad (Kanda *et al.*, 2015; Yeh *et al.*, 2018). Algunos de los estudios con la gelatina en la industria alimentaria han sido sobre la elaboración de películas de recubrimientos para mejorar y estabilizar la calidad de un alimento, como es el caso de contenido humedad, estabilidad térmica, actividad antioxidante y actividad antimicrobiana (Yavari *et al.*, 2020); como es el caso de Tosati *et al.*, (2017) que elaboro un recubrimiento comestible a base de la mezcla de cúrcuma y gelatina para salchichas de tipo Frankfurt permitiendo estabilidad de la emulsión en durante la aplicación de temperatura de cocción, asimismo, mejoro las condiciones de calidad en cuanto a la estabilidad de la estructura y firmeza y disminución de la actividad antimicrobiana durante 30 días, además de que las condiciones fisicoquímicas como el pH, el perfil de textura, la humedad y el color se mantuvieron constantes en comparación con el control.

Por otra parte, Yavari *et al.*, (2020), desarrollo una película a base de gelatina reforzada por interacción covalente con goma guar oxidada que contiene extracto de té verde como sistema activo de envasado de alimentos, lo cual se demostró que estos dos ingredientes

principales formaron un enlace covalente bastante estable y resistente proporcionando así estabilidad térmica, además de un aumento de capacidad antioxidante por la presencia del extracto de té verde, y que presenta una baja actividad microbiana. Otro rasgo importante de la gelatina es que es una proteína que al desnaturalizarse permite su solubilización y fácil digestión de los péptidos, haciendo que estas sea una excelente recomendación en la dieta de pacientes convalecientes, como ejemplo se tiene a Gaytán-Andrade *et al.*, (2019) que desarrolla y formula un producto funcional de tipo postre a base de gelatina con frutos rojos, siendo una formulación quien presenta mejor aceptación entre jueces no entrenados por tener mejor atributos como color, olor, sabor y consistencia, y además que recomienda poderla incluir a la dieta de personas enfermas y público en general. a lo anterior, cabe destacar que los péptidos bioactivos son secuencias entre 2 y 20 aminoácidos que pueden inhibir enfermedades crónicas al modular y mejorar las funciones fisiológicas, por lo que estos péptidos contribuyen a mantener la salud del consumidor (Karami *et al.*, 2019) como efectos antioxidantes, antihipertensivos, antidiabéticos e inmunomoduladores (Chourasia *et al.*, 2023).

Cúrcuma longa

La cúrcuma es uno de los ingredientes más importantes en los alimentos y las medicinas tradicionales, ya que contiene un compuesto polifenólico denominado curcumina, el cual ha sido objeto de diversas investigaciones e implementación en salud y alimentación por sus múltiples beneficios. Y es que, esta raíz se ha administrado como aditivo alimentario y nutricional, así como producto biológico y fármaco activo (Stanić, 2017). La curcumina es uno de los polifenoles naturales más populares derivado de *Cúrcuma longa* L. Demuestra un amplio espectro de propiedades, especialmente útil en las industrias farmacéutica y alimentaria (Li *et al.* 2016; Liu *et al.* 2015). Sin embargo, su biodisponibilidad es baja debido a la baja solubilidad, la mala estabilidad y otros factores; por lo tanto, la aplicación de la curcumina en alimentos y medicinas es limitada (Liu *et al.* 2015). Con el fin de mejorar la biodisponibilidad de la curcumina y utilizarlo en alimentos funcionales y suplementos, varios portadores incluyendo emulsiones (Zheng *et al.* 2017; Paul *et al.* 2019), nanopartículas de proteínas (Li *et al.* 2019; Chang *et al.* 1999), nanotubos de proteínas (Chen *et al.* 2015), complejos coacervados (Zheng *et al.* 2017; María *et al.* 2019), sólido nanopartículas lipídicas (Yonar *et al.* 2019), perlas de hidrogel rellenas (Teresa *et al.*

2019), liposomas (Typek *et al.* 2019), y se han investigado micelas de caseína (Zheng *et al.* 2017).

Algunos estudios han analizado la capacidad antioxidante de la cúrcuma en alimentos funcionales, en la cual podemos mencionar a Hernández-Aguilar *et al.*, (2022) que destaco los cambios inducidos que existen en el pan de cúrcuma por radiación ultravioleta C (UV-C) obteniendo como resultado que este alimento funcional presenta cambios muy significativos en la exposición a la luz UV-C debido a los compuestos fenólicos. Por otro lado, se contempla que la humedad en el químico proximal y análisis sensorial aumenta sus propiedades fisicoquímicas y su calidad debido a la adición de esta raíz en el pan, pero disminuyen de manera significativa con la exposición a la radiación. Para ello, se especifica que la cúrcuma no solo mejora la calidad nutrimental y funcional de un alimento, sino que además protege de los diversos agentes oxidativos debido a su capacidad antioxidante.

Otros estudios sobre la cúrcuma en el campo alimentario es en los sistemas de administración basados en proteínas para aumentar la solubilidad y la biodisponibilidad de la curcumina, como en el caso de la matriz de nano entrega que es caseinato de sodio (proteína) y polisacáridos de soya permite la estabilidad de las matrices de cúrcuma adicionados en otros alimentos protegiéndolos de cambios de pH, fuerza iónica y temperaturas en el proceso y ambiente, permitiendo el acceso a los componentes nutrimentales y beneficios en la salud de la curcumina; por lo que, esta matriz permite poder implementarse en otros alimentos funcionales liquidas que permitan solubilizarse (Wang, 2021).

En la parte de la medicina, las nanopartículas de proteína-polisacárido, polisacárido y proteína-lípido se estudian muy a menudo, sistemas de suministro de polielectrolitos para fármacos y nutrientes lipofílicos: las proteínas se unen a compuestos bioactivos, mientras que los polisacáridos protegen a la proteína de la degradación enzimática y la liberación rápida durante su paso por el tracto gastrointestinal. De esta forma, se potencia considerablemente la biodisponibilidad del compuesto bioactivo incorporado/encapsulado; como muestra se tiene la implementación nanogeles (péptidos) probados más recientemente, con un diámetro de 58 nm, se hizo a partir de lipoproteínas de baja densidad

(LDL) de yema de huevo y se complejo con pectina (Zhou *et al.*, 2016). El nanogel de LDL/pectina resultante se aplicó finalmente para la encapsulación de curcumina, mostrando una excelente estabilidad y utilidad para la liberación controlada de curcumina durante su administración oral. A lo que se han obtenido resultados similares con grasa de leche como medio oleoso y caseinato de sodio de proteína de leche como material de pared utilizado en la nanoencapsulación de curcumina (el tamaño de las partículas era de ~40 nm) (Rao y Khanum, 2016; (Stanić, 2017).

VII. METODOLOGÍA

1.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo-experimental, se optó este diseño para obtener los resultados de análisis sensoriales de las muestras durante la optimización realizada mediante el diseño se Taguchi L8, donde se emplean encuestas a los consumidores con los que posteriormente se traducirán datos estadísticos, así también este enfoque fue utilizado en el análisis de las propiedades fisicoquímicas de la gelatina muestra seleccionada, que se llevó a cabo en los siguientes laboratorios:

- Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Funcionales (LIDPF) de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
- Laboratorio de análisis de Alimentos II de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
- Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
- Laboratorio de Análisis Sensorial de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

Para fines de esta investigación se utilizó un estudio no probabilístico por conveniencia, con un diseño exploratorio ya que existe previa información sobre la cúrcuma y sus beneficios, pero con poca relación en el uso de gelatinas. Se tuvo como marco interpretativo el interaccionismo para seleccionar la materia prima de temporada en la región, durante el periodo de investigación.

1.2. POBLACIÓN

Esta investigación seleccionó como población, alumnos de la licenciatura en gastronomía los cuales forman parte del panel de jueces del laboratorio de análisis sensorial de la UNICACH ubicada en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

1.3. MUESTRA Y MUESTREO

Para efectos de la evaluación sensorial, la muestra de esta investigación es no probabilística por conveniencia, debido a que se ha elegido a un total de 20 jueces semientrenados, de entre 18-25 años, todos alumnos de la licenciatura en gastronomía de la UNICACH. Se realizaron 8 muestras de gelatina con diferentes Formulaciones las cuales fueron diseñadas mediante el método de optimización Taguchi L8 presentadas en la Tabla 1.0 y 2.0

1.4. VARIABLES

Dependientes:

- Color
- Olor
- Sabor
- Aspecto

Independientes:

- Preparación de diferentes formulaciones a los que serán sometidos para el proceso de optimización

1.5. FASES ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA GELATINA

Fase 1. Obtención de materia prima

Los rizomas de cúrcuma fueron recolectados en el mercado del norte de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez Chiapas, en los meses de abril y mayo del 2019, se sometieron a un proceso de desinfección que consistió en lavar con agua potable y posterior inmersión en una disolución de hipoclorito de sodio 2% durante 15 minutos, luego se dispersaron en charolas de aluminio como se muestra en la Figura 2 y se metieron a secado dentro de un horno para disminuir el porcentaje de humedad, las condiciones fueron las siguientes: temperatura: 50°C, tiempo: 24 h, posteriormente fue sometido a proceso de molido y tamizado, para luego almacenarse en frascos sellados a temperatura ambiente.

El chocolate fue comprado en el mercado del norte de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez Chiapas, en los meses de abril y mayo del 2019, el cual fue previamente elaborado de forma artesanal a base de cacao, azúcar y canela molida.

La grenetina fue adquirida a granel y fue comprada en una tienda local en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez Chiapas, en los meses de abril y mayo del 2019.

El caseinato de calcio utilizado en el presente producto fue del laboratorio Fresenius kabi, presentación de envase de 100 gramos con nombre comercial “Protebyn” con un contenido de 90 gramos de proteína el cual fue adquirido en farmacia usana de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez Chiapas, en los meses de abril y mayo del 2019.

La leche utilizada fue de la marca Lala, semidescremada y deslactosada, adquirida en una tienda local en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez Chiapas, en los meses de abril y mayo del 2019.

Fase 2. Diseño experimental y formulación de gelatina

Se utilizo el diseño experimental de Taguchi, para la obtención de 8 formulaciones (A, B, C, D, E, F, G, H) con tres factores (cúrcuma, grenetina, chocolate artesanal), y dos niveles (alto y bajo) para cada factor observados en la Tabla 3. Se utilizaron ingredientes adquiridos en tiendas locales (mercado del norte) con base a las formulaciones descritas.

Los ingredientes de las formulaciones de las gelatinas fueron medidos y pesados con el apoyo de una báscula analítica y vasos medidores de acuerdo con las cantidades establecidas en el proyecto, las cuales eran: Cúrcuma (nivel alto con 3 gramos, nivel bajo 1.5 gramos), Chocolate (nivel alto con 20 gramos, nivel bajo 10 gramos), Grenetina (nivel alto con 8 gramos, nivel bajo 4 gramos).

El proceso de elaboración de las gelatinas fue el siguiente:

- Medición en mililitros y peso en gramos de cada uno de los ingredientes variables (cúrcuma, grenetina y chocolate) basando cantidades conforme al método de optimización Taguchi L8.

- Leche (150 mililitros) y grenetina (10 gramos) en mismas cantidades para todas las muestras fueron ingredientes base de cada una de las gelatinas.

-Todos los ingredientes de cada formulación fueron sometidos de forma homogénea a una temperatura de 80°C para posteriormente ser colocados en vasos de plástico para mantenerse en refrigeración a una temperatura de 4°C.

Tabla 3. Diseño experimental empleado para la optimización de gelatina enriquecida con cúrcuma.

Formulación	Niveles de:		
	Cúrcuma	Grenetina	Chocolate
428	1	1	1
326	2	1	1
245	1	1	2
678	2	1	2
459	1	2	1
321	2	2	1
982	1	2	2
556	2	2	2
Nivel 1= Bajo Nivel 2= Alto			

Fase 3. Evaluación sensorial

Proceso:

- Las muestras fueron servidas en cabinas individuales en vasos de plástico desechables codificados sin secuencia con cantidades estandarizadas.
- Los catadores tenían a su disposición un vaso de agua y una galleta habanera, que se utilizó para neutralizar el sabor entre muestras. Asimismo, se les proporcionó el instrumento de medición sensorial: escala hedónica de 3 puntos.
- Con los resultados obtenidos de los cuestionarios se tabularon las respuestas en orden de frecuencia.

Para la determinación de la evaluación sensorial se utilizó una prueba con escala hedónica de 3 puntos, 1=Disgusta, 2=Neutral, 3=Me disgusta, La cual se muestra en la figura 3.

NOMBRE: _____

EDAD: _____ SEXO: _____ LUGAR DE ORIGEN: _____ FECHA: _____

MUESTRA: _____

APARIENCIA

Gusta Indiferente Disgusta

OLOR

Gusta Indiferente Disgusta

SABOR

Gusta Indiferente Disgusta

TEXTURA

Gusta Indiferente Disgusta

COLOR

Gusta Indiferente Disgusta

Figura 3. Escala hedónica utilizada en la evaluación sensorial

Fase 4.- Descripción del análisis estadístico para la elección de gelatina con mayor nivel de agrado.

Los resultados de la prueba sensorial fueron analizados estadísticamente en el programa Minitab versión 2.0 para la comparación de medias con el método Chi cuadrada.

Fase 5.- Análisis químico proximal de la gelatina seleccionada

Se determinó la composición nutricional de la gelatina seleccionada con base a mayor nivel en la evaluación sensorial:

- Determinación de humedad: Se determinó por deshidratación utilizando una estufa de secado (Marca novatech, modelo E135-AIA), mediante método 203.14 (AOAC, 994.12, 20000).

- Determinación de cenizas: Se determinó por incineración utilizando una parrilla de calentamiento (Marca thermo scientific, Modelo cimaric-sp142025q) y mufla (Marca Sib Lindberg®, Modelo CTDC-002), mediante la técnica de los métodos oficiales de análisis publicada en 1984. Equipo humedad y cenizas: Pinza para crisol, balanza analítica OHAUS, parrilla eléctrica, crisoles, cajas Petri, termómetro, desecador, mufla, estufa de secado (AOAC, 940.206, 2000).
- Determinación de lípidos: Se determinó el contenido de grasa por diferencia de peso con respecto a la grasa extraída utilizando un extractor Soxhlet (Marca Lab-Line, Modelo clarkson 5000-1) y estufa de secado (Marca Novatech, Modelo E135-AIA), mediante la técnica de la AOAC (Métodos oficiales de análisis). Equipo: Matraz bola con fondo plano y cuello esmerilado de 250 mL, equipo de extracción Soxhlet, perlas de vidrio, vaso de precipitado de 50 mL, pinza para crisol, balanza analítica, papel filtro, desecador, embudo con cuello largo.
- Fibra cruda: Se determinó el contenido de Fibra Cruda por diferencia de peso utilizando el equipo de digestión de fibra (Marca Labconco, Modelo 300010), mediante la técnica de la AOAC (Métodos oficiales de análisis) publicada en 1984. Equipo: Vaso de Berselius, probeta de 50 ml, vaso de precipitado de 250 ml, embudo de cuello largo, balanza analítica VELAB Modelo VE-204, digestor de fibra cruda, papel filtro, sistema de vacío, pipeta de 10 mL (AOAC, 994.12, 2000).
- Determinación de proteína cruda por el método de microkjeldahl: Se determinó por fórmula el contenido de nitrógeno y el porcentaje de proteína cruda utilizando el digestor micro kjeldahl mediante la técnica de la AOAC (Métodos oficiales de análisis) publicada en 1984. Equipo: Campana de extracción, balanza analítica, digestor Micro-Kjeldahl, matraz Micro-Kjeldahl 30 mL, pipetas graduadas, espátula, matraz de destilación, refrigerante, pinzas de tres dedos, soporte universal, mechero, trípode, malla de asbesto, mangueras, probeta de 100 mL, pipetas graduadas de 10 mL, pinza para bureta, bureta de 25 mL, matraz Erlenmeyer 100 mL, pipeta volumétrica de 10 mL. Extracto libre de nitrógeno (AOAC, 920.52, 2000).
- La cuantificación de carbohidratos se realizó por diferencia, después de determinar humedad, proteína, grasa, cenizas y material no digerible (fibra cruda) con la siguiente formula: $ELN=100- (\%HC + \%GBH+ \% PBH+ \%FBH)$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diseño y optimización

En la tabla 4, se muestran los tratamientos correspondientes al diseño experimental de Taguchi L8 para las diversas combinaciones. Los factores estudiados fueron cúrcuma, grenetina y chocolate en niveles alto y bajo, con las cantidades que se indican, estos se sometieron a evaluación sensorial para poder seleccionar la formulación con mayor nivel de agrado.

Tabla 4. Combinaciones de las gelatinas enriquecidas con cúrcuma adicionada con caseinato de calcio.

Formulación	Cúrcuma (g)	Grenetina (g)	Chocolate (g)	Leche deslactosada (ml)	Caseinato de calcio (g)
428	1.5	4	10	150	10
326	3	4	10	150	10
245	1.5	4	20	150	10
678	3	4	20	150	10
459	1.5	8	10	150	10
321	3	8	10	150	10
982	1.5	8	20	150	10
556	3	8	20	150	10

La mezcla obtenida de cada combinación se puso a hervir a una temperatura de 80°C, para posteriormente ser colocados en vasos de plástico; que fueron llevados a refrigeración donde estuvieron a una temperatura de 4°C, se ordenaron por combinaciones tal como se muestra en la figura 4.



Figura 4. Muestras de diferentes combinaciones obtenidas.

Evaluación sensorial

El panel sensorial estuvo compuesto por 20 jueces semientrenados, donde se evaluaron las características: apariencia, color, textura, sabor, olor. En la figura 5 se puede observar los datos generales obtenidos de la escala hedónica de tres puntos referente a sabor.

Dentro de los resultados en este rubro, si se encontraron diferencias estadísticas significativas, tomando en cuenta a $p=0.05$, de esta manera se confirma que la muestra M245 es la favorita en la categoría sabor, comparada con las diversas formulaciones de gelatina, obteniendo una $JI\text{-}CUADRADA= 59.566$ $GL=14$ y teniendo como $JI\text{-}CUADRADA\ TABLAS=23.69$.

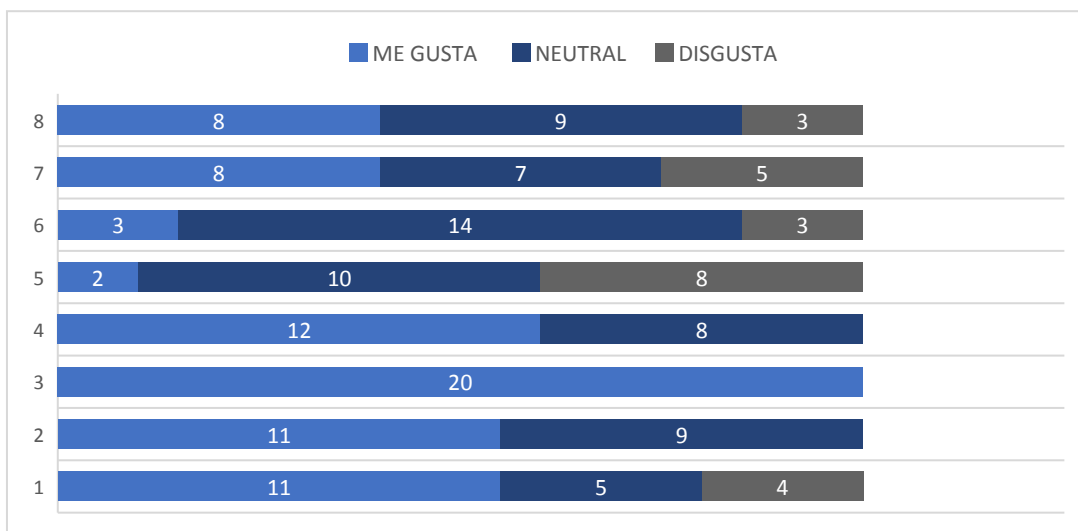


Figura 5. Resultados de la característica organoléptica sabor, en la evaluación sensorial de la gelatina de cúrcuma adicionado con caseinato de calcio.

En la Figura 6, se presentan los porcentajes de aceptación de cada formulación de gelatina, que son decisivos para destacar la combinación que tuvo mayor agrado a los jueces.

Los resultados, permitieron determinar el porcentaje de aceptación general de todos los atributos de las formulaciones evaluadas, y se encontró que la gelatina M245 es la que presenta mayor aceptación, con un total de 57 puntos, seguida por la muestra 982 con 55 puntos y en tercer rubro la muestra 556 con un total de 54 puntos.

El diseño de formulaciones permitió determinar la relación entre la cantidad de ingredientes y el nivel de agrado de las gelatinas; encontrando que la variación de cantidades de cúrcuma o grenetina no tuvieron influencia en la decisión de los jueces; esto debido a que las tres muestras favoritas tenían cantidades diferentes de estos ingredientes; sin embargo, sí se encontraron que estas muestras eran las que tenían mayor cantidad de chocolate; estos resultados se relacionan con lo descrito por Martínez en 2022 acerca de la cúrcuma, donde se menciona su alta solubilidad en grasa y baja solubilidad en agua; por lo tanto, las 3 muestras preferidas también fueron las que lograron mezclarse mejor debido a la grasa que contiene el chocolate.

Los resultados obtenidos en este trabajo se consideran confiables de acuerdo con la evidencia de cúrcuma longa y su alta solubilidad en grasa; el cual se concluye esta característica influye directamente en la evaluación sensorial.

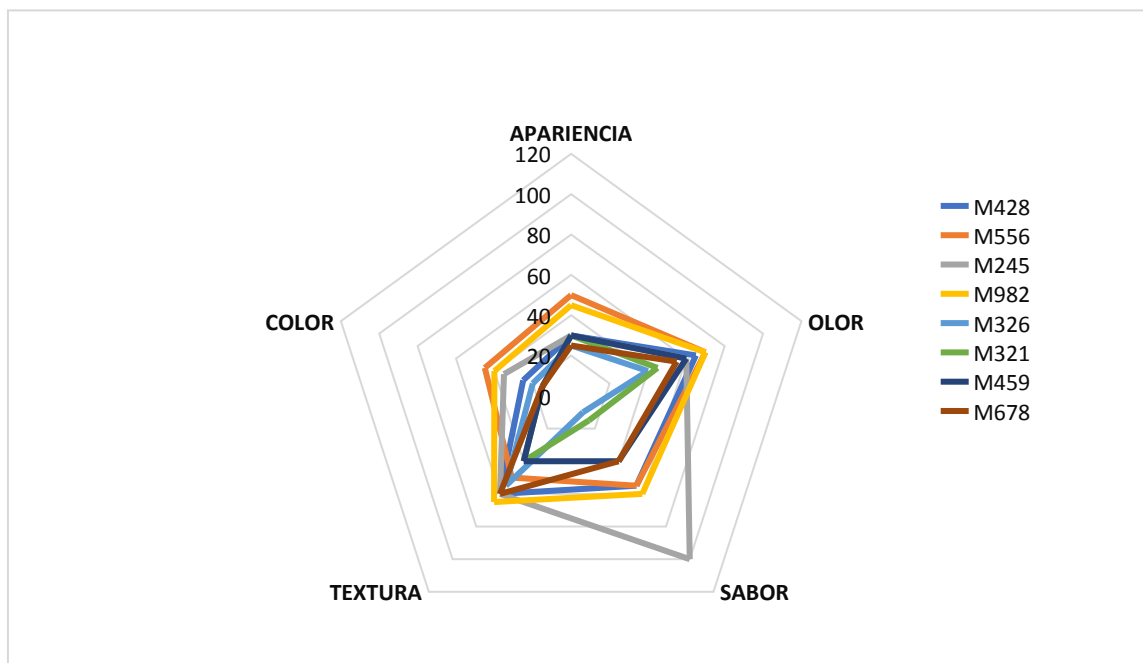


Figura 6. Comparación de las muestras de gelatina de acuerdo con el nivel de agrado en la prueba de análisis sensorial.

Análisis químico proximal

Tabla 5. Comparación de contenido Nutricional Muestra 245 con gelatina comercial.
DS= 95.

Componentes	Contenido nutricional gelatina funcional (muestra 245)	Contenido nutricional gelatina convencional (Chocolate con leche)
Grasa	3.76 g	3.8 g
Fibra	1.30 g	0 g
Ceniza	1.33 g	0 g
Proteína	11.98 g	4.40 g
Hidratos de carbono	14.9 g	26.80 g
kcal/100 gr	141.4	159.1

Los resultados obtenidos en el análisis químico proximal se muestran en la tabla 5, en la cual, se observa que la gelatina elaborada reporta un contenido mayor de proteína y menor contenido de hidratos de carbono; estas cifras tienen relación directa con los ingredientes que reportan en su etiqueta nutricional, observando que la gelatina comercial está elaborada con leche, azúcares añadidos, crema, fructosa, citrato de sodio, saborizantes y sal yodada; y la gelatina que propone el presente proyecto contiene leche, gennetina natural, caseinato de calcio, cúrcuma longa, y chocolate artesanal a base de canela, cacao y azúcar.

Actualmente la gelatina es de los alimentos más utilizados en personas convalecientes y con dificultad para deglutir; Villagra en 2021 concluye que la adherencia a los suplementos de alimentación vía oral es insuficiente, su baja aceptación y tolerancia es uno de los

factores por lo que su uso es limitado en la recuperación a largo plazo, así también, Mendoza en 2020 refiere el constante interés del hombre; por la relación existente entre la alimentación y nutrición con la salud, lo que ha hecho que a lo largo de la historia sea una necesidad la búsqueda de estrategias que contribuyan al mejoramiento de la salud y la calidad de vida de la población. El producto elaborado contiene 11.98 gramos de proteína, superior incluso a lo comparado con el sistema mexicano de alimentos equivalentes; el cual indica que 1 equivalente de alimentos de origen animal es igual a 7 gramos, esto permitirá que su uso sea de utilidad para poder llegar al requerimiento necesario en diversas patologías y situaciones. Así también el producto elaborado contiene 1.30 gramos de fibra y 14.9 gramos de hidratos de carbono, lo que mejora las características sobre una gelatina convencional, convirtiéndose en una excelente opción para ser utilizada como complemento alimenticio en diversos planes de alimentación.

CONCLUSIONES

La presente tesis tuvo como objetivo: diseñar y caracterizar una gelatina enriquecida con cúrcuma, adicionada con caseinato de calcio; con el fin de obtener un alimento hiperproteico, hipercalorico y rico en antioxidantes. Se obtuvo el resultado de la evaluación sensorial, donde se concluye que; las difrentes pruebas con cantidades variadas de 3 de los ingredientes (curcuma, grenetina y chocolate) interfirieron de manera importante. La cantidad de cúrcuma y grenetina tuvo un impacto de poca aceptacion y preferencia de los jueces en la evaluación sensorial, sin embargo al incrementar la cantidad de chocolate se tuvo como resultado mayor nivel de aceptacion; debido a que las tres muestras favoritas presentaron la característica de ser las que más chocolate incluían, Todo esto permite concluir que variar las cantidades incluidas puedan ser de utilidad para desarrollar nuevas pruebas de formulación, con el fin de poder realizar un mejor producto.

En las pruebas de análisis químico, se obtuvo una gelatina con mayor cantidad de fibra y proteína en comparación de las gelatinas convencionales; por todas las características que se encuentran en este producto, es apto para su inclusión en planes de alimentación de personas hospitalizadas, y de utilidad en aquellos que presentan dificultad para masticar o necesitan mayor requerimiento proteico; por lo que permitiría mejorar significativamente su estado nutricao; sin embargo para comprobar su utilidad en esta población es necesario implementarlo para posteriormente analizar su impacto.

VIII. RECOMENDACIONES

Algunas de las recomendaciones para futuros estudios y/o análisis que se puede estipular posterior al diseño y elaboración de la gelatina con cúrcuma adicionada con caseinato de calcio son las siguientes:

- Realizar estudios sobre la cuantificación y cualificación de antioxidantes y polifenoles, ya que estudios diversos mencionan que la cúrcuma es rica en curcumina y curcuminoides con un alto potencial antioxidante que sirve ante enfermedades digestivas, antiinflamatorias, respiratorias y particularmente las enfermedades de tipo degenerativas incluyendo al cáncer. Algunas de los métodos más convencionales para cuantificación de antioxidantes podrían ser: para antioxidantes DPPH, ABTS y polifenoles Folin-Ciaocalteu e identificación de todos los compuestos bioactivos presentes seria Cromatografía Liquida de Alta Eficacia (HPLC).
- De lo anterior, cabe mencionar que también estos compuestos bioactivos son de gran interés en la industria cosmética, farmacéutica, medicinal, pero sobre todo en la industria alimentaria como colorantes y antioxidante, es por ello, que la propuesta seria en la caracterización y cuantificación de oleorresinas presentes en esta raíz.
- Asimismo, como segunda etapa de este mismo proyecto se podría hacer una ampliación de las reformulaciones guiados por la matriz de arreglo de Taguchi L8 para poder seguir innovando en las características organolépticas y lograr minimizar del nivel de desagrado en los diseños actuales.
- Analizar e identificar cuáles son las características de un alimento funcional bajo las normatividades nacionales e internacionales para evaluar si las características de nuestro producto de gelatina de cúrcuma y caseinato de calcio cumple con los requisitos normativos de un alimento funcional.
- Y como último punto, definir y dirigir el producto obtenido a una población específica del área clínica, debido a que las características funcionales encontradas

en la gelatina están relacionadas con la mejoría y apoyo nutricional de diversas enfermedades.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abuajah C. I., Ogbonna A. C. y Osuji C. M., (2015), Functional components and medicinal properties of food: a review. *J Food Sci Technol.*, 52:2522–2529. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1396-5>
- Alimentos COLPAC, (2015), Conociendo los Alimentos Funcionales, México. COLPAC. <https://colpac.com.mx/conociendo-los-alimentos-funcionales/#:~:text=Los%20alimentos%20funcionales%20pueden%20ser,biodisponibilidad%20de%20alguno%20de%20ellos>.
- Alvis, A., Arrazola, G., y Martínez W. (2012). Evaluación de la actividad y el potencial antioxidante de extractos hidro-alcohólicos de Cúrcuma (*Cúrcuma longa L.*). *Información Tecnológica*. 23(2):11–18.
- Aranceta J. B., Blay G. B., Echeverría F. J. G., Gil I. C., Hernández M. C., Iglesias J. R. B. y López Ma. L. D. (2011), Guía de buenas prácticas clínica en alimentos funcionales, Madrid, España, International Marketing & Communication S. A.
- Astiasarán I. y Martínez J. A., (2003), *Alimentos composición y propiedades*, Madrid, España. McGraw-Hill - Interamericana de España.
- Ayala B., Adrianzén D., Chaupis D., Moscol Y., y Rufino J., (2018), *Diseño del proceso productivo de gelatina como complemento alimenticio, a partir de la harina de tocosh de papa en el distrito de Piura* (Tesis de pregrado), Universidad de Piura. Perú.
- Beltrán de Heredia M. R., (2016), Alimentos funcionales, *Elsevier*, 30(3):12-14
- Bengmark S., Mesa M. y Gil A. (2009). Efectos saludables de la cúrcuma y de los curcuminoides. *Nutrición Hospitalaria*. 24(3):273–281.
- Caballero-Gutiérrez L. y Gonzáles G. F., (2016), Foods with anti-inflammatory effect, *Acta Médica Peruana*, 33(1):50-64.
- Carbajal Á. y Ortega M., (2012). La “dieta mediterránea” como ejemplo de dieta prudente y saludable. *Revista Chilena de Nutrición*, 28(2):22–23.
- Cardona E. A. H., Uribe Y. D. F., y Cortés-Mancera F. M. (2016). Actividad antitumoral de la curcumina asociada a la regulación de mecanismos epigenéticos: Implicaciones en la vía Wnt/-catenina. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 21(4), 1–22.

- Castillo R. J. y García G. I. M., (2013), *Gelatina probiótica elaborada con lactosuero fermentado con bacterias ácido lácticas aisladas de alimentos típicos chiapanecos* (Tesis de pregrado), Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, México.
- Chang H. M., Cheng-Fang T., Chin-Fung L., (1999) Inhibition of lysinoalanine formation in alkali-pickled duck egg (Pidan). *Food Res Int.* 32(2):559–563.
[https://doi.org/10.1016/s0963-9969\(99\)00131-3](https://doi.org/10.1016/s0963-9969(99)00131-3)
- Chen F.P., Li B.S. y Chuan H. T., (2015), Nanocomplexation of soy protein isolate with curcumin: influence of ultrasonic treatment. *Food Res Int.* 75:157–165.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.06.009>
- Chourasia, R., Chiring Phukon, L., Abedin, M. M., Srichandan Padhi, Sudhir P. Singh & Amit Kumar Rai. Péptidos bioactivos en alimentos fermentados y su aplicación: una revisión crítica. *Syst Microbiol y Biomanuf* 3, 88–109 (2023).
<https://doi.org/10.1007/s43393-022-00125-4>
- COFOCALEC, (2012), *PROY-NMX-F-700-COFOCALEC-2012. Sistema producto leche – alimento – lácteo – leche cruda de vaca – especificaciones fisicoquímicas, sanitarias y métodos de prueba, ficha técnica.*
- Cortés M. Chiralt A. y Puente L., (2005), Alimentos funcionales: una historia con mucho presente y futuro, *VITAE*, 12(1): 5-14.
- Daniel M. (2019). *Ocho de cada diez hogares mexicanos incluyen gelatinas en su alimentación.* México. Proactives Spa.
<https://www.revistaneo.com/articles/2019/07/25/ocho-de-cada-diez-hogares-mexicanos-incluyen-gelatinas-en-su-alimentacion#:~:text=La%20categor%C3%ADa%20de%20gelatinas%20en,la%20mesa%20de%20los%20mexicanos>
- Das, A., Raychaudhuri, U. & Chakraborty, R., (2012), Cereal based functional food of Indian subcontinent: a review. *J Food Sci Technol.*, 49:665–672.
<https://doi.org/10.1007/s13197-011-0474-1>
- Durán-Lugo R., Dorado-Campos L., Báez González J. G. y Leal-Martínez Ma. G., (2021), Desarrollo y evaluación de chocolates rellenos, a base de frutos no convencionales como aguacate (*Persea americana*), ciruela (*Prunus domestica*) y nanche (*Byrsonima crassifolia*), *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 6:164-174.

- Essa, M. M., Bishir, M., Bhat, A., Chidambaram, S. B., Al-Balushi, B., Hamdan, H., ... Qoronfleh, M. W. (2021). Functional foods and their impact on health. *Journal of Food Science and Technology*. doi:10.1007/s13197-021-05193-3
- Factores y Mercadeo, (2020), *Caseinato de calcio*, Factores y Mercadeo S. A., Colombia. <https://factoresymercadeo.com/producto/caseinato-de-calcio/>
- Ferrer, L. B. y Dalmau, S. J., (2001), *Alimentos funcionales: probióticos*. Valencia, España. Centro atención primaria de Alaquás.
- Gaytán-Andrade J. J., Solís L. M., López L. I, Cobos L. E. y Silva S. Y. (2019). Desarrollo y evaluación sensorial de un postre de gelatina funcional del fruto rojo de *Stenocereus queretaroensis* (F. C. Weber) Buxbaum. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología*. 4:576-580
- Gelatine Manufacturers of Europe (GME). (2018), *La gelatina – ayer, hoy y mañana*, Mexico. GME. <https://www.gelatine.org/es/gelatina/historia.html>
- Global chemicals, (2020), *Caseinato de calcio- 95*, Global Chemicals, <https://thefoodtech.com/wp-content/themes/theme-thefoodtech/directorio/assets/fichas/6d3f39e6-05a1-4c6a-882c-58f43833edfa.pdf>
- González-Jiménez F. E., Hernández-Espinosa N., Cooper-Bribiesca B. L., Núñez-Bretón L. C. y Reyes M., (2015), Empleo de antioxidantes en el tratamiento de diversas enfermedades crónico-degenerativas, *Revista Especializada en Ciencias de la Salud*, 18(1):16-21.
- Hernández-Aguilar C., Palma-Tenango M., Miguel-Chavez, R. S., Domínguez- Pacheco A., Soto-Hernández M., Valderrama Ma. C., Ivanov R. y Ordoñez-Miranda J., (2022), Cambios inducidos de compuestos fenólicos en pan de cúrcuma por radiación UV-C. *Medida alimentaria* 16, 1012–1028. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-01231-y>
- Hiwatashi, N. *et al.* Biocompatibility and efficacy of collagen/gelatin sponge scaffold with sustained release of basic fibroblast growth factor on vocal fold fibroblasts in 3-dimensional culture. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 124, 116–125 (2015).
- INEGI, (2020), *Características de las defunciones registradas en México durante 2020*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información. <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/DefuncionesRegistradas2020preliminar.pdf>

- Instituto Omega 3, (2012), *Guía de alimentos funcionales*, Sociedad Española de Nutrición Comunitaria.
https://www.fesnad.org/resources/files/Publicaciones/guia_alimentos_funcionales.pdf
- IntraMed, (2020), *La inflamación crónica en la etiología de las enfermedades*, IntraMed,
<https://www.intramed.net/contenido.asp?contenido=96619>
- Jayaprakasha, K., L. Rao y K. Sakariah, Chemistry and biological activities of *C. Longa*. *Trends in Food Science and Technology*, 16(12):533-548.
- Jimenez, L., Ramírez, E., Macías, M., López, S., y Pérez, V. (2014). La curcumina incrementa la expresión de AMPK y PPAR γ y disminuye la expresión de NF- κ B en hígado de ratón diabético db/db. *Ciencias Médicas*, 24(2):23-29.
- Kanayama Y., Aoki C., Kawai N., Sato M. y Sakai, Y., (2014), Creation of cisplatin-adsorbing regenerative-medicine gelatin sponge and its Cisplatin release pattern. *Biol Pharm Bull* 37, 1402–1405
- Kanda, N. Anada T., Handa T., Kobayashi T., Ezoe Y., Takahashi T., y Suzuki O.. (2015) Orthotopic Osteogenicity Enhanced by a Porous Gelatin Sponge in a Critical-Sized Rat Calvaria Defect. *Macromol Biosci*. 15:1647–1655.
- Karami, Z., y Akbari-adergani, B., (2019), Bioactive food derived peptides: a review on correlation between structure of bioactive peptides and their functional properties. *J Food Sci Technol.*, 56: 535–547. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3549-4>
- Kumar M., Prakash S., Kumari N., Pundir A., Punia S., Saurabh V., Choudhary P., Changan S., Dhumal S. y Pradhan P. C., (2021), Función beneficiosa de los metabolitos secundarios antioxidantes de las plantas medicinales en el mantenimiento de la salud bucal. *Antioxidantes*, 10(7):1061
- Li W., Mengzhou Z., Ning X., Yong H., Chao W., Deyuan L., Liegang L. y Dongsheng L., (2016), Comparative analysis of protective effects of curcumin, curcumin-b-cyclodextrin nanoparticle and nanoliposomal curcumin on unsymmetrical dimethyl hydrazine poisoning in mice. *Bioengineered* 7(22):334–341.
<https://doi.org/10.1080/21655979.2016.1197029>
- Li W., Shugang L., Yong H., Mengzhou Z., Chao W., Li D. S. y Li D. Y., (2019), Impact of hot alkali modification conditions on secondary structure of peanut protein and

- embedding rate of curcumin. *Food Sci Human Wellness*.
<https://doi.org/10.1016/j.fshw.2019.05.004>
- Liu Y, Liu D, Zhu L, Gan Q, Le X (2015) Temperature-dependent structure stability and in vitro release of chitosan-coated curcumin liposome. *Food Res Int*. 74:97–105.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.04.024>
- López B. L. S. Medina de la Cruz F. R. Ornelas R. R. Moreno I. J.D. Almirudis E. S.J., Molina C. J. F., Herrera C. S., Otero L. C.B., Canizalez R. D.F. y Arce C. M. E., (2016), Elaboración de gelatina enriquecida con sustituto de leche a base de amaranto, *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 1(2): 577-581.
- Lorena L., Ariza G., Olaya J. H., Quim M., I. J., Acevedo S., y Sanabria L. P., (2017), Actividad biológica de tres Curcuminoides de *Curcuma longa* L. (Cúrcuma) cultivada en el Quindío-Colombia Biological activity of three curcuminoids from *Curcuma longa* L. (turmeric) grown in Quindío, Colombia. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 22(1):1–14.
- Lovik, M., (2011), Impacto de una nueva normativa europea en el mercado de alimentos funcionales: una descripción general. *Clin Transl Allergy 1 (suplemento 1)*, 55.
<https://doi.org/10.1186/2045-7022-1-S1-S55>
- María L., Prado-Audelo D., Caballero-Floran I. H., Meza-Toledo J. A., Mendoza-Muñoz N. González-Torres M., Floran B., Cortes H. y Leyva-Gómez G., (2019), Formulations of curcumin nanoparticles for brain diseases. *Biomolecules* 9:56–57.
<https://doi.org/10.3390/biom9020056>
- Martínez-López E., García-García M. R., Campos-Pérez W. Y. y González-Becerra K., (2013), Genómica nutricional: Conceptos y expectativas, *Revista de Endocrinología y Nutrición*, 21(1):22-34.
- Mercado-Mercado G., Carrillo R. L., Wall-Medrano A., López J. A. D. y Álvarez-Parrilla A., (2013), Polyphenolic compounds and antioxidant capacity of typically consumed species in Mexico, *Nutrición Hospitalaria*. 28(1):36-46.
- Mesa, D., M. Ramírez, M. Aguilera, A. Ramírez y A. Gil, (2000) Pharmacological and nutritional effects of *Curcuma longa* L. Extracts and applyingaides, *Ars Pharmaceutica*, 41(3):307-321.

- Molestina K. M. S., y Diaz S. D. C., (2019), *Desarrollo de un colorante líquido elaborado a base de cúrcuma longa (cúrcuma) y aceite girasol en la ciudad de guayaquil* (Tesis de pregrado), Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Colombia.
- Montes Á. D. C., Hernández E. L., Hernández L., G., Obed, I., Martínez, P., García H. A. L., Pérez Martínez, I. O. (2016). Curcumina, una alternativa terapéutica para la clínica dental (Parte I): antiinflamatorio y analgésico. *Adm*, 73(5), 245–249.
- Naranjo-Palacios F., Rios-Lira A. J., Pantoja-Pacheco Y. V. y Tapia-Esquivias M., (2020), Fractional Taguchi orthogonal designs, *Ing. invest. y tecnol.*, 21(2):1-12
- OMS, (2022), *Enfermedades no transmisibles*, Organización Mundial de la Salud (OMS). <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
- Paul M.B., Ioana C., Adriana E. B., Ioana C.B., Raluca M.P., Dan G, Sorana DB (2019) Effects of curcumin nanoparticles in isoproterenolinduced myocardial infarction. *Oxid Med Cell Longev*. <https://doi.org/10.1155/2019/7847142>
- Phillips M. M. y Rimmer C.A., (2013), Alimentos funcionales y suplementos dietéticos. *Anal Bioanal Chem*, 405:4323–4324. <https://doi.org/10.1007/s00216-013-6846-9>
- Porto J. P., (2018), Definición de la Gelatina. México. Definición de. <https://definicion.de/gelatina/>
- Prakash S, Kumar M, Kumari N, Thakur M, Rathour S, Pundir A, Sharma AK, Bangar SP, Dhupal S. y Singh S., (2021), Extractos y compuestos antioxidantes de origen vegetal en el tratamiento del cáncer oral. *Antioxidantes*, 10(9):1358
- Ramon A. C., (2018), Optimización del método para la obtención de gnetina a partir de residuos avícolas para su aplicación en la elaboración de gelatinas saborizadas.
- Rao PJ, Khanum H., (2016), A green chemistry approach for nanoencapsulation of bioactive compound – curcumin. *Food Sci Technol-LWT*. 65:695–702.
- Ríos, E., Duque A. y León F., (2009), Spectroscopy and chromatography characterization of curcumin extracted from the rhizome of turmeric crops in the department of Quindío (Colombia), *Revista Investigación Universidad del Quindío*. 19(1):18-22.
- Rivera D. J. A., Hernández A. M., Aguilar S. C. A., Vadillo O. F. y Murayama R. C., (2013), *Obesidad en México: recomendaciones para una política de Estado*, México D. F., Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Sabaghi, M., Tavasoli, S., Jamali, S.N Katouzian I. y Esfanjani A. F., (2022), The Pros and Cons of Incorporating Bioactive Compounds Within Food Networks and Food

- Contact Materials: a Review. *Food Bioprocess Technol.* 15: 2422–2455. <https://doi.org/10.1007/s11947-022-02837-w>
- Saber F.R., Aly S.H., Khallaf M. A., Heba A. S., El-Nashar, Fahmy N.M., Shazly M. E., Radha R., Prakash S., Kumar M., Taha D., Bouyahya A. y Sharifi-Rad J., (2022). Hyphaene thebaica (Areceaceae) as a Promising Functional Food: Extraction, Analytical Techniques, Bioactivity, Food, and Industrial Applications. *Food Anal. Methods.* <https://doi.org/10.1007/s12161-022-02412-1>
- Saiz de Cos P., (2014), Cúrcuma I (*Curcuma longa* L.), *Reduca (Biología). Serie Botánica.* 7(2):84-99.
- Santivañez, R. R. (2016). *Obtención de gelatina de piel de perico*. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Solís H. J. D., (2017), *Monografía del cacao de Tuxtla Chico, Chiapas* (Tesis de pregrado), Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, México.
- Stanić, Z., (2017), Curcumin, a Compound from Natural Sources, a True Scientific Challenge – A Review. *Plant Foods Hum Nutr.* 72, 1–12. <https://doi.org/10.1007/s11130-016-0590-1>
- Sun-Waterhouse y D., Wadhwa, S. S., (2013), Industry-Relevant Approaches for Minimising the Bitterness of Bioactive Compounds in Functional Foods: A Review. *Food Bioprocess Technol.* 6, 607–627. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0829-2>
- Tech School of Medicine. (2022). *Definición de alimentos funcionales*. México. Aula Digital. <https://www.techtitute.com/mx/medicina/blog/definicion-de-alimentos-funcionales>
- Teresa E., Angela L., Eleonora H., Marcella C., Pasquale T., Bruno V., Germano G., Antonio D. y Angelica P., (2019), Effects of curcumin and its adjuvant on TPC1 thyroid cell line. *Chem-Biol Interact.* 305(3):112–118. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2019.03.031>
- Tosati, J.V., Mesías V. C., Carvalho P. E., Rodrigues M. A., Meireles A. A. y Rodrigues A. M., (2017), Antimicrobial Effect of Edible Coating Blend Based on Turmeric Starch Residue and Gelatin Applied onto Fresh Frankfurter Sausage. *Food Bioprocess Technol.* 10, 2165–2175 (2017). <https://doi.org/10.1007/s11947-017-1985-1>

- Typek R., Dawidowicz A.L., Bernacik K. y Stankevic M., (2019), Feruloyloacetone can be the main curcumin transformation product. *Food Chem.* 286:136–140. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.194>
- Yanini B. M., (2007), *Diseño y optimización de recubrimientos comestibles a base de caseinato sódico y/o cálcico, ácido oleico y cera de abeja* (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica De Valencia, Valencia, España.
- Yavari, L., Ghorbani, M. y Tabibiazar, M. A., (2020) Gelatin-Based Film Reinforced by Covalent Interaction with Oxidized Guar Gum Containing Green Tea Extract as an Active Food, *Packaging System. Food Bioprocess Technol.* 13, 1633–1644. <https://doi.org/10.1007/s11947-020-02509-7>
- Yeh, M. K., Liang Y. M., Hu C.S., Cheng K. M., Hung Y. W., Young J. J. y Hong P. D., (2018), Studies on a novel gelatin sponge: preparation and characterization of cross-linked gelatin scaffolds using 2-chloro-1-methylpyridinium iodide as a zero-length cross-linker. *J Biomater Sci Polym Ed.* 23:973–990.
- Yonar ME, Yonar SM, Ispir U , Ural MS, (2019) Effects of curcumin on haematological values, immunity, antioxidant status and resistance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) against *Aeromonas salmonicida* subsp. *achromogenes*. *Fish Shellfish Immunol.* 89:83–90. <https://doi.org/10.1016/J.FSI.2019.03.038>
- Zheng B, Zipei Z, Fang C, Xiang L, McClements David J (2017) Impact of delivery system type on curcumin stability: comparison of curcumin degradation in aqueous solutions, emulsions, and hydrogel beads. *Food Hydrocolloids.* 71(5):187–197. <https://doi.org/10.1016/J.FOODHYD.2017.05.022>
- Zhou H., Beevers C. S., y Huang S. (2011). The targets of curcumin. *Current Drug Targets, NIH Public Access*, 12(3):332-347.
- Zhou M, Wang T, Hu Q, Luo Y., (2016). Low density lipoprotein/pectin complex nanogels as potential oral delivery vehicles for curcumin. *Food Hydrocoll.* 57:20–29
- Zurita R. J. C., Tapia Ñ. C., Zavala V. F., Charlín V. y Jirón S. A., (2003), Caseinato de calcio y nutrición enteral en pacientes con desnutrición proteica visceral/Calcium caseinate and enteral feeding in patients with visceral proteic mal nutrition, *Boletín Hospital San Juan de Dios*, 50(6): 327-331.

Wang Y. H., Guo W. Y., Gao, XL. Li G. H. y He S. H. (2021). Sodium caseinate and soluble soybean polysaccharide complex as nano-carriers of curcumin. *Food Measure*. 15, 478–483.

X. ANEXOS

APÉNDICE 1. ELABORACION DE GELATINAS CON CÚRCUMA ADICIONADO CON CASEINATO DE CALCIO.



a) Procesamiento y elaboración de gelatinas con cúrcuma adicionado con caseinato de calcio.

A. EVALUACIÓN SENSORIAL (FOTOGRAFÍAS)



a) Proceso de secado de cúrcuma.



b) Proceso de tamizado



c) Presentación y orden de formulaciones en la evaluación sensorial.



d) Juez durante la prueba de evaluación sensorial.