



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

## FACULTAD DE QUÍMICA

DESARROLLO CONCEPTUAL DE MODIFICACIÓN DE  
PANQUÉS TIPO PASTELILLO PARA ADOLESCENTES  
BUSCANDO LA DISMINUCIÓN DE ENFERMEDADES  
RELACIONADAS CON EXCESOS O CARENCIAS DE LA  
ALIMENTACIÓN

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**QUÍMICO DE ALIMENTOS**

P R E S E N T A:

**ALEJANDRO GERMÁN GONZÁLEZ GRANILLO**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

Presidente	Prof. LUCIA GABRIELA BASCUÑAN TERMINI
Vocal	Prof. MARIA DEL ROCIO SANTILLANA HINOJOSA
Secretario	Prof. LUIS ORLANDO ABRAJAN VILLASEÑOR
1er. Suplente	Prof. ENRIQUE MARTINEZ MANRIQUE
2º. Suplente	Prof. MARICARMEN QUIRASCO BARUCH

LABORATORIO 4-A, DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA.  
EDIFICIO A, FACULTAD DE QUÍMICA. UNAM. C.U.

BIBLIOTECAS DE LA FACULTAD DE QUÍMICA. UNAM. C.U.



---

Asesor: Luis Orlando Abrajan Villaseñor



---

Sustentanté: Alejandro Germán González Granillo

# DEDICATORIA

Dedico este trabajo TOTALMENTE a mí madre, a tí

**GRACIELA GRANILLO GUTIÉRREZ**

por ser la única persona que ha creído fehacientemente en mí y en mi capacidad para alcanzar la satisfacción personal y mutua que hoy tenemos y tanto anhelábamos.

Desde que pisé mi primer escuela, siempre has estado a mi lado con el firme propósito de forjar en mí a un hombre de bien, con principios y valores cimentados en una base escolar y familiar, lo cual, aprecio mucho.

Esto solamente es otra parte de la cosecha que merecidamente te ha dado la vida y espero que la disfrutes tanto como yo.

*GRACIAS*

*. . . Madrecita del alma querida . . .  
en mi vida tu has sido y serás  
el refugio de todas mis penas  
y la cuna de amor y verdad.*

*. . . te acuerdas? 1983-1984 aprox.*

**AHORA SÉ QUE NUNCA ES TARDE PARA TERMINAR LO QUE UN  
DÍA EMPECÉ.**

*“Debido a la equitación de mis últimos tiempos:*

*estudio en trote,*

*frente en alto,*

*cabalguemos en la gloria”*

**Alejandro G. Glez. Granillo  
Abril 1996.**

**PARTE DE MI MANERA DE SER ESTÁ REFLEJADA EN TODO LO  
QUE HE ESTUDIADO.**

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a mi mejor y entrañable amigo que tengo en el cielo por darme la fuerza, el coraje y la resistencia para terminar uno de mis propósitos en la vida y darme hoy la oportunidad de ver junto a mi madre la culminación de mis logros escolares. *Gracias Dios mío.*

Agradezco a Dios por haber puesto en mi camino al *Grupo de Alcohólicos Anónimos San Gregorio Atlapulco 4° y 5° pasos*, porque me auxiliaron cuando estaba listo para desertar de ésta carrera y cuando pensaba que todo en la vida estaba perdido. Porque ellos son uno de mis pilares en la vida. Gracias por los 6 regalos que me sucedieron, son absolutamente **LO MEJOR QUE ME HA PASADO EN LA VIDA!!!** Me Siento Feliz de haber nacido hace 7 años (D-17-Sept-00).

A *mí madre* le doy gracias por enfrentar de manera estoica las adversidades que se nos han presentado y las cuales hemos superado con la bendición de Dios, el corazón en la mano y la frente en alto. Sin su tenacidad y amor yo no estaría inspirado para estudiar. Cuando era niño, un día le dije a ella y a mi abuelo que quería ser “científico” . . . y me sonrieron.

A mis abuelos *Carlos Granillo y Adela Gutiérrez (q.e.p.d.†)* por su cariño que he recibido y la emoción que han expresado en cada una de mis metas académicas alcanzadas.

A mi abuela *Amelia Jiménez* por los buenos deseos que me ha manifestado a lo largo de mi escolaridad; y a mi abuelo *Emiliano González (q.e.p.d.†)* que, aunque no lo conocí, siento una gran responsabilidad hacia él, por haber sido una persona muy querida por la gente humilde y sencilla, cuyo ejemplo deseo y quiero imitar.

A *Jesús Ramírez Z.* por ser mi mejor amigo de la Facultad y por ser un amigo en toda la extensión de la palabra. Porque con él he aprendido a divertirme y a corresponder a las situaciones tal y como nos las presenta la vida.

Por las experiencias compartidas y sobretodo las vividas. *Gracias Chucho!*

A mi amigo *Henry Domínguez P.* uno de mis mejores amigos de la vida y mi mejor amigo de la Secundaria, porque es uno de mis ejemplos a seguir, pues lo admiro y estoy orgulloso de lo que ahora es. Su interés por no perder contacto conmigo, ha sido de gran ayuda para saber que las grandes personas, una vez que han cerrado el pacto de AMIGOS, nunca lo olvidarán a pesar del tiempo, la distancia y los sucesos acontecidos.

A *Diana Catana R.* mí amiga y confidente de los últimos años, quien tiene todo un gran poder de resistencia que me pone a prueba en cada obstáculo que se me presenta. Porque nunca imaginé que una amiga distante se convirtiera en alguien *tan especial* y tan cercana para mí. La verdad, los sentimientos buenos son los que juntan las almas y el rencor y el olvido siempre amenazan con despegarlas. Gracias también a tu familia que es especial.

A mi amiga *Mónica Vidal H.* por considerarme su amigo, título que me agrada viniendo de una persona tan especial como lo es ella.

A mi amiga *Lizbeth Montiel E.* por ser una amiga entregada a sus amigos y amigas y por quien siento un gran aprecio, mismo que se ha nutrido con las cosas vividas dentro y fuera de la escuela.

A mis amigos *José Luis Zárate C., Lorenzo Gómez C. y Luis Enrique Páez G.* porque junto con ellos conquisté la Prepa y porque me han hecho pasar buenos momentos entre cuates. Por divertirme con confidencias, experiencias y proyectos.

A mi amiga *Laura Eloisa Escalante G.* por ser una agradable persona con quien he tenido el placer de compartir algunas materias y secretos.

A mi amigo *Agustín Olmedo G.* por contagiarme el ánimo, el buen humor, sonreírle a la vida y por estar siempre dispuesto a servir desinteresadamente.

A mi amiga *Angélica Cristóbal C.* por ser mi ícono en el arte de la oratoria, así es, cada que voy a exponer algo me es inevitable pensar en tí y en nuestro curso. No importa quien esté enfrente de nosotros; saldremos adelante!!!

A *mis raíces: mis escuelas;* desde un preescolar, 3 primarias, mi secundaria 107, mi Preparatoria 1 y a la UNAM con su Facultad de Química por haberme alojado el tiempo necesario que tenía que pasar entre sus aulas. Hoy es imposible no recordarlas, pues han sido, verdaderamente, mis segundas casas.

Al Prof. *Luis Orlando Abrajan V.* por la oportunidad de trabajar con él y por su enorme paciencia para la realización de éste trabajo.

A la Profra. *Lucía Bascuñan Termini* por sus consejos y sugerencias vertidas en mi tesis y por sus charlas tan placenteras desde que fui su alumno.

A la Profra. *Ma. del Rocío Santillana H.* por sus observaciones para mejorar mi trabajo, por su tiempo y por su disposición.

A la Profra. *Karla Díaz G.* porque antes de darme cualquier respuesta, me regala una sonrisa. *Gracias Karla!*

A mi hermano *A. Gonzalo Glez. Granillo y Arely Ortiz* y en especial al “*Angellito*” mi sobrino, por darme otro empujón de felicidad en la recta final. Ojalá muy pronto pueda leer esto (con su ayuda) y le inspire para ponerse logros, metas y propósitos en la vida.

“*Angellito*” podrás escoger entre ellos, pero no todo lo que vale en ésta vida son los méritos académicos, te lo digo yo que he vivido tanto tiempo en las escuelas; lo que realmente *te engrandece*, es lo bueno que dejas en ellas y en las personas que viven contigo y las que conoces en tu vida.

Porque los estimo y los quiero. Gracias por sus recuerdos. A mis amigos y compañeros: *Carlos Hdz. Meza, Nancy Cuenca G. y Zully Paola, Adriana García A., Miriam García y Maricela Mendoza, Janeth García V., Norma Fuentes R., Mauricio Cabello, Miriam Mendoza V. y Selene López G., Karina López, Yazmín Balderas M., Elizabeth Saldaña L., Ivonne Bolaños, Ericka Uribe y Sandra, Yreri Zintzun, Patricia Marlith Falcón y Tania, Raúl Camarillo L., Rocío Cervantes, Arely Amado P., Fabiola Mújica G., Enedina Negrete D., Adriana Medina P., Paula Ibarra, Fernanda Valladares S., Maribel Díaz, Omar Veloz M., Lenin y Hayde Rojano, Gabriela Paz R., Flor Alvarado, Abigail Vega R., Laura Crispín, Claudia Ambrosio C., Yunatzi Martín, Fabiola Vázquez G., Jannely Cristal Álvarez, Alicia Mora L., Jesús Valentino, Manuel Frayre, Esther Galicia, Karina Calderón T., Gabriela Barrios C., Cuahutemoc G. Guillén, Liliana Quetzalli García D., Janeth Palacios, Raquel Aparicio, César Adrián Hdz., Blanca Karen Torres G. e Isabel Ocotitla, Ivonne García V., Adela Perea, Vicky Flores, Luis Benigno, Guadalupe de la Rosa, Lucía Salas, Nancy García J., Alia Renteria y Maribel Olivares A., Pablo Mayen, César Fco. R., Erendira Santiago, Melibea Arenas C., Adriana Serrano Rodas., Alejandra Vélez, Demetrio Morales, a mi hermano José Luis y a mi padre y a todos mis amigos que se me paso mencionar pero no por ello son menos importantes; les ofrezco una disculpa y un abrazo.*

Y a ti *amigo lector*, espero que este trabajo te ayude de algún modo en tu formación, ya sea como tema de interés, para disipar alguna duda o simplemente a manera de consulta general.

# ÍNDICE

Contenido

## **1. INTRODUCCIÓN**

1.1 Historia de la panificación

## **2. OBJETIVOS**

2.1 Objetivo General

2.2 Objetivos Particulares

## **3. ANTECEDENTES**

3.1 Enfermedades de mayor incidencia en México

3.1.1 Enfermedades Cardiacas

3.1.1.1 Factores de riesgo

3.1.1.2 Efectos de la alimentación en las lipoproteínas

3.1.1.3 Influencia de la dieta

3.1.1.3.1 *Ácidos grasos saturados*

3.1.1.3.2 *Ácidos grasos poliinsaturados*

3.1.1.4 Prevención de las enfermedades cardiacas

3.1.1.5 Plan de alimentación modificado en lípidos

3.1.1.6 Incremento del consumo de fibra soluble

3.1.1.7 Ingestión de cantidades adecuadas de algunos nutrimentos

3.1.1.7.1 Ácidos grasos n-3

3.1.1.7.2 Vitamina E

3.1.2 Diabetes Mellitus

3.1.2.1 Definición y clasificación

3.1.2.2 Distribución geográfica nacional de la Diabetes Mellitus

3.1.2.3 Revisión histórica

3.1.2.4 Clasificación

3.1.2.5 Epidemiología

3.1.2.6 Diagnóstico

3.1.2.7 Regulación de las fuentes energéticas corporales

3.1.2.7.1 Función de las hormonas

3.1.2.7.2 Estado de alimentación

3.1.2.7.3 Estado de ayuno

3.1.2.8 Complicaciones de la diabetes

3.1.2.8.1 Problema agudo

3.1.2.8.2 Complicaciones a corto plazo

3.1.2.9 Plan nutricional

3.1.2.9.1 Carbohidratos

3.1.2.9.1.1 Respuesta glucémica

3.1.2.9.2 Proteínas

3.1.2.9.3 Grasas

- 3.1.2.9.3.1 Grasas monoinsaturadas
      - 3.1.2.9.3.2 Ácidos grasos  $\omega$ -3
      - 3.1.2.9.4 Fibra
      - 3.1.2.9.5 Edulcorantes
      - 3.1.2.9.6 Alcohol
    - 3.1.2.10 Consideraciones adicionales
      - 3.1.2.10.1 Enfermedad renal
      - 3.1.2.10.2 Hiperlipidemia
      - 3.1.2.10.3 Obesidad
      - 3.1.2.10.4 Ejercicio
    - 3.1.2.11 Insulinoterapia
    - 3.1.2.12 Educación y consejo médicos
  - 3.1.3 Obesidad
    - 3.1.3.1 Definición
    - 3.1.3.2 Criterios para la normalidad de peso
    - 3.1.3.3 Influencias
    - 3.1.3.4 Riesgos de la salud relacionados con la obesidad
    - 3.1.3.5 Mortalidad y morbilidad
      - 3.1.3.5.1 Causas de muerte y morbilidad
        - 3.1.3.5.1.1 Enfermedad cardiovascular
        - 3.1.3.5.1.2 Lípidos séricos
          - 3.1.3.5.1.2.1 Triglicéridos
          - 3.1.3.5.1.2.2 Colesterol
        - 3.1.3.5.1.3 Diabetes mellitus
      - 3.1.3.5.2 Hiperinsulinemia y resistencia a la insulina
      - 3.1.3.5.3 Importancia de la hiperinsulinemia
        - 3.1.3.5.3.1 Hipertensión
        - 3.1.3.5.3.2 Problemas respiratorios
        - 3.1.3.5.3.3 Enfermedad de la vesícula biliar
    - 3.1.3.6 Patogénesis
      - 3.1.3.6.1 Endocrinopatía en la obesidad
      - 3.1.3.6.2 Ingesta alimentaria
      - 3.1.3.6.3 Termogénesis
    - 3.1.3.7 Células grasas
      - 3.1.3.7.1 Lipasa de lipoproteína
      - 3.1.3.7.2 Recuperación de peso
    - 3.1.3.8 Tratamiento dietético para la obesidad
      - 3.1.3.8.1 Tratamiento farmacológico
      - 3.1.3.8.2 Ejercicio
      - 3.1.3.8.3 Modificación del comportamiento
- 3.2 Otras enfermedades
  - 3.2.1 Definiciones
    - 3.2.1.1 Úlcera péptica
    - 3.2.1.2 Diverticulosis
    - 3.2.1.3 Gastritis
    - 3.2.1.4 Duodenitis
    - 3.2.1.5 Gota

- 3.2.1.6 Colitis ulcerosa
- 3.2.1.7 Desnutrición
- 3.2.1.8 Enfermedades del corazón
  - 3.2.1.8.1 Insuficiencia venosa periférica
- 3.2.1.9 Enfermedades hipertensivas
  - 3.2.1.9.1 Insuficiencia cardiaca
  - 3.2.1.9.2 Hipertensión
  - 3.2.1.9.3 Ataque cardiaco
  - 3.2.1.9.4 Enfermedad cardiaca
  - 3.2.1.9.5 Enfermedad de las arterias coronarias
  - 3.2.1.9.6 Miocardiopatía
  - 3.2.1.9.7 Miocardiopatía dilatada
  - 3.2.1.9.8 Arritmias
- 3.2.1.10 Enfermedades isquémicas del corazón
  - 3.2.1.10.1 Cardiomiopatía isquémica
  - 3.2.1.10.2 Accidente cerebro vascular isquémico
  - 3.2.1.10.3 Enfermedad cerebrovascular
- 3.3 La enfermedad celíaca
  - 3.3.1 Definición
  - 3.3.2 Tratamiento
  - 3.3.3 Manifestaciones digestivas
  - 3.3.4 Forma clásica de presentación
- 3.4 Dietas recomendadas
  - 3.4.1 Diabetes mellitus
  - 3.4.2 Obesidad
  - 3.4.3 Úlcera péptica
  - 3.4.4 Diverticulosis
  - 3.4.5 Gastritis
  - 3.4.6 Duodenitis
  - 3.4.7 Gota
  - 3.4.8 Colitis ulcerosa
  - 3.4.9 Desnutrición
  - 3.4.10 Enfermedades del corazón
    - 3.4.10.1 Recomendaciones para estas enfermedades
  - 3.4.11 Enfermedad celíaca
  - 3.4.12 Indicaciones en general
- 3.5 Ingredientes utilizados en la modificación del panqué para dietas especiales
  - 3.5.1 Mijo
    - 3.5.1.1 Origen del mijo (*Panicum Miliaceum*)
    - 3.5.1.2 Variedades
    - 3.5.1.3 Elaboración
    - 3.5.1.4 Almacenamiento
    - 3.5.1.5 Composición química y valor nutritivo
    - 3.5.1.6 Variantes en la composición del grano
    - 3.5.1.7 Hidratos de Carbono
    - 3.5.1.8 Proteínas
    - 3.5.1.9 Lípidos

- 3.5.1.10 Minerales
- 3.5.1.11 Vitaminas
- 3.5.1.12 Análisis de la composición química del mijo
- 3.5.1.13 Preparados culinarios
- 3.5.1.14 Empleos alternativos del mijo
- 3.5.1.15 Recetario
- 3.5.1.16 Forma de preparación del mijo
- 3.5.2 Fibra Dietética
  - 3.5.2.1 Definición
  - 3.5.2.2 Tipos de fibra dietética
  - 3.5.2.3 Características de la fibra dietética
  - 3.5.2.4 Beneficios de la fibra dietética
  - 3.5.2.5 Recomendaciones
- 3.5.3 Aceite de Maíz
  - 3.5.3.1 El maíz en México y en el mundo
  - 3.5.3.2 El origen del maíz
  - 3.5.3.3 Estructura y composición química
  - 3.5.3.4 Elementos nutritivos
  - 3.5.3.5 Hidratos de carbono y proteínas
  - 3.5.3.6 Aceite y ácidos grasos
  - 3.5.3.7 Vitaminas liposolubles
  - 3.5.3.8 Minerales
  - 3.5.3.9 El valor nutritivo del maíz y sus productos
  - 3.5.3.10 Propiedades nutritivas
- 3.5.4 Clara de Huevo
  - 3.5.4.1 Definición
  - 3.5.4.2 Constituyentes
  - 3.5.4.3 Usos de la clara de huevo en panificación
    - 3.5.4.3.1 Espumado
    - 3.5.4.3.2 Capacidad de retención de agua
    - 3.5.4.3.3 Formación de masas
    - 3.5.4.3.4 Amasado
- 3.5.5 Caseína
  - 3.5.5.1 Definición y características
  - 3.5.5.2 Usos
- 3.5.6 Gomas
  - 3.5.6.1 Generalidades
  - 3.5.6.2 Carragenina
    - 3.5.6.2.1 Definición y clasificación
    - 3.5.6.2.2 Estructura
    - 3.5.6.2.3 Propiedades
      - 3.5.6.2.3.1 Solubilidad
      - 3.5.6.2.3.2 Gelificación
        - 3.5.6.2.3.2.1 Mecanismo
        - 3.5.6.2.3.2.2 Textura
      - 3.5.6.2.3.3 Viscosidad
      - 3.5.6.2.3.4 Estabilidad

- 3.5.6.2.3.5 Reactividad con proteínas
        - 3.5.6.2.3.6 Interacción con otras gomas
      - 3.5.6.2.4 Aplicaciones y funcionalidad
        - 3.5.6.2.4.1 Industria alimentaria
      - 3.5.6.2.5 Especificaciones
    - 3.5.6.3 Alginatos
      - 3.5.6.3.1 Definición y generalidades
      - 3.5.6.3.2 Estructura química de los alginatos
      - 3.5.6.3.3 Propiedades físico-químicas
        - 3.5.6.3.3.1 Estabilidad: Alginatos sólidos
        - 3.5.6.3.3.2 Solubilidad
        - 3.5.6.3.3.3 Viscosidad
      - 3.5.6.3.4 Geles de alginato
      - 3.5.6.3.5 Compuestos comerciales, usos y aplicaciones
  - 3.5.7 Bicarbonato de Sodio
    - 3.5.7.1 Polvos para hornear
  - 3.5.8 Sucralosa
    - 3.5.8.1 Características
    - 3.5.8.2 Fórmula y estructura química
    - 3.5.8.3 Características físico-químicas de sucralosa
    - 3.5.8.4 Características sensoriales de sucralosa
    - 3.5.8.5 Aplicación de sucralosa en alimentos
    - 3.5.8.6 Típicos niveles usados de sucralosa
    - 3.5.8.7 Seguridad
    - 3.5.8.8 Cariogenicidad
    - 3.5.8.9 Estado regulatorio
- 3.6 Microorganismos Probióticos
  - 3.6.1 Probióticos
    - 3.6.1.1 Generalidades
    - 3.6.1.2 Antecedentes históricos
    - 3.6.1.3 Los probióticos
    - 3.6.1.4 Características de los probióticos
    - 3.6.1.5 Lista de microorganismos probióticos
    - 3.6.1.6 Efectos benéficos de los probióticos
      - 3.6.1.6.1 Atenuación de la intolerancia a la lactosa
      - 3.6.1.6.2 Efectos preventivos y terapéuticos contra la diarrea
      - 3.6.1.6.3 Estreñimiento y tiempo de tránsito
      - 3.6.1.6.4 Efectos sobre el sistema inmunológico
      - 3.6.1.6.5 Reducción del colesterol plasmático y triglicéridos
      - 3.6.1.6.6 Enfermedad intestinal inflamatoria
      - 3.6.1.6.7 Prevención de cáncer
    - 3.6.1.7 Disponibilidad y consumo de probióticos
    - 3.6.1.8 Viabilidad de los probióticos
    - 3.6.1.9 Quienes pueden consumir probióticos
    - 3.6.1.10 Dosis
    - 3.6.1.11 Producción de microorganismos probióticos
    - 3.6.1.12 Microecología gastrointestinal

- 3.6.1.13 Etiquetas o etiquetado
- 3.6.1.14 *Lactobacillus casei Shirota*
  - 3.6.1.14.1 Características
  - 3.6.1.14.2 Factores que afectan la adherencia de bacterias al mucus intestinal
  - 3.6.1.14.3 Efectos benéficos de *L. casei Shirota*
    - 3.6.1.14.3.1 Fortalecimiento de la flora intestinal
    - 3.6.1.14.3.2 Alivio del estreñimiento
    - 3.6.1.14.3.3 Reducción de la intolerancia a la lactosa
    - 3.6.1.14.3.4 Disminución de colesterol
    - 3.6.1.14.3.5 Efecto antihipertensivo
    - 3.6.1.14.3.6 Otras enfermedades
  - 3.6.1.14.4 Probióticos de mayor interés
  - 3.6.1.14.5 Características funcionales

#### **4. METODOLOGÍA**

- 4.1 Diagrama de flujo general del Panqué Modificado
- 4.2 Elaboración del Panqué Modificado
  - 4.2.1 Receta original: Panqué Dorado
    - 4.2.1.1 Justificación de sustitutos
    - 4.2.1.2 Preparación
  - 4.2.2 Elaboración del gel con probiótico
    - 4.2.2.1 Planteamiento de la metodología
    - 4.2.2.2 Diagrama de flujo para la formulación del agente inmovilizante
    - 4.2.2.3 Formación de esferas
    - 4.2.2.4 Diagrama de flujo para inmovilizar al *Lactobacillus casei Shirota*
    - 4.2.2.5 Formulaciones del agente inmovilizante
- 4.3 Elaboración de la Tabla Nutrimental
  - 4.3.1 Cálculos
    - 4.3.1.1 Receta original del Panqué Dorado
      - 4.3.1.1.1 Cálculo del valor nutricional del Panqué Dorado
    - 4.3.1.2 Receta del Panqué Modificado
      - 4.3.1.2.1 Cálculo del valor nutricional del Panqué Modificado
      - 4.3.1.2.2 Cálculos para el etiquetado del Panqué Modificado

#### **5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

- 5.1 Tablas
- 5.2 Etiqueta

#### **6. CONCLUSIONES**

- 6.1 Recomendaciones

#### **7. ANEXOS**

#### **8. BIBLIOGRAFÍA**

## ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** Plan de alimentación sugerido (según el tipo de estado patológico)
- Tabla 2.** Casos de Diabetes Mellitus de tipo I por grupo de edad. Estados Unidos Mexicanos 2002.
- Tabla 3.** Casos de Diabetes Mellitus de tipo II por grupo de edad. Estados Unidos Mexicanos 2002.
- Tabla 4.** Distribución de los casos de Diabetes Mellitus tipo II por Institución, 2002.
- Tabla 5.** Composición química del mijo descascarillado crudo
- Tabla 6.** Composición química del mijo descascarillado cocido
- Tabla 7.** Tiempo de tránsito intestinal promedio y peso de las heces en función del tipo de dieta.
- Tabla 8.** Efectos de la fibra en el tubo digestivo
- Tabla 9.** Contenido de aceite de los diferentes granos de cereal
- Tabla 10.** Distribución de los componentes del maíz dentado entre las fracciones del grano.
- Tabla 11.** Unidades repetidas en las carrageninas
- Tabla 12.** Propiedades físico-químicas de la carragenina
- Tabla 13.** Propiedades microbiológicas de la carragenina
- Tabla 14.** Categorías de aplicación en Sucralose Food Additive Petition (U.S.)
- Tabla 15.** Efectos benéficos de las BAL (Vivas)
- Tabla 16.** Fermentación de carbohidratos y otras pruebas de identificación de *L.casei Shirota*
- Tabla 17.** Efectividad de *Lactobacillus casei Shirota* (cápsulas BIOLACTIS) en enfermedades abdominales asociadas a diversos desórdenes
- Tabla 18.** Relación: Sólidos:Líquidos (%) del Panqué Dorado
- Tabla 19.** Macronutrientes Totales del Panqué Dorado
- Tabla 20.** Macronutrientes por Porción del Panqué Dorado
- Tabla 21.** Contenido de caseína en la leche
- Tabla 22.** Contenido de sucralosa en el Panqué Modificado
- Tabla 23.** Relación: Sólidos:Líquidos (%) del Panqué Modificado
- Tabla 24.** Macronutrientes Totales del Panqué Modificado
- Tabla 25.** Macronutrientes por Porción del Panqué Modificado
- Tabla 26.** Valores nutrimentales del Panqué Dorado
- Tabla 27.** Valores nutrimentales del Panqué Modificado
- Tabla 28.** Tabla nutrimental Total Panqué Modificado
- Tabla 29.** Tabla nutrimental por Porción Panqué Modificado
- Tabla 30.** Tabla de valores nutritivos de pan dulce y pan integral de caja comerciales
- Tabla 31.** Tabla nutrimental del “Panqué con pasas” marca BIMBO (comercial)
- Tabla 32.** Valores nutritivos de los alimentos propuestos
- Tabla 33.** Resultados de los valores nutritivos del Panqué Dorado
- Tabla 34.** Resultados de los valores nutritivos del Panqué Modificado

## ÍNDICE DE CUADROS

- Cuadro 1.** Principales causas de mortalidad hospitalaria a nivel nacional, 2002.
- Cuadro 2.** Morbilidad hospitalaria de enfermedades del sistema circulatorio en México en 2001, 2002 y 2003.
- Cuadro 3.** Estados con mayor morbilidad hospitalaria en 2001, 2002 y 2003.
- Cuadro 4.** Distribución de los casos por institución, 2002.
- Cuadro 5.** Factores que afectan la respuesta glucémica de los alimentos.
- Cuadro 6.** Clasificación del grado de obesidad.
- Cuadro 7.** Aplicaciones alimenticias de los alginatos.

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Curva J de mortalidad en relación con el IMC.
- Figura 2.** Carragenina tipo Kappa
- Figura 3.** Carragenina tipo Iota
- Figura 4.** Carragenina tipo Lambda
- Figura 5.** Estructuras en forma de silla de los ácidos  $\beta$ -D-manurónico y  $\alpha$ -L-gulurónico
- Figura 6.** Bloques MM
- Figura 7.** Bloques GG
- Figura 8.** SUCRALOSA ( $C_{12}H_{19}Cl_3O_8$ )
- Figura 9.** Valores nutrimentales por porción de un panqué comercial vs el panqué modificado.

# 1. INTRODUCCIÓN

Una de las áreas prioritarias en la actualidad sin duda alguna es la Industria de los Alimentos. Dentro de las principales materias primas empleadas en esta industria, encontramos a los cereales los cuales han sido y seguirán siendo considerados la columna vertebral de la agricultura, en la actualidad y en el futuro serán el alimento más prolífero y de mayor auge en el mundo. En México, más de las tres cuartas partes de la harina de trigo se destina a la industria de la panificación. El 57% de esta demanda está concentrada en las panaderías y el 13% para la panificación industrial.

Durante los últimos años, se han realizado grandes avances en la búsqueda de una salud mejor. Ahora los consumidores son conscientes de que pueden controlar su propia salud y que ciertos hábitos alimenticios pueden reducir el riesgo de enfermedades crónicas. Además, se ha iniciado la búsqueda de un acercamiento pro-activo para mejorar la salud a través de algunos suplementos, eligiendo productos que ofrezcan beneficios probados.

Respecto a las enfermedades, la Organización Mundial de la Salud reporta datos de una población de referencia en la que la malnutrición infantil la encabeza el continente africano seguido sucesivamente por Sudamérica, Centroamérica, Asia, Norteamérica y Europa. [1]

En México se puede decir que el 90% de los estados de desnutrición en nuestro medio, son ocasionados por una sola y principal causa: la sub-alimentación del sujeto, bien sea por deficiencia en la calidad o por deficiencia en la cantidad de los alimentos consumidos.

Aunado a esto, el porcentaje de casos de morbilidad hospitalaria con respecto a las enfermedades del sistema circulatorio hasta el año 2003 fue de un 5%, siendo mayor en una o dos unidades porcentuales para hombres que para mujeres y repercute más en los estados del norte y centro del país. [2]

Estas enfermedades y la diabetes mellitus tipo II son dos de las principales causas de morbilidad hospitalaria, considerando que se encuentran entre las 15 causas de ingreso hospitalario hasta el año 2001 por la SSA. [3]

En los últimos cinco años, los principales casos nuevos de enfermedades los encabezan los problemas gastrointestinales (por ejemplo, las infecciones, amebiasis intestinal, úlceras, gastritis y duodenitis), seguidos de problemas cardiovasculares (como lo es la hipertensión) y otros padecimientos que son, de alguna manera congénitos como la diabetes mellitus tipo II. [4]

Las innumerables evidencias científicas experimentales han comprobado que las bacterias intestinales son un factor clave en el metabolismo de los nutrientes. Por ende, se ha despertado el interés por el conocimiento y el control de la composición de la flora intestinal del ser humano.

Ahora bien, el sistema gastrointestinal es uno de los sistemas principales del cuerpo humano. A través de los años, cientos de estudios científicos y clínicos demostraron la necesidad de mantener el equilibrio entre los niveles de bacterias "malas" y "buenas" en el sistema gastrointestinal, para obtener un estado de salud óptimo. Así, se combaten problemas como cáncer de colon, colitis ulcerativa, síndrome de colon irritable y otras enfermedades crónicas.

A su vez, la sub-alimentación la determinan varios factores: alimentaciones pobres (en cantidad), faltas de higiene, monótonas o excesivas en la alimentación del niño. El 10% restante de las causas que producen la desnutrición se le atribuye a las infecciones enterales o parenterales, en los defectos congénitos de los niños, en el nacimiento prematuro y en los débiles congénitos; por último, hay un sector que tiene como origen la estancia larga en hospitales o en instituciones cerradas, es decir, el hospitalismo.

Por lo que concierne al presente trabajo, se enfocará a las enfermedades gastrointestinales, cardíacas y crónico-degenerativas que tienen mayor incidencia en nuestro país, a través de la modificación de panqués tipo pastelillo dirigido a adolescentes. Tendremos presente la definición de panqué que menciona la NOM-147-SSA1-1996 de cereales y sus productos la cual dice: un panqué de tipo pastelillo o pastel, es un producto preparado con harinas de cereales o leguminosas, azúcares, grasas

o aceites, leudante y sal; adicionada o no de huevo y leche, crema batida, frutas y otros ingredientes opcionales y aditivos para alimentos y es sometido a batido y horneado.

El consumo de éstos pastelillos está dirigido a los adolescentes, ya que son una población numerosa consumidora asidua de éstos productos, se encuentran en una etapa en la que su criterio de salud se está formando y es una población vulnerable a los ataques mercadotécnicos y a la desinformación.

Además, en esta etapa tienen su inicio las enfermedades crónicas, que son casos extremos cada vez más comunes en nuestros días, como resultado de hábitos dietarios deficientes, el excesivo uso de antibióticos y otros factores de estrés internos y externos. Aunado a esto, la severa deficiencia de micronutrientes como son las vitaminas y los minerales, si es prolongada en el tiempo, puede provocar enfermedades debilitantes y/o relacionadas con una mala alimentación, tales como la obesidad, úlceras, gastritis, diabetes mellitus tipo I y II, enfermedades cardiovasculares y obviamente desnutrición entre otras.

Su deficiencia moderada también puede ocasionar problemas, entre ellos, un retardo en el crecimiento y la disminución de la capacidad para el desarrollo de trabajos físicos e intelectuales.

Respecto a la modificación que se va a proponer, constará de la adición de fibras solubles o prebióticas en diferentes proporciones; edulcorantes que denoten una reducción en cuanto a las calorías y, con o sin la adición microorganismos probióticos los cuales se podrán incluir en el relleno en forma de gel como vehículo.

Con el consumo de fibras solubles, además de la acción contra los problemas asociados al desbalance gastrointestinal, se aportan varios efectos posteriores positivos, como por ejemplo: la respuesta del sistema inmunológico, la síntesis de vitaminas, una digestión más eficiente, y la absorción de calcio.

La finalidad es elaborar alimentos funcionales ya que éstos con el paso del tiempo, han demostrado ser una opción para mermar las carencias y los excesos nutricionales que se tienen por el ritmo de vida que se lleva actualmente, además de conferir el valor nutritivo, ayudan a prevenir cierto tipo de enfermedades o a mejorar algunos padecimientos que el cuerpo presenta a lo largo de la vida.

Un ejemplo de componentes de éstos alimentos son los fructooligosacáridos de cadena corta, que están presentes de manera natural en una amplia variedad de frutas, vegetales y cereales, actúan como una fibra soluble, favoreciendo la reproducción de las bacterias intestinales propias y ayudando en la protección contra microorganismos patógenos.

Para apoyar este proyecto, se tendrá la consideración de establecer un sistema de etiquetado eficiente para ofrecer a los consumidores los datos necesarios para escoger con conocimiento su elección en el mercado, apoyados por las normas: NOM-O86-SSA1-1994, NOM-O51-SCFI-1994 y NOM-147-SSA1-1996 entre otras.

Por consiguiente, estos panqués representarán una ventaja sobre muchos alimentos de este tipo que ya están en el mercado.

Ahora los consumidores adolescentes pueden contar con una opción más para tomar conciencia y controlar su propia salud percatándose de que ciertos hábitos alimenticios pueden reducir el riesgo de enfermedades crónicas.

Es por ello que la presente recopilación de información pretende dar opciones benéficas en cuanto al consumo de pastelillos se refiere.

## **1.1 Historia de la panificación**

Se sabe que en la Edad de Piedra los antiguos hombres mezclaban agua con trigo machacado y que el pan que resultaba era una torta muy dura y poco digestiva.

Esta torta era cocinada entre dos piedras calientes y al mezclar una masa del día anterior con la inicial, esta torta se hacía más blanda e iba perdiendo esa forma tan grotesca que tenía.

Los hebreos son los descubridores de los buenos efectos que tiene la masa del día anterior de los panes y podemos determinar que éste es el comienzo de la levadura natural o lo que hoy es llamado masa madre. Siglos más adelante utilizarían la levadura de cerveza y más tarde la levadura artificial (bicarbonato, ácidos, etc.), bien entrado ya el siglo XIX. [6]

Hace sólo un siglo se demostró que las levaduras, microorganismos presentes en la harina, eran los agentes de la fermentación. [5]

En Egipto se cultivaban grandes extensiones de trigo y según los investigadores se han encontrado grabados y estatuillas en las tumbas de los antiguos faraones que representan a los esclavos rompiendo el grano con grandes morteros. La clase pobre comía pan de mijo y las clases privilegiadas comían pan de harina de trigo con miel. El amasado era a mano y el pan era considerado como uno de los presentes ofrecidos al faraón.

Este desarrollo se estaba dando en Egipto en el año 3200 a. de J.C.

En tiempos más avanzados como describen las Sagradas Escrituras vemos que los judíos conocían el arte de moler la harina en un mortero y con piedras circulares. Los griegos incluso tenían una diosa llamada Ceres a la que se atribuía la paternidad del Pan.

Los griegos fueron los primeros que a sus panes les incluían leche, vino dulce y sal. Comenzaron a fabricar pan en grandes hornos y por consiguiente aumentó el consumo de dicho alimento, dejando de ser una constante muy particular en donde la madre de familia

hacía pan para sus casas. Atenas fue la cuna de esta gran evolución y fueron estos los que un siglo antes de J .C. enseñaron las costumbres a los romanos.

Griegos y después romanos trabajaron la cocción en hornos. Así se convirtió el trabajo de panadería en un arte que llegaría a ser símbolo del avance cultural. [6]

En la Edad Media los señores feudales establecieron su derecho sobre los vasallos que estaban obligados a llevar todas sus harinas al Castillo donde él dispondría como mejor le pareciese. Allí se hacía el pan que luego vendería a sus propios vasallos.

Más tarde el derecho de "vasalidad" impuesto por el señor feudal, fue eliminado y en todas las casas de los campesinos se podrían hacer sus propios panes. [6]

Con la aparición de la Revolución Industrial, la molinería avanza gracias a la introducción de los cilindros como sistema molturador y la panadería empieza a emplear amasadoras, refinadoras y hornos de gas de cocción continua.

En el año 1990 comienzan las nuevas tecnologías panaderas llevando a los mercados el pan congelado y precocido que en sólo cuatro años alcanza ya un 7% del mercado siendo un avance continuo. Así mismo se desarrollan en España las industrias especializadas en bollería congelada. [6]

La elaboración de pan ha tenido un avance tecnológico debido en gran medida a su alto consumo en el mercado y a la necesidad de conservarlo por más tiempo en los anaqueles. [5]

Por ello, actualmente se investigan panes conservados durante un año y técnicas de liofilización en masas. Tales estudios son solo algunos de los retos que nuestra industria panadera tiene para un futuro próximo. [6]

Ahora, el panadero es una persona que lee y se informa sobre las nuevas técnicas, es un hombre preocupado por el futuro del sector. Aunado a él, con un alto nivel en la industria y con una mayor preocupación por la calidad hemos llegado a lo que hoy es nuestra industria panadera. [6]

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar una propuesta íntegra de panqué tipo pastelillo a través de la modificación de sus ingredientes como alimento funcional dirigido a adolescentes, que contribuya a la disminución de enfermedades crónico-degenerativas.

### **2.2 OBJETIVOS PARTICULARES**

- Conocer las principales enfermedades crónico-degenerativas que aquejan a nuestro país y en especial a los adolescentes, así como sus dietas que ayudan a aliviar sus efectos en el organismo.
- Conocer y establecer los diferentes ingredientes necesarios para la formulación, su viabilidad y efectos posteriores.
- Elaborar una técnica de manufactura para incorporar todos los ingredientes en el panqué además de un microorganismo probiótico.
- Establecer el etiquetado correspondiente y eficiente para el nuevo panqué, con el fin de instruir al consumidor respecto a su compra.
- Establecer las ventajas que presenta la nueva propuesta con respecto a sus similares en el mercado.

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1 Enfermedades de mayor incidencia en México

##### 3.1.1 Enfermedades Cardiacas

La enfermedad cardiaca es cualquier trastorno que afecta la capacidad del corazón para funcionar normalmente y cuya causa más común es el estrechamiento u obstrucción de las arterias coronarias que suministran sangre al corazón mismo. Esto sucede lentamente a través de los años.

Algunas causas son: la hipertensión, el funcionamiento anormal de las válvulas cardíacas, el ritmo eléctrico anormal del corazón, el debilitamiento de la función de bombeo del corazón causado por infección o toxinas y la obesidad.

Entre las diferentes formas de enfermedad cardiaca que consideramos están: la insuficiencia venosa periférica, la insuficiencia cardiaca, el ataque cardiaco (infarto del miocardio), el tumor cardiaco, la cardiomiopatía dilatada, las arritmias, el hipertiroidismo, la enfermedad cardiaca isquémica, la enfermedad cerebrovascular y el accidente cerebrovascular isquémico. [7]

Los siguientes cuadros presentan un panorama general de las enfermedades cardiacas en nuestro país en los últimos años.

**Cuadro 1. Principales causas de mortalidad hospitalaria a nivel nacional, 2002.**

Número	Causa	Defunciones	%
3	Enfermedad cerebrovascular	2,096	5.3
7	Enfermedades isquémicas del corazón	1,298	3.3
13	Enfermedades hipertensivas	786	2.0

[4]

**Cuadro 2. Morbilidad hospitalaria de enfermedades del sistema circulatorio en México en 2001, 2002 y 2003.**

AÑO	HOMBRES	MUJERES	TOTAL %
2001	7.9	3.8	5.1
2002	7.8	3.7	5.0
2003	7.8	3.8	5.0

Estos porcentajes son el resultado de la comparación de las 5 principales causas de morbilidad por egreso hospitalario.

Un porcentaje mayor aparece en el norte y centro del país.

**Cuadro 3. Estados con mayor morbilidad hospitalaria en 2001, 2002 y 2003.**

ESTADO	2001	2002	2003
Nuevo León	7.2	7.1	7.4
Distrito Federal	6.5	5.5	6.6
Sinaloa	6.0	6.1	6.4
Coahuila	5.6	5.8	6.1
Jalisco	5.8	5.8	5.8

[2]

**Cuadro 4. Distribución de los casos por institución, 2002.**

Número	Padecimiento	SSA	IMSS	ISSSTE
8	Hipertensión arterial	121,524	156,130	88,950
14	Insuficiencia venosa periférica	38,438	171,471	21,462

[8]

Dentro de las veinte principales causas de enfermedad nacional en el mismo año, para el grupo de los adolescentes (10-19 años), la hipertensión ocupó el lugar número ocho con 6,825 casos y la insuficiencia venosa periférica obtuvo el lugar número 14 con 18,403 casos. [8]

Las Enfermedades Coronarias del Corazón (ECC), caracterizadas por un aporte limitado de oxígeno al músculo del corazón, presentan manifestaciones clínicas que van desde la angina de pecho al infarto de miocardio (IM) y la muerte repentina. La principal causa de las ECC es la aterosclerosis coronaria (ATS), debida a lesiones causadas por depósitos ricos en lípidos en el revestimiento interior de las arterias coronarias. Este proceso empieza en las primeras etapas de la vida en forma de «estrías de grasa», y posteriormente se forman lesiones fibrosas, con frecuencia calcificadas y ulceradas, que reducen la luz arterial. Si a la lesión se le sobrepone un trombo, se puede precipitar el IM y sobrevenir la muerte repentina. Parece que los procesos que conducen a las ECC suponen el desarrollo de ATS, trombosis y reactividad vascular, así como la interacción entre ellas. [9]

### 3.1.1.1 Factores de riesgo

Los hábitos alimentarios saludables pueden ayudar a prevenir los tres factores más importantes causantes de ataques al corazón -hipercolesterolemia, hipertensión arterial y exceso de peso- . [10]

La hipercolesterolemia es reconocida como uno de los factores de riesgo más importantes en el desarrollo de la enfermedad coronaria y la progresión de las lesiones ateroscleróticas. La dieta, junto a las drogas hipolipemiantes son el eje central para el tratamiento de esta enfermedad. Lo que se busca, es prevenir la progresión de la placa aterosclerótica, inducir la regresión, y por lo tanto disminuir el riesgo de eventos coronarios agudos en pacientes con enfermedad coronaria preexistente o enfermedad vascular periférica. Por otra parte, estudios clínicos recientes probaron concluyentemente que una disminución de los niveles de LDL-C (Low Density Lipoprotein - Cholesterol), en pacientes con enfermedad coronaria establecida, reducía ampliamente el riesgo de infarto de miocardio, muerte por enfermedad cardiovascular, y muerte por todas las causas. [10]

Con respecto a la presión arterial, los vegetales y las frutas disminuyen la presión sanguínea, y la adición de productos lácteos descremados favorecen el descenso. La presión arterial en pacientes con enfermedad cardiovascular debe ser menor a 140/90 mmHg. Si esto no se consigue a través de cambios en el estilo de vida, deberá considerarse el empleo de fármacos. [10]

La obesidad es una amenaza creciente para la salud de la población de muchos países. Esto se debe a la disminución de la actividad física espontánea y relacionada a las tareas laborales, y a una disposición al sobreconsumo de comidas altas en grasa o densas en calorías. Los sujetos con sobrepeso (Índice de Masa Corporal =  $IMC > 25 \text{ Kg/m}^2$ ) u obesos ( $IMC > 30 \text{ Kg/m}^2$ ), y particularmente aquellos que presentan obesidad central, poseen un alto riesgo y deben ser profesionalmente tratados para perder peso a través de una dieta adecuada y un incremento en la actividad física. El tratamiento de la obesidad, aún en sujetos con sobrepeso moderado, ayuda a disminuir el colesterol LDL, reduce el colesterol VLDL (Very Low Density Lipoprotein) y los triglicéridos, y aumenta el nivel del colesterol HDL (High Density Lipoprotein); reduce también la presión arterial y la glucemia. [10]

Estudios recientes han mostrado una relación constante, gradual y estadísticamente significativa entre los niveles de colesterol sérico y las tasas de mortalidad por edades al cabo de seis años, debidas a ECC tanto en personas con hipertensión como en personas con tensión normal, y tanto en fumadores como en no fumadores. No se ha podido identificar un nivel de umbral por debajo del cual el colesterol no influya sobre el riesgo. Esto se relaciona en primer lugar con niveles bajos de las lipoproteínas de baja densidad (LDL). [9]

En general, los datos de los ensayos de campo respaldan las conclusiones epidemiológicas y metabólicas sobre la necesidad de modificar la alimentación para bajar los niveles de colesterol del suero. [9]

#### **3.1.1.2 Efectos de la alimentación en las lipoproteínas**

Las lipoproteínas de baja densidad (LDL) transportan la mayor parte del colesterol en la sangre y se identifican como la principal causa de aterosclerosis. Los ácidos grasos saturados, supuestamente los ácidos láurico, mirístico y palmítico, elevan los niveles de LDL; el ácido linoleico baja los niveles de LDL; y el ácido oleico parece tener un comportamiento neutro o lo rebaja ligeramente con respecto a los hidratos de carbono. Recientemente se ha sugerido que las LDL oxidadas son la principal y quizás la causa de la aterosclerosis. Las LDL oxidadas son más fácilmente captadas por los monocitos que dan lugar a la placa aterosclerótica. [9]

Se han asociado los consumos elevados de vitamina E con una reducción del riesgo de las enfermedades coronarias del corazón tanto en hombres como en mujeres. Así, para evaluar el riesgo relativo de enfermedad, deben tenerse en cuenta la ingestión y los niveles circulantes de éste y quizás de otros antioxidantes.

Dentro de las poblaciones, los niveles altos de HDL están fuertemente relacionados con un reducido riesgo de ECC. Por ello, se ha inferido que el nivel de HDL viene determinado en parte por factores genéticos y en parte por las condiciones ambientales en las que se desarrolla cada ser humano. [9]

#### **3.1.1.3 Influencia de la dieta**

Como ya sabemos, el efecto de la dieta en el desarrollo de enfermedad cardiovascular, es mediado a través de la influencia de factores de riesgo biológicos (LDL, HDL, presión arterial y obesidad).

Los ácidos grasos saturados -especialmente aquellos con 12-16 átomos de carbono- son cruciales, ya que son el componente dietético que más aumenta el colesterol LDL. Una sustitución isocalórica de estos ácidos grasos saturados, por ácidos grasos insaturados, disminuye el colesterol LDL, sin afectar los niveles de colesterol HDL. La sustitución de los ácidos grasos saturados por hidratos de carbono de tipo complejo, disminuye el colesterol LDL, pero también el HDL, sin mejorar la relación LDL-C:HDL-C. [10]

**3.1.1.3.1 Ácidos grasos saturados.** El ácido palmítico es el principal ácido graso saturado en la mayoría de regímenes alimentarios y se considera que los ácidos láurico, mirístico y palmítico son los principales ácidos grasos que producen hipercolesterolemia, aunque pueden diferir en cuanto a la potencia. [9]

**3.1.1.3.2 Ácidos grasos poliinsaturados.** Éstos se dividen comúnmente en  $\omega$ -6 y  $\omega$ -3. El ácido linoleico (18 átomos de carbono - 2 dobles ligaduras) es el más común de la familia de los  $\omega$ -6. [10]

El  $\alpha$ -linolénico (18 átomos de carbono - 3 dobles ligaduras) es otro de los ácidos grasos de la familia de los  $\omega$ -3, presente en el aceite de soja, aceite de canola, pan integral, y ciertas frutas y verduras. En un estudio realizado con 600 pacientes que habían padecido de infarto de miocardio, luego de 5 años -la duración del estudio- se redujo la mortalidad total en un 70% y la mortalidad cardiaca en un 76%.

En otro estudio, se les aconsejó a los pacientes que habían sufrido infarto de miocardio que ingirieran tres veces a la semana pescados grasos. La ingesta del ácido eicosapentanoico (20 átomos de carbono y 5 dobles ligaduras), otro ácido graso de la familia  $\omega$ -3, del mismo en un grupo control fue de aproximadamente 100mg/día. Esta intervención dietética condujo a una reducción del 29% en la mortalidad por todas las causas y un 33% de reducción en la mortalidad cardiaca. [10]

Se ha concluido que, con respecto a los carbohidratos, los ácidos grasos saturados elevan el nivel de colesterol del suero, mientras que los ácidos grasos poliinsaturados (ácido

linoléico) lo bajan, y los ácidos grasos monoinsaturados (ácido oleico) no presentan efectos estadísticamente significativos. [9]

La modificación de las grasas en la alimentación para bajar el nivel de lípidos de la sangre afecta indirectamente a la presión sanguínea, disminuyendo o invirtiendo el proceso aterosclerótico. Aunque los niveles elevados de los ácidos grasos  $\omega$ -6 y  $\omega$ -3 de cadena larga reducen la presión sanguínea elevada, su efecto es modesto, especialmente en comparación con los efectos de la disminución de peso o de restricción de sodio.

Es bien sabido que el nivel de colesterol en el suero varía ampliamente en las personas, incluso manteniendo una alimentación constante, y que a la variación de las grasas y el colesterol en la alimentación hay personas que «hipo responden» y otras que «hiper responden». [9]

Podemos ver claramente, que una dieta saludable y "necesaria" para los pacientes con enfermedades cardiovasculares, debe ser baja en grasas saturadas y ácidos grasos trans, y baja en colesterol. La meta no es realizar una dieta "temporaria", sino un cambio permanente en los hábitos alimentarios, acompañado por un aumento de la actividad física acorde al estado cardiovascular del paciente.

Para alcanzar estos objetivos, la dieta deberá ser rica en frutas y vegetales, productos lácteos descremados, pescados grasos, pollos y carnes magras, legumbres, pastas, cereales y granos. De lo contrario, se analizará la posibilidad de la incorporación de drogas hipolipemiantes (estatinas, fibratos, ácido nicotínico, etc.). [10]

#### **3.1.1.4 Prevención de las enfermedades cardíacas**

1. Promover el consumo de una dieta adecuada para la enfermedad.
2. Iniciar y mantener actividad física. [11]

El plan principal para el manejo de estos padecimientos debe incluir los siguientes puntos:

- Plan de alimentación modificado en lípidos.
- Pérdida del exceso de masa grasa.
- Aumento de la actividad física.
- Incremento del consumo de fibra soluble.

- Ingestión de cantidades adecuadas de ácidos grasos n-3, ácido fólico, vitamina E y ácido ascórbico. [11]

#### **3.1.1.5 Plan de alimentación modificado en lípidos**

Consiste en disminuir el consumo de lípidos, que comprende ácidos grasos saturados y colesterol. Estos componentes están relacionados con la reducción de colesterol sanguíneo, C-LBD (Colesterol-Lipoproteína de Baja Densidad) y triglicéridos, y con la elevación de LAD (Lipoproteína de Alta Densidad). [11]

Entre los ácidos grasos poliinsaturados están los n-6 y los n-3. El ácido graso n-6 más común es el linoléico, cuya fuente son los aceites de origen vegetal, como los de maíz, girasol y cártamo, entre otros. La sustitución de ácidos grasos saturados por poliinsaturados es útil para la prevención y el tratamiento de los factores de riesgo coronario, ya que el incremento de uno por ciento de éstos en la dieta permite una disminución del colesterol plasmático. [11]

Por su parte, los ácidos grasos n-3 más comunes son el eicosapentaenoico y el docosahexaenoico, que se encuentra en pescados de aguas frías y en aceites de pescado (salmón, sardina, trucha, atún). El efecto más consistente de estos ácidos grasos es disminuir el nivel de triglicéridos. [11]

Los ácidos grasos monoinsaturados, entre los que está el ácido graso oleico –presente en los aceites de oliva y de canola, en el aguacate, las nueces y los cacahuates- pueden ser útiles para disminuir las concentraciones plasmáticas de colesterol, siempre que se acompañen de otras medidas, como la disminución de lípidos totales de la dieta y el aumento en el consumo de frutas y verduras. [11]

#### **3.1.1.6 Incremento del consumo de fibra soluble**

El consumo de suficiente fibra soluble disminuye las concentraciones de colesterol y de LBD. Al agregar entre 6 y 12 gramos de fibra soluble al plan alimentario modificado en lípidos, se considera una reducción adicional de 5 a 15% de LBD. Este efecto favorable se ha mantenido hasta seis meses en estudios de seguimiento. [11]

### 3.1.1.7 Ingestión de cantidades adecuadas de algunos nutrimentos

#### 3.1.1.7.1 Ácidos grasos n-3

En los estudios en los que se ha administrado ácidos grasos n-3 eicosapentaenoico y n-3 docosahexaenoico se ha constatado una disminución de las hiperlipidemias. Con dosis terapéuticas mayores de tres gramos se reduce la concentración de los triglicéridos plasmáticos y de LMBD (Lipoproteína de muy Baja Densidad); asimismo, aumentan moderadamente las LAD. El efecto sobre las LBD se presenta sólo si se sustituye el consumo de ácidos grasos saturados y el colesterol por el de estos ácidos grasos poliinsaturados. [11]

#### 3.1.1.7.2 Vitamina E

Los estudios muestran que la administración de vitamina E en dosis farmacológicas puede tener efectos convincentes para disminuir las C-LBD plasmáticas. El efecto se debe a que la vitamina E inhibe *in vitro* la oxidación de las LBD. [11]

La siguiente tabla presenta a manera de ejemplo, un plan de alimentación sugerido:

**Tabla 1. Plan de alimentación sugerido (según el tipo de estado patológico)**

ALTERACIONES	MANEJO NUTRICIO
Cardiacas Insuficiencia Arritmias Infarto Otros	Comidas de pequeño volumen, 5 o 6 al día Restringir el sodio sólo en caso necesario Alimentos ricos en potasio Líquidos claros, dieta suave y blanda, 5 o 6 comidas al día Alimentos a temperatura ambiente
Vasculares Aterosclerosis Hipertensión	Lípidos: saturados 8%, monoinsaturados 12% y polinsaturados 10%. Colesterol: <300mg de alimentos ricos en ácidos grasos omega-3. Suplementos de vitaminas C y E. Fibra: 0.015g/Kcal, con 30 a 35% de fibra soluble (6 a 8g). Obtener y/o mantener un peso saludable. Limitar el consumo de sodio: de 1500 a 2000mg.

[11]

### 3.1.2 Diabetes Mellitus

#### 3.1.2.1 Definición y clasificación

La diabetes mellitus es un síndrome, es decir, un grupo de enfermedades que se caracterizan por hiperglucemia e intolerancia a la glucosa, ya sea por deficiencia insulínica, irregularidades en la eficacia de la acción insulínica o una combinación de ambas, por ello se ha creado la siguiente clasificación:

- *Diabetes mellitus de tipo 1*; Es la causada por la destrucción de células beta, a menudo de tipo inmunitario, que origina la pérdida de la secreción de insulina y deficiencia insulínica absoluta. Aún no se conocen los elementos causales del proceso autoinmunitario y la destrucción de las células beta. También comprende los casos en que no se conocen las causas de la destrucción de las células beta.

- *Diabetes mellitus de tipo 2*; Es la producida por una combinación de factores genéticos y no genéticos cuyas consecuencias son la resistencia insulínica y la deficiencia de insulina. No se conocen los genes específicos, pero se les investiga de manera intensiva. Algunos de los factores no genéticos son edad avanzada, consumo excesivo de calorías, sobrepeso, adiposidad central, vida sedentaria y bajo peso al nacer. [12]

De acuerdo con la Secretaría de Salud de 1998 al año 2003 las enfermedades del sistema circulatorio fueron la quinta causa de morbilidad hospitalaria en México. La diabetes mellitus ocupa el lugar número once. [3] Sin embargo, la misma ocupa el segundo lugar dentro de las principales causas de mortalidad hospitalaria en 2002 con un total de 3,287 defunciones lo que corresponde a un 8.3%; de las cuales 1,804 fueron de mujeres y 1,483 de hombres.

En las principales causas de egreso hospitalario en 2002 a nivel nacional, la diabetes mellitus presenta el quinto lugar con 32,691 egresos, lo que corresponde a un 2% del total. [4]

La Secretaría de Salud, a través de su información epidemiológica de morbilidad, da a conocer que la diabetes mellitus tipo II presentó en el año 2002 un total de 764 casos entre los adolescentes mexicanos. Presentándose ésta como la causa número 10 dentro de las veinte principales enfermedades en nuestro país. [8]

### 3.1.2.2 Distribución geográfica nacional de la Diabetes Mellitus

**Tabla 2. Casos de Diabetes Mellitus de tipo I por grupo de edad. Estados Unidos Mexicanos 2002.**

<b>ESTADO</b>	<b>GRUPO DE EDAD 10-19 AÑOS (casos)</b>
Jalisco	211
Edo. de México	205
Puebla	146
Distrito Federal	89
Guanajuato	70
Sonora	66
Coahuila	64
Chihuahua	50
Durango	42
Tamaulipas	40

[8]

**Tabla 3. Casos de Diabetes Mellitus de tipo II por grupo de edad. Estados Unidos Mexicanos 2002.**

<b>ESTADO</b>	<b>GRUPO DE EDAD 10-19 AÑOS (casos)</b>
Edo. de México	96
Nuevo León	90
Veracruz	65
Distrito Federal	56
Michoacán	56
Baja California Norte	48
Chiapas	38
Puebla	35
Tabasco	33
Guanajuato	32

[8]

**Tabla 4. Distribución de los casos de Diabetes Mellitus tipo II por institución, 2002.**

<b>Institución</b>	<b>Número de casos</b>
SSA	118,080
IMSS	93,348
ISSSTE	61,019
Otras	79,501
Total	351,948

[8]

Por otro lado, la diabetes mellitus afecta a 18 millones de personas en Estados Unidos (hasta el año 2002) y emerge como un problema de salud mayor en todo el mundo.

### **3.1.2.3 Revisión histórica**

Las civilizaciones antiguas de Egipto, Grecia, Roma e India reconocieron la diabetes y el efecto de la intervención dietética sobre la enfermedad. En el año 70 a.C. el romano Aretaeus observó polidipsia y poliuria, y denominó la enfermedad *diabetes*, que significa “flujo a través de”. El médico londinense Thomas Willis introdujo más tarde el término *mellitus* o “semejante a la miel” tras detectar el sabor dulce de la orina.

Los datos científicos recientes que analizaron la *British*, la *Canadian* y la *American Diabetes Associations* apoyan las recomendaciones de consumo de una dieta generosa en carbohidratos y restringida en grasas. [13]

### **3.1.2.4 Clasificación**

La diabetes mellitus puede producirse por una variedad de condiciones genéticas, metabólicas y adquiridas que culminan en hiperglucemia.

La clasificación tradicional separa las afecciones hiperglucémicas en los siguientes grupos: diabetes mellitus insulino dependiente (DMID o tipo I), diabetes mellitus no insulino dependiente (DMNID o tipo II), alteración de la tolerancia a la glucosa (ATG) y diabetes mellitus gestacional (nosotros nos enfocaremos a las dos primeras).

### **3.1.2.5 Epidemiología**

La prevalencia de diabetes continua en ascenso constante en los países en formación o en desarrollo y corre paralela al incremento de la obesidad.

Los factores ambientales que contribuyen a la diabetes tipo II son: obesidad, falta de ejercicio físico y dietas ricas en grasas y bajas en fibra. Es posible que la obesidad, el factor que sobresale con claridad, sea la causa de más de 75% de los casos nuevos de diabetes tipo II. [13]

### **3.1.2.6 Diagnóstico**

Los síntomas clásicos como polidipsia, poliuria y pérdida rápida de peso que se relacionan con una elevación notoria e inequívoca de la glucosa en sangre (más de 11.1mmol/L, o 200mg/100mL) establecen el diagnóstico de diabetes mellitus. La concentración plasmática

de glucosa en ayuno superior a 7.0mmol/L (126mg/100mL) en dos ocasiones es diagnóstica. [13]

### **3.1.2.7 Regulación de las fuentes energéticas corporales**

#### **3.1.2.7.1 Función de las hormonas**

La insulina es la principal hormona que se encarga del metabolismo y el almacenamiento de las fuentes energéticas que se ingieren. El cuerpo secreta insulina en respuesta a un incremento de glucosa en sangre tras ingerir una comida. Esta secreción posprandial de insulina promueve la captación de glucosa, aminoácidos y grasas por los tejidos (sobre todo el hígado, el tejido adiposo y el muscular), donde la glucosa se utiliza o se almacena.

El glucagon, una hormona que las células alfa del páncreas producen, facilita la liberación de sustratos y energía cuando los niveles sanguíneos de insulina son bajos. [13]

#### **3.1.2.7.2 Estado de alimentación**

La insulina estimula la síntesis de glucógeno, la glucólisis, la síntesis proteica y la síntesis de ácidos grasos en el hígado.

Las concentraciones altas de insulina en suero estimulan en forma específica el transporte de glucosa y aminoácidos al interior de las células musculares y el de la glucosa hacia el tejido adiposo. La insulina también facilita la conversión de los productos de glucosa en ácidos grasos para su almacenamiento como triglicéridos en los adipositos.

El intestino hidroliza las grasas en ácidos grasos, glicerol, colesterol, fosfolípidos y otros constituyentes. Se absorben ácidos grasos de cadena corta y media e ingresan a la vena porta para su empleo en el hígado. Los ácidos grasos de cadena larga, el colesterol y los fosfolípidos se procesan en la mucosa intestinal.

Las VLDL también aportan ácidos grasos al tejido adiposo para su almacenamiento. [13]

#### **3.1.2.7.3 Estado de ayuno**

Esta fase inicia conforme los nutrimentos dejan de moverse desde el intestino hacia el hígado, lo que se acompaña de una caída gradual en las concentraciones séricas de insulina y de un incremento de los niveles séricos de glucagon. La disminución de la proporción

insulina:glucagon conduce al hígado a cambiar su función enzimática de utilización de glucosa a producción de glucosa por gluconeogénesis y glucogenólisis.

La mayor parte de los tejidos depende de los ácidos grasos y las cetonas para cubrir sus requerimientos energéticos cuando las reservas de glucógeno del hígado y el músculo se agotan. La síntesis proteica se detiene, la proteólisis se activa y los aminoácidos se liberan a la circulación. [13]

### **3.1.2.8 Complicaciones de la diabetes**

#### **3.1.2.8.1 Problema agudo**

La complicación más frecuente en individuos diabéticos bajo tratamiento con insulina es la hipoglucemia. Esta complicación se caracteriza por niveles sanguíneos de glucosa menores que los normales. [13]

#### **3.1.2.8.2 Complicaciones a corto plazo**

Los hombres diabéticos tienen un riesgo 2 o 3 veces mayor de enfermedad cardíaca coronaria, accidente cerebral vascular y enfermedad vascular periférica, en tanto que las mujeres diabéticas tienen un riesgo 3 a 4 veces mayor que los individuos semejantes sin diabetes. La hipertensión es el principal factor de riesgo para la enfermedad cardíaca coronaria en la diabetes tipo I.

Tanto las anomalías de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) en suero, como la disminución de la concentración de lipoproteínas de alta densidad (HDL) en suero y el incremento de los triglicéridos séricos contribuyen a la aceleración de la aterosclerosis en la diabetes. [13]

#### **3.1.2.9 Plan nutricional**

Para grupos de pacientes con diabetes tipo II, la ingesta de dietas más ricas en carbohidratos o fibra se vincula con una mejoría del control de la glucosa en sangre.

##### **3.1.2.9.1 Carbohidratos**

Los carbohidratos deben constituir 50 a 60% de la ingesta de energía. Los carbohidratos no refinados, con fibra natural intacta, tienen ventajas específicas sobre las formas más

refinadas a causa de sus otros efectos benéficos, como disminuir el índice glucémico, producir un grado de saciedad mayor, y sus propiedades para disminuir el colesterol. [13]

### 3.1.2.9.1.1 Respuesta glucémica

Los carbohidratos de los alimentos suelen dividirse en “simples” (azúcares) o “complejos” (almidones). Los carbohidratos simples de los alimentos comunes incrementan las concentraciones de glucosa en sangre más que los carbohidratos complejos de los alimentos ricos en almidón. En tanto que la glucosa, la maltosa y la sacarosa producen mayores incrementos de los niveles sanguíneos de glucosa, la fructosa no lo hace. La fructosa, que se metaboliza sin insulina, ocasiona un pequeño incremento de las concentraciones séricas de insulina en pacientes sin diabetes, produce sólo incrementos mínimos de los niveles sanguíneos de glucosa en personas no diabéticas y en diabéticas con un control razonable de la glucemia. La fructosa puede desempeñar una función como edulcorante para diabéticos específicos. [13]

La fibra es sólo uno de los muchos componentes de los alimentos que pueden influir sobre la respuesta glucémica. [13] Otros de éstos factores se muestran en el cuadro 5.

**Cuadro 5. Factores que afectan la respuesta glucémica de los alimentos**

Velocidad de ingesta	Métodos de cocinado y procesamiento
Forma de los alimentos	Efectos fisiológicos
Componentes de los alimentos	- Hidrólisis pregástrica
- Contenido de grasas	- Hidrólisis gástrica
- Contenido de fibra	- Velocidad de vaciamiento gástrico
- Contenido de proteínas	- Respuesta intestinal
- Características del almidón	- Hidrólisis y absorción intestinales
- Ingredientes alimenticios	- Respuestas de hormonas pancreáticas e intestinales
	- Efectos colónicos

[13]

### 3.1.2.9.2 Proteínas

Los diabéticos consumen en promedio una cantidad mayor de proteínas que los individuos que no tienen diabetes y la ingesta excesiva de proteínas se vincula con nefropatía diabética.

### **3.1.2.9.3 Grasas**

Por lo general la ingesta de grasas no debe exceder 30% de las calorías totales.

La ingesta excesiva de grasas contribuye a la obesidad, a la resistencia a la insulina, a la hipertensión y a la enfermedad cardiovascular aterosclerótica. De hecho casi todos los factores de riesgo cardiovascular ocurren con mayor frecuencia en los diabéticos. Las dietas ricas en grasas causan resistencia a la insulina y alteran el metabolismo intracelular de la glucosa, reducen el número de receptores de insulina en diversos tejidos, lo que disminuye el transporte de glucosa al interior del músculo y el tejido adiposo, así como la actividad de diferentes procesos estimulados por insulina. La velocidad de síntesis de glucógeno, su acumulación y la oxidación de la glucosa también descienden con las dietas ricas en grasas.

#### **3.1.2.9.3.1 Grasas monoinsaturadas**

El reemplazo parcial de carbohidratos complejos por grasas monoinsaturadas en pacientes con DMNID no incrementa el nivel de colesterol-LDL y puede mejorar el control de la glucemia y los niveles de triglicéridos y colesterol-HDL.

#### **3.1.2.9.3.2 Ácidos grasos $\omega$ -3.**

Ciertos ácidos grasos esenciales  $\omega$ -3 reducen en forma moderada los niveles séricos de colesterol y de manera intensa los triglicéridos. Los efectos con potencial más benéfico de los ácidos grasos  $\omega$ -3 se observan sobre los triglicéridos plasmáticos, que a menudo se encuentran elevados en pacientes con diabetes tipo II. Las dosis farmacológicas de ácidos grasos  $\omega$ -3 disminuyen los niveles altos de colesterol en plasma, así como las concentraciones de triglicéridos y la presión arterial. El incremento de la ingesta de pescados grasos es una alternativa razonable al consumo de alimentos como carne y queso con un alto contenido de grasas saturadas. En los países mediterráneos se consume una mayor cantidad de grasas totales, sobre todo aceite de oliva, y este hecho se relaciona con un riesgo más bajo de enfermedad cardíaca. [13]

#### **3.1.2.9.4 Fibra**

El valor terapéutico de la fibra en la diabetes se identificó en 1976 cuando el grupo Oxford informó que los complementos de fibra disminuían las respuestas glucémicas durante el

periodo posprandial y James W. Anderson publicó que las dietas ricas en fibra disminuían los requerimientos de insulina en individuos diabéticos delgados. Además de sus efectos sobre el tubo digestivo, la fibra incrementa la sensibilidad periférica a la insulina. La mayor ingesta de fibra dietética ofrece las siguientes ventajas importantes: mejora el control de glucosa con una disminución de las fluctuaciones, lo que resulta en una menor incidencia de hiperglucemia y de hipoglucemia, reduce los requerimientos de insulina o de sulfonilureas, disminuye las lipoproteínas aterógenas, disminuye la presión arterial, reduce del riesgo de enfermedad cardíaca coronaria, mejora el control del peso y reduce el riesgo de cáncer colorrectal. La ingesta abundante de fibra proveniente de frutas, vegetales, legumbres, cereales con granos enteros y panes también favorece el consumo de muchos nutrimentos como vitaminas y minerales.

La fibra insoluble en agua, que se encuentra en forma primaria en el trigo, los vegetales y la mayor parte de los productos de cereales, modifica la función gastrointestinal al disminuir el tiempo de tránsito e incrementar el volumen fecal. La fibra soluble hace más lenta la absorción de glucosa. Esto reduce las concentraciones posprandiales de glucosa en sangre y de colesterol, metas importantes en el tratamiento de la diabetes.

Puesto que los alimentos ricos en fibra dietética tienen muchos efectos benéficos para la salud de los diabéticos, en fecha reciente la American Diabetes Associations (ADA) aumentó la cantidad que recomienda y ahora es de 20 a 35g/día, el mismo nivel que para la población en general. [13]

#### **3.1.2.9.5 Edulcorantes**

Existen dos categorías básicas de edulcorantes: los nutritivos (que contienen calorías) y los no nutritivos (no calóricos). Los edulcorantes nutritivos, como la fructosa que se encuentra en las frutas y los alcoholes de azúcares comunes, los polioles (sorbitol, manitol o xilitol), son aceptables en cantidades modestas dentro del plan de alimentación del diabético.

La fructosa como componente natural de los alimentos es más dulce que otros azúcares y se metaboliza sin el empleo de insulina, por lo que produce una hiperglucemia menor. Aunque la fructosa puede incrementar los niveles ya altos de glucosa en sangre en diabéticos con control deficiente, su efecto es mínimo en quienes tienen un control adecuado. La

sustitución de fructosa por sacarosa o glucosa disminuye los niveles promedio de glucosa en sangre al producir una respuesta glucémica que equivale a 20 y 33% respectivamente.

Los polioles se forman a través de la hidrólisis parcial y la hidrogenación de los almidones comestibles. Los polioles también producen una respuesta glucémica menor que la sacarosa y que otros carbohidratos. Al parecer no tienen ventajas significativas sobre otros edulcorantes nutritivos. Sin embargo, las cantidades excesivas de polioles pueden tener un efecto laxante.

Se recomienda una estrategia en la que se utilicen diversos tipos de edulcorantes no calóricos para evitar el consumo excesivo de uno. Cada edulcorante tiene sabor, ventajas y riesgos distintos. El consumo de los edulcorantes no nutritivos aprobados por la FDA es para todos los diabéticos.

El aspartame sólo está contraindicado para individuos con fenilcetonuria. [13]

### **3.1.2.9.6 Alcohol**

La población diabética no debe consumir cantidades excesivas de alcohol a causa de sus efectos hipoglucemiantes potenciales. El alcohol no requiere insulina para su metabolismo; se absorbe de manera directa del estómago, el duodeno y el yeyuno. El hígado es el sitio de su metabolismo y oxidación. El exceso de alcohol entra en la circulación general y ejerce sus efectos sobre el sistema nervioso central. El alcohol también produce hipertrigliceridemia e interactúa con los fármacos concurrentes. El alcohol puede modificar la dosificación de insulina.

Las bebidas alcohólicas aportan 7 Kcal/g, cantidad similar a las grasas y su metabolismo es muy semejante. [13]

### **3.1.2.10 Consideraciones adicionales**

#### **3.1.2.10.1 Enfermedad renal**

La enfermedad renal es una complicación importante que afecta a 30 a 50% de los individuos con diabetes tipo I y a más de 20% de los que padecen diabetes tipo II. La *microalbuminuria*, proteínas en orina de 40 a 300mg/24h, es el primer dato que la nefropatía manifiesta.

### **3.1.2.10.2 Hiperlipidemia**

La mayoría de los diabéticos tiene anomalías de las lipoproteínas. Existen anomalías múltiples de la composición y el metabolismo de las VLDL, LDL y HDL. La hipertrigliceridemia y los valores bajos de colesterol-HDL se observan con mayor frecuencia en diabéticos que en individuos sin diabetes. La hipertrigliceridemia parece conferir un riesgo más alto de enfermedad cardiovascular aterosclerótica en diabéticos que en los individuos sin diabetes; los valores bajos de colesterol-HDL son otro factor importante de riesgo.

Los niveles altos de colesterol-LDL ocurren con la misma frecuencia en pacientes diabéticos y no diabéticos; el tratamiento es similar. Una dieta para diabetes rica en carbohidratos (55 a 60% de la energía) y en fibra, y baja en grasas (alrededor de 25% de la energía con menos de 10% de grasas saturadas) y colesterol (<200mg/día) es el primer paso. Un incremento de 6g/día de la fibra soluble que se ingiere sin otros cambios dietéticos puede disminuir 10 a 20% el colesterol-LDL.

A veces la ingesta excesiva de alcohol o de azúcares simples agrava la hipertrigliceridemia. Los individuos con diabetes tipo II a menudo tienen niveles de colesterol-HDL bajos. El ejercicio físico regular, como la caminata de 3.2 a 4.8Km cada día, y la suspensión del tabaquismo son prácticas de estilo de vida importantes para incrementar el colesterol-HDL. La hiperlipidemia de casi todos los diabéticos responde de manera adecuada a las medidas nutricionales. [13]

### **3.1.2.10.3 Obesidad**

La obesidad es un factor contribuyente primordial para el desarrollo y el mantenimiento de la condición diabética. Los fármacos hipoglucemiantes y la insulina son importantes como medidas auxiliares, pero no pueden sustituir al ejercicio y la dieta adecuada en energía, grasas y carbohidratos complejos. [13]

### **3.1.2.10.4 Ejercicio**

Un programa rutinario de ejercicio es importante para todas las personas. El ejercicio es excelente para controlar el peso, incrementar el bienestar físico y psicológico, adquirir mayor capacidad para trabajar, mejorar la composición corporal e incrementar las

concentraciones de HDL. Los diabéticos obtienen beneficios adicionales que incluyen mejoría de la tolerancia a la glucosa, elevación de la sensibilidad a la insulina, disminución de los factores de riesgo de aterosclerosis, descenso de la presión arterial y mejoría de la condición cardiovascular.

El programa de ejercicio más benéfico difiere de una persona a otra, pero caminar es la mejor actividad que los individuos obesos pueden realizar. La mayoría de los diabéticos debe caminar un promedio de 19.3 a 22.5 Km/semana.

Los diabéticos deben vigilar sus niveles sanguíneos de glucosa para determinarse el consumo de alimentos o el ajuste de la insulina. Al ejercitarse fuera de casa deben llevar una colación con ellos para los momentos en que se sientan mal. [13]

### **3.1.2.11 Insulinoterapia**

Aunque el tratamiento de reemplazo de insulina se ha utilizado por cerca de 70 años, aún no es posible lograr un reemplazo fisiológico de la hormona en los individuos diabéticos. Tras la ingesta de alimentos, la elevación de los niveles sanguíneos de glucosa y de hormonas gastrointestinales incrementa 5 a 10 veces la velocidad de secreción de insulina. Aun cuando se cuenta con insulina humana, esta respuesta fisiológica no puede imitarse.

Tanto la dieta como el ejercicio tienen efectos importantes sobre la sensibilidad a la insulina en los diabéticos tipo I y tipo II. Las dietas ricas en carbohidratos y fibra incrementan la sensibilidad a la insulina y disminuyen los requerimientos de esta hormona, en tanto que las ricas en grasas producen el efecto opuesto.

Más de 2 millones de pacientes con diabetes tipo II se tratan con insulinoterapia en E.U.

La insulinoterapia en la diabetes tipo II suele ser un complemento a la insulina endógena y a menudo se administra en una dosis única inyectada antes del desayuno o antes de dormir. La mayoría de los diabéticos tipo II bajo insulinoterapia puede manejarse con tres alimentos diarios y una colación nocturna.

La insulinoterapia convencional en la diabetes tipo I casi siempre implica un plan de alimentación con 3 comidas y 2 a 3 colaciones. [13]

### **3.1.2.12 Educación y consejo médicos**

La importancia social y cultural de las conductas alimenticias a menudo se ignora y la dificultad para hacer cambios permanentes de hábitos arraigados de alimentación es un sacrificio. El grado al que el consejo médico dietético puede implementarse varía entre individuos. Las recomendaciones pueden incluir metas nutricionales generales como resolver la sed mediante el consumo de agua u otras bebidas sin azúcar, consumir alimentos en forma regular, evitar la ingesta de alimentos fritos y muy azucarados, ingerir una cantidad abundante de vegetales con cereales, panes, pastas, papas o arroz como constituyentes principales de cada comida, comer una porción pequeña de carne, huevos o queso en cada comida y recordar que el pescado y las legumbres son alimentos alternativos. [13]

### **3.1.3 Obesidad**

#### **3.1.3.1 Definición**

La obesidad se define como un porcentaje anormalmente elevado de grasa corporal [9] y constituye un factor dañino para la salud y el bienestar. Resulta fácil para los individuos adquirir un exceso de grasa cuando tienen acceso a una cantidad suficiente de comida y tiempo libre a causa del desequilibrio entre la ingesta y gasto energéticos. [13]

El sobrepeso es un aumento mayor de lo normal del peso corporal en relación con la estatura. En los varones, la grasa corporal normal representa el 12-20 por ciento del peso corporal. En las mujeres normales, representa el 20-30 por ciento del peso corporal. [9]

#### **3.1.3.2 Criterios para la normalidad de peso**

Una población no puede dividirse con exactitud como normal u obesa. En el mundo moderno, con una mezcla amplia entre grupos étnicos y raciales, se observa una gran heterogeneidad genética que se manifiesta por diferencias de tallas, perímetros corporales (tórax, cintura, cadera) y constitución. La composición corporal cambia con la edad y ocurre una acumulación gradual de grasa y pérdida de masa corporal magra aun si el peso se mantiene estable.

Una clasificación que tiene utilidad clínica se basa en la realización de dos mediciones simples: el peso sin zapatos y el peso con la cantidad mínima de ropa. Después se calcula la proporción entre peso/talla<sup>2</sup> ( $P/T^2$ ), lo que se denomina índice de masa corporal (IMC), y el peso se expresa en kilogramos y la talla en metros. Así la población femenina o masculina puede dividirse de acuerdo con el grado de obesidad conforme lo presenta el cuadro 7.

**Cuadro 6. Clasificación del grado de obesidad.**

Peso normal	$P/T^2$	20 a 24.9
Sobrepeso	$P/T^2$	25 a 29.9
Grado I: obesidad	$P/T^2$	30 a 34.9
Grado II: obesidad	$P/T^2$	35 a 40
Grado III: obesidad grave	$P/T^2$	> 40

La mayor debilidad de la aplicación de  $P/T^2$ , consiste en que algunos individuos con mayor musculatura pueden clasificarse como obesos cuando no lo son. Sin embargo, el número de personas que se encuentran en este caso es bajo. El intervalo del IMC que está entre 20 y 24.9, que se clasifica como normal, coincide de manera adecuada con el nivel más bajo de mortalidad según los datos de las tablas de seguros de vida. La proporción de mortalidad se incrementa con un IMC superior a 25 y en forma más notable de 27, y este nivel es el que preocupa a los profesionales de la salud.

Otras mediciones relacionadas con el peso son los pliegues cutáneos. La distribución y la cantidad de grasa subcutánea se modifican con la edad y difieren un poco según el sexo. En adultos las diferencias entre sexos son notables.

Otras mediciones para calcular la cantidad de grasa corporal son más difíciles, costosas y consumen tiempo, y por lo general se aplican con fines de investigación.

### **3.1.3.3 Influencias**

Estudios epidemiológicos demuestran una relación estrecha entre el estado socioeconómico y prevalencia de obesidad. Esta interrelación es mucho más fuerte en mujeres. La obesidad también se relaciona con la etnia, la raza, cuestiones socioeconómicas, culturales y tal vez genéticas. [13]

### 3.1.3.4 Riesgos de la salud relacionados con la obesidad

El sobrepeso y la distribución de las grasas son útiles para hacer pronósticos sobre la mortalidad prematura y los riesgos de contraer enfermedades del corazón, hipertensión, diabetes mellitus no dependiente de insulina, enfermedades de la vesícula biliar y algunos tipos de cáncer. Ahora se reconoce que es la distribución de la grasa, fundamentalmente el aumento de la grasa abdominal y visceral, lo que sirve para hacer pronósticos sobre los riesgos de la salud relacionados con la obesidad. Por ejemplo, en la mayoría de los hombres, cualquier aumento de peso que se produzca después de los 20 años aumenta el riesgo, ya que esta grasa se deposita normalmente como grasa abdominal y visceral.

En los estudios epidemiológicos, se ha visto que la relación entre los datos del IMC y los riesgos de contraer una determinada enfermedad sigue una línea curva, que se describe normalmente como curva en J. Ello indica que la mortalidad y la morbilidad tienden a aumentar a medida que el IMC toma valores superiores a 25 o cae por debajo de 18,5. [9]

En la figura 1 se muestra la llamada curva J de mortalidad en relación con el IMC.

**Figura 1. Curva J de mortalidad en relación con el IMC.**



Fig. 87-4. Curva J de mortalidad.

[13]

Las estadísticas de los seguros de vida de los Estados Unidos muestran que el exceso de peso está relacionado con el aumento de las tasas de mortalidad.

Por el contrario, las tasas mínimas de mortalidad, tanto para hombres como para mujeres, se presentan en aquellos individuos que se encuentran aproximadamente en un 10 por ciento por debajo del peso medio.

Se han publicado más de seis estudios que muestran que la adiposidad central se relaciona directamente con el aumento de la mortalidad, así como con el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus y ataques cardíacos. Perder y ganar peso, los llamados ciclos de peso, también pueden ser peligrosos. Los datos del Estudio de la Compañía de Gas y Electricidad de Chicago mostraron que las personas que ganaban y perdían peso corrían un riesgo de muerte por enfermedades cardiovasculares significativamente mayor que el grupo de personas que no variaban de peso. [9]

### **3.1.3.5 Mortalidad y morbilidad**

#### **3.1.3.5.1 Causas de muerte y morbilidad**

##### **3.1.3.5.1.1 Enfermedad cardiovascular**

El efecto de la obesidad sobre la enfermedad cardiovascular tiene la misma intensidad entre hombres y mujeres pero no siempre es independiente, por lo general implica exacerbaciones de otros riesgos, como hipertensión, diabetes y dislipidemia. La evidencia indica que la obesidad que ocurre a edad más temprana (20 a 40 años) tiene mayor influencia sobre la enfermedad cardiovascular que la obesidad de inicio tardío. La obesidad que persiste durante muchos años es la que afecta a la salud y puede conducir a la muerte. [13]

##### **3.1.3.5.1.2 Lípidos séricos**

###### **3.1.3.5.1.2.1 Triglicéridos.**

Aunque la hipertrigliceridemia se relaciona con la obesidad, esta vinculación no es fuerte. La hipertrigliceridemia puede vincularse con la resistencia a la insulina y la hiperinsulinemia secundaria de la obesidad, que incrementan la síntesis hepática y la secreción de triglicéridos. Además, como los niveles de ácidos grasos libres (AGL) están elevados en la obesidad, el incremento de la captación hepática de AGL puede acelerar la velocidad de secreción de triglicéridos. A pesar del incremento de producción de

triglicéridos, con frecuencia sus niveles en personas obesas son normales o sólo están un poco elevados. Ya que la actividad de la lipasa de lipoproteína se eleva en la obesidad y aún más después de perder peso, es posible que esta actividad intensifique la depuración de VLDL en la periferia. Los niveles altos de triglicéridos en plasma tienden a descender tras la reducción de peso. Este cambio se relaciona con menor producción de triglicéridos-VLDL y disminución de insulinemia.

#### **3.1.3.5.1.2.2 Colesterol.**

El colesterol de lipoproteínas de alta densidad (HDL) es bajo en la mayor parte de casos de obesidad y a causa de ello la proporción entre LDL:HDL es alta, lo que incrementa el riesgo de enfermedad cardiaca coronaria (ECC). Las concentraciones bajas de colesterol-HDL constituyen un factor de riesgo de ECC independiente de la concentración de colesterol-LDL.

Las personas con resistencia a la insulina tienden a formar partículas de LDL pequeñas y densas con potencial aterógeno bastante mayor que las partículas más grandes, lo que incrementa el riesgo de ECC.

#### **3.1.3.5.1.3 Diabetes mellitus**

La obesidad puede considerarse el determinante “ambiental” de más importancia en la manifestación de diabetes. Incluso la obesidad moderada puede incrementar 10 veces el riesgo de diabetes. Un factor importante es la obesidad intraabdominal o visceral. Es posible que la grasa visceral sea más lipolítica y aporte una cantidad mayor de AGL al hígado en situaciones de elevación de glicerol e insulina que inducen un incremento de producción de VLDL, partículas de LDL pequeñas y densas, disminución de la producción de HDL e incremento de la gluconeogénesis. [13]

Más del 90 por ciento de todos los diabéticos padecen una diabetes mellitus no dependiente de insulina (DMNDI). [9]

#### **3.1.3.5.2 Hiperinsulinemia y resistencia a la insulina.**

En general mientras más obeso sea un individuo, mayor será el nivel de insulina basal o en ayuno.

El fenómeno de niveles sanguíneos excesivos de insulina en la obesidad, tanto en condiciones basales como tras estimulación, demuestra que está presente la resistencia o la insensibilidad a la insulina. Esto se manifiesta por resistencia tisular muscular y hepática, menor captación periférica de glucosa e incremento de la excreción de glucosa hepática; la sensibilidad del tejido adiposo se mantiene alta y tal vez por ello los nutrientes se desvían hacia este tejido para almacenarse.

#### **3.1.3.5.3 Importancia de la hiperinsulinemia.**

La producción excesiva de insulina por un periodo prolongado puede inducir agotamiento del páncreas en quienes tienen predisposición genética.

##### **3.1.3.5.3.1 Hipertensión**

La insulina puede participar en la hipertensión de la obesidad porque los cambios de las concentraciones plasmáticas de insulina pueden modificar el transporte de sodio en el riñón humano. La insulina disminuye la excreción de sodio en forma independiente de los cambios de la glucosa en plasma. La hiperinsulinemia de la obesidad puede elevar la presión arterial al incrementar la absorción renal de sodio, la cual expande el volumen extracelular de líquidos mediante al aumento del gasto cardiaco, la resistencia periférica y la presión arterial.

##### **3.1.3.5.3.2 Problemas respiratorios**

El trabajo muscular necesario para la ventilación se incrementa conforme el individuo se vuelve más obeso. Si el movimiento de la pared torácica se limita lo suficiente, ocurre retención de CO<sub>2</sub> que puede ocasionar letargo y somnolencia. La narcosis por CO<sub>2</sub> también causa periodos de apnea que suelen presentarse durante el sueño y exacerban el problema de retención de CO<sub>2</sub>. Además puede ocurrir policitemia, que favorece la trombosis. En casos graves de enfermedad respiratoria pueden desarrollarse hipertensión pulmonar, crecimiento cardiaco e insuficiencia cardiaca congestiva.

##### **3.1.3.5.3.3 Enfermedad de la vesícula biliar**

Se incrementa a la par de la obesidad y es mayor en mujeres que en hombres. Un incremento del reservorio corporal de grasas se relaciona con ciertas condiciones que predisponen a los individuos a la formación de cálculos vesicales. Se observa sobresaturación del colesterol en bilis e incremento de la excreción de colesterol por esta vía. También ocurre hipomotilidad de la vesícula, que permite el asentamiento y la formación de núcleos de cálculos. El resultado es un incremento de la formación de cálculos de colesterol. [13]

### **3.1.3.6 Patogénesis**

#### **3.1.3.6.1 Endocrinopatía en la obesidad**

Aunque la obesidad se atribuye popularmente a problemas de origen glandular, en realidad la endocrinopatía es una causa rara de obesidad. La actividad excesiva de la glándula suprarrenal que produce síndrome de Cushing induce obesidad central. La obesidad central se vincula con hipertensión y diabetes.

Una lesión hipotalámica por tumor, infección o en raras ocasiones por traumatismo puede conducir a obesidad. Este fenómeno es secundario a la lesión de las fibras nerviosas que cruzan el área ventromedial y que son importantes para regular la ingesta de alimentos.

En tanto que una anomalía hormonal es causa de obesidad sólo en raras ocasiones, ésta puede conducir a alteración de los niveles hormonales. [13]

#### **3.1.3.6.2 Ingesta alimentaria**

Una ingesta excesiva de grasas puede dar indicios de un alcance de la saciedad a través de señales de tipo bioquímico. La leptina es un ejemplo de este tipo de señal. La secreción de esta hormona por los adipositos se incrementa conforme lo hace el tamaño de la célula grasa y de alguna manera la leptina indica al cerebro que reduzca la ingesta de alimentos e incremente la termogénesis.

#### **3.1.3.6.3 Termogénesis**

El gasto energético tiene lugar por tres vías: índice metabólico basal (IMB), actividad y efecto térmico de los alimentos (ETA).

La insulina es necesaria para obtener un ETA completo. La deficiencia de insulina, la resistencia a esta hormona o ambas conducen a oxidación deficiente de glucosa y a alteración de la termogénesis.

### **3.1.3.7 Células grasas**

Las células grasas o adipositos se distribuyen en todo el organismo. Conforman un reservorio elástico de energía que puede expandirse o contraerse para alcanzar el equilibrio energético del organismo. [13]

Los adipositos se forman a partir de precursores de células grasas denominados preadipositos. La señal estimuladora que activa el preadiposito para que se diferencie en adiposito y comience la acumulación lipídica, requiere insulina y cortisol. Los adipositos incrementan su tamaño de manera gradual si el equilibrio energético permanece positivo. Puesto que el número de células es casi ilimitado, el reservorio adiposo puede alcanzar dimensiones enormes si la ingesta calórica se mantiene alta.

#### **3.1.3.7.1 Lipasa de lipoproteína**

La lipasa de lipoproteína (LPL) del tejido adiposo es una enzima que determina la velocidad de captación de triglicéridos plasmáticos en los adipositos. Se origina en éstos y en células musculares, y se secreta hacia el endotelio capilar, donde actúa sobre los triglicéridos circulantes que contienen la VLDL. La LPL activada incrementa la degradación de triglicéridos en fosfato de glicerol y AGL; las sustancias de peso molecular más bajo pueden entrar a los adipositos, reesterificarse y almacenarse en forma de triglicéridos. [13]

La actividad de LPL en el tejido adiposo se encuentra elevada en la obesidad humana. Los individuos obesos podrían tener LPL elevada como defecto primario que incrementa su capacidad para “atraer” triglicéridos circulantes al interior de la célula.

Sin embargo, la actividad tisular elevada de LPL en adipositos cae tras la estabilización de una pérdida de peso significativa, en tanto que las lipasas de otros tejidos no se afectan.

#### **3.1.3.7.2 Recuperación de peso**

Ochenta a 85% de los pacientes que pierden cantidades significativas de peso lo recupera. Este récord negativo no se explica con facilidad. La transferencia rápida de glucosa al interior de los tejidos, que la elevación de insulina y el aumento de la sensibilidad tisular a la hormona incrementan, puede elevar la lipogénesis y disminuir los niveles sanguíneos de glucosa, lo que puede aumentar el apetito y estimular una mayor ingesta alimentaria. [13]

La masa de tejido adiposo puede regularse mediante la capacidad del organismo para percibir la saturación de los adipositos con triglicéridos. Es claro que la leptina funciona de esta forma. Este proceso podría explicar la razón por la que los pacientes obesos experimentan una gran dificultad para mantenerse con dietas hipocalóricas después de que su peso cayó hasta cierto nivel.

### **3.1.3.8 Tratamiento dietético para la obesidad**

Con dietas hipocalóricas balanceadas, el porcentaje de proteínas se eleva de modo que por lo menos 240 calorías o cerca de 60g/día se obtienen de esta fuente. Las proteínas deben ser de alta calidad y aportar alrededor de 25% de las calorías. Un mínimo de 20% de las calorías dietéticas restantes debe obtenerse de carbohidratos y un mínimo de 20% de grasas. De esta forma se cuenta con vitaminas liposolubles y ácidos grasos esenciales provenientes de grasas y fibras a partir de los carbohidratos. [13]

Una dieta balanceada en micronutrientes y vitaminas debe contener productos alimenticios como los siguientes: a) carne, pescado, aves y sustitutos de carne; b) leche y productos lácteos; c) cereales y productos de cereal, y d) vegetales y frutas. Los nutrientes que se obtienen son a) proteínas, grasas, niacina, hierro y tiamina; b) vitaminas A y D, calcio, magnesio y zinc; c) carbohidratos, grasas, fósforo, magnesio, zinc y cobre, y d) carbohidratos, vitaminas A y C, hierro y magnesio.

Ya que los individuos obesos necesitan mantener la dieta por un periodo prolongado, el régimen *debe* ser aceptable. Tiene que adecuarse a los gustos y hábitos individuales, y ser flexible para permitir la alimentación dentro y fuera de casa.

#### **3.1.3.8.1 Tratamiento farmacológico**

Los fármacos que más se utilizan para controlar el peso son los supresores del apetito; otros agentes modifican la ingesta de alimentos y otras fases del metabolismo, como la digestión,

la absorción, la síntesis lipídica o la termogénesis. Sin embargo, presentan algunos efectos colaterales como: exaltación del estado de ánimo, excitación cardiovascular, resequedad bucal, taquicardia e incremento de la presión arterial.

Los fármacos pueden ser útiles para ciertos individuos pero no son de primera línea en ningún programa terapéutico.

#### **3.1.3.8.2 Ejercicio**

El uso terapéutico del ejercicio para revertir la obesidad se aplica con amplitud. El peso se reduce si el gasto energético puede incrementarse mediante el aumento de la actividad física y el consumo energético se mantiene constante.

Aunque el ejercicio no mantiene el incremento del índice metabólico ni inhibe la ingesta de alimentos en forma mágica, cada caloría que se gasta ayuda en la batalla de utilizar un número bastante mayor de calorías ingeridas. Aún más, el ejercicio ayuda a conservar la pérdida de peso en tanto que posibilita la práctica de dietas menos estrictas, un régimen más aceptable para muchos pacientes. [13]

#### **3.1.3.8.3 Modificación del comportamiento**

El primer paso es la identificación de patrones de alimentación y actividad de un individuo. Se llevan diarios en los que los pacientes registran no sólo cuándo y qué comieron, sino dónde, con quién, cómo (sentados, parados, caminando), así como sus sentimientos y apetito, además, todas las actividades. Otro objetivo debe ser el comportamiento relativo al manejo de alimentos, que comprende compra, almacenamiento, preparación, servicio y limpieza. Estos diarios se analizan para reconocer posibles señales ambientales (p. Ej., televisión) o emocionales (p. Ej., depresión) y controlarlas. Tras la identificación de estas claves se seleccionan técnicas para intentar controlarlas o evadirlas. También se establecen técnicas para controlar el acto de la alimentación, estas incluyen comer siempre en el comedor, sentarse, concentrarse en la alimentación (sin leer o mirar televisión), comer con mayor lentitud, consumir el alimento en trozos más pequeños y numerosos, no ingerir colaciones, cambiar los alimentos ricos en calorías por otros con contenido bajos de calorías y comer sólo a horas preestablecidas. Además, se introducen nuevos estímulos discriminatorios, por ejemplo, sitios específicos para comer, platos nuevos y más pequeños,

así como tomar alimentos con otras personas. Estos programas intentan cambiar las consecuencias de comer. [13]

El no haber podido identificar a la obesidad como un factor de riesgo, ha hecho que muchos sugieran que carece de importancia. [9]

## **3.2 Otras enfermedades**

### **3.2.1 Definiciones**

**3.2.1.1 Úlcera péptica:** Las úlceras son erosiones (desgaste o corrosión) en el revestimiento del estómago o el duodeno (primera parte del intestino delgado que conecta con el estómago). Una úlcera presente en el estómago se llama úlcera gástrica y en el duodeno úlcera duodenal y ambas se conocen con el nombre de úlceras pépticas. La mayoría de las úlceras son erosiones de la primera capa del revestimiento interior y, si el orificio lo atraviesa por completo, se llama una perforación del revestimiento intestinal, lo cual puede causar *shock* y es una emergencia médica. [15]

**3.2.1.2 Diverticulosis:** Cuando comienza a dar los síntomas, pasa al segundo estado que es la diverticulitis. Ésta es un proceso inflamatorio, que se debe a la retención de materia fecal en el saco diverticular. Los síntomas son fiebre que puede acompañarse de escalofríos, náuseas y vómitos y dolor abdominal constante. La frecuencia de diverticulosis aumenta con la edad, se cree por una disminución gradual de la fuerza de tensión de la mucosa intestinal.

Los divertículos pueden encontrarse en diversos sectores del tubo digestivo: esófago, estómago, intestino delgado y colon. El colon es el lugar más frecuente para su desarrollo. Las poblaciones occidentales son más propensas.

El tratamiento para la diverticulosis tiene por finalidad aumentar la masa fecal, o sea, evitar el estreñimiento y el desarrollo de presiones intraluminales elevadas. [16]

**3.2.1.3 Gastritis:** Es la inflamación del revestimiento interno del estómago. [15]

**3.2.1.4 Duodenitis:** Es un proceso inflamatorio de la mucosa del duodeno; en general es un padecimiento poco frecuente aunque no excepcional. [17]

**3.2.1.5 Gota:** Es una enfermedad metabólica producida por una acumulación de ácido úrico en el cuerpo, sobre todo en las articulaciones y en el riñón, por eso se considera tradicionalmente una enfermedad reumática, además causa dolor. La gota es una manifestación provocada por los estilos de vida poco saludables de la población. Su tratamiento pasa por una alimentación adecuada, ya que hay ciertos alimentos que hacen subir las concentraciones de ácido úrico en sangre (mariscos, pescado azul, algunas carnes, etc). [15]

**3.2.1.6 Colitis ulcerosa:** El síndrome del intestino irritable o también llamado colon irritable, colitis funcional, colitis ulcerosa ó enfermedad de Crown, es una enfermedad digestiva crónica de origen desconocido y que afecta de manera desigual a un amplio porcentaje de la población. Los síntomas son variados y dispersos, caracterizados principalmente por molestias o dolor abdominal, diarrea, estreñimientos crónicos a veces alternados o a veces con solo uno de estos síntomas y sensación de plenitud (tenesmo). Pero siempre se trata de molestias abdominales con algún tipo de disfunción en la motilidad intestinal y con resultado negativo de todos los análisis realizados en el tracto digestivo, desde estudios contrastados del intestino, endoscopias, etc. Otro dato indicativo es la hipersensibilidad a cualquier distensión abdominal producida por gases o alimentos irritantes. El espasmo que se provoca en los períodos agudos, sobre todo en el colon descendente, suele provocar diverticulosis. Suele ser una afección crónica y acompañar al paciente a lo largo de toda su vida, unas veces con síntomas leves que no precisan ir al médico. [18]

**3.2.1.7 Desnutrición:** Es la condición que ocurre cuando el cuerpo de una persona no está obteniendo los nutrientes suficientes. Esta condición puede resultar del consumo de una dieta inadecuada o mal balanceada, por trastornos digestivos, problemas de absorción u otras condiciones médicas. [15] Se puede presentar en forma *leve*, es decir, cuando presenta *emaciación* pero *sin desmedro* (peso para la estatura bajo y estatura para la edad normal) ó, en forma *moderada*, la cual presenta *desmedro* pero *sin emaciación* (estatura para la edad baja y peso para la estatura normal). [11]

### **3.2.1.8 Enfermedades del corazón**

**3.2.1.8.1 Insuficiencia venosa periférica:** La insuficiencia venosa es una afección en la cual los vasos sanguíneos no conducen el flujo sanguíneo de manera eficiente desde las extremidades inferiores de regreso al corazón.

Entre los síntomas se encuentran la hinchazón de las piernas y el dolor en las extremidades (dolor intenso, pesadez o calambres). [15]

### **3.2.1.9 Enfermedades hipertensivas**

**3.2.1.9.1 Insuficiencia cardiaca:** También denominada "insuficiencia cardiaca congestiva" es un trastorno donde el corazón pierde su capacidad de bombear sangre con eficiencia. [15]

**3.2.1.9.2 Hipertensión:** Es la presión arterial alta y generalmente quiere decir que: la presión sanguínea sistólica constantemente es mayor a 140 y la presión sanguínea diastólica está constantemente por encima de 90. [15]

**3.2.1.9.3 Ataque cardiaco:** Un ataque cardiaco (infarto del miocardio) se presenta cuando un área de músculo cardíaco muere o se lesiona permanentemente debido a una provisión inadecuada de oxígeno a esa área. [15]

**3.2.1.9.4 Enfermedad cardiaca:** Es cualquier trastorno que afecta la capacidad del corazón para funcionar normalmente y cuya causa más común es el estrechamiento u obstrucción de las arterias coronarias que suministran sangre al corazón mismo. [15]

**3.2.1.9.5 Enfermedad de las arterias coronarias:** es la constricción de los pequeños vasos sanguíneos que suministran sangre y oxígeno al corazón (arterias coronarias). Por lo general, es el resultado de la acumulación de material y placas grasas (arterosclerosis). A medida que las arterias coronarias se estrechan, el flujo de sangre hacia el corazón puede hacerse más lento o detenerse. La enfermedad puede causar dolor en el pecho (angina estable), dificultad respiratoria, ataque cardiaco u otros síntomas. [15]

**3.2.1.9.6 Miocardiopatía:** Es un debilitamiento del músculo cardiaco o un cambio en su estructura y a menudo está asociada con un bombeo cardiaco inadecuado u otras anomalías de la función cardiaca. [15]

**3.2.1.9.7 Miocardiopatía dilatada:** Es una afección en la cual el corazón se debilita y se dilata y no puede bombear sangre de manera eficiente. Esta disminución de la función

cardiaca puede afectar a los pulmones, el hígado y otros sistemas corporales. Existen varios tipos diferentes de miocardiopatías y la dilatada es la forma más común. [15]

**3.2.1.9.8 Arritmias:** Es cualquier trastorno del ritmo o frecuencia cardiaca. [15]

### **3.2.1.10 Enfermedades isquémicas del corazón**

**3.2.1.10.1 Cardiomiopatía isquémica:** Los pacientes con esta condición presentan un bombeo cardiaco debilitado, ya sea debido a ataques cardiacos previos, a bloqueos en las arterias coronarias como por ejemplo la acumulación de colesterol y otras sustancias en las arterias que traen el oxígeno a los tejidos del músculo cardiaco. [15]

**3.2.1.10.2 Accidente cerebro vascular isquémico:** Es el tipo de accidente cerebrovascular más común y generalmente resulta del taponamiento de las arterias, una condición llamada aterosclerosis. En esta condición, se acumulan depósitos de grasa y plaquetas en la pared de las arterias formando una sustancia espesa llamada placa, ésta se acumula, haciendo que la sangre fluya anormalmente, lo cual puede provocar la formación de coágulos de sangre.

**3.2.1.10.3 Enfermedad cerebrovascular:** Es una interrupción del suministro de sangre a cualquier parte del cerebro y, algunas veces, se le denomina "ataque cerebral". [15]

## **3.3 La enfermedad celíaca**

### **3.3.1 Definición**

La enfermedad celíaca es una intolerancia total y permanente al gluten de trigo, cebada, avena y centeno, que produce al ingerirlo una atrofia (destrucción) de la superficie de absorción del intestino (delgado) y por lo tanto malabsorción de los alimentos. [19]

Debido a ello se establece un defecto de utilización de nutrientes a nivel del tracto digestivo, con repercusión clínica y funcional muy variable, dependiendo de la edad del sujeto y otros factores aún no bien precisados. [19]

El gluten es una proteína que se encuentra en las semillas de trigo, avena, cebada y centeno. Según el cereal, la fracción tóxica tiene distintos nombres: gliadina en el trigo, secalina en el centeno, hordeina en la cebada y avidina en la avena.

No se cura ya que es una condición que se mantiene permanentemente, pero se neutraliza con una dieta estricta sin gluten que la persona celíaca debe realizar a lo largo de su vida y que cumpliéndola revierte las anormalidades que presentaba, convirtiéndose en un individuo totalmente normal. Hoy en día están aumentado los casos diagnosticados en adultos. [19]

### **3.3.2 Tratamiento**

El tratamiento de la enfermedad celíaca es exclusivamente dietético y consiste en eliminar los cereales que contienen gluten y los productos elaborados a partir de ellos. Así, la persona alcanza un buen estado nutricional en un período de varias semanas o meses y desaparece la sintomatología. [19]

El establecimiento de un régimen estricto sin gluten lleva consigo una normalización clínica y funcional, así como la reparación de la lesión vellositaria. Sin embargo, el criterio diagnóstico definitivo viene dado por la respuesta a la reintroducción del gluten en la dieta, que debe acompañarse con una reproducción de la lesión intestinal con o sin presencia de manifestaciones clínicas o funcionales de malabsorción. Una vez confirmado el diagnóstico deberá mantenerse a lo largo de toda la vida. Debe contarse, desde el primer momento con el apoyo de los propios pacientes, así como el de los familiares, ayudándoles a solventar una serie de problemas de orden práctico o psicológico que pueden surgir a lo largo de la evolución. [19]

### **3.3.3 Manifestaciones digestivas**

Son varios los factores que influyen en la prevalencia de la enfermedad y en las formas de presentación de ésta. Cuando las manifestaciones digestivas son más frecuentes, suele definirse como “síndrome celíaco”. La causa de la diarrea y la esteatorrea son multifactoriales, implican defectos en la absorción, lipólisis, formación de micelas, defectos en la función de la vesícula biliar, fallo en la circulación enterohepática de los ácidos biliares y cambios en la motilidad intestinal. [19]

### **3.3.4 Forma clásica de presentación**

Las manifestaciones digestivas van a estar presentes en un 100% de los casos, solas o asociadas a otras manifestaciones clínicas. La diarrea va a ser el más frecuente de los síntomas iniciales. Puede presentarse en forma aguda, violenta con un cuadro de deshidratación y edemas. O bien de forma insidiosa, con deposiciones pastosas, pálidas y malolientes, alternadas con deposiciones líquidas. La instauración de una dieta sin gluten tras la comprobación histopatológica de la lesión, conducirá a la desaparición de los síntomas digestivos.

El diagnóstico se debe realizar con biopsia de intestino delgado. Este estudio es altamente seguro y poco molesto. [19]

### **3.4 Dietas recomendadas**

#### **3.4.1 Diabetes mellitus:**

Alimentos recomendados:

Lácteos: leche, yogures y leches cultivadas descremadas y sin aporte de azúcar.

Quesos: blancos untables de bajo tenor graso y cottage.

Huevos: hasta tres unidades semanales.

Carnes: vacunas (cortes magros como peceto, lomo, cuadril y nalga), blancas de pollo (sin piel ni grasa) y de pescados blancos (como corvina, merluza y salmón blanco).

Hortalizas: brócoli, coliflor, espinaca, lechuga, rabanito, repollos de bruselas, tomate, acelga, apio, berenjena, berro, escarola, espárrago, hinojo y pepino. Estos vegetales se pueden consumir con libertad dada su baja concentración de hidratos de carbono. También cebolla, nabo, zanahoria, habas y puerro. Estos deben ser medidos. La distribución actual de nutrientes, permite dar por lo menos una porción diaria. Se recomienda no prepararlos fritos o salteados.

Frutas: todas están permitidas, pero como tienen un promedio de hidratos de carbono importante, su consumo debe ser controlado.

Cereales y derivados: harinas finas y gruesas de maíz y sémola, pastas secas o rellenas, legumbres y cereales integrales. Su consumo debe ser controlado.

Panificados: pan francés o galletitas de agua. Su consumo también debe ser controlado.

Cuerpos grasos: aceite de girasol, uva, maíz y oliva. Se recomienda no someterlo a cocción o calentamiento.

Condimentos: sal, hierbas secas o frescas, especias, limón y vinagre.

Bebidas: agua con o sin gas, jugos de fruta en reemplazo de fruta entera, jugos concentrados sin azúcar y amargos sin azúcar.

Infusiones: té, café y mate.

Edulcorantes: para endulzar infusiones.

Aumentar el consumo de alimentos ricos en fibra. La fibra soluble que se encuentra en frutas con su cáscara, vegetales, cebada, y en especial la avena y las legumbres, mejora el control de las glucemias. [20]

### **3.4.2 Obesidad:**

Se recomienda una dieta hipoenergética equilibrada.

Alimentos ricos en fibra. Frutas y verduras, platillos con elevado contenido de líquidos como los caldos y los jugos.

Ejemplos de alimentos recomendados:

Lácteos: leche.

Carnes: carne deshebrada.

Hortalizas: salsa de jitomate, zanahoria, lechuga, calabacita, nopales asados, brócoli, cilantro, col, coliflor, chícharos, elote dulce, espinacas, germinados de lentejas.

Leguminosas: frijoles cocidos, lentejas, garbanzos.

Frutas: mandarina, jícama, limón, piña, tunas, almendras, cacahuates, ciruelas, chabacano, dátiles, guayaba, higos, moras, nueces, pasitas, pera, plátano.

Oleaginosas: almendras y cacahuates.

Cereales y derivados: tortillas, trigo, arroz, avena, mijo, All Bran, amaranto, cebada, harina de soya, harina de trigo integral, hojuelas de maíz, salvado.

Panificados: mollete y bolillo.

Bebidas: agua (por lo menos 8 vasos al día para que su efecto sea positivo), café.

Infusiones: té.

### **3.4.3 Úlcera péptica:**

Alimentos recomendados:

Lácteos: leches fluidas o en polvo, semidescremadas o totalmente descremadas. Yogures descremados y leches cultivadas descremadas.

Quesos: de bajo tenor graso, untables descremados y mozzarella. No someterlos a cocción o calentamiento.

Huevo: hervido o formando parte de preparaciones dietéticas. Evitar frituras.

Carnes: blancas de ave (como pollo o pavita, sin piel ni grasa), pescados (como merluza, y salmón blanco) y carnes rojas con elección de cortes tiernos y magros como peceto, nalga, lomo, cuadrada y cuadril. Se consumirán en preparaciones donde la carne esté picada o cortada en pequeños trozos, como pasteles y budines.

Cereales y derivados: harinas gruesas (como sémola), harinas finas (como féculas y almidones), pastas simples de laminado fino (como fideos de trigo candeal, ravioles y canelones rellenos de alimentos recomendados), arroz blanco decortinado y avena.

Panificados: pan blanco tipo francés tostado suavemente, vainillas y tostines.

Hortalizas: zanahoria sin el centro, tomate sin piel ni semillas, calabaza y punta de espárrago. Se recomienda consumirlos cocidos, al vapor o por hervido. En progresión y según tolerancia se agregará espinaca, acelga y brócoli.

Frutas: durazno, melón, manzana, pera y banana. Preferentemente se consumirán cocidas, en compotas o al horno.

Mermeladas: de frutas anteriormente nombradas.

Azúcar: blanca, negra y miel, para endulzar infusiones.

Cuerpos grasos: aceites de girasol, maíz, canola y oliva. Deben consumirse crudos, no sometidos a calentamiento.

Infusiones: té claro, manzanilla, boldo, malva y tilo.

Bebidas: agua no gasificada, jugos de frutas diluidos con agua y caldos de frutas.

Condimentos: sal y aromáticos como perejil, romero, laurel, tomillo, orégano, azafrán, albahaca, comino y salvia. [20]

#### **3.4.4 Diverticulosis:**

Alimentos recomendados

Lácteos: leche, yogures y leches cultivadas enteras o descremadas.

Quesos: untables blancos y semiduros.

Huevo: 3 veces por semana sin inconvenientes, evitando las frituras.

Carnes: de vaca magra (cortes como lomo, cuadrada, cuadril y peceto), pollo sin piel ni grasa y pescados magros (como merluza).

Hortalizas: se preferirán aquellas de hoja por su alto contenido en fibra, como espinaca, acelga, apio, hinojo, berro y lechugas. También zanahoria, remolacha y cebolla. En lo posible se indican crudas. Estas indicaciones son siempre individuales y debe registrarse con anterioridad la tolerancia a los mismos.

Frutas: banana, ciruela, cereza, durazno, manzana, naranja, pera, melón y pomelo. Se consumirán preferentemente crudas.

Cereales y derivados: preferentemente integrales, como avena de salvado, arroz integral y pastas.

Panificados: integrales.

Azúcar y dulces: mermeladas de frutas sin semillas; azúcar blanca y miel.

Cuerpos grasos: aceites vegetales de girasol, maíz, canola y oliva.

Bebidas: agua sin gas, jugos de frutas naturales, comerciales y bebidas a base de hierbas.

Condimentos: sal y aromáticos como orégano, tomillo, azafrán, salvia y laurel.

Infusiones: té, mate, café suave, malva y manzanilla. [20]

### **3.4.5 Gastritis:**

Alimentos recomendados:

Cereales integrales: arroz, pan, cereales de desayuno y pastas integrales; germen de trigo, avena integral, galletas integrales.

Leguminosas: frijoles negros, garbanzos, frijoles de soya, lentejas, etc.

Frutas: preferiblemente consumirlas con cáscara (excepto cítricos); manzanas, duraznos, plátano, sandía, melón, papaya y ciruelas.

Verduras crudas y cocidas: ensaladas con lechuga, repollo, pepino, zanahoria, brócoli, etc. [20]

### **3.4.6 Duodenitis:**

Alimentos recomendados

Lácteos: leches fluidas o en polvo, semidescremadas o totalmente descremadas. Yogures descremados y leches cultivadas descremadas.

Quesos: de bajo tenor graso, untables descremados y mozzarella. No someterlos a cocción o calentamiento.

Huevo: hervido o formando parte de preparaciones dietéticas. Evitar frituras.

Carnes: blancas de ave (como pollo o pavita, sin piel ni grasa), pescados (como merluza y salmón blanco) y carnes rojas con elección de cortes tiernos y magros como peceto, nalga, lomo, cuadrada y cuadril. Se consumirán en preparaciones donde la carne esté picada o cortada en pequeños trozos, como pasteles y budines.

Cereales y derivados: harinas gruesas (como semolín), harinas finas (como féculas y almidones), pastas simples de laminado fino (como fideos de trigo candeal, ravioles y canelones rellenos de alimentos recomendados), arroz blanco decorticado y avena.

Panificados: pan blanco tipo francés tostado suavemente, vainillas y tostines.

Hortalizas: zanahoria sin el centro, tomate sin piel ni semillas, calabaza y punta de espárrago. Se recomienda consumirlos cocidos, al vapor o hervido. En progresión y según tolerancia se agregará espinaca, acelga y brócoli.

Frutas: durazno, melón, manzana, pera y banana. Preferentemente se consumirán cocidas, en compotas o al horno.

Mermeladas: de frutas anteriormente nombradas.

Azúcar: blanca, negra y miel, para endulzar infusiones.

Cuerpos grasos: aceites de girasol, maíz, canola y oliva. Deben consumirse crudos, no sometidos a calentamiento.

Infusiones: té claro, manzanilla, boldo, malva y tilo.

Bebidas: agua no gasificada, jugos de frutas diluidos con agua y caldos de frutas.

Condimentos: sal y aromáticos como perejil, romero, laurel, tomillo, orégano, azafrán, albahaca, comino y salvia.

Requiere el uso de medicamentos que reduzcan la acidez. [20]

### **3.4.7 Gota:**

La enfermedad en sí no se puede prevenir, aunque sí hay algunos factores que la precipitan como son: trauma, consumo de alcohol y las purinas en la dieta (las purinas se pueden encontrar en altos niveles en las vísceras, la cerveza, el vino y ciertos tipos de pescado).

Alimentos recomendados

Una dieta normal contiene entre 600 y 1000mg de purinas. En la gota grave y avanzada se restringe el contenido de purinas de la dieta a unos 100 a 150mg diarios.

Grupo de alimentos según su contenido de purinas y recomendado:

Con contenido moderado de purinas (9 a 100mg de purinas por cada 100g de alimento). Espárragos, lentejas, hongos y espinacas. Durante las remisiones se puede consumir cinco veces a la semana una porción (60 a 90g) de carne, pescado o pollo, o una ración (media taza) de vegetales de este grupo.

Con contenido insignificante de purinas. Pan blanco, galletitas de agua, cereales (como fideos y arroz), queso, huevos, frutas, leche, nueces, aceite y vegetales (excepto los del grupo anterior).

Además, aumentar el consumo de líquidos (3 litros diarios) para ayudar a eliminar el ácido úrico y reducir al mínimo la posibilidad de formación de cálculos. Ingerir alimentos con baja o moderada grasa. [20]

### **3.4.8 Colitis ulcerosa:**

Alimentos recomendados:

Lácteos: las leches que se indican libres de lactosa. En un periodo estable y en progresión se indican yogures y leches cultivadas.

Quesos: deben ser suaves y blandos como los untables blancos y la mozzarella. No deben ser sometidos a cocción y ni a calentamiento.

Huevo: entero y bien cocido por hervido. También formando parte de preparaciones. Las claras se pueden consumir libremente.

Carnes: blancas de pollo y pescado sin piel ni grasa. Deben estar bien cocidas y picadas. En progresión se podrán consumir cortes de carne roja tierna y sin grasa como lomo, cuadril, peceto, bola de lomo, nalga y cuadrada.

Hortalizas: en un primer momento no deben ser consumidas. Cuando la enfermedad transita por un momento estable se prueba con zanahoria sin el centro, tomate sin piel ni semillas, calabaza, punta de espárragos y papa. Se recomienda consumirlos cocidos, al vapor o hervidos.

Frutas: plátano bien maduro y pisado, manzana y pera sin piel y bien cocidas.

Cereales y derivados: se recomiendan preparaciones caseras y hechas con huevo. Deben laminarse muy finamente. También fideos de trigo, arroz blanco, harina de maíz y sémola. Todos los cereales deben consumirse muy bien cocidos.

Pan: blanco tipo francés, vainillas y tostines.

Dulces: jaleas y miel.

Azúcar: blanca. Para endulzar preparaciones o infusiones.

Cuerpos grasos: aceites de maíz, girasol, oliva y canola, no sometidos a calentamiento.

Bebidas: agua sin gas y caldos de frutas.

Infusiones: claras de té, malva y manzanilla.

Condimentos: sal y todos aquellos que son suaves y aromáticos, como perejil, romero laurel, tomillo, orégano, azafrán, albahaca, comino y salvia. [20]

### **3.4.9 Desnutrición:**

Ingerir una dieta bien balanceada, de fácil digestión, agradable, sencilla de ingerir y de buena calidad ayuda a prevenir la mayoría de las formas de desnutrición.

Prevención: procurar que el régimen alimenticio incluya vitaminas, proteínas, lípidos, minerales y carbohidratos en forma balanceada, lo cual puede apoyarse mediante suplementos vitamínicos, complementos alimenticios o alimentos fortificados; es fundamental que estas medidas se fortalezcan y vigilen estrechamente durante infancia, embarazo, lactancia y vejez.

Dieta bien balanceada: fuentes alimenticias:

Grupo lácteo (leche y sus derivados); Leche, queso y yogur.

Grupo de carnes (carne y sustitutos de la carne); pollo, pescado, res, cerdo, cordero.

Huevos.

Leguminosas: fríjoles.

Oleaginosas: nueces y semillas.

Grupo de verduras y frutas: todas.

Grupo de granos (panes y cereales); integrales y enriquecidos. Arroz. Pasta. [20]

### **3.4.10 Enfermedades del corazón:**

Insuficiencia venosa periférica, insuficiencia cardiaca, hipertensión, ataque cardiaco, enfermedad cardiaca, enfermedad coronaria cardiaca, miocardiopatía, miocardiopatía dilatada, arritmias, miocardiopatía isquémica, accidente cerebrovascular isquémico y enfermedad cerebrovascular.

Para todas ellas, los alimentos recomendados son:

La mayoría de las frutas y las verduras son apropiadas para una dieta saludable y son buenas fuentes de fibra, vitaminas y minerales.

Los productos lácteos son buenas fuentes de proteína, calcio, vitaminas del complejo B como la niacina y la riboflavina y las vitaminas A y D. Los quesos, yogur y mantequilla deben ser bajos en grasa o libres de ella.

Se recomienda consumir panes, cereales, pastas, arroz, galletas y productos con almidones (como guisantes, papas o patatas, maíz y habas), por tener altos contenidos de vitaminas del complejo B, hierro y fibra; al igual que bajos contenidos de grasa y colesterol.

Se deben evitar los productos horneados con huevos, como los tallarines con huevo, panecillos de mantequilla, galletas de queso, salsas en crema para pastas y sopas en crema, debido a su contenido de grasas y colesterol.

La carne de res, las aves, los productos de mar, los guisantes secos, las lentejas, las nueces y los huevos se consideran buenas fuentes de proteína, vitaminas del complejo B, hierro y otras clases de vitaminas y minerales.

Los alimentos que se recomiendan en esta categoría son: carne de ave sin piel, carne de res magra, carne de cordero, ternera y la carne de animales silvestres; lentejas, legumbres, guisantes y fríjoles; y la clara de huevo.

Los aceites y las grasas tienen altos contenidos de calorías, por lo tanto, se les debe consumir en menores cantidades. Algunos tipos de grasas se consideran mejores que otros, pero todos se deben usar en cantidades moderadas.

Entre los aceites vegetales preferidos se pueden mencionar los aceites de cártamo, soya, maíz, ajonjolí, canola, aguacate y el aceite de semillas de algodón. [20]

#### **3.4.10.1 Recomendaciones para estas enfermedades**

- Limitar la ingesta de alimentos altos en calorías o bajos en contenido nutricional, incluyendo comidas como las gaseosas y dulces que tienen muchos azúcares.
- Comer 5 ó más porciones diarias de frutas y vegetales.
- Comer 6 ó más porciones diarias de productos elaborados con granos, incluidos los productos integrales. Estos aportan fibra, vitaminas, minerales y carbohidratos complejos. El consumo calórico diario debe ser apropiado para el mantenimiento de un peso deseable y para garantizar el crecimiento y desarrollo de los niños y adolescentes.
- Limitar el consumo de sal. Deben ingerirse menos de 6 gramos diarios de cloruro de sodio, lo cual equivale a 2,400mg de sodio puro al día. El consumo elevado de sal puede

asociarse con una retención de líquido, lo cual provoca el aumento del volumen sanguíneo, que es un factor de riesgo para la hipertensión arterial y las enfermedades del corazón.

- Mantener un nivel de actividad física que conserve a la persona en forma e iguale el número de calorías que consume. Se recomienda caminar o realizar otras actividades durante al menos 30 minutos diarios.

- Consumir no más de una bebida alcohólica al día (como una cerveza) si es mujer y no más de dos si es hombre. El consumo moderado de alcohol a este nivel ha sido asociado, según varios estudios, a beneficios médicos; pero su consumo excesivo puede dañar el corazón y otros órganos.

**Algunas fibras, especialmente las solubles, se fijan a los lípidos como el colesterol y los eliminan del organismo a través de las heces, disminuyendo la concentración de lípidos en sangre y reduciendo el posible riesgo de una enfermedad cardíaca coronaria. [20]**

#### **3.4.11 Enfermedad celíaca:**

Alimentos recomendados

Lácteos: leche entera, yogures y leches cultivadas. En lo posible consumirlos fríos.

Quesos: cremosos. Si no tiene sobrepeso se podrán consumir quesos untables con crema.

Evitar aquellos de pasta dura.

Huevo: sólo o en preparaciones

Carne: blancas de pollo y pescado. También carnes rojas.

Hortalizas: se preferirán aquellas de hoja por su alto contenido en fibra, como espinaca, acelga y lechuga. También apio, hinojo, berro, zanahoria, remolacha, cebolla y tomate. En lo posible consumirlas crudas.

Frutas: se recomiendan crudas y enteras, si es posible con su cáscara. Las más apropiadas son: ciruela, naranja, kiwi, uvas, higo y mandarina.

Cereales y derivados: se recomiendan aquellos integrales, como trigo integral, salvado de avena y maíz entero.

Panificados: lacteados integrales y amasados de pastelería hechos con harinas integrales.

Galletitas de agua.

Cuerpos grasos: todas las comidas deben contener un porcentaje de grasa, para potenciar el efecto estimulante y lubricante de la misma en el tubo digestivo. Se recomiendan aceites vegetales de maíz, oliva, girasol, canola y crema de leche como condimento.

Azúcares: blanca, negra y miel.

Mermeladas: de fruta, para untar. Evitar jaleas y dulces compactos de membrillos.

Bebidas: es muy importante cubrir 2 a 3 litros diarios de líquidos. Se podrá consumir agua, jugos de frutas sin colar y fríos, jugos comerciales, bebidas a base de hierbas.

Infusiones: mate, café y mate cocido. El té debe ser en poca cantidad y en infusión clara, ya que en exceso y en infusión oscura tiene efecto astringente.

Condimentos: sal y aromáticos como laurel, perejil, albahaca. Tomillo, orégano, salvia, azafrán y nuez moscada.

Recomendaciones: beber abundante líquido, de 2 a 3 litros diarios y en lo posible fríos, empezando con un vaso de agua fría en ayunas por la mañana, ya que es en ese momento del día en el cuál, básicamente, se contrae el intestino grueso.

Fracccionar la alimentación en 6 a 7 comidas, ya que aumenta el número de estímulos alimentarios de la motilidad.

Hacer ejercicio físico para fortalecer los músculos abdominales.

Responder a la urgencia de defecar, dedicándole el tiempo necesario.

Consumir fibra dietética, como por ejemplo salvado grueso y arroz integral, ya que aumentan el volumen y la velocidad del tránsito intestinal.

Aumentar los ácidos orgánicos, como por ejemplo los jugos de frutas, por su efecto catártico. [20]

#### **3.4.12 Indicaciones en general**

Se deberán consumir dietas variadas, suficientes, balanceadas y bajas en calorías, en azúcar, en colesterol, evitar el tabaco y el alcohol, limitar el café, té negro y colas, evitar irritantes (medicamentos), bajas en purinas (vísceras, cerveza, vino, algunos pescados). Limitar o reducir la sal y el sodio, bajas en grasas animales, grasas saturadas, en glutamato monosódico y bicarbonato sódico.

La dieta deberá ser rica en frutas y vegetales, productos lácteos descremados, pescados grasos, pollos y carnes magras, legumbres, pastas, cereales y granos.

Perder peso si es obeso. Se debe hacer ejercicio a diario o varias veces por semana, caminando. Dejar de fumar permanentemente.

Aumentar el consumo de líquidos, agua potable, dormir adecuadamente todas las noches, relajarse, disminuir el estrés, aumentar el consumo de aceites vegetales y de fibra. Comer en lugares limpios. [20]

Lo anterior se puede conseguir por medio de los ingredientes que a continuación se describen, ya que por sus características, propiedades e integración con ellos mismos, son capaces de cubrir las exigencias de cada una de las dietas de las enfermedades mencionadas.

### **3.5 Ingredientes utilizados en la modificación del panqué para dietas especiales**

#### **3.5.1 Mijo**

##### **3.5.1.1 Origen del mijo (*Panicum Miliaceum*)**

Es una semilla redonda originaria de Asia y África, y que podemos encontrar en lugares de suelos secos y pobres, de las características de los empleados para el cultivo del maíz y el trigo, siendo una planta que no requiere grandes cantidades de agua para su supervivencia. En África es el cereal por excelencia. [19]

##### **3.5.1.2 Variedades**

Se tienen al mijo blanco, mijo rojo, mijo plata, mijo japonés y otros mijos pequeños que han sido objeto de poca atención. [19] El mijo perla (*Pennisetum glaucum*) también es conocido como mijo panizo de Daimiel. Este mijo casi ciertamente tuvo su origen en el África occidental tropical donde se da el mayor número de formas silvestres y cultivadas. Hace unos 2.000 años fue llevado este cultivo a África oriental y central, y a la India, donde por su magnífica tolerancia a la sequía llegó a arraigar en los terrenos más áridos. La altura de la planta de mijo perla puede variar de 0,5-4 m y el color del grano puede ser casi blanco, amarillo pálido, pardo, gris, azul pizarra o morado. El peso de 1.000 semillas varía de 2,5 a 14g, con un promedio de 8g. [21]

De los 30 millones de toneladas de mijo producidas en el mundo, un 90% se utiliza en los países en desarrollo y sólo un exiguo volumen se emplea en los países desarrollados. No se dispone de datos estadísticos exactos para la mayoría de los países aunque se estima que se consumen en total 20 millones de toneladas en alimentación humana, dividiéndose el resto por igual entre piensos y otros usos como semillas, preparación de bebidas alcohólicas y desechos. El consumo mundial de mijo como alimento humano sólo ha crecido ligeramente durante estos últimos años en contraste con el gran aumento que se ha registrado en el consumo de otros cereales. [19]

#### **3.5.1.3 Elaboración**

La mayoría de las técnicas tradicionales de elaboración son laboriosas, monótonas y se realizan manualmente. Las posibilidades de elaboración industrial del mijo son buenas y en varios países se ha intentado desarrollar técnicas industriales mejoradas. [19]

#### **3.5.1.4 Almacenamiento**

La harina se suele producir a medida que se necesita y no se almacena con frecuencia por largos períodos pues tiende a volverse rancia. Es lo que sucede especialmente con la harina del mijo perla, debido a su elevado contenido de grasa. [19]

#### **3.5.1.5 Composición química y valor nutritivo**

El salvado de mijo perla es bajo en mineral pero notablemente rico en proteína y además contiene vitamina B1. La parte del germen es relativamente grande. También es rica en aceite, proteína y ceniza. Prácticamente todo el aceite del grano entero se halla en la parte del germen, que también contribuye a más del 72% de la materia mineral total. El contenido total de grasa del mijo perla es relativamente superior al de los demás mijos, debido al tamaño del germen, a su elevado contenido en aceite y a unos niveles algo mayores de grasa en la parte del salvado. [19]

#### **3.5.1.6 Variantes en la composición del grano**

El mijo tiene en común con otros cereales que son predominantemente amiláceos. El contenido de proteína de estos granos es casi igual y comparable al trigo y maíz. El mijo

perla es superior en contenido de grasa. Otra característica del mijo es su alto contenido en ceniza, es relativamente rico en hierro y fósforo. En general, los granos enteros son una fuente importante de vitaminas B, gran parte de las cuales se concentran en las capas exteriores del salvado del grano. No contiene vitamina A preconstituida a excepción de que algunas variedades de endospermo amarillo que contienen pequeñas cantidades de beta-caroteno, precursor de la vitamina A. [19]

### **3.5.1.7 Hidratos de Carbono**

El almidón es la principal forma de almacenaje de carbohidratos en el mijo. La digestibilidad del almidón en el grano de cereal determina el contenido energético disponible del grano, lo que depende de su hidrólisis por las enzimas pancreáticas. Los almidones de grano registran por lo general una escasísima absorción de agua a temperatura ambiente. El componente predominante del azúcar total soluble es la sucrosa seguida por la rafinosa. Otros azúcares detectados en cantidades medibles son la estaquiosa, la glucosa y la fructosa. [19]

El mijo perla tiene una actividad amilácea elevadísima, unas diez veces superior a la del grano de trigo a lo que se debe probablemente la baja viscosidad. El pan preparado con harina de trigo mezclada con la harina de mijo perla en un 10% registra un mejor volumen de la hogaza que la del pan normal preparado con harina de trigo que contuviese malta y azúcar. La harina de mijo perla puede utilizarse satisfactoriamente como sucedáneo parcial de la harina de trigo para la preparación de galletas de pan y productos de pasta y por lo tanto puede sustituir a la malta y al azúcar en los productos de panadería. [19]

### **3.5.1.8 Proteínas**

El segundo gran componente del grano de mijo es la proteína. Su calidad está en función de su composición de aminoácidos. La función primordial de una proteína alimenticia es cubrir las necesidades corpóreas de nitrógeno y de aminoácidos esenciales. Las proteínas de los granos según sus características de solubilidad se clasifican generalmente en cuatro fracciones de proteínas, a saber, la albúmina, que es hidrosoluble, la globulina, que es soluble en una solución salina diluida, la prolamina, soluble en alcohol, y la glutelina, que es extraíble en una solución alcalina o ácida diluida. Aparte de su perfil de aminoácidos

esenciales, la fácil digestibilidad es una característica importante de una buena proteína. Los métodos biológicos basados en mediciones del crecimiento y de la retención de N valoran la calidad nutricional general de la proteína.

La lisina es el primer aminoácido limitante de la proteína del mijo perla. El perfil de los aminoácidos esenciales muestra que la lisina, la treonina, la metionina y la cistina son los aminoácidos que más abundan en la proteína del mijo perla. Su contenido de triptófano es más alto. Partiendo de una puntuación química calculada en relación con las necesidades de aminoácidos para los distintos grupos de edad, resulta que el mijo perla tiene un mayor potencial para cubrir las necesidades de lisina de niños en desarrollo que la mayoría de los otros cereales. [19]

Las otras variedades de mijo tienen baja cantidad y digestibilidad de proteínas. [19]

#### **3.5.1.9 Lípidos**

El contenido de grasa del mijo perla es el mayor entre los mijos.

La grasa sin refinar extraída del grano de mijo común contiene vitamina A y vitamina E. Al refinarlo pierde toda la actividad de la vitamina A mientras que se registra una pérdida importante en el contenido de vitamina E. [19]

#### **3.5.1.10 Minerales**

Se han señalado amplias variaciones en la composición mineral y de oligoelementos del mijo perla. La elaboración del mijo perla hasta conseguir una harina con un índice del 75% de extracción redujo el contenido de calcio y hierro en un 66%. Estudios realizados han demostrado fuertes pérdidas de calcio, magnesio y sodio pero no de hierro y potasio en la molturación del mijo perla en harina con un 67% de extracción. [19]

#### **3.5.1.11 Vitaminas**

Los datos disponibles son muy escasos por lo que respecta al contenido vitamínico del mijo perla, el mijo coracán y otros mijos de menor importancia. [19]

#### **3.5.1.12 Análisis de la composición química del mijo**

A continuación en tabla 5 y tabla 6 se pueden observar los valores obtenidos del análisis de composición química del mijo descascarillado crudo y cocido respectivamente.

**Tabla 5. Composición química del mijo descascarillado crudo**

<b>NUTRIMENTOS</b>	<b>%</b>
Proteínas	10.6
Grasas	3.9
Hidratos de carbono	69
Fibra	4
Humedad	12.5
Sodio	3mg
Potasio	430mg
Calcio	20mg
Fósforo	310mg
Magnesio	170mg
Hierro	9mg

[19]

**Tabla 6. Composición química del mijo descascarillado cocido**

<b>NUTRIMENTOS</b>	<b>%</b>
Proteínas	5.3
Grasas	1.5
Hidratos de carbono	32
Fibra	2
Humedad	58

[19]

### **3.5.1.13 Preparados culinarios**

La utilización del mijo para confeccionar alimentos puede agruparse en dos categorías: los productos tradicionales y los industriales (o no tradicionales). Los granos, procesados o no, se pueden cocer enteros o descortezados y si es necesario molidos para obtener harina por medio de uno de los métodos tradicionales o industriales. Estos son ejemplos de alimentos tradicionales a base de mijos: pan, productos cocidos, productos hervidos, bebidas y alimentos de refrigerio. [19]

### **3.5.1.14 Empleos alternativos del mijo**

La producción de mijo perla ha aumentado notablemente en varios países en estos últimos años. Por consiguiente, hace falta estudiar las posibilidades de usos alternativos. Aunque el

mijo tiene grandes posibilidades para empleos industriales, tienen que competir con el trigo, el arroz y el maíz. [19]

#### **3.5.1.15 Recetario**

El mijo es conveniente incluirlo en nuestra dieta ya que tiene sabor agradable, es de fácil digestión y permite numerosas combinaciones culinarias. Puede agregarse a las sopas o tomarse en el desayuno, acompañado de frutas y miel. También se pueden elaborar croquetas de mijo, tarta de mijo, hamburguesa de mijo, pizza de mijo, budín de mijo y mijo a la romana entre otras. [19]

En una prueba de degustación, al pan y a la tarta de mijo se les consideró como productos ampliamente aceptados, de sabor suave y agradable, de buena textura, húmedo y con buena presentación, fueron algunos de los comentarios recibidos. [19]

#### **3.5.1.16 Forma de preparación del mijo**

A una taza de mijo crudo agréguele tres tazas iguales de agua fría. Cocínelo a fuego moderado entre 15 a 20 minutos. De esta manera se obtienen tres tazas de mijo cocido. [19]

En este proyecto se utilizará el mijo perla.

### **3.5.2 Fibra Dietética**

#### **3.5.2.1 Definición**

Al conjunto de material de origen vegetal que resiste a la digestión y absorción del aparato gastrointestinal humano se le conoce con el nombre de *fibra dietética*.

Esto es debido a que el aparato digestivo humano no cuenta con las enzimas que pueden digerirla y utilizarla. Como resultado, la fibra pasa casi intacta a través del aparato digestivo.

La dieta habitual debe contener fibra insoluble y fibra soluble en una proporción de tres a uno respectivamente. [11]

#### **3.5.2.2 Tipos de fibra dietética**

La fibra dietética, tradicionalmente es considerada como un carbohidrato complejo, puede dividirse en dos grupos principales según sus características químicas y sus efectos en el organismo. Estos dos tipos son: fibra insoluble y fibra soluble.

\* La **fibra insoluble** está integrada por sustancias (celulosa, hemicelulosa, lignina y almidón resistente) que no se disuelven en agua. Este tipo de fibra predomina en alimentos como el salvado de trigo, granos enteros, cascarilla de cereales y leguminosas, verduras fibrosas como apio y chilacayote. Dan estructura a la pared celular de las plantas. Los componentes de este tipo de fibra resisten la acción de los microorganismos del intestino. Su principal efecto en el organismo es disminuir el tiempo de tránsito de los alimentos [22] (lapso que transcurre desde que un alimento se ingiere por la boca hasta que salen sus productos residuales por el recto), mismo que depende directamente del tiempo de permanencia en el colon. Mientras mayor es el volumen de fibra dietética, menor es el tiempo de tránsito intestinal y viceversa (Tabla 7), al disminuir ese tiempo se reduce la absorción de sustancias nocivas [11] y el tamaño de las heces a través del tubo digestivo.

Como consecuencia, este tipo de fibra, al ingerirse diariamente, facilita las deposiciones y previene el estreñimiento. En ocasiones se añaden deliberadamente a algunos alimentos para aumentar su contenido total de fibra. [22] [11]

\* La **fibra soluble** está formada por componentes (inulina, pectinas, gomas y fructooligosacáridos) solubles en agua y con capacidad de formar geles que confieren volumen a las heces. Sus componentes son utilizados por los microorganismos intestinales.

Este tipo de fibra predomina en las legumbres, en los cereales como avena y cebada, en la parte interior de semillas de leguminosas y en algunas frutas. La presencia de la fibra soluble en la dieta, acompañada de bajas cantidades de grasa, contribuye a regular los niveles de colesterol sanguíneos. Además, este tipo de fibra puede regular la velocidad de absorción intestinal de los azúcares simples procedentes de los alimentos, por lo que se recomienda su ingestión a los diabéticos para regular la glucemia. Se usan como espesantes y

estabilizadores en alimentos. Las fibras dietéticas solubles retardan el vaciamiento gástrico y aceleran el tránsito intestinal con lo que la absorción de nutrientes disminuye. [23] [22] [11]

**Tabla 7. Tiempo de tránsito intestinal promedio y peso de las heces en función del tipo de dieta**

<b>DIETA</b>	<b>TIEMPO DE TRÁNSITO Horas</b>	<b>PESO FECAL g/día</b>
Refinada	66	133
Intermedia	44	181
Sin refinar	35	373

[11]

**Nota:** Una dieta refinada es aquella que contiene una cantidad mínima de FD; a una dieta intermedia se le ha reducido el contenido de FD y, una dieta sin refinar conserva prácticamente toda su FD proveniente de los alimentos.

### **3.5.2.3 Características de la fibra dietética**

**A) La fibra dietética es de origen vegetal.** La fibra es el citoesqueleto de los vegetales formados por unas sustancias aparentemente inertes que pueden ser fermentadas por algunas bacterias pero no desdobladas por las enzimas digestivas por lo que no se pueden absorber.

La fibra no debe considerarse como una parte aislada del vegetal, sino como componente del alimento ingerido en su conjunto y la bondad o maldad de dicho alimento viene determinada por su composición completa de proteínas, lípidos, hidratos de carbono, fibras y otros componentes, y no sólo de su citoesqueleto. Y en algunos casos es el beneficio de la mezcla de todos esos componentes lo que hace que ese alimento sea adecuado introducirlo en una dieta. [22]

**B) La fibra dietética reduce la actividad de algunas enzimas digestivas** (amilasa, lipasa y peptidasa pancreáticas). [23]

**C) La fibra vegetal es un conjunto heterogéneo de moléculas complejas como:**

1. **Celulosa:** parte insoluble de la fibra dietética, abundante en harina de trigo entera, salvado, y verduras como alcachofas y espinacas. La celulosa forma parte de las paredes celulares vegetales.

2. **Hemicelulosa:** mezcla de glucosa, galactosa, xilosa, arabinosa, manosa, y ácidos urónicos, formando parte de la fibra insoluble que se encuentra en salvado y granos enteros de diferentes cereales.
3. **Sustancias pécticas:** con alto contenido en ácido galacturónico sobre todo en cítricos y manzanas, también en el salvado, cebada y legumbres. Se utiliza mucho como espesante de mermeladas y conservas.
4. **Almidón resistente:** en tubérculos como papa y semillas, también en frutos, rizomas y médula de muchas plantas. El 100% del almidón no se hidroliza en todo el proceso de la digestión.
5. **Compuestos no carbohidratados:** como la lignina que posee gran cantidad de ácidos y alcoholes fenilpropílicos formando la fibra insoluble con gran capacidad de unirse y arrastrar otras sustancias por el tubo digestivo.
6. **Las gomas:** formadas por ácido urónico, xilosa, arabinosa o manosa, como la goma guar, arábica, karaya y tragacanto. Son fibra soluble.
7. **Los mucílagos:** forman parte del Plantago ovata, de la goma guar y del mucílago de la semilla de acacia y también son fibras solubles. Los mucílagos y las gomas son polisacáridos no estructurales que secreta la planta frente a las lesiones. La composición depende del grado de maduración de la planta. A mayor maduración, más celulosa y lignina y menos mucílagos y gomas.
8. **Otras sustancias:** cutina, taninos, suberina, ácido fítico, proteínas, iones como calcio, potasio y magnesio.

**D) La fibra dietética es resistente a la digestión,** inatacable por los fermentos y enzimas digestivas humanas porque no pueden degradarlas, al contrario que el aparato digestivo de los rumiantes y roedores que poseen celulasas producidas por bacterias comensales.

**E) La fibra tiene gran capacidad de absorción y retención de agua,** al ser una sustancia osmóticamente activa. Todas las fibras lo hacen en mayor o menor medida. Influyen muchas variables como el tamaño de las partículas, pH, electrolitos del medio. En el caso del tamaño de partícula se ha comprobado que cuanto mayor sea éste, más capacidad de absorción de agua tiene, característica muy importante al tener en cuenta el refinado de algunos alimentos como la harina.

**F) Fijación de sustancias orgánicas e inorgánicas;** las sustancias que secuestra la fibra pueden ser simplemente atrapadas entre las redes que forman de manera natural las fibras o ligadas mediante enlaces de muy diversos tipos, lo que hace que la posibilidad de escape de estas sustancias sea mínima. Entre ellas encontramos: [22]

1. Proteínas, hidratos de carbono y grasas que retrasan su absorción en presencia de fibras.
2. Sales biliares: la fibra aumenta su eliminación por las heces, con efecto protector cancerígeno, bajan el colesterol biliar y la litogenicidad de la bilis y también disminuye la absorción de las grasas al ser éstas bilis transportadoras y emulsionantes de las grasas ingeridas. Se une a ácidos biliares, con lo que disminuye la reabsorción de éstos. Este es un efecto que en el caso de las fibras marinas de última generación se ha potenciado para introducirlas en las dietas de adelgazamiento dado que son capaces de secuestrar a los ácidos grasos de la dieta e impedir parcialmente su absorción. Previene la absorción de algunos tóxicos. [22] [11]
3. Minerales como calcio, zinc, magnesio, fósforo, hierro y vitaminas, al unirse a la fibra dietética también se impide su absorción siendo en este caso un efecto secundario indeseado de estas sustancias.

**G) La fermentación colónica de la fibra dietética** es un proceso fisiológico importante.

Ocurre en el ciego por acción de la flora bacteriana -cada gramo de contenido colónico seco alberga 100 000 millones de bacterias pertenecientes a varios cientos de especies distintas- donde se produce hidrógeno, metano y ácidos grasos de cadena corta como el acético, el propiónico y el butírico, los cuales se absorben y llegan a representar hasta 60% de la energía bruta de las FD cuando éstas son solubles. El grado de fermentación colónica de la FD depende así de otros factores como son: el tipo de microflora, la velocidad del tránsito intestinal, la anatomía del colon, los componentes de la dieta (proporciones de almidón, triglicéridos, proteínas y FD), la forma de preparación de los alimentos y otros. [23]

**H) Fermentación en el intestino grueso;** desde el punto de vista de fermentación en intestino grueso las fibras pueden ser:

1. Poco fermentables: fibras ricas en celulosa y lignina que son bastante resistentes a la degradación bacteriana del colon y son expulsadas por las heces intactas como el salvado de trigo.

2. Muy fermentables: fibras ricas en hemicelulosas, arabinoxilanos, ácido glucurónico y pectinas que son fermentadas y degradadas por la flora del colon.

#### **3.5.2.4 Beneficios de la fibra dietética**

**A) Estreñimiento:** el efecto más conocido de la fibra insoluble, es su capacidad de absorber el agua y formar heces menos consistentes y de mayor volumen esto provoca un incremento en los movimientos peristálticos del intestino, y facilita el tránsito, la distensión intestinal y consecuentemente la defecación; es decir, su acción primaria se lleva a cabo precisamente en el colon del hombre. Esta situación provoca que se incremente la viscosidad, se reduzca el tiempo de residencia de los constituyentes del alimento en el intestino y que las moléculas fácilmente absorbibles atraviesen la pared intestinal; aquellas sustancias irritantes, dañinas y tóxicas, que generalmente requieren de más tiempo para entrar al sistema linfático, no tienen oportunidad de hacerlo y se eliminan en las heces. Para un mejor aprovechamiento de estas bondades, el consumo de fibra debe ir acompañado de una ingestión adecuada de agua para favorecer la producción de las heces. Por lo tanto, un contenido adecuado de fibra en la alimentación es fundamental para prevenir y ayudar a eliminar el estreñimiento. [22] [23]

**B) Digestión:** la presencia de FD tiene efectos sobre la digestión mediante varios mecanismos.

Los alimentos ricos en FD son más voluminosos, por lo que exigen una masticación más prolongada que puede adelantar la saciedad. [23]

**C) Diverticulosis o enfermedad diverticular:** enfermedad caracterizada por la aparición de pequeñas bolsas en las paredes del colon en forma de dedo de guante.

Estas bolsas llamadas divertículos, se forman debido a la excesiva presión que tiene que ejercer la capa muscular de la pared del colon al intentar expulsar las heces, que puede estar asociada también al estreñimiento y que debilita la pared del colon. Los alimentos ricos en fibra, al suavizar y ayudar a expulsar las heces, pueden ayudar en su prevención.

**D) Obesidad:** la obesidad es una enfermedad que está asociada con la hipertensión arterial, cardiopatía isquémica, diabetes mellitus y muchos tipos de cáncer. Por lo tanto, mantener un peso corporal adecuado es una medida muy saludable. Las dietas altas en fibra pueden ayudar a controlar la obesidad por dos razones principales: primero, las dietas altas en fibra

poseen menos calorías en mayor volumen del alimento; segundo, este tipo de dietas facilitan la ingestión de menor cantidad de alimentos debido a que prolongan el tiempo de masticación y por su volumen, ayudan a producir más rápidamente la sensación de saciedad.

**E) Cáncer de colon:** aunque aisladamente una dieta rica en fibra no protege del cáncer colorrectal, los estudios epidemiológicos señalan que las dietas ricas en fibra están asociadas al consumo de alimentos vegetales que contienen micronutrientes protectores del cáncer, al menor consumo de alimentos de origen animal que contienen gran contenido de grasas, a menor obesidad y en general a un estilo de vida más saludable que protege del cáncer colorrectal.

**F) Diabetes mellitus:** un aumento en la ingesta de fibra dietética, particularmente de tipo soluble, mejora el control de la glucemia, disminuye la hiperinsulinemia y las concentraciones plasmáticas de lípidos en los diabéticos tipo 2, lo que confiere un perfil idóneo de protección cardiovascular.

**G) Flora bacteriana normal:** la FD ayuda al crecimiento y mantenimiento de la misma ya que al degradar la fibra produce agua, bicarbonato de calcio, ácido acético y ácidos grasos de cadena corta, que son fuente energética de los colonocitos.

Aunque por su importancia destacan los efectos de la fibra dietética en el colon, éstos se producen en todo el tubo digestivo, como se observa en la tabla 8.

**Tabla 8. Efectos de la fibra en el tubo digestivo**

<b>PORCIÓN DEL TUBO DIGESTIVO</b>	<b>EFECTO DE LA FIBRA</b>
Boca	Aumenta el flujo de saliva
Estómago	Prolonga la estancia de los alimentos
Intestino delgado	Forma soluciones viscosas y retrasa la absorción de algunos nutrimentos (hidratos de carbono, ácidos grasos, colesterol), por lo que es útil en el tratamiento de la diabetes mellitus y las enfermedades cardiovasculares
Colon	Retiene agua osmóticamente, con lo que aumenta el diámetro del colon y disminuye la presión interna

[11]

### **3.5.2.5 Recomendaciones**

Como recomendación final se debe siempre anteponer la fibra dietética presente en los alimentos a los complementos o suplementos que podamos encontrar en el mercado por la

calidad que supone la mezcla de nutrientes y la potenciación de diferentes elementos presentes en los alimentos, que en el caso de la fibra aislada no posee. La FDA aconseja entre 30 y 40 g/día de fibra distribuida en un 30% de fibra insoluble y un 70% de fibra soluble para las personas adultas. Es muy importante no abusar tampoco de la fibra desmesuradamente por los posibles efectos nocivos que puede tener como la pérdida de absorción de determinados micronutrientes como el hierro, calcio, cobre, magnesio y vitamina B, desequilibrio de la dieta, etc. Entre sus efectos no deseados podemos encontrar que aumenta la excreción de nitrógeno y puede entorpecer la digestión y la absorción de proteínas. También meteorismo que es incómodo en las personas que lo padecen. Como conclusión se puede decir que hay que *comer de todo en su justa medida*. [22]

Profesionales e Instituciones de Salud en América Latina, recomiendan el consumo de 25 a 35g de Fibra Dietética al día en adultos, mientras que el consumo promedio en México no sobrepasa los 15g diarios. [24]

### **3.5.3 Aceite de Maíz**

#### **3.5.3.1 El maíz en México y en el mundo**

Entre las diferentes especies de plantas cultivadas, útiles al hombre, tres son altamente importantes por su área mundial cultivada y volumen de producción: trigo, arroz y maíz. [25]

En México el maíz se aprovecha directamente en la alimentación del hombre (tortillas, bollos, elote, etc.), o como materia prima en la industria alimentaria (harina, maicena, aceite, mieles, etc.). [25]

#### **3.5.3.2 El origen del maíz**

El maíz es originario de América, donde era el alimento básico de las culturas americanas muchos siglos antes de que los europeos llegaran al Nuevo Mundo. El origen de esta planta sigue siendo un misterio. [26]

El maíz difiere en tal manera de sus antepasados que durante mucho tiempo no han podido ser identificados con certeza. Actualmente sabemos, sin embargo, que el maíz es la forma

domesticada de la gramínea silvestre mexicana, el teosinte (*Zea mexicana*) [25]. El maíz en grano es la principal fuente de la alimentación humana en América.

### **3.5.3.3 Estructura y composición química**

El grano de maíz maduro está compuesto por 3 partes principales:

*Pericarpio*: Capa exterior de cubierta protectora dura y fibrosa que encierra al grano. [26] Se caracteriza por un elevado contenido de fibra cruda, aproximadamente el 87%, la que a su vez está formada fundamentalmente por hemicelulosa (67%), celulosa (23%) y lignina (0.1%). [25]

*Endospermo*: Reserva energética, representa el 80-84% de peso total del grano. Compuesta por 90% de almidón y 7% proteínas acompañadas de aceites, minerales y otros compuestos. [26]

*Germen*: En el extremo más bajo del grano ocupando el 9,5 al 12% del volumen total de grano. Posee dos partes destacables, el eje embrionario (planta nueva) y el escutelo que constituye una gran reserva de alimento. En el grano maduro el germen contiene alto porcentaje de aceites (35-40%) [26] y un nivel elevado de proteínas (próximo al 20%) y minerales. También contiene nitrógeno, pero en menor medida que el endospermo. [25]

### **3.5.3.4 Elementos nutritivos**

La semilla es una cariopsis y sus constituyentes en promedio son:

Agua 13,5 %; Proteína 10%; Aceite 4,5 %; Almidón 61,0 %; Azúcares 1,4 % y otras sustancias 9,6 %.

*Carbohidratos*: De esta forma es almidón en un 61%, azúcares 1,4%, pentosanos 6,0% y fibra cruda 2,3%. El almidón presente está compuesto en un 27% por amilosa y un 73% por amilopectina.

*Proteína*: Representa un 10% y es biológicamente balanceada. La zeína que es la principal proteína del endospermo, es muy deficiente en lisina (2%) y triptófano (0.5%). Para el crecimiento y mantenimiento de tejidos del cuerpo humano, estos niveles deben duplicarse a 4 y a 1% respectivamente.

*Grasas*: existe aproximadamente 4,5% en el grano entero, encontrándose los ácidos linoléicos, palmítico y araquidónico entre otros. El 80% de lípidos se hallan en el germen.

*Minerales:* Las cenizas están constituidas por P, K, Mg, S y otros minerales.

*Vitaminas:* Existen cantidades significativas de caroteno, vitamina A, tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantotéico y vitamina E. [26]

### **3.5.3.5 Hidratos de carbono y proteínas**

La distribución ponderal de las partes del grano, su composición química concreta y su valor nutritivo tienen gran importancia cuando se procesa el maíz para consumo; al respecto, hay dos cuestiones de importancia desde la perspectiva nutricional: el contenido de ácidos grasos y el de proteínas. El aceite de germen suministra niveles relativamente elevados de ácidos grasos; cuando se dan ingestas elevadas de maíz, como sucede en determinadas poblaciones, quienes consumen el grano desgerminado obtendrán menos ácidos grasos que quienes comen el maíz entero elaborado. Esta diferencia tiene probablemente igual importancia en lo que se refiere las proteínas, dado que el contenido de aminoácidos de las proteínas del germen difiere radicalmente del de las proteínas del endospermo. No obstante, las proteínas del germen proporcionan una cantidad relativamente alta de determinados aminoácidos, aunque no suficiente para la calidad de las proteínas de todo el grano. El germen aporta pequeñas cantidades de lisina y triptófano, los dos aminoácidos esenciales limitantes en las proteínas de maíz. Las proteínas del endospermo tienen un bajo contenido de lisina y triptófano, al igual que las proteínas de todo el grano. [25]

### **3.5.3.6 Aceite y ácidos grasos**

El aceite del grano de maíz está fundamentalmente en el germen y viene determinado genéticamente, con valores que van del 3 al 18%.

El aceite de maíz presenta ventajas con respecto a la utilización de otros aceites, por ejemplo, el aceite de maíz tiene un bajo nivel de ácido palmítico y esteárico, con valores medios del 11% y el 2% respectivamente. De ácidos grasos saturados el maíz tiene 12.7%, la soya 14.4% y el girasol 10.3%. [55]

El aceite de maíz goza de gran reputación a causa de la distribución de sus ácidos grasos, fundamentalmente ácidos oléico y linoléico. [25] [55]

Contiene niveles relativamente elevados de ácidos grasos poliinsaturados, fundamentalmente ácido linoléico, con un valor medio de cerca del 24%. Sólo se han encontrado cantidades reducidísimas de ácidos linolénico y araquidónico.

La abundancia del ácido linolénico en aceites como el de soya es la responsable del desarrollo de un problema de alteración del aroma conocido como reversión (desarrollo de un olor desagradable). [31] La soya tiene un porcentaje de 6.8% de ácido linolénico, en cambio el maíz tiene 0.7% y el de girasol no contiene. [55]

También, el aceite de maíz contiene más ácido oleico (24.2%) que el girasol (19.5%) o la soya (22.8%). [55]

Además, por hidrogenación del ácido oleico se puede obtener ácido esteárico y del ácido linoleico se puede obtener ácido araquidónico. [55]

La hidrogenación de las grasas consiste en la adición de hidrógeno a los dobles enlaces de las cadenas de los ácidos grasos. El proceso es de particular importancia en la industria de las grasas y los aceites puesto que mejora la estabilidad del aceite frente a la oxidación. [31] Incluso, durante la hidrogenación, no sólo se saturan algunos de los dobles enlaces, sino que también otros se relocalizan y/o se transforman de la configuración usual *cis* a la *trans*. [31] La forma *trans* de un ácido graso tiene un más alto punto de fusión. [55]

Además, el aceite de maíz es relativamente estable, por contener únicamente pequeñas cantidades de ácido linolénico (0.7%) y niveles elevados de antioxidantes naturales como el de la vitamina E. [25]

Cabe mencionar que contiene los ácidos linoleico ( $\omega$ -6) y linolénico ( $\omega$ -3) los cuales son esenciales.

Como ventajas exteriores el aceite de maíz es muy comercial, es más económico que los aceites de girasol o de soya debido a que presenta más rendimiento durante su extracción.

**Tabla 9. Contenido de aceite de los diferentes granos de cereal**

<b>CEREAL</b>	Cebada	<b>Maíz</b>	Mijo	Arroz	Centeno	Sorgo	Trigo
<b>ACEITE (% base seca)</b>	2.1	<b>4.4</b>	4.4	2.1	1.8	3.4	1.9

[25]

### 3.5.3.7 Vitaminas liposolubles

El grano de maíz contiene de vitaminas solubles en grasa, la provitamina A o carotenoide y la vitamina E. Los carotenoides se hallan sobre todo en el maíz amarillo. La mayoría de los

carotenoides se encuentran en el endospermo duro del grano y únicamente pequeñas cantidades en el germen. La otra vitamina liposoluble, la vitamina E, que es objeto de cierta regulación genética, se halla principalmente en el germen. [25]

El grano de maíz también contiene vitaminas hidrosolubles.

### 3.5.3.8 Minerales

Como sucede con la mayoría de los granos de cereal, el maíz tiene un bajo contenido de calcio y de oligoelementos. El mineral que más abunda es el fósforo. [25]

**Tabla 10. Distribución de los componentes del maíz dentado entre las fracciones del grano.**

	<b>ENDOSPERMO (%)</b>	<b>EMBRIÓN (%)</b>	<b>PERICARPIO (%)</b>
<b>% del grano</b>	82	11.6	6.4
<b>Proteínas</b>	73.1	23.9	3.0
<b>Almidón</b>	98	1.3	0.7
<b>Aceite</b>	15	83.2	1.8
<b>Azúcar</b>	28.2	70	1.8
<b>Cenizas</b>	18.2	78.5	3.3

[25]

### 3.5.3.9 El valor nutritivo del maíz y sus productos

De la industrialización del maíz se obtienen importantes subproductos utilizados como materias primas industriales, así como para la alimentación humana y del ganado. [25]

El gluten es uno de ellos, el cual, está formado por una mezcla de sustancias nitrogenadas (proteínas) contenidas en el grano. Del germen se obtiene aceite de múltiples usos: industriales, farmacológicos y domésticos. [25] El alto contenido de grasa del germen, permite la extracción de éste a través de prensas o extracción por solventes (hexano, etc). [26]

El maíz puede ser alterado por medios genéticos para producir modificaciones en el almidón, proteína, aceite y otras propiedades, como por ejemplo: el maíz de alto contenido de aceite.

En 1896, C. G. Hopkins, de la Universidad de Illinois, comenzó un programa de fitomejoramiento en maíz en relación con su contenido de aceite. El porcentaje de aceite del material que ha estado bajo selección continua, se ha incrementado desde 4 ó 5% (normal en maíz dentado) hasta 17.5%. Aunque las variedades con altos contenidos de

aceite tienen un bajo rendimiento, las investigaciones recientes con la incorporación de nuevos genes, indican que las variedades que contienen entre 7 y 8% de aceite, pueden ser productivas en cuanto a rendimiento. [25]

Casi todo el aceite está en el germen de la semilla. Después de molido el grano de maíz, rinde como media: 3% de aceite, 16% de agua, 26% de sustancias alimenticias básicas, 55% de almidón.

El aceite de maíz se emplea también para la fabricación de productos de panadería, mayonesa, margarina, etc. [25]

### **3.5.3.10 Propiedades nutritivas**

Se trata de un alimento muy energético y nutritivo, rico en vitamina A. El germen del grano de maíz tiene un aceite que no contiene colesterol. [25]

## **3.5.4 Clara de Huevo**

### **3.5.4.1 Definición**

La clara o albúmina de huevo es una solución viscosa (coloidal), transparente, que rodea a la yema y se encuentra contenida entre las membranas del cascarón.

### **3.5.4.2 Constituyentes**

Sus constituyentes son 88% agua, 10.5% proteínas, 1% carbohidratos y 0.5% minerales aproximadamente.

Básicamente se trata de una solución de proteínas globulares que contienen fibras de ovomucina (existen más de 30 proteínas diferentes). Son ricas en aminoácidos esenciales. Las siguientes tres glucoproteínas suman más del 80% del total de proteínas en la clara de huevo:

**OVOALBÚMINA:** Es la principal proteína de la clara del huevo, más de la mitad del total de proteínas, es de ovoalbúmina. Esta proteína (o grupo de moléculas protéicas estrechamente relacionadas) se desnaturaliza fácilmente por el calor, una característica de interés cuando los huevos se utilizan en la preparación de alimentos. Es llamada

fosfoglicoproteína integrada por tres fracciones, A1, A2 y A3, en una proporción de 85:12:3, respectivamente, que se diferencian por su contenido en fósforo. Es rica en cisteína y metionina y presenta grupos sulfhidrilos.

CONALBÚMINA: Otra proteína que suma alrededor del 14% del total de las proteínas en la clara de huevo es la conalbúmina y también se coagula por el calor. Es una proteína no fosforilada formada por dos cadenas polipeptídicas. No presenta grupos sulfhidrilo pero es rica en enlaces disulfuro. Contiene restos de manosa y glucosamina. Tiene gran poder quelante de metales, en especial el hierro, y en este caso se vuelven más termorresistentes. La capacidad secuestrante del hierro le confiere propiedades antioxidantes y antimicrobianas.

OVOMUCOIDE: Una tercera proteína, el ovomucoide representa el 12% del total.

El ovomucoide no se coagula con el calor. Es una glucoproteína rica en glucosamina (14%) y aminoácidos azufrados (12%). Presenta manosa, galactosa y ácido neuramínico. Es rica en enlaces disulfuro. Es un factor antitripsina y alergeno.

Además, la clara de huevo contiene aproximadamente un 7% de globulinas. [27]

La clara del huevo contiene también vitaminas (riboflavina o vitamina B<sub>2</sub> y niacina o ácido nicotínico, también llamada vitamina B<sub>3</sub>), minerales y un muy pequeño porcentaje de glúcidos (hidratos de carbono) y sustancias grasas. [28]

### **3.5.4.3 Usos de la clara de huevo en panificación**

#### **3.5.4.3.1 Espumado**

Cuando se bate la clara de huevo, las burbujas de aire formadas son atrapadas dentro de la albúmina líquida y es así como se forma la espuma; se produce un cambio en la configuración molecular de las proteínas, trayendo como consecuencia una mayor solubilidad o coagulación de algunas albúminas convirtiéndose en interfase líquido – aire. La adsorción de esta película es esencial en la estabilidad de la espuma.

La formación de espuma es una propiedad funcional y sus características influyen en las propiedades de los merengues y pasteles elaborados en la industria panificadora.

#### **3.5.4.3.2 Capacidad de retención de agua**

Se utiliza clara de huevo porque se ha visto que sus proteínas tienen la capacidad de absorción de agua, propiedad que influye en la textura, color y propiedades sensoriales de los alimentos. También podría ser responsable de la textura ligeramente más esponjosa que presenta un pan.

#### **3.5.4.3.3 Formación de masas**

La clara de huevo ayuda a la formación correcta de masas capaces de retener los gases que producen el esponjamiento y, posteriormente, se coagulan o se fijan estas estructuras por medio de la aplicación de calor produciendo rigidez. [56] La clara comienza a coagular a 62°C. [57]

#### **3.5.4.3.4 Amasado**

La razón principal de añadir clara de huevo sola o con una goma es que realizan la función de espesante, consiguiéndose dos resultados: se reduce la resistencia al amasado y la tendencia de la masa a volverse fluida cuando el amasado se suspende. Al mismo tiempo se incrementa la capacidad de retención de gas y las cualidades del pan resultan considerablemente mejoradas. [58]

### **3.5.5 Caseína**

#### **3.5.5.1 Definición y características**

Las proteínas de la leche se agrupan en dos grandes fracciones: las caseínas y las proteínas del suero.

Las caseínas son las principales proteínas de la leche y se definen como las fosfoproteínas de la leche cruda desnatada que precipitan a pH 4.6 y 20°C formando así una masa blanca. La fracción de caseínas representa alrededor del 80% del contenido proteico total de la leche. Los principales componentes de esta fracción son las caseínas  $\alpha_{s1}$ -,  $\beta$ - y  $\kappa$ -. Las caseínas  $\alpha$  dan cuenta del 50-55% del total de las caseínas, la caseína  $\beta$  representa el 30-35% del total de las caseínas y la caseína  $\kappa$  supone alrededor del 15% del total de las caseínas y es la única caseína mayoritaria que contiene cisteína. [29]

### **3.5.5.2 Usos**

Las caseínas son aprovechadas por sus cualidades nutricionales y se emplean como fuente de proteínas. La caseína en sus diferentes formas, es la base esencial de suministro proteínico en la alimentación infantil y constituye un complemento importante en el equilibrio proteínico de la alimentación de los adultos. Se utilizan también para estabilizar ciertas propiedades físicas de los productos cárnicos, productos de panadería y pastelería, dulces, helados, productos derivados de los cereales, sustitutos de crema batida, cremas para café (en forma de polvos) y productos dietéticos. Se les encuentra en la fabricación de sustitutos de la leche (leche con lactosa), desayunos instantáneos, en la producción de algunos quesos bajos en grasa, para darles una textura cremosa.

Un litro de leche contiene aproximadamente de 25 a 27 gramos de caseína. Forma micelas estables a pH de 6.7 por efecto de su carga negativa que le confieren los ácidos glutámico y aspártico, además de que contiene residuos de fosfato de calcio esterificados a la proteína a través de los grupos OH de la serina y la treonina. [30]

### **3.5.6 Gomas**

#### **3.5.6.1 Generalidades**

Una goma puede ser definida en un sentido amplio como cualquier polisacárido soluble en agua, extraíble a partir de vegetales terrestres o marinos o de microorganismos que posee la capacidad en solución de incrementar la viscosidad y/o de formar geles.

Gomas vegetales de uso generalizado son los galactomananos de semillas de guar y algarrobo, los exudados, goma arábiga y tragacanto, y las de algas, carragenanos y alginatos. Todos ellos son muy utilizados en la tecnología alimentaria. [31]

Al igual que ocurre con la mayoría de los polímeros (polisacáridos y proteínas), las propiedades funcionales de las gomas, como son la de espesante y gelificante, dependen de varios factores: a) los intrínsecos propios de la molécula, como el peso molecular, los grados de ionización y de ramificación, etc., b) los extrínsecos que son propios del sistema, tales como el pH, la fuerza iónica, la temperatura, la concentración de los otros componentes, etc. Cada goma presenta características físicas y químicas determinadas, que no pueden fácilmente ser sustituidas con el uso de otro polisacárido; la combinación de dos

o más de estos compuestos genera nuevas propiedades funcionales que en lo individual no tienen. [23]

Los hidrocoloides de importancia comercial obtenidos a partir de las algas marinas son el alginato, el agar y la carragenina. [32]

El alginato y la carragenina son gomas naturales que forman parte de la fibra dietética, ya que el organismo humano está incapacitado para metabolizarlas por carecer del sistema enzimático necesario. Su característica más importante se basa en la capacidad que tienen para interactuar con el agua, de tal manera que en concentraciones bajas producen soluciones viscosas y cuando éstas se incrementan llegan incluso a establecer geles. [23]

### **3.5.6.2 Carragenina**

#### **3.5.6.2.1 Definición y clasificación**

La carragenina es un hidrocoloide extraído de algas marinas rojas. Es utilizada en diversas aplicaciones en la industria alimentaria como espesante, gelificante, agente de suspensión y estabilizante, tanto en sistemas acuosos como en sistemas lácticos. [34]

La carragenina es un ingrediente multifuncional y se comporta de manera diferente en agua y en leche. [34]

Es clasificada de acuerdo con su estructura y propiedades físicoquímicas o según su proceso de producción.

Con respecto a la estructura y propiedades físico-químicas están las carrageninas tipo:

**KAPPA** - gel rígido, quebradizo, termorreversible, alta fuerza de gel, presenta sinéresis.

**IOTA** - gel elástico, termorreversible, no presenta sinéresis, propiedad tixotrópica.

**LAMBDA** - soluble en frío, no gelificante, produce altas viscosidades. [34]

Con respecto al proceso de producción:

Las carrageninas pueden ser refinadas o semi-refinadas (**semi-refinada**- gel opaco, con mucha celulosa y fibra, bajo grado de pureza; **refinada** - gel claro, transparente, alto grado de pureza). [34]

Las carrageninas generalmente requieren un dispersante, un agente humectante, o medios mecánicos para su apropiada adición dentro del sistema. Debe mantenerse agitación constante durante el proceso para asegurar la mezcla apropiada de los ingredientes. [33]

### 3.5.6.2.2 Estructura

La carragenina es un polisacárido de alto peso molecular con contenido de éster sulfato de 15% a 40% formado por unidades alternadas de D-galactosa y 3,6-anhidro-galactosa (3,6-AG) unidas por ligaduras  $\alpha$ -1,3 y  $\beta$ -1,4-glucosídica. [34] Este enlace da a las carrageninas gelantes (kappa, iota), un efecto helicoidal, el cual, a su vez, permite que dos moléculas de idéntica carragenina formen una doble hélice tipo "DNA". Las unidades repetidas del disacárido básico para los tres tipos de carragenina, se dan en la Tabla 11.

**Tabla 11. Unidades repetidas en las carrageninas.**

Carragenina	Unidades repetidas.
Kappa	D-galactosa-4-sulfato 3,6 anhidra-D-galactosa
Iota	D-galactosa-4-sulfato 3,6 anhidra D-galactosa-2-sulfato
Lambda	D-galactosa-2-sulfato D-galactosa-2,6-disulfato

[33]

La posición y el número de grupos de éster sulfato así como el contenido de 3,6-AG determinan las diferencias primarias entre los tipos de carragenina kappa, iota y lambda. Los mayores niveles de éster sulfato implican en una menor fuerza de gelificación y baja temperatura de solubilización. La carragenina tipo kappa contiene de 25% a 30% de éster sulfato y de 28% a 35% de 3,6-AG. La carragenina tipo iota contiene de 28% a 35% de éster sulfato y de 25% a 30% de 3,6-AG. La carragenina tipo lambda contiene de 32% a 39% de éster sulfato y no contiene 3,6-AG. [34]

Los pesos moleculares se encuentran generalmente en el rango de 100.000 a 500.000 Daltons. [33]

Las figuras 2, 3 y 4 presentan las estructuras químicas de las carrageninas:

**Figura 2. Carragenina tipo Kappa**

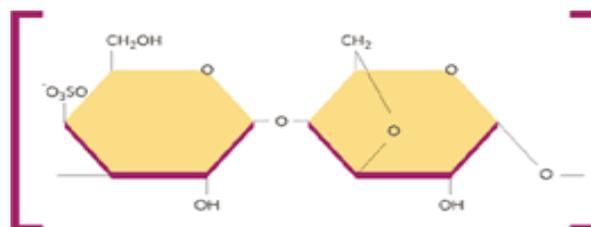


Figura 3. Carragenina tipo Iota

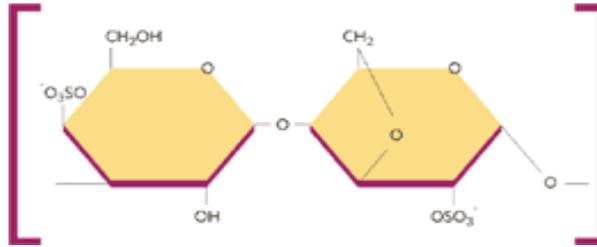
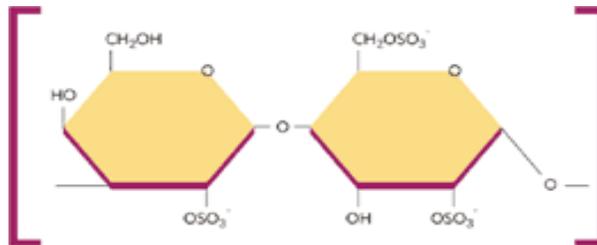


Figura 4. Carragenina tipo Lambda



[34]

### 3.5.6.2.3 Propiedades

#### 3.5.6.2.3.1 Solubilidad

Es de notar particularmente las concentraciones usadas para producir geles en agua, en comparación con las usadas para formar geles en leche. Una reducción a la décima parte en la carragenina usada en geles en sistemas lácteos, genera aún suficiente estructura tridimensional para formar geles que son comparables con los sistemas acuosos. Esto se debe primordialmente, a la fuerte interacción de las carrageninas gelificantes completamente modificadas con, básicamente, caseína kappa. [33]

*Agua caliente:* Todos los tipos de carragenina son solubles en agua caliente a temperaturas superiores a la temperatura de fusión del gel. El intervalo normal de temperaturas es de 40° a 70°C, dependiendo de la concentración y de la presencia de cationes. [34]

*Agua fría:* En agua fría, solamente son solubles la carragenina tipo lambda y las sales de sodio de los tipos kappa e iota. Las sales de potasio y calcio de las carrageninas kappa e iota no son solubles en agua fría pero exhiben expansión por hidratación considerable en función de la concentración, tipos de cationes presentes, temperatura del agua y condiciones de dispersión. [34]

*Leche caliente:* Todos los tipos de carragenina son solubles en leche caliente, pero algunos tipos son intensamente afectados por iones de calcio. El enfriamiento tiende a gelificar la solución. La fuerza de gel y la consistencia dependen de la concentración de la solución y de la sensibilidad de la carragenina a los iones de calcio. [34]

*Leche fría:* La carragenina tipo lambda es soluble en leche fría debido a su insensibilidad a la presencia de iones de potasio y calcio. Las carrageninas kappa e iota son insolubles en leche fría, pero pueden ser utilizadas eficazmente para espesar o gelificar soluciones de leche fría cuando son usadas en conjunto con un fosfato tal como el pirofosfato tetrasódico (TSPP). [34]

*Solución de Azúcar:* Todos los tipos de carragenina son relativamente insolubles en soluciones concentradas de azúcar a temperatura ambiente. Sin embargo, las carrageninas tipo kappa y lambda son solubles en soluciones con hasta 65% de azúcar a temperaturas superiores a 70° C. La carragenina tipo iota es de difícil disolución en soluciones concentradas de azúcar a cualquier temperatura.

*Solución de Sal (Salmuera):* Las carrageninas iota y lambda son solubles en soluciones concentradas de sal a altas temperaturas (20% a 25% de cloruro de sodio). La carragenina kappa es insoluble. [34]

Altos niveles de azúcar (por ejemplo, aproximadamente 50% o más), retardan la completa solubilidad de la carragenina, debido a la solubilización/aglutinación del azúcar con el agua. Altos niveles de sal, por ejemplo, 2-3%, no retardarán la dispersión, pero a menudo, previenen la solubilización a las temperaturas normales del proceso. Se recomienda que la carragenina sea incorporada al medio, con anterioridad a la adición de altos porcentajes de azúcar o sal, para permitir una apropiada solubilización del polisacárido. En la práctica real, la carragenina se usa en sistemas que no contengan más del 2% de sal. [33]

### **3.5.6.2.3.2 Gelificación**

#### **3.5.6.2.3.2.1 Mecanismo**

La carragenina se vende en forma de polvo fino, el cual, en presencia de cationes, requiere calor para una solubilización completa. [33] Para ello se recomienda dispersar la carragenina con agitación continua y calentar el sistema (agua, leche) hasta aproximadamente 82-85°C, con lo cual se asegura la solubilización completa del

polisacárido. [33] Físicamente, la solución presentará un aumento de viscosidad, debido al desenrollamiento de las moléculas de la carragenina, con la subsecuente ligadura del hidrógeno a las moléculas de agua en el medio. [33]

Las soluciones calientes de carrageninas kappa e iota poseen la habilidad de formar geles termorreversibles a través de su enfriamiento. [34] Este fenómeno ocurre debido a la formación de una estructura de doble hélice por los polímeros de la carragenina. A temperaturas superiores a la temperatura de fusión del gel, los polímeros de la carragenina existen en la solución como espirales aleatorias. [34]

Una vez que la carragenina gelificante esta solubilizada, el sistema puede ser enfriado hasta aproximadamente 10°C sobre su temperatura de gelificación y vertido en los envases deseados. [33] Durante el enfriamiento de la solución, una red tridimensional de polímeros es formada, en la cual las hélices dobles constituyen los puntos de unión de las cadenas de polímero. [34] La presencia de asas en la cadena, así como el número, tipo y posición de los grupos de éster sulfato tienen efectos importantes en las propiedades de gelificación. [34] Ese mecanismo de gelificación es básico para las soluciones de carrageninas tipo kappa e iota. Las sales de potasio o calcio son necesarias para la obtención del gel en agua, pero no son necesarias en leche. [34]

En los sistemas listos para servir, el llenado debe hacerse por encima de 74°C, a menos que se mantengan condiciones asépticas. [33] En el llenado en frío (aséptico), las aplicaciones de carragenina están limitadas a la iota, debido a su propiedad de recuperación tixotrópica. [33]

Los geles de carrageninas kappa e iota tienen temperaturas de gelificación y derretimiento, que pueden ser controladas mediante un ajuste catiónico, dentro del sistema alimenticio. [33]

#### **3.5.6.2.3.2 Textura**

Las carrageninas kappa e iota forman gel en agua solamente en la presencia de ciertos cationes. La carragenina kappa es sensible al ión potasio y produce geles rígidos y quebradizos en soluciones acuosas con sales de potasio. El gel de carragenina kappa presenta sinéresis (extrusión espontánea de agua a través de la superficie del gel en reposo) y cuanto mayor sea la concentración de potasio en la solución mayor será la sinéresis. La

carragenina iota es sensible al ión calcio y produce geles blandos y elásticos en soluciones acuosas con sales de calcio. La carragenina iota no presenta sinéresis. La fuerza de gel es directamente proporcional a la concentración de carragenina y de sales. La concentración de cationes superior a un cierto límite implicará en la disminución de la fuerza de gel. El gel formado es termorreversible y puede ser sometido a ciclos de calentamiento y enfriamiento sin alteración considerable en la estructura del gel (pH neutro). Las temperaturas de gelificación y fusión del sol-gel dependen de la concentración de cationes. El aumento de la concentración de sales de potasio o calcio en soluciones acuosas resultará en el aumento de la temperatura de gelificación. [34]

#### **3.5.6.2.3.3 Viscosidad**

La concentración de carragenina en la solución es en general de 1,5% en peso del volumen de agua. La viscosidad de soluciones de carragenina depende de la concentración, temperatura, presencia de otros solventes, tipo de carragenina y peso molecular. Mayor peso molecular, mayor concentración o disminución de la temperatura de la solución aumentan la viscosidad considerablemente. [34]

#### **3.5.6.2.3.4 Estabilidad**

La solución de carragenina es bastante estable en los pH neutros o alcalinos, pero los pH bajos afectan su estabilidad, especialmente a altas temperaturas. La disminución del pH causa la hidrólisis del polímero de la carragenina, lo cual resulta en la disminución de la viscosidad y de la fuerza de gelificación. Sin embargo, una vez formado el gel, aun en los pH bajos (3,5 a 4,0) no hay más ocurrencia de hidrólisis y el gel permanece estable. Para las aplicaciones prácticas, es importante estar atento a las limitaciones de la carragenina en medios ácidos (solución y gel). El procesamiento de las soluciones de carragenina con pH bajo a altas temperaturas durante un tiempo prolongado debe evitarse. [34]

El mejor rango de pH para el comportamiento de la carragenina, esta entre 4 y 10, siendo el nivel para la mayoría de los sistemas alimenticios, por debajo de pH 7. Las fallas en el comportamiento son aceleradas a medida que se reduce el pH, pero hay varios métodos aplicables para minimizar este efecto del pH. Con técnicas HTST (alta temperatura, tiempo

corto), UHT (ultra alta temperatura) y sistema de llenado aséptico, se logra minimizar estas fallas. [33]

#### **3.5.6.2.3.5 Reactividad con proteínas**

Una de las propiedades que diferencian a la carragenina de otros hidrocoloides es su habilidad de interactuar con las proteínas de la leche. La alta reactividad de la carragenina en la leche se debe a la fuerte interacción electrostática entre los grupos de éster sulfato negativamente cargados de la molécula de carragenina con la micela de caseína de la leche que posee regiones de fuerte carga positiva. Otra forma de interacción es a través de puentes entre grupos de éster sulfato de la carragenina con residuos carboxílicos de los aminoácidos que componen la proteína. La reactividad con proteínas depende de muchos factores como concentración de carragenina, tipo de proteína, temperatura, pH y punto isoelectrico de la proteína. [34]

#### **3.5.6.2.3.6 Interacción con otras gomas**

La carragenina kappa presenta una sinergia en común con la goma de algarrobo (LBG) en sistemas acuosos. El gel obtenido de la mezcla de carragenina con LBG presenta un considerable aumento de fuerza de gel, mejora en la capacidad de retención de agua, reducción de sinéresis y una alteración de la textura del gel de quebradiza a elástica.

La carragenina iota presenta sinergia con los almidones. Un sistema que contenga una mezcla de carragenina iota y almidón presenta un aumento de viscosidad hasta 10 veces superior a la viscosidad de un sistema que contenga solamente el almidón. De esta forma, la carragenina iota se torna muy útil para la alteración de textura, paladar y propiedades de proceso de sistemas con base en almidón. [34]

#### **3.5.6.2.4 Aplicaciones y funcionalidad**

Las aplicaciones de la carragenina están concentradas en la industria alimentaria. Las aplicaciones pueden ser divididas en sistemas lácteos, acuosos y bebidas. La carragenina posee diversas funciones de acuerdo con su aplicación: gelificación, espesamiento, estabilización de emulsiones, estabilización de proteínas, suspensión de partículas, control de fluidez y retención de agua. [34]

Los factores claves para la utilización de carragenina son: económicos/disponibilidad.

En términos generales puede decirse que para procesos en donde se requiere gelificación, se necesitan carrageninas kappa y/o iota. Si se requiere viscosidad o suspensión, se aplica carrageninas lambda. Con frecuencia, una combinación de dos o tres carrageninas, producirá la textura deseada para un sistema alimenticio. [33]

#### **3.5.6.2.4.1 Industria alimentaria**

La carragenina se encuentra presente en productos tales como: helados, flanes, yogures, quesos, en postres tipo gelatina, jaleas, caramelos de goma, merengues, jamón, mortadela, patés, en clarificación y refinación de zumos, cervezas, vinos y vinagres, jarabes, zumos de fruta en polvo, en coberturas de tartas, rellenos de tortas, **masas de pan**, sopas en polvo, mostaza, salsas listas para pastas, etc. [34]

Actualmente la carragenina se usa ampliamente en la industria de panificación, debido a que mejora considerablemente la textura de los productos al adicionarla en concentraciones de 0.1%, principalmente en pan y galletas, resultando un excelente acondicionador de harina.

En procesos continuos de elaboración de pan, la adición de carragenina en combinación con lecitina ha mostrado tener un efecto sinérgico en las proteínas de la harina de los productos horneados que contienen sólidos de leche, mejorando así el volumen, textura y forma del producto terminado.

Durante el amasado la carragenina se usa para dar dureza y elasticidad a las proteínas, además de mejorar el cuerpo y la adhesividad.

Otra de las ventajas que presenta la carragenina como aditivo en panificación es que se encuentra ampliamente reconocida en México por la Secretaría de Salud y la Dirección General de Normas y la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial; en Estados Unidos por la FDA y en países europeos por el Codex Alimentarius elaborado por la Comunidad Europea en coordinación con la FAO. [59]

### 3.5.6.2.5 Especificaciones

**Tabla 12. Propiedades físico-químicas de la carragenina**

<b>Apariencia</b>	Polvo levemente amarillo
<b>Granulometría</b>	Mesh 200
<b>Humedad</b>	Máx. 18%
<b>Absorción de agua</b>	Máx. 75c.c.
<b>Proteína bruta</b>	0,50 – 0,70%
<b>Grasa bruta</b>	0,30 – 0,50%
<b>Cenizas totales</b>	Máx. 15%
<b>Materiales orgánicos</b>	Máx. 1,0%
<b>Materiales insolubles</b>	Máx. 1,0%
<b>pH</b> sol 1,5% a 20°C	7,0 a 10,0
<b>Fuerza de gel</b> agua, sol 1,5%, 0.2% KCl, 20°C	500 a 1.200 g/cm <sup>2</sup>
<b>Fuerza de gel</b> agua, sol 1,5% a 20°C	100 a 350 g/cm <sup>2</sup>
<b>Fuerza de gel</b> leche, sol 0,5% a 20°C	500 a 2.000 g/cm <sup>2</sup>
<b>Viscosidad</b> agua, sol 1,5% a 75°C	30 a 300 cps
<b>Punto de fusión</b>	50° a 70°C
<b>Punto de gelificación</b>	30° a 50°C
<b>Solubilidad</b>	Agua en ebullición

[34]

**Tabla 13. Propiedades microbiológicas de la carragenina**

<b>Conteo de bacterias aerobias</b>	< 5.000 UFC/g
<b>E. Coli</b>	Ausente
<b>Salmonella</b>	Ausente
<b>Conteo de bacterias conformes</b>	< 100 UFC/g

Análisis efectuados por el método 3M Petrifilm [34]

En este proyecto se utilizarán iota y kappa carrageninas.

### 3.5.6.3 Alginatos

#### 3.5.6.3.1 Definición y generalidades

Un alginato es una sal del ácido algínico, constituyente de la pared celular de una gran cantidad de especies de algas pardas procesadas. [35] [36]

Como productos industriales de las algas podemos encontrar, además de los alginatos, a los carragenanos y los agares. Son coloides comparables con almidones, gomas y gelatinas de otras fuentes. [36]

Algunas son sustancias, bastante complejas, obtenidas de vegetales o microorganismos no digeribles por el organismo humano. Por esta última razón, al no aportar nutrientes, se utilizan ampliamente en los alimentos bajos en calorías. Algunos de estos productos no están bien definidos químicamente, al ser exudados de plantas, pero todos tienen en común cadenas muy largas formadas por la unión de muchas moléculas de azúcares más o menos modificados. Tienen propiedades comunes con el componente de la dieta conocido como "fibra", aumentando el volumen del contenido intestinal y su velocidad de tránsito. [37]

Los alginatos no se absorben en el tubo digestivo, y tampoco se ven muy afectados por la flora bacteriana presente. [37]

Las soluciones de alginato permiten, a concentraciones tan bajas como 0,25% a 0,5% estabilizar emulsiones, suspensiones y espumas; mientras que a concentraciones mayores y en presencia de ciertos iones (principalmente calcio) forman geles de tipo químico, no reversibles al calentarlos y de dureza variable según los pesos moleculares de los polisacáridos componentes. Éstos encuentran variadas aplicaciones en la industria, particularmente cuando el calcio es usado como ión divalente. [38] Este debe añadirse de forma controlada para lograr la formación de asociaciones moleculares ordenadas. [37]

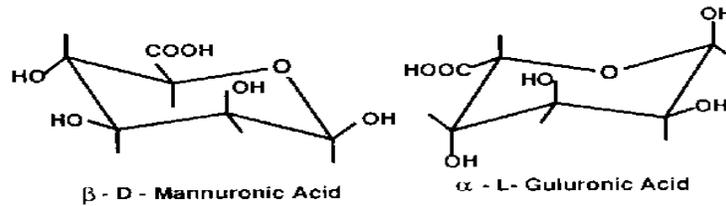
Las soluciones de alginato también forman geles por acidificación en condiciones controladas; estos son generalmente más débiles que los geles de calcio y, a diferencia de ellos, dan una sensación de fusión en la boca, por lo que tienen muchas aplicaciones en la industria de alimentos. [38]

El mercado de este producto tiene precios que oscilan entre los 5 y los 20 dólares por Kg. [36]

#### **3.5.6.3.2 Estructura química de los alginatos**

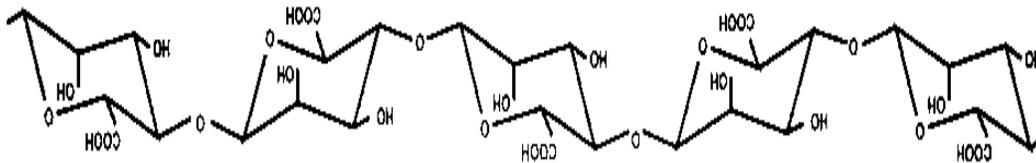
Los alginatos son las sales del ácido algínico, polisacárido lineal constituido por dos unidades monoméricas, el ácido  $\beta$ -D-manurónico (M) y el ácido  $\alpha$ -L-gulurónico (G). Estos se agrupan en bloques de secuencias MM, MG, unidos por enlaces glucosídicos  $\beta$  (1-4); y bloques GG, GM, unidos por enlaces glucosídicos  $\alpha$  (1-4). [38]

**Figura 5. Estructuras en forma de silla de los ácidos  $\beta$ -D-manurónico y  $\alpha$ -L-gulurónico**



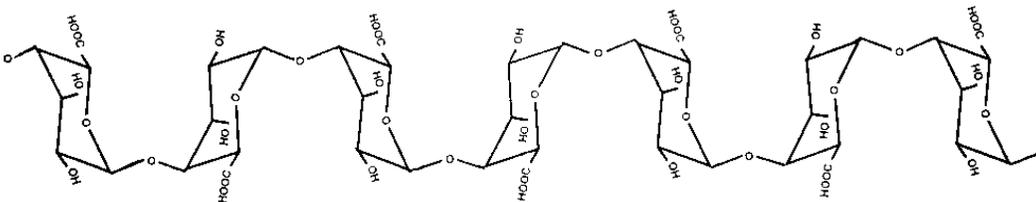
Ha sido demostrado que la cadena polimérica que constituye el ácido algínico y sus sales se compone de tres tipos de regiones o bloques. Los bloques G contienen solo unidades derivadas del ácido L-gulurónico, los M se basan enteramente en ácido D-manurónico y las regiones MG, que consisten en unidades alternadas de ambos ácidos. [38]

En las figuras 6 y 7 se muestran las configuraciones espaciales que adoptan los bloques M y G debido a los diferentes enlaces glucosídicos entre los carbonos C-1 y C-4 de las unidades monoméricas. Las regiones de bloques M corresponden a cadenas lineales, mientras que los bloques G presentan una estructura en forma de bucle.



**Figura 6. Bloques MM**

**Figura 7. Bloques GG**



Cuando dos cadenas de bloques G se alinean lado a lado resulta un hueco en forma de diamante, el cual tiene la dimensión ideal para acomodar en su interior un ión calcio, formándose una estructura dimérica. Según los porcentajes de regiones de bloques G y M, que varían en las distintas especies de algas, serán las características de los geles de alginatos. Por ejemplo, un alginato, con alto porcentaje de segmentos poligulurónicos forma geles rígidos, con baja capacidad de unión de agua y tendencia a la sinéresis (pérdida de agua por proceso de exudación del gel, que produce su contracción). Por el contrario,

otro alginato puede formar geles elásticos, con baja tendencia a la sinéresis y capacidad de sufrir deformación. [38]

### **3.5.6.3.3 Propiedades físico-químicas**

La discusión siguiente se centra en aquellas propiedades de los compuestos algínicos comerciales (ácido algínico y sus sales de sodio, potasio, amonio, propilenglicol, etc.) que son particularmente relevantes para su uso como agentes espesantes, estabilizantes y gelificantes.

#### **3.5.6.3.3.1 Estabilidad: Alginatos sólidos**

El grado de polimerización (GP) de un alginato es una medida del peso molecular promedio de sus moléculas y corresponde al número de unidades de ácidos urónicos en la cadena polimérica. La viscosidad de las soluciones de alginato se relaciona directamente con el grado de polimerización y el peso molecular; mientras que la pérdida de viscosidad de las mismas que se produce comúnmente durante el almacenaje es una medida de la extensión de un proceso de depolimerización del alginato. [38]

Comercialmente se producen alginatos (principalmente alginato de sodio) de baja, media y alta viscosidad (esto se refiere a la viscosidad de sus soluciones acuosas al 1%), que presentan pequeñas diferencias en cuanto a estabilidad: con ciertas excepciones, la regla general es que los compuestos con un elevado grado de polimerización son menos estables que aquellos con un GP bajo. El ácido algínico es el menos estable de los productos. Sin embargo, los compuestos de cadenas más cortas resultan estables. [38]

A pesar de las diferencias mencionadas en cuanto a estabilidad, todo compuesto algínico comercial deberá almacenarse en un lugar fresco a temperaturas de 25°C o menores, pues la elevación de la misma puede causar una significativa depolimerización que afecta las propiedades comercialmente útiles como la viscosidad y la fuerza de los geles. El área de almacenaje deberá también tener un medio de control de la humedad ambiente a fin de que el producto no supere su contenido usual de humedad (10-13%), lo que incrementa la depolimerización. [38]

#### **3.5.6.3.3.2 Solubilidad**

Esta propiedad se ve afectada tanto por factores físicos como químicos.

**Factores físicos:** La solubilización de los compuestos de alginato se ve afectada tanto por el tamaño como por la forma de las partículas. Usualmente se prefiere un material basto o grosero cuyas partículas resultan más fáciles de dispersar y suspender, aunque tienen una baja velocidad de hidratación. Las partículas finas se disolverán más rápidamente, pero existe mayor riesgo de que se aglomeren; éste efecto puede disminuirse diluyendo el alginato en presencia de otro polvo, por ejemplo azúcar. [38]

La cantidad de alginato que se disolverá en agua está limitada por la naturaleza física de las soluciones, más que por la solubilidad del compuesto en sí. Al incrementarse la concentración de alginato, la solución pasa de un estado de líquido viscoso a una pasta espesa, punto en el cual se vuelve muy difícil de dispersar el alginato remanente. [38]

**Factores químicos:** La solubilización de estos productos en agua resulta difícil si se realiza en presencia de compuestos que compiten con las moléculas de alginato por el agua necesaria para su hidratación. Así, la presencia de azúcares, almidón o proteínas en el agua reducirá la proporción de hidratación y se requerirán mayores tiempos de mezcla. Las sales de cationes monovalentes (como el NaCl) tienen un efecto similar a concentraciones cercanas al 0.5%. Lo mejor es agregar todas estas sustancias después de que el alginato fue hidratado y disuelto. [38]

La presencia de pequeñas cantidades de cationes polivalentes inhibe la hidratación de los alginatos y proporciones elevadas de los mismos causan su precipitación. El alginato sódico resulta de difícil disolución en aguas duras y leche debido a que ambas contienen iones calcio; estos deben ser primero secuestrados con un agente complejante tal como hexametáfosfato de sodio o ácido etilenediamino tetraacético (EDTA). [38]

Los alginatos en general son insolubles en solventes miscibles con el agua como son alcoholes y cetonas. Las soluciones acuosas (1%) de la mayoría de los alginatos toleran la adición de 10-20% de tales solventes; pero proporciones mayores impiden una correcta hidratación de las moléculas. [38]

### **3.5.6.3.3 Viscosidad**

La viscosidad es la propiedad fundamental de las soluciones de alginato y junto a su reactividad frente al calcio, es la que genera las características únicas de tales compuestos como espesantes, estabilizantes, gelificantes, etc. [38]

En las concentraciones empleadas en la mayoría de las aplicaciones, las soluciones de alginato tienen un comportamiento pseudoplástico, es decir, que la viscosidad decrece al aumentar el grado de cizallamiento (por agitación o bombeo). Este efecto es reversible, excepto a niveles de cizalla muy elevados, y es más marcado en las soluciones de alginatos de alto peso molecular y las de alginato sódico que contienen iones calcio. [38]

Esta propiedad de las soluciones de alginatos puede ser muy variable y es función de numerosos factores, entre los que cabe mencionar los siguientes:

**Peso molecular:** Cuanto mayor es el PM del alginato, más viscosas resultan sus soluciones. Los productores pueden controlar el PM de los compuestos de alginato (grado de polimerización). Se ofrecen generalmente productos con GP comprendidos entre 100 y 1000 unidades.

**Concentración:** Los alginatos comerciales pueden obtenerse en diferentes grados de viscosidad – alto, medio y bajo - lo que puede controlarse variando las concentraciones.

**Temperatura:** Las soluciones de alginatos se comportan igual que otros fluidos en la dependencia de la viscosidad con la temperatura: dentro de cierto rango, la viscosidad de tales soluciones decrece aproximadamente 2,5% por cada grado de incremento en la temperatura. El proceso es reversible, pudiendo la solución volver a su viscosidad inicial por enfriamiento. [38]

**pH:** La viscosidad de las soluciones de alginato de sodio es casi independiente del pH en el rango entre 5 y 10, presentando un valor ligeramente mayor cerca de la neutralidad (pH 6-8) debido a efectos repulsivos de los grupos carboxilos cargados negativamente (COO<sup>-</sup>), los que mantienen extendidas las cadenas del polímero e incrementan su capacidad de unión de moléculas de agua. Por debajo de pH 4,5 la viscosidad tiende a incrementarse por la disminución de la solubilidad del ácido algínico libre, el cual precipita en forma de gel a un pH de 3-3,5. [38]

**Fuerza iónica:** la viscosidad de las soluciones de alginato de sodio decrece levemente por la adición de sales de cationes monovalentes. El polímero en solución tiende a contraerse al aumentar la fuerza iónica de la misma.

Un efecto contrapuesto se tiene al agregar a las soluciones de alginato iones de metales polivalentes, dentro de los cuales el calcio es particularmente importante: la viscosidad se incrementa al aumentar la concentración de los mismos. [38]

#### **3.5.6.3.4 Geles de alginato**

*Se ha acusado a los alginatos, así como a otros gelificantes, de disminuir la absorción de ciertos nutrientes, especialmente metales esenciales para el organismo como hierro o calcio. Esto solo es cierto a concentraciones de alginato mayores del 4%, no utilizadas nunca en un alimento. Los alginatos no producen, que se sepa, ningún otro efecto potencialmente perjudicial.* [37]

#### **3.5.6.3.5 Compuestos comerciales, usos y aplicaciones**

Actualmente los alginatos son uno de los biopolímeros más versátiles para uso industrial. [35] La importancia que tienen está dada por su propiedad hidrocoloide; esto es, su capacidad de hidratarse en agua caliente o fría para formar soluciones viscosas, dispersiones o geles. [38]

Aprovechando estas propiedades, son usados en diferentes ramas de la industria; en la alimenticia, como aditivos por sus propiedades espesantes, emulsionantes (aceite-agua), estabilizantes, coloides protectores y texturizantes en distintos productos como helados, conservas, aderezos de ensaladas, embutidos, etc.; en la industria farmacéutica, como agente fijador y emulsificante en la formulación de comprimidos y otras formas farmacéuticas; y otras de menor volumen. [35]

Los alginatos más comunes que se comercializan en el mercado incluyen los siguientes: ác. algínico, alginato de Na, alginato de K, alginato de  $\text{NH}_4$ , alginato de Ca y el alginato de propilenglicol. [38]

Algunos de estos compuestos, principalmente el ácido algínico y sus sales de sodio, calcio y potasio, se ofrecen en tres calidades diferentes. Dichas calidades corresponden a:

**Calidad alimentaria:** productos completamente libres de celulosa, de coloración blanca o ligeramente amarilla.

**Calidad farmacéutica:** productos blancos, totalmente libres de celulosa.

**Calidad técnica:** productos usualmente libres de celulosa (puede contener cierta proporción); color variable desde blanco a amarillo o marrón. [38]

**Cuadro 7. Aplicaciones alimenticias de los alginatos**

<b>Espesante, estabilizante o propiedades de suspensión en:</b>	Jugos de fruta, salsas, crema, cerveza, etc.
<b>Propiedades gelificantes en:</b>	Alimento para animales, gelatinas, relleno de aceitunas, etc.
<b>Propiedades de control en:</b>	Fabricación de quesos, helados, <b>cubiertas de frutas en pastelería</b> , etc.

[38]

En éste proyecto se utilizará alginato de sodio.

### 3.5.7 Bicarbonato de Sodio

#### 3.5.7.1 Polvos para hornear

Estos productos, también llamados "leudantes químicos o levaduras químicas", son mezclas de distintos compuestos que tienen la propiedad de generar anhídrido carbónico cuando se ponen en agua. Por esta razón, se emplean en la panificación cuando no se lleva a cabo la fermentación panaria tradicional con levaduras. El gas así generado, ejerce una presión en el interior de la red tridimensional de las proteínas y de los hidratos de carbono del gluten, lo que hace que el pan se expanda y se esponje. En las burbujas así formadas es donde propiamente se inicia dicha expansión, que va aumentando a medida que el gas se calienta y se incrementa la presión de vapor del agua propia de la masa. Para obtener una textura adecuada, es muy importante que estas burbujas sean muy abundantes, pequeñas y que estén distribuidas homogéneamente. Los polvos para hornear están constituidos por el bicarbonato de sodio y un ácido o una sal ácida. El bicarbonato de sodio es barato, muy disponible y cumple bien con su función pues se descompone en agua y CO<sub>2</sub> en presencia de ácidos.

Por otra parte, entre los ácidos o las sales ácidas más comunes, destacan el ácido tartárico, el tartrato ácido de potasio (bitartrato o cremor tártato), el sulfato sódico-alumínico, el ortofosfato monocálcico, el pirofosfato ácido de sodio y la glucono-deltalactona, está última no es propiamente un ácido, pero su lenta descomposición genera ácido glucónico, que es el que actúa como agente activo.

Cada formulación comercial produce distintos volúmenes de gas, de tal suerte que hay polvos para hornear para cada necesidad de la industria de la panificación. En general, se prefieren mezclas que liberen el anhídrido carbónico durante el horneado y no cuando se efectúa el mezclado de todos los ingredientes. [23]

En éste proyecto se utilizará el bicarbonato de sodio.

### 3.5.8 Sucralosa

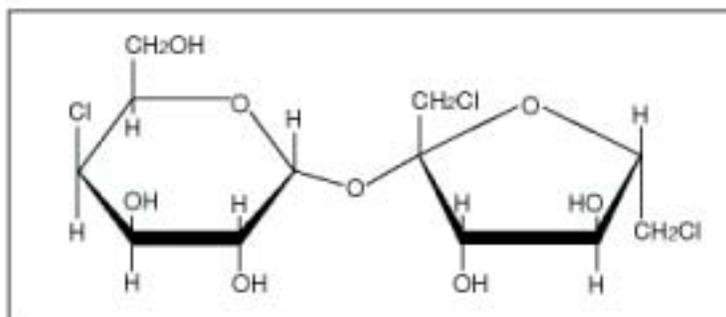
#### 3.5.8.1 Características

El componente SUCRALOSA (1,6-dicloro 1,6-Dideoxi-*b*-D-FructoFuranosil-1,4-dicloro-4 deoxi-*a*-D-galactopiranosido) es un edulcorante que tiene un sabor dulce agradable similar a la sacarosa y no tiene resabio desagradable. Sucralosa es un sólido blanco cristalino, no higroscópico el cuál es altamente soluble en agua, etanol y metanol, además tiene un enlace glicosídico significativamente más resistente a ácidos ó hidrólisis enzimática que la sacarosa.

Sucralosa no es calórica, por lo tanto, no contribuye con calorías cuando es adicionada a alimentos. Por último, sucralosa ha demostrado ser no cariogénica, su fabricación es benéfica para el uso en aplicaciones no cariogénicas tales cómo gomas de mascar. [46]

#### 3.5.8.2 Fórmula y estructura química

Figura 8. SUCRALOSA ( $C_{12}H_{19}Cl_3O_8$ )



[47]

#### 3.5.8.3 Características fisico-químicas de sucralosa

Solubilidad: la solubilidad de sucralosa en agua está en el rango de 28.3g/100mL a 20°C y 66g/100mL a 60°C. Por lo tanto, podrá ser fácilmente usada en operaciones de alimentos, además de que no tendrán que ser desarrolladas técnicas especiales para solubilizarla. [46]

#### **3.5.8.4 Características sensoriales de sucralosa**

Como guía general, sucralosa es considerada como 600 veces más dulce que la sacarosa. Por la intensa dulzura de la sucralosa es necesaria una cantidad extremadamente pequeña para lograr el deseado nivel de isodulzura de la sacarosa. [46]

Es importante notar que los actuales niveles de uso de sucralosa podrían ser modificados por características tales como pH, temperatura y viscosidad de los sistemas de alimentos o bebidas en el cual la sucralosa es incorporada. [46]

#### **3.5.8.5 Aplicación de sucralosa en alimentos**

En la Tabla 14, la CODE OF FEDERAL REGULATION (CFR) lista las categorías por las cuales el uso de sucralosa ha sido propuesta. Estas categorías son de naturaleza general y no es un producto específico, permitiendo al profesional de alimentos la libertad de desarrollar nuevos productos que podrán ser cubiertos por la categoría regulatoria como es definido en la CFR. Los datos propuestos en la sucralosa como aditivo de alimentos, claramente demuestran que la sucralosa tiene los requerimientos de estabilidad para el efectivo uso como edulcorante en todas las categorías propuestas.

Todos los datos obtenidos demostraron que la sucralosa puede ser usada en virtualmente todas las aplicaciones alimenticias.

**Tabla 14. Categorías de aplicación en Sucralose Food Additive Petition (U.S.)**

- GOMAS DE MASCAR
- CAFÉ Y TÉ
- PRODUCTOS LÁCTEOS Y ANÁLOGOS
- GRASAS Y ACEITES (ENSALADAS)
- POSTRES DE LECHE, HELADOS Y MEZCLAS
- GELATINAS
- GELATINAS Y PUDINES
- JAMONES
- PRODUCTOS DE LECHE
- FRUTAS PROCESADAS Y JUGOS DE FRUTAS
- SUBSTITUTOS DEL AZÚCAR
- DULCES, JARABES

[46]

### **3.5.8.6 Típicos niveles usados de sucralosa**

Los actuales niveles de uso en formulaciones específicas podrían variar dependiendo del nivel de dulzura deseado y de otros ingredientes usados en la formulación.

### **3.5.8.7 Seguridad**

Sucralosa no es tóxica y no se hidroliza ó dechlorina después de su ingestión, los estudios en animales demuestran claramente la seguridad general de sucralosa bajo cada condición de prueba.

Estudios de metabolismo indican que el perro, rata, conejo y el hombre metabolizan sucralosa similarmente, por lo tanto, los resultados de los estudios de seguridad llevados a cabo sobre sucralosa en animales pueden ser extrapolados hacia el hombre con confianza. [46]

### **3.5.8.8 Cariogenicidad**

En unos estudios fue demostrado que donde sucralosa fue la única fuente de carbono, el crecimiento de diez cepas de bacterias orales y placa no pudo ser reportada. Cuando sucralosa fue incorporada en un medio líquido conteniendo glucosa o sacarosa, todos los microorganismos probados mostraron similar producción de ácido cuando se comparó con el control sin sucralosa. Sin embargo, se observó usando C<sub>14</sub>- marcado, que sucralosa inhibe la formación de polímeros de glucana y fructana encontrados en placa. Estos datos demuestran que sucralosa no es metabolizada por bacterias orales y que además sucralosa tiene una acción no competitiva y acción inhibitoria reversible sobre las enzimas necesarias para sintetizar polímeros de glucana y fructana. Los resultados de estos estudios demuestran que sucralosa no es cariogénica y no contribuirá en el desarrollo de caries. [46]

### **3.5.8.9 Estado regulatorio**

En junio de 1990, la Junta del Comité Experto sobre Aditivos de Alimentos (JECFA) asignó una permanente ADI (Acceptable Daily Intake) para sucralosa de 15mg/Kg peso corporal por día. [46]

## **3.6 Microorganismos Probióticos**

### **3.6.1 Probióticos**

#### **3.6.1.1 Generalidades**

Las enfermedades relacionadas con la alimentación (diabetes no insulino-dependiente, osteoporosis, hipertensión, cáncer del tubo digestivo o de mama, obesidad, enfermedades cardiovasculares, etc.) constituyen las mayores causas de mortalidad en Europa. [39]

Estos hechos no han pasado desapercibidos a la población en general. En el marco de la población europea existe una arraigada creencia de que lo que se come influye en la salud.

Así, en un estudio que relaciona actitudes hacia los alimentos y la salud, se demostró que el 62% de la gente realiza esfuerzos para seguir una dieta sana. Un estudio dirigido por el European Institute for Food Studies, que incluía más de 14.000 europeos de quince países, reveló que el 32% de los consumidores tienen en consideración la salud al elegir su comida. Existe una conciencia similar en los Estados Unidos, donde el 52% de los consumidores creen que la comida puede sustituir a los medicamentos; más del 60% ven una relación entre el estado de ánimo y la comida; más del 75% observan una relación entre la dieta, la longevidad y el aspecto físico; un 70% conoce que algunos ingredientes alimentarios previenen del cáncer. Estos datos son algunas de las razones del presente aumento en la demanda de alimentos que mejoran el estado de salud, llamados también "alimentos funcionales". Por tanto, un alimento funcional puede definirse como un ingrediente o suplemento alimenticio que aporta un beneficio funcional adicional específico (fisiológico o psicológico) a su valor nutricional básico.

La definición de ILSI (International Life Sciences Institute) Europe en 1999 establece que un alimento puede ser considerado funcional si se ha demostrado de forma satisfactoria que posee un efecto benéfico sobre una o varias funciones específicas en el organismo, más allá de los efectos nutricionales habituales, siendo esto relevante para la mejora de la salud y el bienestar y/o la reducción del riesgo a enfermar. Es importante tener en cuenta que debe seguir siendo un alimento además de ejercer su efecto benéfico con las cantidades que normalmente son consumidas en la dieta. [39]

Por otro lado, una "propiedad funcional" se refiere al papel metabólico o fisiológico general o específico, como por ejemplo capacidad antioxidante, propiedad de estimular el

peristaltismo, reducción de la absorción de colesterol, función de inmunomodulador, reducción de glicemia después de comer, etc. Estas funciones se pueden demostrar utilizando pruebas sencillas tanto en humanos como en animales y se refieren frecuentemente al mecanismo de acción de la sustancia. [24]

Debido a la novedad y también a intereses específicos, se han generado diversos nombres para estos nuevos productos que reflejan varias tendencias. Los más usuales son "alimentos funcionales" o "alimentos con declaraciones de función o de salud". Los nombres más adecuados para los ingredientes activos son: fitoquímicos, compuestos bioactivos y también nutraceúticos, éste último nombre es dado por la evidencia científica de los últimos años, la cual ha demostrado que los alimentos contienen sustancias fisiológicamente activas que, al igual que los nutrientes esenciales, son necesarias para una vida saludable. [24]

En Japón se habla además de la "función terciaria de los alimentos": la primaria sería la función organoléptica, la secundaria nutricional, y la terciaria aquella asociada al mantenimiento de una salud óptima y a la prevención de enfermedades. En la práctica, estas funciones son difícilmente separables. [24]

Considerando los aspectos legales y sociales, se consideran los alimentos funcionales como aquellos que tienen en la etiqueta una propiedad, o una declaración de salud o funcional aprobada por un organismo oficial. [24]

La idea de los alimentos funcionales fue desarrollada por primera vez en Japón durante la década de los 80's. [24]

Dentro del campo de los alimentos funcionales, hay un grupo denominado probióticos y que se conoce como aquellos microorganismos vivos que al ser ingeridos ejercen algún efecto benéfico sobre la salud. [39] Cuando estos probióticos son incorporados en alimentos como parte del proceso de elaboración o como aditivos, se generan alimentos funcionales. [40]

### **3.6.1.2 Antecedentes históricos**

El concepto de probiótico, del griego <a favor de la vida>, fue acuñado en 1965 por Lilly y Stillwell para designar al factor o factores producidos por microorganismos que promueven el crecimiento de otros microorganismos. Parker en 1974 fue el primero en utilizar el término probiótico en el mismo sentido en que hoy se utiliza. Fuller en 1989 y posteriormente Guarner y Schaafsma llegaron a la definición de <probiótico> tal y como la conocemos hoy: <microorganismos vivos cuya ingestión en ciertas cantidades provoca una acción benéfica en el huésped, más allá de la acción inherente a los efectos nutricionales de base>. [39]

Más adelante, en 1992, Havenaar & Huis in 't Veld ampliaron el concepto, sugiriendo que «estos productos proceden de cultivos -mixtos o simples- de microorganismos vivos que, aplicados al hombre o a los animales, afectan benéficamente al huésped mejorando las propiedades de la microflora, deben sobrevivir en las condiciones ambientales de la zona donde tienen que ser activos, proliferar y/o colonizar dicha zona, no provocar ninguna reacción inmune contra otra cepa probiótica, no debe ser patógena, tóxica, alérgica, mutagénica o carcinogénica, ni en sí misma ni por sus productos de fermentación o componentes celulares, debe ser genéticamente estable, no transferir plásmidos, de fácil producción y reproducible, así como viable durante el procesamiento y conservación»>.

Schaafsma (1996) circunscribe al término a cultivos lácteos y, recientemente, Schrezenmeir y Vrese (2001) sugieren una revisión del concepto de probiótico, refiriéndose a un preparado o un producto (lácteo o no lácteo) que contiene microorganismos definidos viables en cantidad suficiente, que modifica la microflora (por implantación o colonización) en un compartimiento del huésped y por este medio ejerce efectos benéficos sobre su salud. [39]

Según la FAO (2002) los probióticos se definen como: "Microorganismos vivos que ejercen una acción benéfica sobre la salud del huésped al ser administrados en cantidades adecuadas". [41]

### **3.6.1.3 Los probióticos**

Los probióticos son, tal vez, el ejemplo mejor caracterizado y más estudiado de alimentos funcionales. La mayoría de los probióticos se hallan dentro del grupo de los organismos

conocidos como *bacterias productoras de ácido láctico* (BAL), y se consumen normalmente en forma de yogur o leches fermentadas, aunque también encontramos en el mercado preparados o cápsulas de organismos liofilizados. [39]

**Tabla 15. Efectos benéficos de las BAL (Vivas)**

Hipersensibilidad retardada
Producción de anticuerpos
Activación de macrófagos
Prevención de infecciones entéricas.
Atenuación de las patologías intestinales inflamatorias.
Atenuación de enfermedades autoinmunes

[39]

Es importante recordar que los probióticos se comportan como ingredientes alimentarios y no como productos farmacéuticos. Por lo tanto, sus efectos son principalmente de naturaleza profiláctica más que terapéutica, es decir, de carácter más preventivo que curativo. [39] Por ello, los probióticos también son conocidos como bioterapéuticos, bioprotectores o bioprofilácticos. [42]

#### **3.6.1.4 Características de los probióticos**

Para que un microorganismo pueda cumplir con esta función de protección tiene que poseer características tales como:

- 1) carecer de patogenicidad [44]
- 2) ser de origen humano y habitante normal del intestino
- 3) exhibir un tiempo corto de reproducción
- 4) aptitud para colonizar el tracto digestivo humano [42] [39]
- 5) resistir las secreciones del tracto digestivo superior
- 6) capacidad de adherencia a las células del epitelio intestinal
- 7) ser capaz de llegar vivo hasta el tejido que representa su sitio de acción (evidentemente, la capacidad de los *Lactobacillus* y las bifidobacterias para sobrevivir en el tracto gastrointestinal varía considerablemente entre las diferentes especies y cepas)
- 8) Mostrar actividad antagónica (producción de bacteriocinas) hacia patógenos tales como *Helicobacter pylori*, *Salmonella sp*, *Listeria monocytogenes* y *Clostridium difficile* [44]
- 9) ser estable durante el proceso de producción, comercialización y distribución para que pueda estar vivo en el producto y en el intestino y [42] [39]

10) Evidenciar propiedades antimutagénicas y anticarcinogénicas. [44]

La protección de estos microorganismos se lleva a cabo mediante dos mecanismos: El antagonismo, que impide la multiplicación de los patógenos y la producción de toxinas que impiden su acción patogénica. Este antagonismo esta dado por la competencia por los nutrientes o los sitios de adhesión. Mediante la inmunomodulación protegen al huésped de las infecciones induciendo a un aumento de la producción inmunoglobulinas, aumento de la activación de las células mononucleares y de los linfocitos. [42]

### 3.6.1.5 Lista de microorganismos probióticos

<i>Bifidobacterium adolescentis</i>	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
<i>B. animalis</i>	<i>L. bulgaricus</i>
<i>B. bifidum</i>	<i>L. casei</i>
<i>B. breve</i>	<i>L. casei var. Shirota,</i>
<i>B. infantis</i>	<i>L. cellobiosus,</i>
<i>B. longum</i>	<i>L. crispatus</i>
<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>L. curvatus,</i>
<i>Saccharomyces boulardii</i>	<i>L. fermentum</i>
<i>Streptococcus diacetylactis</i>	<i>L. GG,</i>
<i>S. faecium</i>	<i>L. lactis cremoris,</i>
<i>S. intermedius,</i>	<i>L. plantarum</i>
<i>S. salivaris</i>	<i>L. rhamnosus</i>
	<i>L.reuteri</i> entre otros. [39] [40]

### 3.6.1.6 Efectos benéficos de los probióticos

Los efectos benéficos atribuidos a los probióticos se dividen en siete áreas con distintos grados de apoyo experimental:

#### 3.6.1.6.1 Atenuación de la intolerancia a la lactosa.

Cerca del 70% del total de la población mundial tiene mal digestión de lactosa que es causada por una deficiencia en la enzima  $\beta$ -galactosidasa a nivel intestinal. [41] Sin embargo, el efecto benéfico que dan [39] los probióticos es debido a que contribuyen a mejorar la digestión de la lactosa y reducen la sintomatología por la mala absorción, gracias a que los *Lactobacillus* poseen una actividad enzimática (lactasa o  $\beta$ -galactosidasa) que sigue funcionando en el intestino y permite la digestión del azúcar, lo cual ayuda a que las personas con intolerancia a la lactosa puedan consumir leche, fuente rica en proteínas,

vitaminas y calcio; evitando los eventuales síntomas como la diarrea, dolor abdominal, flatulencia, etc. [42]

#### **3.6.1.6.2 Efectos preventivos y terapéuticos contra la diarrea.**

Entre estos efectos se encuentran: el aumento de la IgA, la producción de sustancias antibacterianas: bacteriocinas, lactocinas, bifidinas; la producción de ácidos grasos que acidifican el lumen intestinal, inhibiendo bacterias y manteniendo el buen funcionamiento de la mucosa intestinal; la disminución de la permeabilidad intestinal; la acción competitiva; la regulación de citocinas y de la respuesta inmunitaria. [42]

La diarrea del viajero es un síndrome común, que afecta entre el 30- 70% de los viajeros internacionales, sobre todo a países de África, Asia y Centro y Sudamérica. Se ha demostrado un efecto preventivo con la ingesta de cepas de *Lactobacillus acidófilus* liofilizados o con la leche fermentada con *Lactobacillus casei*, reduciendo la incidencia de los casos a menos de la mitad. Por otra parte la administración de *Lactobacillus casei*, o *Lactobacillus GG* suprimen la recidiva de la diarrea debida a la sobreinfección por *Clostridium difficile* tras el uso de antibióticos, sobre todo en ancianos, diabéticos, mal nutridos y pacientes con insuficiencia renal crónica o inmunodepresión. [39]

Ejemplos de microorganismos probióticos bioterapéuticos:

*Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus LGG*, *Bifidobacterium*, *S. thermophilus*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus delbrueckii*. [42]

#### **3.6.1.6.3 Estreñimiento y tiempo de tránsito.**

Las bacterias ácido lácticas pueden colonizar transitoriamente el intestino y sobrevivir durante el tránsito intestinal, además, por su adhesión al epitelio, modifican la respuesta inmune local del hospedero. [42]

**3.6.1.6.4 Efectos sobre el sistema inmunológico.** Algunos estudios de intervención humana con probióticos han aportado evidencia de la modulación del sistema inmunológico al incrementar la actividad fagocítica de monocitos y granulocitos, e incrementar los niveles de células secretoras de anticuerpos, [39] la producción de vitaminas como la B2,

B6 y biotina, la asimilación de oligoelementos, la actividad antitumoral, [42] el rechazo de microorganismos infecciosos por medio de la producción de inmunoglobulinas específicas de tipo A (para defensa de las mucosas) y concentración de macrófagos. [40]

#### **3.6.1.6.5 Reducción del colesterol plasmático y triglicéridos.**

Aunque en este caso el nivel de evidencia es muy débil, [39] un efecto probiótico importante, de posible aplicación en el área médico-nutricional, es la capacidad de algunas cepas BAL de reducir el colesterol sérico. Este compuesto es precursor de ácidos biliares y hormonas esteroides y un componente importante de la membrana celular de los organismos eucariotas superiores. [41]

Una elevada concentración del colesterol en sangre es considerada un factor de génesis de aterosclerosis, aumentando el riesgo de enfermedad cerebrovascular, coronaria y vascular periférica. En general, en los tejidos se mantiene un equilibrio del colesterol entre la ganancia (por el flujo de colesterol dietético y la síntesis hepática de colesterol) y la pérdida por la síntesis de esteroides y la formación de sales biliares a partir de colesterol. [40]

El consumo de productos lácteos fermentados provoca un incremento en la producción de ácidos grasos de cadena corta, los cuales hacen decrecer la concentración de colesterol circulante por inhibición de la síntesis de colesterol o la redistribución de colesterol del plasma al hígado. Además, la actividad bacteriana incrementa la desconjugación de ácidos biliares y esto permite que no sean absorbidos y sean excretados, esto a su vez aumenta la síntesis nuevamente de ácidos biliares a partir de colesterol. Esto representa un beneficio importante a las personas que presentan cantidades elevadas de colesterol plasmático. [40]

#### **3.6.1.6.6 Enfermedad intestinal inflamatoria.**

La enfermedad de Crohn y la colitis ulcerosa son enfermedades inflamatorias crónicas del intestino delgado y grueso, difíciles de tratar con éxito con medicamentos. Hay evidencias que muestran que los probióticos mejoran dichas enfermedades. En cuanto a la úlcera péptica, reducen la colonización por *Helicobacter pylori* [39] el cual es un patógeno Gram-negativo responsable de la gastritis, úlcera péptica y cáncer gástrico. Estudios *in vitro* y en humanos han demostrado que los probióticos poseen un efecto antagónico contra *H. Pylori*,

inhibiendo su colonización gástrica e impidiendo el desarrollo de la patología relacionada, inhiben la actividad de la enzima ureasa, necesaria para que el patógeno permanezca en el ambiente ácido estomacal. [42]

Diversos estudios han puesto en evidencia la efectividad de algunas especies del género *Lactobacillus* contra *H. pylori*, entre las cuales podemos mencionar a *L. gasseri* OLL 2716, *L. acidophilus* DDS-1J, *L. casei* cepa Shirota. Una posible explicación del efecto antagónico sería que la inducción de prostaglandinas endógenas en respuesta a la producción de elevadas cantidades de ácido láctico en el estómago u otros mecanismos aún no descritos, actuarían como mecanismos de defensa con efecto protector de la mucosa gástrica. [41]

#### **3.6.1.6.7 Prevención de cáncer.**

Se ha postulado que el consumo de probióticos podría prevenir el cáncer de colon basándose en que los probióticos pueden alterar la microflora colónica, la cual juega un papel importante en la etiología del cáncer. [39] Además, existe una reducción de actividades enzimáticas en heces que se relacionan con la generación de carcinógenos. [39] También las sales biliares secundarias procedentes de la degradación de la bilis se han relacionado como sustancias iniciadoras del cáncer de colon. En este sentido, se considera que un alto número de lactobacilos en el intestino pueden reducir la biotransformación de las sales biliares y por tanto disminuir el riesgo de sufrir este tipo de cáncer. [42]

Los probióticos pueden actuar sobre las sustancias procarcinogénicas indirectamente a través del sistema enzimático que transforma los procarcinogénicos en carcinogénicos.

Se ha visto que el consumo de probióticos causa un descenso de las enzimas que realizan el paso de procarcinogénicos a carcinogénicos, resultando en consecuencia una disminución de sustancias carcinogénicas. [42]

El efecto sobre la actividad antitumoral se debe principalmente a la modificación de la flora intestinal en el colon, aumentando los procesos fermentativos por la actividad microbiana y disminuyendo los procesos putrefacción y la producción de carcinógenos a partir de los residuos de los alimentos. [40]

Además los probióticos tienen otras propiedades bioterapéuticas como son: la persistencia y multiplicidad; la producción de ácidos, peróxido de hidrógeno y bacteriocinas antagonistas al crecimiento patógeno; la formación de una flora intestinal balanceada; la prevención de ciertas manifestaciones alérgicas y poseen la habilidad de adherirse a las células. [42]

#### **3.6.1.7 Disponibilidad y consumo de probióticos**

Los nuevos probióticos comienzan su advenimiento en los años treinta, con la producción del primer lácteo fermentado, elaborado por el médico japonés Minoru Shirota en 1930, a través de la incorporación de *Lactobacillus casei Shirota* a la leche para conseguir un probiótico bebible de excelente aceptación. [39]

El consumo de probióticos en la Unión Europea aumentó un 1,2% desde el año 2000, aunque la exportación de productos fermentados creció más de un 70%, según el World Dairy Forum, 2001. [39]

En el mercado europeo podemos encontrar también otros productos elaborados con probióticos, principalmente helados, quesos, embutidos, zumos e incluso bizcochos, chocolate, comprimidos, leches en polvo, leches infantiles, mantequilla, cereales de desayuno, gránulos, etcétera. [39]

Los principales consumidores se centran en familias de clase media o media-alta, de hábitat urbano y semiurbano, especialmente en población infantil-juvenil y el colectivo femenino. [39]

En cuanto a Japón, los probióticos son moneda corriente: más de la mitad de los productos lácteos los contienen. Los probióticos se venden generalmente asociados a yogures u otros productos lácteos, pero se pueden encontrar igualmente en ciertas sopas, en zumos de frutas y de verduras o en algunos cereales. [43]

#### **3.6.1.8 Viabilidad de los probióticos**

Las bacterias ácido lácticas (BAL) pertenecientes a los géneros *Lactobacillus*, *Streptococcus* y *Bifidobacterium*, son probióticos que deben contener un número elevado de microorganismos vivos y deben sobrevivir primero a su almacenamiento en el producto y más tarde a la acción de los jugos gástricos e intestinales para que ejerzan un efecto

benéfico sobre la salud. Además, se estima que deben alcanzar vivos el intestino en una concentración de  $10^7$  por gramo. [39]

Dentro de los factores extrínsecos más importantes que afectan la viabilidad y sobrevivencia de las células se encuentran: el pH (condiciones de acidez derivadas del proceso de fermentación), el oxígeno disuelto (especialmente para bifidobacterias), las interacciones antagónicas entre especies, la composición química del medio de cultivo, la concentración final de azúcares (aumento de la presión osmótica), las prácticas de inoculación ( es importante conocer el momento adecuado para el agregado del cultivo probiótico), la temperatura y duración de la fermentación, y las condiciones de almacenamiento del producto, etc. [41]

Los probióticos más utilizados en la actualidad son bacterias del género *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*. [39]

#### **3.6.1.9 Quienes pueden consumir probióticos**

La utilización de probióticos se recomienda a cualquier persona que quiera favorecer el equilibrio de la flora intestinal. En personas con tratamiento antibiótico, en ancianos, en el embarazo, en disturbios intestinales ó para mejorar la intolerancia a la lactosa. Se utiliza también para disminuir los efectos de la diarrea y constipación, en enfermedades inflamatorias del intestino ya que al modular la flora intestinal aumenta la producción de inmunoglobulina A. [42]

#### **3.6.1.10 Dosis**

Los alimentos funcionales elaborados con probióticos deben contener por lo menos 10 millones de células viables por cada 100mL, dosis ideal para lograr los efectos deseados y aumentar las defensas naturales, sin embargo, la dosis dependerá del microorganismo utilizado, de la forma de consumo y del efecto que se desee obtener. [42]

#### **3.6.1.11 Producción de microorganismos probióticos**

Los pasos para la producción de microorganismos probióticos son: selección y/o aislamiento de la cepa; activación; recuento celular; propagación; secado; liofilización; pruebas de viabilidad, pureza, patogenicidad y control de variables del proceso. [39]

### 3.6.1.12 Microecología gastrointestinal

La microflora intestinal del hombre es aproximadamente una concentración de  $10^{10}$  a  $10^{11}$  bacterias por gramo de contenido intestinal, constituida por unas 500 especies diferentes, [39] las cuales conviven en armonía sintetizando vitaminas, contribuyendo a la absorción de nutrientes, favoreciendo el metabolismo colónico de la fibra, mejorando la digestibilidad y neutralizando sustancias potencialmente patogénicas. [42] El 95% vive en el tracto digestivo, especialmente en el colon. [40]

Las acciones protectoras de la microflora intestinal son fundamentalmente tres:

1) *resistencia a la colonización de patógenos*, merced a su adherencia al epitelio, y metabolismo competitivo; 2) *reducción de la permeabilidad*, contribuyendo al mantenimiento de la integridad del epitelio; y 3) *regulación de la función inmunitaria general y local*, lo que contribuye a la defensa del huésped frente a las agresiones bacterianas intestinales. [39]

### 3.6.1.13 Etiquetas o etiquetado

Actualmente, los probióticos japoneses (Yakult, mil-mil, Onaka con *lactobacillus GG*) están autorizados a incorporar en los envases las etiquetas FOSHU (Food for Specified Human Health o "Alimentos para Usos Específicos de Salud) en la búsqueda de prevención de enfermedades. [24] [39]

Tanto en Europa como en Estados Unidos, el etiquetado de los envases de las leches fermentadas que contienen probióticos suelen tener especificaciones poco detalladas.

Hamilton Miller (1999), en una encuesta realizada en consumidores de probióticos europeos, ha constatado que en la mayor parte de los casos el contenido de probióticos no está especificado. Como tampoco se especifican claramente las especies de probióticos, su concentración y condiciones de almacenamiento. [39]

Por lo anterior, las normas que regulan los alimentos funcionales deben tener en cuenta los siguientes aspectos en relación con los probióticos:

- La preparación será viable en producción a gran escala.

- Será estable y viable durante el almacenamiento y utilización.
- Capaz de sobrevivir en el ecosistema intestinal.
- El huésped debe beneficiarse de alojar al probiótico. [39]

En el etiquetado de los alimentos funcionales, en los envases y en las etiquetas debe figurar la denominación del producto, cantidad neta de producto, fecha de caducidad o de consumo preferente, condiciones especiales de conservación, lote de fabricación, las especies de probióticos contenidas y su concentración. A pesar de que en la etiqueta no es obligatorio que figure su contenido calórico y nutricional, son muchos los fabricantes que así lo indican.

### **3.6.1.14 *Lactobacillus casei* Shirota**

#### **3.6.1.14.1 Características**

El *Lactobacillus casei* Shirota es un bacilo Gram positivo, mide 0.6 a 0.7 $\mu$  de ancho por 1.5 a 5 $\mu$  de largo, agrupado en cadenas o sin agrupación, es no esporulado, inmóvil y no capsulado. [44]

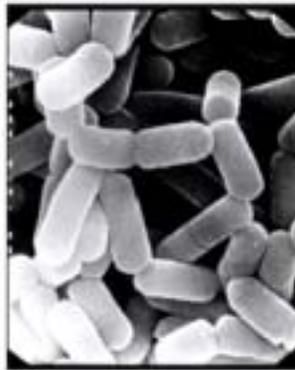


Foto *L. casei* Shirota [45]

*Lactobacillus casei* Shirota es anaerobio facultativo y, previa incubación por 2 ó 3 días a 37°C, produce colonias lisas, blanco-lechosas o blanco-grisáceas, alargadas y planas.

Si bien su temperatura óptima es de 37°C, puede crecer entre los 15 y 41°C; análogamente, su pH óptimo es de 6.8, pero se desarrolla en condiciones ácidas de hasta 3.5. Forma ácido láctico comprendiendo 65% y 35% de forma L y D respectivamente. [44]

La fermentación que presenta el *Lactobacillus casei Shirota* es del tipo homofermentativa:  $C_6H_{12}O_6$  (Glucosa)  $\rightarrow$   $CH_3CHOH COOH$  (ácido láctico) +  $C_2H_5OH$  (alcohol) +  $CO_2$  (dióxido de carbono) y, su crecimiento es en anaerobiosis. [44]

**Tabla 16. Fermentación de carbohidratos y otras pruebas de identificación de *L. casei Shirota*.**

CARBOHIDRATO	Reacción	CARBOHIDRATO	Reacción
Fructosa	+	Sorbitol	+
Manosa	+	Inositol	-
Glucosa	+	Manitol	+
Galactosa	+	Dulcitol	-
Xilosa	-	Trehalosa	+
Arabinosa	-	Meliobiosa	-
Sacarosa	+	Celiobiosa	+
Lactosa	+	Aesculina	+
Maltosa	+	Melezitosa	+
Rafinosa	-	Ramnosa	-
Salicina	+	Inulina	-

CARACTERÍSTICA	Reacción
Coagulación de leche	+
Producción de catalasa	-
Licuefacción de gelatina	-
Reducción de nitratos	-
Producción de ácido sulfhídrico	-
Utilización de urea	-
Formación de amoníaco	-
Formación de pigmento	-
Prueba de indol	-
Utilización de citrato	-
Prueba rojo de metilo	-
Reacción Voges-Proskauer	- ó +

[44]

### 3.6.1.14.2 Factores que afectan la adherencia de bacterias al mucus intestinal.

Ouwehand, investigó la influencia de la microflora endógena sobre la adherencia a la mucosa intestinal humana de cuatro lactobacilos probióticos: *Lactobacillus casei Shirota*, *Lactobacillus johnsonii Lal*, *Bifidobacterium lactis Bbl2* y *Lactobacillus GG*, observando que en un pretratamiento, mezcladas con bacterias fecales no afectaba la adhesión de los 3 primeros e incrementaba ligeramente la del último. Estos resultados demuestran que la

microflora normal no afecta la adhesión inicial de las bacterias probióticas y, por lo tanto, valida los estudios en los cuales no se tomaba en cuenta la influencia de la flora intestinal. [44]

Por otro lado, se ha publicado que los ácidos grasos poliinsaturados, sí pueden afectar la acción de los probióticos, debido a que poseen actividades antimicrobianas. Las concentraciones elevadas de ácidos grasos poliinsaturados (10-40  $\mu\text{g/mL}$ ) inhiben el crecimiento y la adhesión a la mucosa intestinal de *Lactobacillus GG*, *Lactobacillus bulgaricus* y *Lactobacillus casei Shirota*: por el contrario, el crecimiento y la adherencia de este último es potenciado por bajas concentraciones de los ácidos  $\gamma$ -linolénico, araquidónico (5 $\mu\text{g/mL}$ ) y  $\alpha$ -linolénico. [44]

### **3.6.1.14.3 Efectos benéficos de *L. casei Shirota***

#### **3.6.1.14.3.1 Fortalecimiento de la flora intestinal**

El *Lactobacillus casei Shirota* fortalece la flora intestinal, logrando mantenerla en equilibrio, como ejemplo de esto, Tanaka y cols. administraron diariamente  $10^{10}$  células vivas de *L. casei Shirota* (junto con 200mL de leche, durante 5 semanas) a 5 hombres adultos de 25 a 32 años de edad, encontrando que a partir de la primera semana de experimentación, las heces fecales de todos contenían  $10^7$  a  $10^8$  células del microorganismo/g y que *Bifidobacterium* sólo se había incrementado significativamente en 4 de ellos. [44] [45]

#### **3.6.1.14.3.2 Alivio del estreñimiento**

Se sabe que *Lactobacillus casei Shirota* alivia el estreñimiento. Generalmente éste ocurre cuando el agua es absorbida de las heces que se encuentran en el intestino grueso, lo que aumenta la concentración de carcinógenos en la materia fecal; por ello, cuando una persona está estreñida y las heces permanecen durante lapsos prolongados en el intestino, se permite que las sustancias carcinógenas ocasionen daño al epitelio intestinal. Por tal motivo, el alivio del estreñimiento previene el cáncer entérico. [44]

Al parecer, los lactobacilos vivos alivian el estreñimiento mediante la estimulación de la perístasis. En un estudio que involucró a individuos con estreñimiento, se observó que la

administración de *Lactobacillus casei Shirota* provocó un claro incremento en la cantidad de movimientos intestinales, al realizarse las comparaciones correspondientes con un grupo control que recibió placebo; este efecto no mostró diferencias en cuanto al sexo, pero se notó un considerable aumento conforme aumentaba la edad. [44]

#### **3.6.1.14.3.3 Reducción de la intolerancia a la lactosa**

La mayor parte de la población mundial puede tornarse intolerante a la lactosa después del destete debido a que ocurre una disminución de hasta un 90-95% en cuanto a la producción de la enzima  $\beta$ -galactosidasa (lactasa); por ello, las moléculas de lactosa que alcancen el intestino grueso serán metabolizadas por la microflora colónica, produciéndose CO<sub>2</sub>, metano e hidrógeno y, por lo tanto, provocando síntomas tales como inflamación gástrica, calambres abdominales, flatulencia y diarrea. [44]

Otras causas de intolerancia son los casos de bebés prematuros o personas que sufrieron recientemente algún padecimiento gastrointestinal, desnutrición u otras afecciones que involucran a la mucosa intestinal. En este sentido, las evidencias sugieren que *Lactobacillus casei Shirota* puede ser útil para efectuar el tratamiento de los pacientes, con mala digestión de lactosa y deficientes en lactasa; dicho beneficio se basa en el hecho de que, durante la fermentación, las lactobacterias producen lactasa, la cual hidroliza la lactosa resultando glucosa y galactosa lo que, adicionalmente, permite que no se limite el consumo de estos alimentos, también ricos en calcio, elemento indispensable para disminuir las posibilidades de experimentar la descalcificación de los huesos con la edad. [44]

#### **3.6.1.14.3.4 Disminución de colesterol**

Estudios efectuados en ratas indican que los constituyentes de la pared celular de *Lactobacillus casei Shirota* inducen la disminución de colesterol en sangre e incrementan la excreción fecal de ácidos biliares y esteroides neutros, probablemente vía el mecanismo similar sugerido para la fibra dietética. [44]

#### **3.6.1.14.3.5 Efecto antihipertensivo**

Se ha publicado que la ingesta de *Lactobacillus casei Shirota* disminuye la presión sanguínea; por ejemplo, en un estudio realizado en Japón, se administró una suspensión de

*Lactobacillus casei Shirota* a ratas, en una sola dosis de 100mg/Kg; si bien ello no mostró efecto alguno sobre la presión sanguínea de las ratas normotensas Wistar-Kyoto, esa misma dosificación provocó una significativa reducción de la presión sanguínea de las ratas hipertensas espontáneas, sin afectación de los latidos cardiacos.

Adicionalmente, una prolongada administración de 100 ó 1,000mg/Kg/día de *L. casei Shirota* suprimió el aumento de presión sanguínea en ratas espontáneamente hipertensas. [44]

### 3.6.1.14.3.6 Otras enfermedades

La Tabla 17 corresponde a un resumen de estudios clínicos acerca de *Lactobacillus casei Shirota*, basado en reportes emitidos por 24 institutos médicos japoneses. Los resultados muestran que dicho microorganismo ejerce un buen efecto en cuanto al alivio de los síntomas de varias enfermedades y que su acción benéfica no se restringe a enfermedades gastrointestinales. Las indicaciones autorizadas por el Ministerio de Salud y Bienestar Japonés (Aprobación No.49 AM-209) para preparaciones de *Lactobacillus casei Shirota* incluyen al catarro intestinal crónico ó agudo, diarrea, constipación, fermentación entérica anormal, meteorismo, mala digestión y autointoxicación; por otra parte, es importante subrayar que no se han reportado efectos adversos desde que el producto salió a la venta. [44]

**Tabla 17. Efectividad de *Lactobacillus casei Shirota* (cápsulas BIOLACTIS) en enfermedades abdominales asociadas a diversos desórdenes.**

----- Efectos clínicos -----

Enfermedad	Número de casos	Alta efectividad	Efectividad media	Escasa efectividad	Inefectividad	Eficacia (%)
Enfermedad estomacal	33	13	13	2	5	84.8
Enfermedades gastrointestinales	52	15	19	11	7	86.5
Enfermedades intestinales	479	41	160	150	128	73.3
Enfermedad hepática o colecística	62	12	13	18	19	69.4
Enfermedad pulmonar	31	6	14	4	7	77.4

Enfermedad pancreática	26	6	8	4	8	69.2
Enfermedad circulatoria	41	10	13	11	7	83.0
Poliomielitis	46	12	14	8	12	74.0
Hemiplegis después de Apoplexia	24	3	7	8	6	75.0
Constipación habitual	48	13	22	7	6	87.5
Diarrea infantil	14	5	8	1	0	100.0
Acetonuria (autointoxicación)	5	0	1	2	2	60.0
Otras	107	10	44	26	27	74.8
Total	1058	166	378	272	242	77.1

[44]

Al parecer, *Lactobacillus casei Shirota* provoca el aumento en la producción de numerosas citocinas, incluidas el IFN- $\gamma$ , la IL-1 $\beta$  y el TNF- $\alpha$ , lo que limita el crecimiento de agentes patógenos, con los cuales también compite por los receptores ubicados en la mucosa intestinal. [44]

Hasta ahora, el único tratamiento confiable en la alergia a alimentos consiste en eliminar de la dieta al alimento implicado. Sin embargo, estudios recientes indican que la bacterioterapia probiótica posee un gran potencial para controlar la inflamación alérgica asociada a alimentos. [44]

La bacterioterapia con *Lactobacillus casei Shirota* constituye un recurso de gran utilidad para apoyar el tratamiento de padecimientos gastrointestinales y sistémicos dado que, al margen de sus efectos benéficos para el organismo, se administra por vía oral y hasta el momento no se le ha detectado toxicidad alguna. [44]

Numerosas teorías destacan a la capacidad de las bacterias ácido-lácticas para hidrolizar enzimáticamente las moléculas de alimentos alérgenos, así como las que subrayan la estabilización de la mucosa intestinal, la producción de sustancias antimicrobianas, la posible congregación con patógenos, la normalización de la permeabilidad intestinal y la

reducción de la permeabilidad hacia los antígenos alimentarios en sujetos hipersensibles. [44]

Por su parte, las bifidobacterias y los lactobacilos promueven la producción de IgA en las placas de Peyer, lo cual suele impedir la acumulación de algunos antígenos dietarios potencialmente alérgicos, y posteriormente alivia la inflamación al disminuir las reacciones de hipersensibilidad. [44]

#### **3.6.1.14.4 Probióticos de mayor interés**

Los microorganismos utilizados actualmente como probióticos, mismos que han despertado un mayor interés, son los lactobacilos (*Lactobacillus casei* y *Lactobacillus acidophilus*) y las bifidobacterias (*Bifidobacterium*), debido a su afinidad natural hacia la superficie de la mucosa humana de la boca, del tracto gastrointestinal y del tracto genitourinario. [44]

#### **3.6.1.14.5 Características funcionales**

*Lactobacillus casei* Shirota cumple con las características que deben cubrir los microorganismos probióticos anteriormente mencionados para ser candidato a ser administrado. (Ver punto 3.6.1.4) [44]

En general, se ha propuesto que, con la finalidad de obtener efectos terapéuticos, son recomendables los productos con concentraciones mínimas de  $10^5$  a  $10^7$  UFC de bacterias probióticas/mL. [44]

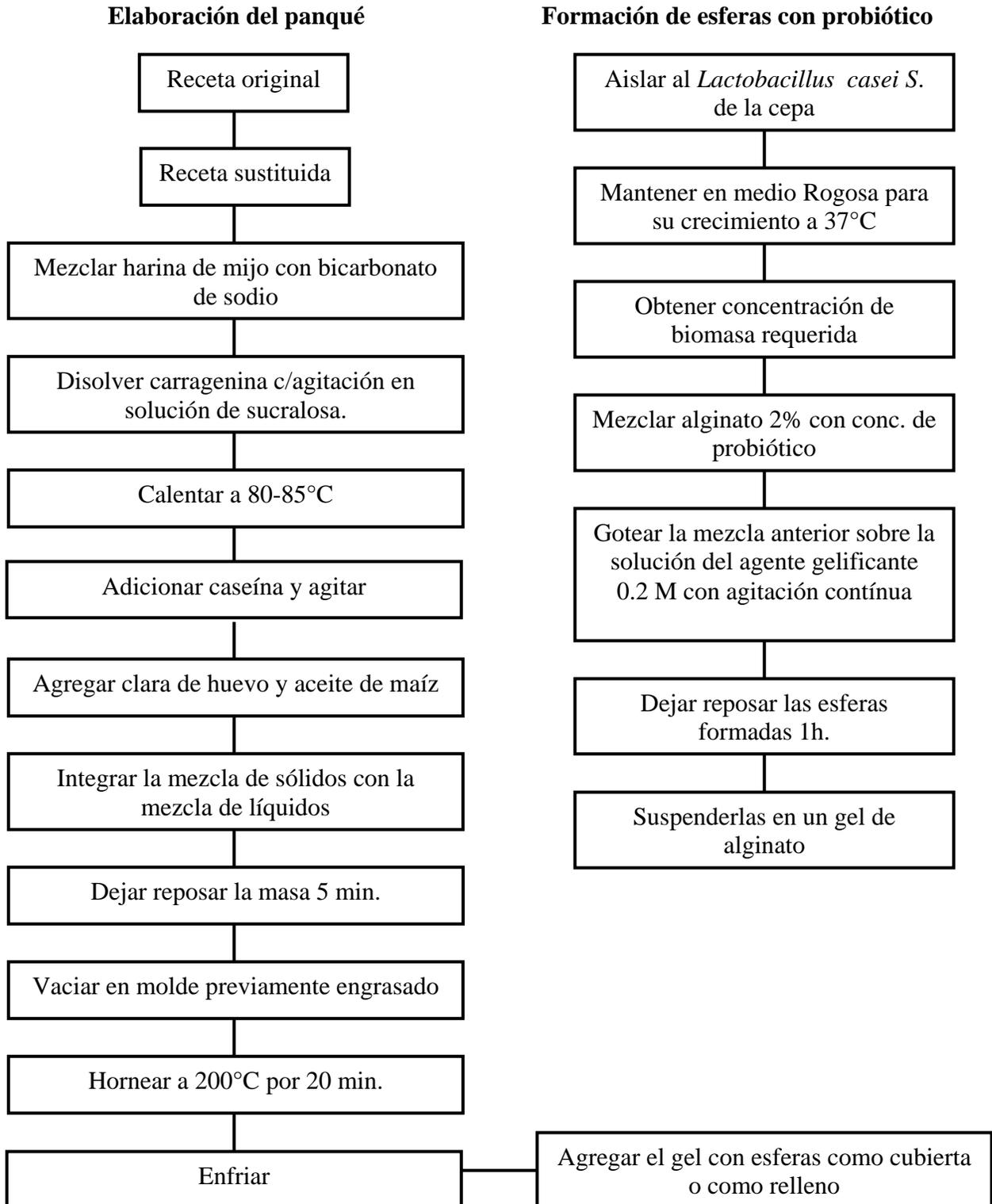
Los ensayos asociados a alimentación llevados a cabo con diferentes probióticos han demostrado que, comúnmente, los probióticos desaparecen del tracto gastrointestinal dos semanas después de haber cesado su ingestión.

Para el caso particular de *Lactobacillus casei* Shirota, un estudio realizado en Japón reporta que se les dio Yakult oralmente a nueve adultos sanos en cantidades de  $10^{10}$  UFC de *LcS*/mL y durante este tiempo, se registró un promedio de  $10^6$ - $10^8$  UFC de *Lactobacillus casei* Shirota/g de heces. [44]

Existe en el mercado japonés una cápsula denominada BIOLACTIS (mencionada anteriormente en la Tabla 17, que corresponde a un concentrado de *Lactobacillus casei Shirota*, diseñado especialmente para uso médico. Aquella fue aprobada en 1974 por el Ministerio de Salud y Bienestar Japonés, y se ha venido administrando ampliamente por prescripción médica en numerosas clínicas y hospitales, en dosis diarias de  $3 \times 10^{10}$  células viables de *Lactobacillus casei Shirota/g* (*L. casei* YIT 9018), concentración contenida en 9 cápsulas. [44]

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1 Diagrama de flujo general del Panqué Modificado



## 4.2 Elaboración del Panqué Modificado

Para la elaboración del panqué modificado, partimos de la siguiente receta original sustituyendo a sus ingredientes por los que se han investigado y los cuales sugerimos.

### 4.2.1 Receta original: Panqué Dorado

Rinde: 12 porciones	<u>Sustitutos</u>
1 ¼ tazas de harina de trigo	Harina de mijo integral
1 cucharada de polvo para hornear	Bicarbonato de sodio
½ cucharadita de sal (opcional)	- - - -
1/3 de taza de azúcar	Sucralosa
2 tazas de All Bran Flakes de Kellogg's	Salvado de mijo
1 1/4 tazas de leche descremada	Caseína
1 huevo	Clara de huevo
1/3 taza de aceite vegetal	Aceite de maíz [48]
	Carragenina (1.5% en peso del vol. de agua)
	Probiótico encapsulado ( <i>L. casei Shirota</i> )

#### 4.2.1.1 Justificación de sustitutos

Se propone utilizar los siguientes ingredientes:

Harina integral de mijo, primeramente porque el mijo es un cereal con buenas características nutrimentales y es de fácil cultivo en México. Además, no contiene gluten, por lo que es ideal para el tratamiento de la enfermedad celíaca; su contenido de proteína cubre las necesidades de lisina en niños, es de fácil digestión y de sabor agradable. Su fibra dietética ayudará a contrarrestar la aparición de úlceras, aumentar el volumen de la masa fecal, el cual, ayuda a reducir el estreñimiento que puede causar la diverticulosis. También disminuye las inflamaciones que causan la gastritis y la duodenitis. Ésta FD contribuye a activar el peristaltismo, movimiento intestinal que en su ausencia podría provocar colitis ulcerosa entre otros padecimientos. La FD soluble es muy recomendada para las enfermedades crónico-degenerativas como la obesidad, la diabetes mellitus y las enfermedades cardiacas debido a que reduce el colesterol sanguíneo, regula la velocidad de

absorción de azúcares simples, aumenta el tránsito intestinal, proporciona pocas calorías, los consumidores alcanzan la saciedad más rápido, etc.

El aceite de maíz resulta ser una buena elección de propuesta ya que presenta una composición de ácidos grasos considerable. Su bajo contenido de ácido linolénico evita dar un olor desagradable al igual que un resabio. Contiene ácidos grasos poliinsaturados como el ácido linoléico y el ácido linolénico ( $\omega$ -6 y  $\omega$ -3) respectivamente, que son esenciales. Es muy energético. No contiene colesterol, esto es fundamental para el tratamiento de las enfermedades crónico-degenerativas principalmente.

La clara de huevo se incluye en este caso, más por razones técnicas que por nutritivas, ya que favorece la capacidad de retención de agua y el espumado, características que ayudarán a “elevar” a la masa sin gluten que tenemos.

Por otro lado, al no utilizar la yema de huevo se evita la presencia de colesterol en la mezcla de panificación, mismo que está restringido en las dietas de las enfermedades crónico-degenerativas.

La caseína es adicionada como otra fuente de proteínas.

Esperamos un efecto sinérgico entre la carragenina, la caseína y la clara de huevo para que se formen estructuras tridimensionales o redes para retener los gases de la fermentación e incrementar el volumen del panqué (por la ausencia de gluten).

El uso de bicarbonato es para producir gases de fermentación dentro del panqué, por su fácil disponibilidad, bajo costo y uso comprobado en la industria de la panificación.

Se eligió a la sucralosa como edulcorante por su sabor similar a la sacarosa, por no dejar un resabio desagradable, ser no cariogénica, no tener un aporte calórico y no ser afectada por las temperaturas de horneado.

El valor agregado que se le dará al panqué, está dado por la adición de la bacteria *Lactobacillus casei Shirota*, el cual, cumple con las características que un microorganismo probiótico debe tener. Este microorganismo al ser ingerido, provoca efectos benéficos tales como la reducción del colesterol y los triglicéridos, disminuye efectos de diarrea y estreñimiento, previene el cáncer, reduce la colonización de *H. pylori*, entre otros.

La unión de todos éstos ingredientes sustitutos, contribuye de manera balanceada a la alimentación de personas con algún tipo de requerimiento alimenticio especial por los padecimientos anteriormente mencionados.

Todos los sustitutos propuestos son económicos y disponibles, excepto el microorganismo probiótico.

#### **4.2.1.2 Preparación**

1. Mezcle la harina integral de mijo y el bicarbonato de sodio.
2. Disuelva la carragenina (2.85g) con agitación continua en la solución de sucralosa y caliente el sistema hasta aproximadamente 80-85°C para asegurar la solubilización.
3. Agregue la caseína a la disolución y revuelva.
4. Adicione la clara de huevo y el aceite de maíz, y bata muy bien
5. Integre la mezcla de sólidos con la mezcla anterior y revuelva todo perfectamente.
6. Deje reposar la masa por 5 minutos.
6. Vacíe en un molde para panqué previamente engrasado.
7. Horneé a 200°C durante 20 minutos o hasta que esté dorado.
8. Una vez enfriado, podemos agregarle el gel con nuestro probiótico encapsulado como relleno o como cubierta.

#### **4.2.2 Elaboración del gel con probiótico**

##### **4.2.2.1 Planteamiento de la metodología**

Se propuso la siguiente metodología para incorporar al probiótico (*L. casei Shirota*) al panqué modificado:

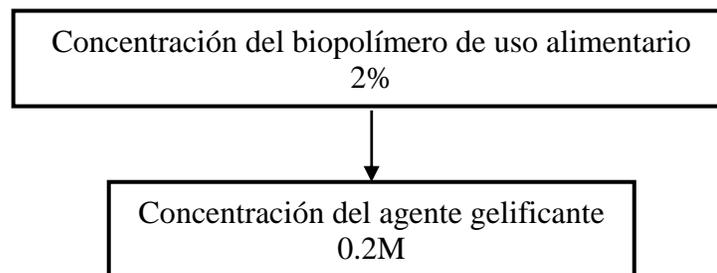
El *Lactobacillus* empleado en este trabajo será aislado de una cepa comprada.

Se va a mantener al *Lactobacillus* en medio Rogosa para su crecimiento. [49]

*Lactobacillus spp* tienen una velocidad de crecimiento ( $\mu$ )  $0.1325h^{-1}$  y un tiempo de duplicación de 5.23h.

A las 6 horas de iniciado el cultivo se tiene una biomasa del orden de  $8.26 \times 10^7$  UFC/mL. [49]

#### 4.2.2.2 Diagrama de flujo para la formulación del agente inmovilizante



[49]

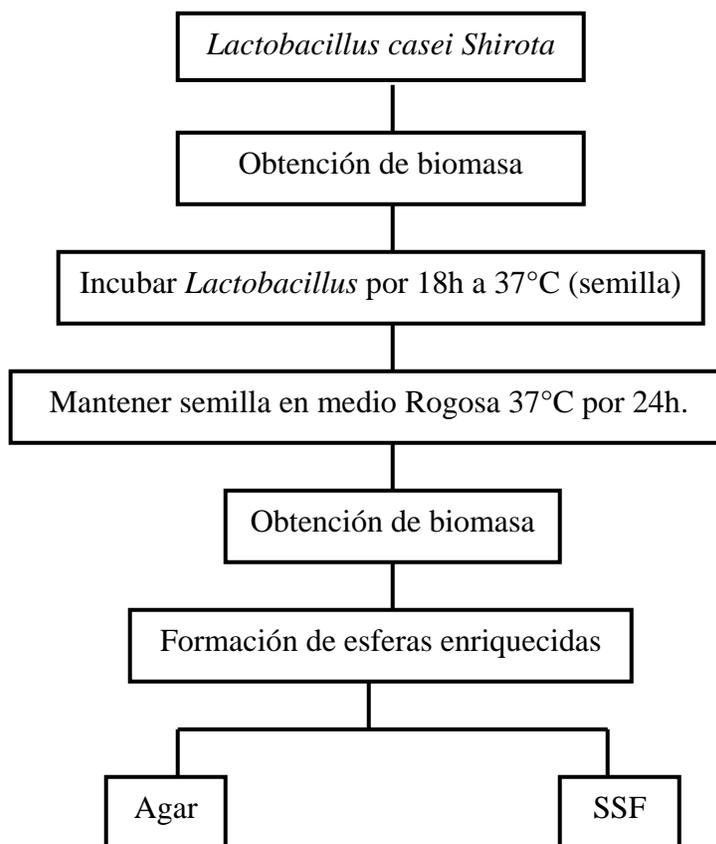
#### 4.2.2.3 Formación de esferas

Debemos tener una mezcla del biopolímero de uso alimentario (alginato) con la bacteria (*L. casei S.*) y, por goteo sobre la solución del agente gelificante y en agitación se producen las esferas. Las dejamos agitar por una hora. Esto produce esferas firmes y masticables además de su estabilización. [49]

Se han sugerido mezclas para enriquecer la inmovilización de *Lactobacillus spp.* con 10% de proteína y 2.5% polisacárido de origen vegetal como fuente de carbono y energía.

También debemos agregar un buffer para aumentar la viabilidad del microorganismo y su disponibilidad de agua. [49]

#### 4.2.2.4 Diagrama de flujo para inmovilizar al *Lactobacillus casei* Shirota



[49]

#### 4.2.2.5 Formulaciones del agente inmovilizante

Las esferas formadas con las anteriores concentraciones resultan ser duras y de forma esférica, además, impiden la salida del microorganismo. Presentan un diámetro aproximado de 0.15-0.2 cm. [49]

#### NOTAS:

Los *Lactobacillus spp.* inmovilizados en esferas sin enriquecimiento a 4°C tienen buena viabilidad por 11 semanas, esto indica que es importante la presencia de agua porque evita la deshidratación.

\*\* Las condiciones SSF a 4°C son los mejores medios de mantenimiento para las esferas donde tienen inmovilizado a los *Lactobacillus spp.* ya que están más tiempo vivos. Son buenos para un probiótico. Tienen un mínimo de 15 semanas de viabilidad.

\*\* Sino se enriquecen las esferas es necesario mantenerlas en SSF a 4°C \*. [49]

BIOPOLÍMERO DE USO ALIMENTARIO (Alginato)

SSF es un gel con mayor humedad

AGENTE GELIFICANTE (Sales minerales de uso alimentario Merck).

\* Bacterias probióticas recomendadas  $10^5$ - $10^7$  UFC/mL

\*\* A manera de referencia, BIOLACTIS pone  $3 \times 10^{10}$  células viables de *L. casei Shirota* en sus cápsulas y Yakult pone  $8 \times 10^9$  células viables de *L. casei Shirota* en cada frasco.

Una vez obtenido el gel con el probiótico en las esferas, lo podemos incorporar al panqué modificado como cubierta o como relleno de este.

### 4.3 Elaboración de la Tabla Nutricional

#### 4.3.1 Cálculos

##### 4.3.1.1 Receta original del Panqué Dorado

1 ¼ tazas de harina de trigo	= 187.50g	
1 cucharada de polvo para hornear	= 13.00g	
1/3 de taza de azúcar	= 73.33g	
2 tazas de All Bran Flakes de Kellogg's	= 40.00g	
1 ¼ tazas de leche descremada	= 262.5g	
1 huevo	= 60.00g	
1/3 de taza de aceite vegetal (cártamo)	= 66.66g	
½ cucharadita de sal (opcional)	= 1.50g	
	<hr/>	
	<b>704.49g</b>	704.49/12 = <b>58.707g/porción</b>

**Tabla 18. Relación: Sólidos:Líquidos (%) del Panqué Dorado**

Sólidos	315.33	<b>44.76%</b>
Líquidos	389.16g	<b>55.23%</b>
Total	704.49g	99.99%

#### 4.3.1.1.1 Cálculo del valor nutricional del Panqué Dorado

Ejemplo:

187.5g Harina de trigo / 100g harina de trigo X 12 % (valor de tablas [50]) = **22.5%**

**Tabla 19. Macronutrientes Totales del Panqué Dorado**

Macronutrientes	Gramos (g)	Kilocalorías (Kcal)	Kilojoules (KJ)
Carbohidratos	377.108	<b>1,508.432</b>	<b>6,311.279</b>
Proteínas	128.15	<b>512.6</b>	<b>2,144.718</b>
Lípidos	79.664	<b>716.976</b>	<b>2,999.827</b>

1Kcal = 4.184 KJ

1,508.432 Kcal HC + 512.6Kcal Prot. + 716.976Kcal Líp. = **2,738.008 Kcal Totales**

2,738.008 Kcal Totales / 12 = **228.167 Kcal por Porción**

2,738.008 Kcal Totales X 4.184 KJ = **11,455.825 KJ Totales**

11,455.825 KJ Totales / 12 = **954.652 KJ por Porción**

**Tabla 20. Macronutrientes por Porción del Panqué Dorado**

Macronutrientes	Gramos (g)	Kilocalorías (Kcal)	Kilojoules (KJ)
Carbohidratos	31.425	<b>125.7</b>	<b>525.928</b>
Fibra	1.043	<b>4.172</b>	<b>17.455</b>
Proteínas	10.679	<b>42.716</b>	<b>178.723</b>
Lípidos	6.638	<b>59.742</b>	<b>249.96</b>

#### 4.3.1.2 Receta del Panqué Modificado

Harina integral de mijo = 250g

Bicarbonato de sodio = 16g

Caseína = 6.825g

Sucralosa (concentrado) = 0.122g

Clara de huevo = 60g

Aceite de maíz = 85g

Agua = 190g

**607.947g**

607.947/12 = **50.662g/porción**

**Tabla 21. Contenido de caseína en la leche**

1,000mL leche	<b>26g caseína</b>
262.5mL leche	<b>6.825g caseína</b>

**Tabla 22. Contenido de sucralosa en el Panqué Modificado**

600.00g sacarosa	<b>1g sucralosa</b>
73.33g sacarosa	<b>0.122g sucralosa</b>

**Tabla 23. Relación: Sólidos:Líquidos (%) del Panqué Modificado**

Sólidos	272.947g	<b>44.89%</b>
Líquidos	335.00g	<b>55.10%</b>
Total	607.947g	99.99%

**4.3.1.2.1 Cálculo del valor nutricional del Panqué Modificado**

Ejemplo:

60g Clara de huevo / 100g Clara de huevo X 1.2g Carbohidratos (valor de tablas [50]) =

**0.72g Carbohidratos****Tabla 24. Macronutrientes Totales del Panqué Modificado**

<b>Macronutrientes</b>	<b>Gramos (g)</b>	<b>Kilocalorías (Kcal)</b>	<b>Kilojoules (KJ)</b>
Carbohidratos	138.72	<b>554.88</b>	<b>2,321.617</b>
Proteínas	38.295	<b>153.18</b>	<b>640.905</b>
Lípidos	93.183	<b>838.647</b>	<b>3,508.899</b>

1Kcal = 4.184 KJ

554.88Kcal HC+ 153.18Kcal Prot. + 838.647Kcal Líp. = **1,546.707 Kcal Totales**1,546.707Kcal Totales / 12 = **128.892 Kcal por Porción**1,546.707Kcal Totales X 4.184 KJ = **6,471.422 KJ Totales**6,471.422 KJ Totales / 12 = **539.285 KJ por Porción**

**Tabla 25. Macronutrientes por Porción del Panqué Modificado**

<b>Macronutrientes</b>	<b>Gramos (g)</b>	<b>Kilocalorías (Kcal)</b>	<b>Kilojoules (KJ)</b>
Carbohidratos	11.56	<b>46.24</b>	<b>193.468</b>
Fibra	4.219	<b>16.876</b>	<b>70.609</b>
Proteínas	3.191	<b>12.764</b>	<b>53.404</b>
Lípidos	7.765	<b>69.885</b>	<b>292.398</b>

#### **4.3.1.2.2 Cálculos para el etiquetado del Panqué Modificado**

Panqué Original 293 Kcal / Porción

Panqué Modificado 128.892 Kcal / Porción

$128.892 \text{ Kcal} / 293 \text{ Kcal} \times 100 \% = 43.99 \%$

$100 - 43.99 = \mathbf{56.01\%}$  (Pto. 7.7.3 NOM-086)

$0.122\text{g sucralosa} / 607.947\text{g pan} \times 100\% = 0.02\%$

$\mathbf{0.02\% < 0.065\%}$  (Pto. 7.14.9 NOM-086)

$4.219\text{g Fibra en Panqué Modificado} - 1.1\text{g Fibra en Panqué Original} = \mathbf{3.119\text{g Fibra}}$

(Pto.7.17 NOM-086)

$100\text{g panqué} / 607.947\text{g panqué} \times 99.831\text{mg Na} = 16.421 \rightarrow \mathbf{15\text{mg Na}/100\text{g panqué}}$

$8.319\text{mg Na/porción} \rightarrow \mathbf{10\text{mg Na/porción}}$

(Pto. 11.2 NOM-086)

$100\text{g panqué} / 607.947\text{g panqué} \times 0.122\text{g sucralosa} = \mathbf{0.02\text{g sucralosa}/100\text{g panqué}}$

(Pto. 11.7 NOM-086)

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Tablas

A continuación se presentan las siguientes tablas para comparar valores nutrimentales de productos similares comerciales con los del panqué modificado.

**Tabla 26. Valores nutrimentales del Panqué Dorado**

Alimento	Porción comestible %	Humedad g	Fibra g	Hidratos de C. g	Proteínas totales g	Grasas totales g	Colesterol mg
Harina de trigo	100	22.5	0.562	150.937	19.125	2.25	0.0
Azúcar	100	5.426	0.0	66.436	0.293	0.366	0.0
All Bran	100	1.2	11.96	22.68	5.72	0.72	----
Leche descremada	100	8.4	0.0	136.237	94.762	2.1	52.5
Huevo	88	50.863	0.0	0.818	8.25	7.568	373.636
Aceite de cártamo	100	0.0	0.0	0.0	0.0	66.66	0.0
Total		88.389	12.522	377.108	128.15	79.664	426.136
Por porción (total/12)		7.365	1.043	31.425	10.679	6.638	35.511

Alimento	Ca (mg)	P (mg)	Fe (mg)	Mg (mg)	Na (mg)	K (mg)
Harina de trigo	60	228.75	0.562	----	3.75	178.125
Azúcar	37.398	----	3.079	----	0.733	2.199
All Bran	32.4	396.8	6.36	149.2	451.2	493.6
Leche descremada	3299.625	2541	0.787	288.75	1404.375	4709.25
Huevo	38.181	122.727	1.431	8.181	94.09	88.636
Aceite de cártamo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	3467.604	3289.277	12.219	446.131	1954.148	5471.81
Por porción (total/12)	288.967	274.106	1.018	37.177	162.845	455.984

[50] [51]

**Tabla 27. Valores nutrimentales del Panqué Modificado**

<b>Alimento</b>	<b>Porción comestible %</b>	<b>Humedad g</b>	<b>Fibra g</b>	<b>Hidratos de C. g</b>	<b>Proteínas totales g</b>	<b>Grasas totales g</b>	<b>Colesterol mg</b>
Harina integral de mijo	100	27.896	50.631	138	25.41	8.063	----
Caseína	100	----	----	----	6.825	----	----
Clara de huevo	100	52.86	0.0	0.72	6.06	0.12	0.0
Aceite de maíz	100	0.0	0.0	0.0	0.0	85	0.0
<b>Total</b>		80.756	50.631	138.72	38.295	93.183	0.0
Por porción (total/12)		6.729	4.219	11.56	3.191	7.765	0.0

<b>Alimento</b>	<b>Ca (mg)</b>	<b>P (mg)</b>	<b>Fe (mg)</b>	<b>Mg (mg)</b>	<b>Na (mg)</b>	<b>K (mg)</b>
Harina integral de mijo	40	620	19.605	340	8.631	860
Caseína	----	----	----	----	----	----
Clara de huevo	6.6	6.6	0.06	5.4	91.2	82.2
Aceite de maíz	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total</b>	46.6	626.6	19.665	345.4	99.831	942.2
Por porción (total/12)	3.883	52.216	1.638	28.783	8.319	78.516

[50] [51]

**Tabla 28. Tabla nutrimental Total del Panqué Modificado**

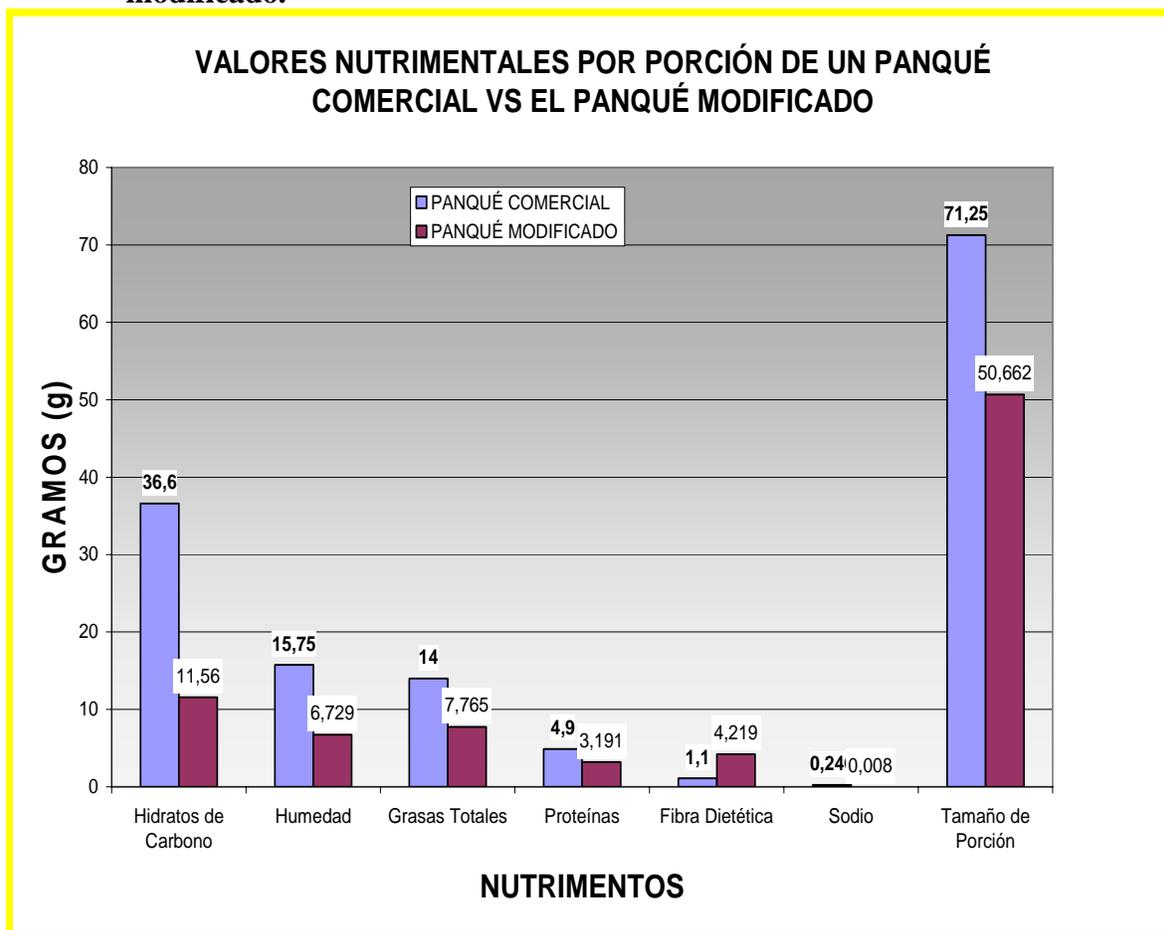
Hidratos de carbono (g)	138.72
Grasas Totales (g)	93.183
Humedad (g)	80.756
Fibra (g)	50.631
Proteínas (g)	38.295
Potasio (mg)	942.2
Fósforo (mg)	626.6
Magnesio (mg)	345.4
Sodio (mg)	99.831
Calcio (mg)	46.6
Hierro (mg)	19.665
Colesterol (mg)	0.0
Contenido Energético (Kcal)	1,546.707
Contenido Neto (g)	607.947

**Tabla 29. Tabla nutrimental por Porción del Panqué Modificado**

Hidratos de Carbono (g)	11.56
Grasas Totales (g)	7.765
Humedad (g)	6.729
Fibra (g)	4.219
Proteínas (g)	3.191
Potasio (mg)	78.516
Fósforo (mg)	52.216
Magnesio (mg)	28.783
Sodio (mg)	8.319
Calcio (mg)	3.883
Hierro (mg)	1.638
Colesterol (mg)	0.0
Contenido Energético (Kcal)	128.892
Contenido por Porción (g)	50.662

[50] [51]

**Figura 9. Valores nutrimentales por porción de un panqué comercial vs el panqué modificado.**



## 5.2 Etiqueta

La etiqueta de nuestro panqué debe contar con los siguientes puntos estipulados por las normas NOM-086-SSA1 (Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición) [52] y la NOM-051-SCFI-1994 (Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas) [53] debido a que ellas son las que se encargan de ordenar a este tipo de productos en México.

1. NOMBRE: Panqué tipo pastelillo “Sin gluten”
2. INGREDIENTES: Harina integral de mijo, agua, aceite de maíz, clara de huevo, bicarbonato de sodio, caseína, sucralosa, carragenina y alginato.
3. CONTENIDO NETO: 607.947g.
4. NOMBRE Y DOMICILIO FISCAL: MIJOPAST. Facultad de Química, UNAM, C.U.

5. Hecho en México.

6. LOTE: Lot-past-AG01d07

7. FECHA DE CADUCIDAD: día-mes -año Consérvese cerrado en su empaque en un lugar limpio y fresco, antes y después de un consumo.

#### 8. INFORMACIÓN NUTRIMENTAL

Panqué tipo pastelillo. Contenido: 12 porciones. Tamaño de porción aproximado: 50.662g

Nutrientos	Por porción (Kcal)	Por porción (KJ)	Por porción (g)
Contenido energético	128.892	539.284	----
Hidratos de carbono	46.24	193.468	11.56
Lípidos totales	69.885	292.398	7.765
Fibra dietética total	16.876	70.609	4.219
Proteínas totales	12.764	53.404	3.191

Contenido de sodio por porción: 10mg y 15mg Na/100g pan.

Contenido de colesterol por porción: 0.0mg

Contiene 0.02g sucralosa/100g de pan.

9. INFORMACIÓN ADICIONAL: Es un producto muy bajo en sodio, sin colesterol, reducido en calorías, sin gluten, adicionado de fibra, sin azúcar y con el edulcorante sucralosa como sustituto del azúcar. Contiene almidones provenientes de la harina integral de mijo.

**Tabla 30. Tabla de valores nutritivos de pan dulce y pan integral de caja comerciales.**

Alimento	Porción comestible %	Humedad %	Fibra g	Hidratos de C. g	Proteínas totales g	Grasas totales g	Colesterol mg	Energía Kcal
Pan dulce	100	11.4	0.60	50.8	9.1	11.6	12	384
Pan integral de caja (enriquecido)	100	29	5.7	54	8.1	1.2	----	238

Alimento	Ca Mg	P mg	Fe mg	Mg Mg	Na mg	K mg
Pan dulce	34	----	1.3	35	----	----
Pan integral de caja (enriquecido)	41	----	0.7	78	557	145

**Tabla 31. Tabla nutrimental del “Panqué con pasas” marca BIMBO (comercial)**

<b>Nutrientos</b>	<b>Gramos (g) o (mg)*</b>	<b>Kilocalorías (Kcal)</b>	<b>Kilojoules (KJ)</b>
Hidratos de carbono de los cuales	36.6	146.4	612.537
Fibra dietética	1.1	4.4	18.409
Proteína	4.9	19.6	82.006
Grasa	14	126	527.184
Na	246.7*	----	----
Porción	71.25	296.4	1,240.136

Los datos anteriores indican que el nuevo panqué presenta una pronunciada diferencia en cuanto a kilocalorías se refiere, ya que solamente tiene 128.892 Kcal/porción, lo que comparado con un panqué original (Bimbo) y el pan integral de caja (comercial), lo hace 46-56% menor en cuanto a sus kilocalorías se refiere y es mayor la diferencia con el pan dulce porque reduce sus kilocalorías hasta en un 67%.

La fibra de éste panqué supera a la de su original y a la del pan dulce, lo cual satisface nuestras expectativas. Sin embargo, no supera a la de un pan integral, prácticamente son 1.5g/porción su diferencia. Esta diferencia se puede cambiar una vez que se haya conocido como reacciona la masa con las cantidades propuestas de cada ingrediente. Aunque incluso el Panqué Modificado se encuentra en la clasificación de “adicionado de fibra”.

En cuanto al colesterol se refiere, se da una ganancia anticipada, puesto que es nula su presencia en el panqué modificado.

Otro elemento que notamos de importancia relevante es el sodio, pues aunque no lo incluimos en su forma más común (como NaCl), está presente en una cantidad muy pequeña que resulta ser ventajosa en comparación con su original (Bimbo) y con el pan integral. Esto hace pensar que puede ser conveniente agregar una pequeña cantidad a nuestra formulación, así, además de incrementar la aportación de sodio, se potenciarían los sabores del panqué.

Con respecto al envase, los productos objeto de esta norma se deben envasar en recipientes de tipo sanitario, elaborados con materiales inocuos y resistentes a distintas etapas del

proceso, de tal manera que no reaccionen con el producto o alteren sus características físicas, químicas y organolépticas. Se deben usar envolturas de material resistente que ofrezcan la protección adecuada al producto para impedir su deterioro exterior, a la vez que faciliten su manipulación, almacenamiento y distribución. [52] [53]

La fibra dietética de la harina de mijo integral nos ayuda a retener agua para que al final del horneado nuestro panqué se mantenga con una humedad adecuada.

Otro factor que se puede manifestar en la masa del panqué es la adición de la carragenina, ya que su concentración, peso molecular y/o grado de polimerización y cantidad usada serán percibidos debido a las interacciones moleculares que ésta forma con el agua, iones y proteínas.

Se propone el uso de harina de mijo integral como sucedáneo total de la harina de trigo y no parcial como lo indica la literatura, esto con la finalidad de tomar en cuenta a otro cereal para la alimentación mexicana y para los enfermos celíacos, además de todos los beneficios que el mijo perla tiene y que ya se mencionaron, sin embargo, el hecho de ser una harina no panificable hizo que se optara por incorporar a la carragenina como aditivo para mejorar la textura final de nuestro panqué ya que esta tiene alta reactividad con las caseínas. La carragenina al solubilizarse, provoca que sus moléculas se desenrollen y junto con las micelas de caseína pueden formar estructuras tridimensionales que ayudan a capturar los gases desprendidos durante el horneado. El propósito es lograr que “levante” en lo posible a la masa. Aunado a esto, también la clara de huevo contribuye a la retención de aire al momento de batir la masa y cuando ésta se deja reposar. El uso de sus proteínas comprobadas en la industria de la panificación hace que se tome en cuenta para el panqué.

Se incluyó al aceite de maíz dentro de los ingredientes por sus comprobados efectos benéficos que dan sus ácidos grasos poliinsaturados y vitamina E a la salud y por el sabor que adquiere un pan por su contenido de grasa. Sin embargo, no se pretende exceder en su cantidad por la facilidad que tenga la masa para manipularla y los posibles sabores que exponga después del horneado.

La caseína se adicionó como fuente de proteína. A pesar de su cantidad, el contenido de proteína es muy bajo en el panqué modificado por lo que cabe la posibilidad de agregar más caseína, aunque dicha acción estaría condicionada a la textura y manipulación que presente la masa.

La sucralosa se escogió por ser un buen edulcorante para este proyecto ya que industrialmente es de fácil aplicación, reduce considerablemente el aporte de calorías y además no produce caries, lo que ayuda a combatir la desnutrición indirectamente.

Por su comprobada efectividad como probiótico, se eligió al *Lactobacillus casei Shirota* para agregarlo y así potenciar el efecto nutracéutico del panqué, considerando que con anterioridad ya se ha experimentado inmovilizar en esferas a los *lactobacillus spp.* Con ello se han obtenido buenos resultados tales como poseer una viabilidad de hasta quince semanas inmovilizados. Para nuestro fin esto es provechoso ya que se puede elaborar un lote grande de esferas y mantenerlas así y en refrigeración mientras avanza la producción y venta del panqué modificado.

En la etiqueta sólo se cumplió con los requerimientos que marcan las normas NOM-051-SCFI-1994 y NOM-086-SSA1-1994, las cuales rigen a este tipo de alimentos en México y son las que harán que se comercialice de manera legal nuestro producto. Si el futuro es próspero para nuestra propuesta, incluso puede cumplir con normas como son las de FDA y de la Comunidad Europea ya que contiene ingredientes que son permitidos por dichas organizaciones, y sólo se tendrían que corroborar sus límites.

## 6. CONCLUSIONES

- ◆ La finalidad de hacer una comparación del panqué modificado con sus similares (original e industrial), ayudó a esclarecer teóricamente, que éste panqué muestra más cualidades que desventajas con respecto a ellos.
- ◆ El alimento funcional que resultó de esta propuesta, teóricamente ayudará a contrarrestar a las enfermedades tomadas como objetivo y a lograr a través de su etiquetado con “mensajes”, una conciencia positiva para los adolescentes que son el blanco principal para fomentar de alguna manera, los buenos hábitos alimenticios.
- ◆ Tomando como referencia a la NOM-086-SSA1-1994, la presente propuesta de panqué modificado resulta ser un producto adicionado de fibra, sin gluten, muy bajo en sodio, sin colesterol, reducido en calorías, sin azúcar y con el edulcorante sucralosa como sustituto del azúcar.
- ◆ Sino se logra un incremento en el volumen de la masa durante el horneado, cabe la posibilidad de proponer al panqué como una barra o como algún tipo galleta.
- ◆ De toda la elaboración del panqué modificado, el factor crítico importante, parte desde el mantenimiento de la cepa, la obtención de biomasa y la formación de las esferas, dado que se trabaja con microorganismos y para ello se requieren condiciones de asepsia para manipular al *Lactobacillus*.
- ◆ Como se trata sólo de una propuesta hasta el momento meramente teórica, por ende, no se sabe el impacto económico que tendría en el precio final del pastelillo por el uso del *Lactobacillus casei Shirota*.

- ◆ Los ingredientes que se proponen, además de ser pensados por sus cualidades nutritivas y nutracéuticas, son relativamente económicos, disponibles (salvo el uso de microorganismos) y permitidos en México.

## **RECOMENDACIONES**

- ◆ En cuanto al etiquetado del envase del panqué modificado, además de establecer las especificaciones generales que indica la NOM-051-SCFI-1994, se pueden incluir “mensajes positivos” que hagan alusión a los ingredientes y a sus cualidades, a los hábitos alimenticios e incluso se pueden mencionar referencias bibliográficas.
- ◆ Queda abierta la posibilidad de cambiar alguno o varios de los ingredientes si es que mejoran de manera considerable a los propuestos.

## 7. ANEXOS

**Tabla 32. Valores nutritivos de los alimentos propuestos**

Alimentos	Harina de trigo	Azúcar	All Bran	Leche descremada	Huevo entero Fresco	Aceite de cártamo	Harina de mijo	Salvado de maíz	Caseína	Clara de huevo	Aceite de maíz
Porción comestible %	100	100	100	100	88	100	100	100	100	100	100
Humedad (g)	12	7.4	3	3.2	74.6	0.0	12.5	----	----	88.1	0.0
Fibra (g)	0.30	0.0	29.9	0.0	0.0	0.0	4	16.2	----	0.0	0.0
Hidratos de carbono (g)	80.5	90.6	56.7	51.9	1.2	0.0	69	16.2	----	1.2	0.0
Proteínas Totales (g)	10.2	0.4	14.3	36.1	12.1	0.0	10.6	1.6	6.825	10.1	0.0
Grasas totales (g)	1.2	0.5	1.8	0.8	11.1	100	3.9	0.1	----	0.2	100
Colesterol (mg)	0.0	0.0	----	20	548	0.0	----	----	----	0.0	0.0
Ác. G. Saturados totales (g)	----	0.0	----	0.5	3.35	7.6	----	----	----	0.0	12.7
Ác. G. Monoinsaturados (oléico) (g)	----	0.0	----	0.17	4.08	43.7	----	----	----	0.0	24.2
Ác. G. Poliinsaturados (linoleico) (g)	----	0.0	----	0.02	1.24	44.3	----	----	----	0.0	58
Calcio (mg)	32	51	81	1257	56	0.0	20	----	----	11	0.0
Fósforo (mg)	122	----	992	968	180	0.0	310	----	----	11	0.0
Hierro (mg)	0.3	4.2	15.9	0.3	2.1	0.0	9	0.61	----	0.1	0.0
Magnesio (mg)	----	----	373	110	12	0.0	170	----	----	9	0.0
Sodio (mg)	2	1	1128	535	138	0.0	3	1	----	152	0.0
Potasio (mg)	95	3	1234	1794	130	0.0	430	----	----	137	0.0
Zinc (mg)	----	----	13.2	4.08	1.44	0.0	----	----	----	0.02	0.0

[50] [51]

**Tabla 33. Resultados de los valores nutritivos del Panqué Dorado**

Alimentos	Harina de trigo	Azúcar	All Bran	Leche descremada	Huevo entero Fresco	Aceite de cártamo	Total	Por Porción
Cantidad (g)	187.5	73.33	40	262.5	60	66.66	-----	-----
Humedad (g)	22.5	5.426	1.2	8.4	50.863	0.0	88.389	7.365
Fibra (g)	0.562	0.0	11.96	0.0	0.0	0.0	12.522	1.043
Hidratos de carbono (g)	150.937	66.436	22.68	136.237	0.818	0.0	377.108	31.425
Proteínas Totales (g)	19.125	0.293	5.72	94.762	8.25	0.0	128.15	10.679
Grasas totales (g)	2.25	0.366	0.72	2.1	7.568	66.66	79.664	6.638
Colesterol (mg)	0.0	0.0	-----	52.5	373.636	0.0	426.136	35.511
Calcio (mg)	60	37.398	32.4	3299.625	38.181	0.0	3467.604	288.967
Fósforo (mg)	228.75	-----	396.8	2541	122.727	0.0	3289.277	274.106
Hierro (mg)	0.562	3.079	6.36	0.787	1.431	0.0	12.219	1.018
Magnesio (mg)	-----	-----	149.2	288.75	8.181	0.0	446.131	37.177
Sodio (mg)	3.75	0.733	451.2	1404.375	94.09	0.0	1954.148	162.845
Potasio (mg)	178.125	2.199	493.6	4709.25	88.636	0.0	5471.81	455.984

**Tabla 34. Resultados de los valores nutritivos del Panqué Modificado**

Alimentos	Harina de mijo (A)	Salvado de maíz (B)	Harina integral de mijo (A+B)	Caseína	Clara de huevo	Aceite de maíz	Total	Por Porción
Cantidad (g)	200	50	250	6.825	60	85	-----	-----
Humedad (g)	25	2.896	27.896	-----	52.86	0.0	80.756	6.729
Fibra (g)	8	42.631	50.631	-----	0.0	0.0	50.631	4.219
Hidratos de carbono (g)	138	0.0	138	-----	0.72	0.0	138.72	11.56
Proteínas Totales (g)	21.2	4.21	25.41	6.825	6.06	0.0	38.295	3.191
Grasas totales (g)	7.8	0.263	8.063	-----	0.12	85	93.183	7.765
Colesterol (mg)	-----	-----	-----	-----	0.0	0.0	0.0	0.0
Calcio (mg)	40	-----	40	-----	6.6	0.0	46.6	3.883
Fósforo (mg)	620	-----	620	-----	6.6	0.0	626.6	52.216
Hierro (mg)	18	1.605	19.605	-----	0.06	0.0	19.665	1.638
Magnesio (mg)	340	-----	340	-----	5.4	0.0	345.4	28.783
Sodio (mg)	6	2.631	8.631	-----	91.2	0.0	99.831	8.319
Potasio (mg)	860	-----	860	-----	82.2	0.0	942.2	78.516

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. UNICEF Statistics. [www.childinfo.org](http://www.childinfo.org) (15 de septiembre de 2005).
2. Para 2001: SSA. BOLETÍN DE INFORMACIÓN ESTADÍSTICA. DAÑOS A LA SALUD, 2001. Volumen II. Núm. 21. México, D.F., 2002. Para 2002 y 2003: SSA. Bases de datos sobre morbilidad (2002 y 2003) por categorías de la CIE 10. Reprocesamiento INEGI.
3. Para 1998 a 2001: SSA. BOLETÍN DE INFORMACIÓN ESTADÍSTICA. DAÑOS A LA SALUD. Volumen II. Núm. 18, 19, 20 y 21. México, D.F. Para 2002 y 2003: SSA. Base de datos sobre morbilidad (2002 y 2003) por categorías de la CIE 10. Reprocesamiento INEGI.
4. ANUARIO ESTADÍSTICO 2002. Secretaría de Salud y Servicios de Salud en los Estados. Secretaría de Salud. Subsecretaría de Innovación y Calidad. Dirección General de Información y Evaluación del Desempeño. Fuentes de notificación: SSA, IMSS-ORD, ISSSTE, IMSS-OP, DIF, PEMEX, SEDENA, SEDEMAR, otras. Págs. 13, 83, 84, 150, 154, 158, 111, 173.
5. CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA PANIFICACIÓN. Giovanni Quaglia. Editorial ACRIBIA, S.A. Zaragoza, España. 1991. Pág: 417
6. NUEVO TRATADO DE PANIFICACIÓN Y BOLLERÍA. Jesús Calaveras. Segunda edición.. AMV Ediciones y Mundi-prensa. Madrid España. Año 2004. Págs. 16-18. [www.jesusalaveras.com](http://www.jesusalaveras.com)
7. <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000147.htm>  
Actualizado: 11/22/2004

8. EPIDEMIOLOGÍA. INFORMACIÓN EPIDEMIOLÓGICA DE MORBILIDAD 2002. Secretaría de Salud. Primera Edición, septiembre de 2003. ISBN 970-721-147-4. Págs. 15, 51, 145, 146.
9. <http://www.fao.org/docrep/v4700s/v4700s0d.htm>
10. <http://www.nutrinfo.com.ar/pagina/info/cardio0.html> Fecha última actualización: 25-02-2001
11. NUTRIOLOGÍA MÉDICA. Casanueva Esther, Kaufer-Horwitz Martha, Pérez-Lizaur Ana Berta, Arroyo Pedro. Editorial Médica Panamericana, 2001. Págs. 225, 318, 319, 321, 322, 323, 346, 347, 350, 533, 535.
12. DIABETES MELLITUS. TEXTO BÁSICO Y CLÍNICO. Segunda edición. Derek LeRoith, Simeon I. Taylor, Jerrold M. Olefsky. Mc Graw-Hill. Interamericana editores, S.A. de C.V. México. Págs. 406, 407
13. NUTRICIÓN EN SALUD Y ENFERMEDAD. Maurice E. Shils, James A. Olson, Moshe Shike, A. Catharine Ross. Novena Edición. Mc Graw Hill Interamericana Vol. II, 2002. Págs. 1577-1585, 1587-1596, 1598-1608, 1615, 1618, 1621-1625, 1627, 1629-1633, 1635, 1636.
14. OBESIDAD, PATOGENIA, CLÍNICA Y TRATAMIENTO. Jorge Braguinsky y colaboradores. Segunda edición. Librería-Editorial El Ateneo, 1999. Pág.15.
15. <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/encyclopedia.html> MedlinePlus. Información de salud para usted. Un servicio de la BIBLIOTECA NACIONAL DE MEDICINA DE EE.UU y los INSTITUTOS NACIONALES DE SALUD.
16. <http://www.nutrar.com/detalle.asp?ID=162>

17. GASTROENTEROLOGÍA PARA MÉDICOS GENERALES. Gómez Maganda y Silva Tomas, Garela Carrizosa. Editor: Francisco Méndez Cervantes, 1985. Págs. 186-187
18. [http://es.wikipedia.org/wiki/S%C3%ADndrome\\_de\\_intestino\\_irritable](http://es.wikipedia.org/wiki/S%C3%ADndrome_de_intestino_irritable)
19. INCORPORACIÓN DEL MIJO EN LA ALIMENTACIÓN DEL CELÍACO. Rossi, Paula Valli, Carina 2. Universidad Nacional de Entre Ríos, Facultad de Bromatología, Licenciatura en Nutrición. Págs. 4, 5, 9-11, 13-16, 20-24, 26, 27, 29, 37-41.  
[http://www.nutrar.net/nutrar\\_com/files/6487.pdf](http://www.nutrar.net/nutrar_com/files/6487.pdf)
20. <http://www.nutrar.com/>
21. <http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/>
22. <http://es.wikipedia.org/>
23. QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS. Salvador Badui Dergal. Editorial Alambra Mexicana, S.A. de C.V. Tercera edición, segunda reimpresión, 1995. Págs. 111, 118, 394-396, 486-488, 538, 539.
24. [http://www.kelloggs-nutricion.com/dietaysalud/dys\\_2.asp](http://www.kelloggs-nutricion.com/dietaysalud/dys_2.asp) 24 FEB 06
25. EL MAÍZ EN LA ALIMENTACIÓN HUMANA NUTRICIÓN Y DIETÉTICA. Facultad de Farmacia. UCM Pág. 64 [html.el-maiz-en-la-alimentacion-humana.html](http://html.el-maiz-en-la-alimentacion-humana.html)
26. [www.inta.gov.ar/ediciones/idia/cereales/maiz19.pdf](http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/cereales/maiz19.pdf)
27. <http://www.institutodelhuevo.org.mx/compos.html>
28. <http://www.nuevaaleiandria.com/archivos-curriculares/ciencias/nota-011.htm>

29. QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS: MECANISMOS Y TEORÍA. Dominic W.S.Wong, Ph.D. Cornell University. Editorial ACRIBIA, S.A. Zaragoza, España. Págs. 96,97.
30. HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA DE CASEÍNA PARA LA MODIFICACIÓN DE SUS PROPIEDADES FUNCIONALES. María Eugenia Hernández López. 1996. Tesis de Licenciatura. México D.F. UNAM, F.Q. Págs. 19, 20.
31. QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS Owen R. Fennema Editorial ACRIBIA, S. A. Zaragoza España, 1993. Pág. 143, 165, 166 y 246.
32. PERSPECTIVAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ALGAS MARINAS EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO. Dennis J. McHugh Consultor 27 Gillespie Street Weetangera Act 2600. Australia. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN Roma, 2002. <http://www.fao.org/DOCREP/004/Y3550S/Y3550S00.htm>
33. [http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2001819/lecciones/cap03/cap03\\_09.html](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2001819/lecciones/cap03/cap03_09.html)
34. <http://www.agargel.com.br/carragenina.html>
35. PRODUCCION DE ALGINATOS COMERCIALES A PARTIR DE ALGAS PARDAS PATAGONICAS. Alfil A. Zambon <sup>a</sup>, Manuel M. Rodríguez <sup>b</sup>, Víctor U. Miguel <sup>b</sup> y Alberto F. Errazu <sup>b</sup> <sup>a</sup> (Dto. Farmacia, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Ciudad Universitaria, Comodoro Rivadavia) <sup>b</sup> (PLAPIQUI, Camino de la Carrindanga K7, Bahía Blanca) <http://www.aqa.org.ar/iyqparte2.htm>
36. UTILIZACIÓN DE ALGAS MARINAS EM PRODUCTOS INDUSTRIALES (FICOCOLOIDES) <http://www.unp.edu.ar/museovirtual/Algasmrinas/aplprodind.htm>

37. GELIFICANTES, ESPESANTES, ESTABILIZANTES, EMULSIONANTES.  
<http://www.pasqualinonet.com.ar/Espesantes.htm>
38. ALGINATOS. María Silvia Dalla Lasta. Ingeniera Química  
<http://www.monografias.com/trabajos12/alginato/alginato.shtml>
39. ALIMENTOS FUNCIONALES. PROBIÓTICOS. Editores: R.M. Ortega, A. Marcos, J. Aranceta, J.A. Mateos, A.M. Requejo, L. Serra. Coordinadores científicos: J.M. Cobo, A. Burnat, A.M. López-Sobaler. Editorial Médica Panamericana, S.A. 2002. España, septiembre 2002. Págs. 1-5, 19, 23, 26, 27, 30, 39, 65, 77, 101, 103, 111, 112, 116, 117, 152-154. [www.medicapanamericana.com](http://www.medicapanamericana.com)
40. PROBIÓTICOS. Blanca Edelia González-Martínez y Marivel Gómez-Treviño. Revista Salud Pública y Nutrición. Vol. 2 No.3 Julio-Septiembre 2001. \* Facultad de Salud Pública y Nutrición (Universidad Autónoma de Nuevo León) \* Facultad de Ciencias Biológicas (Universidad Autónoma de Nuevo León).  
[http://www.respyn.uanl.mx/ii/3/ensayos/ensayos\\_probioticos.html](http://www.respyn.uanl.mx/ii/3/ensayos/ensayos_probioticos.html) 24-FEB-06
41. ALIMENTOS FUNCIONALES Y PROBIÓTICOS. Dras. María Pía Taranto, Marta Médici y Graciela Font de Valdez. Revista QUÍMICA VIVA Vol. 4 Número 1, 2005. Publicado el 21.08.2005. Pág. 116.
42. LOS PROBIÓTICOS. UNA ALTERNATIVA EN EL TRATAMIENTO DE ENFERMEDADES. Dra. Gladys Janeth Gómez Daza. MICROBIÓLOGA ESPECIALISTA EN PROTECCIÓN DE ALIMENTOS. Docente UDES-CUCUTA Colombia [gladysgomez15@hotmail.com](mailto:gladysgomez15@hotmail.com) [janethgomez@ixp.net](mailto:janethgomez@ixp.net)
43. [http://europa.eu.int/comm/research/rtdinfo/38/print\\_article\\_170\\_es.html](http://europa.eu.int/comm/research/rtdinfo/38/print_article_170_es.html)  
Revista de la investigación europea. No.38 - Julio 2003.

44. ESTUDIO SOBRE *Lactobacillus casei Shirota* Y SU IMPACTO BENÉFICO EN LA SALUD HUMANA. Evelyn Hernández Acosta. 2002. Tesis Licenciatura. México D.F. UNAM, F.Q. Pág. 58
45. <http://www.yakult.com.mx/>
46. PROPUESTA DE TRES FÓRMULAS FARMACÉUTICAS ANTIGRIPALES EN JARABE PARA DIABÉTICOS, UTILIZANDO EDULCORANTES NO CALÓRICOS DE RECIENTE APARICIÓN EN EL MERCADO. Sandra Gutiérrez Gutiérrez. 1998. Tesis Licenciatura. México D. F. UNAM, F.Q. Págs. 53-55, 58, 59, 69-71, 73, 74.
47. <http://www.nutrinfo.com.ar/>
48. COCINA SALUDABLE con ALL-BRAN de KELLOOO'S. Editorial Planeta Mexicana, S.A. de C. V. Primera reimpresión mayo de 2004. México, D.F. Pág. 33
49. VIABILIDAD DE *Lactobacillus* spp. INMOVILIZADOS EN UN BIOPOLÍMERO DE USO ALIMENTARIO PARA SER USADO COMO PROBIÓTICO. García García Gloria Leticia. 1996. Tesis Licenciatura. Cuautitlán Izcalli, Edo. de México. Págs. 16, 20, 22-24, 38-40, 42.
50. TABLA DE RECOMENDACIONES Y VALOR NUTRITIVO DE LOS ALIMENTOS DE MAYOR CONSUMO EN LATINOAMÉRICA. Dr. Adolfo Chávez Villasana. Nut. J. Ángel Ledesma S. Fuentes: INN'70, RDA'89, INCAP'94, Bourges H. '94, CALDERÓN E .97. 1997. Págs. 2a, 2b, 5a, 5b, 6a, 6b, 12a, 12b, 14a, 14b.
51. SISTEMA MEXICANO DE ALIMENTOS EQUIVALENTES. Nut. Ana Berta Pérez Lizaur, Nut. Leticia Marván Laborde. Fomento de Nutrición y Salud, A.C. Primera edición, marzo 2001. Págs. 15-19. <http://www.fns.org.mx>

52. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-086-SSA1-1994, BIENES Y SERVICIOS. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.
53. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-051-SCFI-1994. Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados.
54. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-147-SSA1-1996, BIENES Y SERVICIOS. Cereales y sus productos. Harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales.
55. TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS. Procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos. Helen Charley. Editorial Limusa, S.A. de C.V. Noriega editores. México, D.F. 2004. Págs. 315, 319. [www.noriega.com.mx](http://www.noriega.com.mx)
56. <http://www.gestiopolis.com/recursos5/docs/mkt/labopropa.htm>
57. <http://www.inovaalimentos.com/mas.htm#funcionalidad>
58. <http://www.franciscotejero.com/tecnica/sistemas%20de%20produccion/pan%20sin%20gluten%20para%20celiacos.htm>
59. CARRAGENINA: GENERALIDADES, OBTENCIÓN, PROPIEDADES, USOS Y APLICACIONES. Moreno Gutiérrez José Alfonso. 1991. Tesis Licenciatura. Universidad Simón Bolívar, México D.F. Págs. 114, 115, 119, 121, 122.