



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMATICA

ECONOMÍA

**RELACIÓN ENTRE MORTALIDAD Y
ALIMENTACIÓN EN MÉXICO: UN
ANÁLISIS DE ECONOMETRÍA DINÁMICA**

LUZ MARÍA ROMERO RANGEL

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

DOCTORA EN CIENCIAS

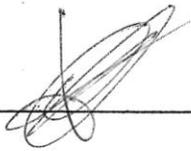
MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2016

La presente tesis titulada: **Relación entre mortalidad y alimentación en México: un análisis de econometría dinámica**, realizada por la alumna: **Luz María Romero Rangel** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

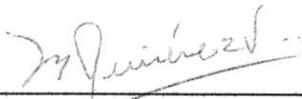
DOCTORA EN CIENCIAS
SOCIOECONOMÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ECONOMÍA
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



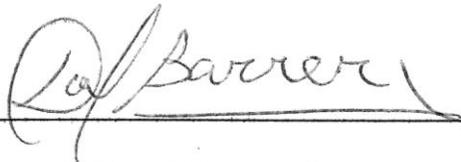
Dr. José de Jesús Brambila Paz

ASESORA



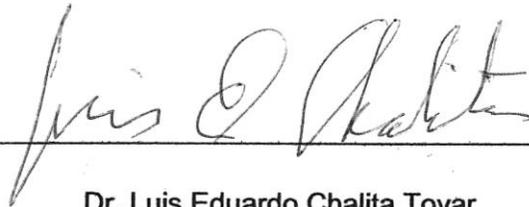
Dra. Mercedes A. Jiménez Velázquez

ASESOR



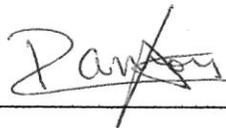
Dr. Daniel Barrera Islas

ASESOR



Dr. Luis Eduardo Chalita Tovar

ASESOR



Dr. Ramón Valdivia Alcalá

Montecillo, Texcoco, México, 2 de agosto de 2016

RELACIÓN ENTRE MORTALIDAD Y ALIMENTACIÓN EN MÉXICO: UN ANÁLISIS DE ECONOMETRÍA DINÁMICA

Luz María Romero Rangel, D.C.

Colegio de Postgraduados, 2016

RESUMEN

En México, la mortalidad por enfermedades crónicas esta aumentado, con mayor incidencia: enfermedades coronarias, diabetes y cáncer. INEGI reporta que en 1980 el índice de muertes por estas enfermedades fue de 21%, en 2000 de 45%, si la mortalidad continua con la misma tendencia en 2020 será de 59%. De los alimentos consumidos por la población mexicana, se eligieron seis: carne de bovino, azúcar, leche, huevo, nopal y trigo. La carne roja y el azúcar están señalados como fuentes de enfermedades cardiovasculares y diabetes; la leche y el huevo son considerados con alto contenido de grasa aunque consumidos con moderación son saludables; el nopal representa a los vegetales (alimentos sanos) y el trigo se eligió porque ha aumentado mucho su consumo. El objetivo principal de la investigación es cuantificar la relación que existe entre alimentos y mortalidad para hacer simulaciones con políticas de cambio. Mediante un modelo econométrico dinámico de ecuaciones rezagadas se determinaron los multiplicadores de impacto. Usando el modelo reducido se hicieron simulaciones con políticas de cambio de precios, consumo y hábitos. Los resultados muestran que la mortalidad crece ante un mayor hábito de consumir trigo, carne y azúcar; mientras que la leche y el huevo consumidos con moderación pueden reducir la mortalidad; el consumo de vegetales reduce notablemente el índice de mortalidad.

Palabras clave: índice de mortalidad, alimentos, hábitos alimenticios, consumo de alimentos, enfermedades modernas.

RELATION BETWEEN MORTALITY AND FOOD IN MEXICO: AN ANALYSIS OF DYNAMIC ECONOMETRICS

Luz María Romero Rangel, D.C.

Colegio de Postgraduados, 2016

ABSTRACT

Mexico's mortality rates in chronic diseases such as coronary ailments, diabetes and cáncer are on the rise. INEGI reports that in 1980 the death index due to these diseases was 21%, in 2000 was 45%, if this mortality trend continues, in 2020 it will be 59%. Out of the food products consumed by mexicans these were chosen: red meat, sugar, milk, eggs, nopal (cactus leaves) and wheat. Red meat and sugar outstand as causing cardiovascular diseases and diabetes; milk and eggs have a high content of fat but if moderately consumed are healthy; nopal is an example of a healthy food and wheat was chosen due to the fact that its consumption has increased quite a bit. Main objective of this study is to quantify relations between consumption of these foodstuffs and mortality rates and to run simulations while undertaking economic policies. Methodology used was a dynamic econometric model with lagged variables. Using the reduced model simulations on economic policies related to prices, consumption and habits were run. Outcomes point out that mortality rates increase while consuming higher portions of wheat, red meats and sugar; milk and eggs moderate consumption could reduce mortality rates; vegetables consumption greatly reduce mortality rates.

Keywords: mortality rates, foodstuffs, eating habits, foodstuffs consumption, modern diseases.

AGRADECIMIENTOS

Mi total agradecimiento a:

Dios porque siempre me escucha.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento para la realización de mis estudios.

Dr. José de Jesús Brambila Paz por su inmejorable e invaluable orientación y asistencia para el desarrollo de esta investigación, así como también por todo el conocimiento obtenido.

Dra. Mercedes A. Jiménez Velázquez por compartir su talento para redactar tesis.

Dr. Luis Eduardo Chalita Tovar por su apreciada aportación en este trabajo y ayuda con el idioma inglés.

Dr. Ramón Valdivia Alcalá por sus valiosas observaciones.

Dr. Daniel Barrera Islas por sus importantes comentarios.

Mi familia más cercana por su apoyo incondicional.

Dr. Miguel Ángel Martínez Damian por su gran soporte en el lenguaje estadístico de programación utilizado.

Dr. José Miguel Omaña Silvestre por su colaboración como sinodal.

M.C. Verónica Pérez Cerecedo y M.C. Magdalena Rojas Rojas por su innata capacidad de ambas para ayudar a los demás.

CONTENIDO

| | |
|---|----------|
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 5 |
| 1.1 Objetivos..... | 6 |
| 1.2 Hipótesis..... | 6 |
| 2. MARCO TEÓRICO..... | 7 |
| 2.1 Alimentación en la evolución del hombre..... | 7 |
| 2.1.1 La transición nutricional..... | 10 |
| 2.1.2 Enfermedades relacionadas con la alimentación..... | 12 |
| 2.1.3 Contradicción del sistema alimentario actual..... | 19 |
| 2.1.4 Cambios en el consumo de alimentos..... | 25 |
| 2.2 Caso de México..... | 30 |
| 2.2.1 Cambios en la estructura de la población y su alimentación..... | 30 |
| 2.2.2 Transición epidemiológica..... | 42 |
| 2.2.3 Enfermedades crónicas más frecuentes a nivel nacional..... | 44 |
| 2.2.4 Enfermedades crónicas más frecuentes a nivel regional..... | 45 |
| 2.2.5 Costo socioeconómico del sobrepeso y la obesidad..... | 50 |
| 2.3 Alimentos funcionales en la prevención de enfermedades..... | 56 |
| 2.3.1 Definición de alimento funcional..... | 56 |
| 2.3.2 Historia de los alimentos funcionales..... | 57 |
| 2.3.3 Mercado de alimentos funcionales..... | 59 |
| 2.3.4 Nutraceuticos..... | 61 |
| 2.3.5 Marco regulatorio de los alimentos funcionales..... | 67 |

| | |
|---|------------|
| 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN..... | 70 |
| 3.1 Modelos dinámicos con rezagos..... | 70 |
| 3.1.1 Modelo de índice de mortalidad..... | 73 |
| 3.1.2 Modelo de ecuaciones simultáneas..... | 75 |
| 3.1.3 Multiplicadores de impacto..... | 77 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 79 |
| 4.1 Formación de hábitos..... | 79 |
| 4.2 Simulación de escenarios..... | 81 |
| 4.3 Elasticidades..... | 83 |
| 5. PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE PROYECTO DE INVERSIÓN..... | 86 |
| 5.1 Evaluación de proyecto de inversión de golosina de nopal..... | 86 |
| 5.1.1 Propiedades funcionales del nopal..... | 86 |
| 5.1.2 Consumo de nopal en México..... | 88 |
| 5.1.3 Plan de negocios para nopal | 89 |
| 5.1.4 Evaluación tradicional..... | 102 |
| 5.1.5 Evaluación con opciones reales..... | 104 |
| 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 112 |
| 7. BIBLIOGRAFÍA..... | 114 |
| 8. ANEXOS..... | 125 |

LISTA DE ILUSTRACIONES

| CUADROS | PÁGINA |
|---|--------|
| ○ Cuadro 1. Composición energética de la dieta del periodo paleolítico..... | 8 |
| ○ Cuadro 2. Valor energético en cereales por cada 100 gramos..... | 24 |
| ○ Cuadro 3. Población y tasa de crecimiento promedio anual en México..... | 30 |
| ○ Cuadro 4. Esperanza de vida al nacer en México..... | 33 |
| ○ Cuadro 5. Porcentaje de población mexicana por grupo de edades..... | 36 |
| ○ Cuadro 6. Resumen del perfil demográfico y nutricional de México. | 37 |
| ○ Cuadro 7. Principales causas de mortalidad general en México..... | 44 |
| ○ Cuadro 8. Defunciones generales por causas de mortalidad en 2012..... | 45 |
| ○ Cuadro 9. Primeras 8 causas de morbilidad en México. Número de casos nuevos en 2011 (primeros lugares por entidad federativa). | 49 |
| ○ Cuadro 10. Adultos con sobrepeso u obesidad en México..... | 51 |
| ○ Cuadro 11. Adultos con hipertensión, dislipidemia y diabetes en México... | 52 |
| ○ Cuadro 12. Costos proyectados de enfermedades relacionadas con la obesidad en adultos mexicanos. | 54 |
| ○ Cuadro 13. Costos atribuibles a la diabetes en México en 2010 | 56 |
| ○ Cuadro 14. Beneficios potenciales de productos nutracéuticos..... | 64 |
| ○ Cuadro 15. Prueba <i>d</i> de Durbin-Watson..... | 73 |
| ○ Cuadro 16. Índice de mortalidad por enfermedad en México de 2016 a 2020..... | 82 |
| ○ Cuadro 17. Mortalidad en relación al consumo del alimento..... | 84 |
| ○ Cuadro 18. Mortalidad en relación al precio del alimento..... | 84 |
| ○ Cuadro 19. Alimentos complementarios de vegetales (nopal)..... | 85 |
| ○ Cuadro 20. Valor nutritivo del nopal..... | 87 |
| ○ Cuadro 21. Contenido de fibra y azúcar en 6 alimentos de amplio consumo en México | 88 |
| ○ Cuadro 22. Primeros cinco productores de nopal en México en 2010..... | 91 |
| ○ Cuadro 23. Obtención del ingreso para el proyecto de inversión | 102 |
| ○ Cuadro 24. Costos nominales de operación..... | 103 |
| ○ Cuadro 25. Flujo de efectivo real para el proyecto de inversión..... | 103 |

- Cuadro 26. Relación Beneficio – Costo en la evaluación tradicional.....104
- Cuadro 27. Resumen del valor presente del proyecto con 4 opciones.....110

GRÁFICAS

- Gráfica 1. Índice de fertilidad mundial (número de hijos por mujer)..... 25
- Gráfica 2. Edad promedio (en años) de la población mundial..... 26
- Gráfica 3. Tasa de crecimiento poblacional en México..... 31
- Gráfica 4. Población total por sexo en México de 1990 a 2010 31
- Gráfica 5. Hombres por cada 100 mujeres en México en 2010..... 32
- Gráfica 6. Índice de fertilidad en México..... 33
- Gráfica 7. Edad promedio de la población mexicana de 2005 a 2050 34
- Gráfica 8. Pirámide poblacional de México en 2010..... 35
- Gráfica 9. Pirámide poblacional de México en 2050..... 35
- Gráfica 10. Tendencias del suministro de energía alimentaria en México... 38
- Gráfica 11. Adultos con hipertensión, dislipidemia y diabetes en México... 52
- Gráfica 12. Sobrepeso y obesidad en adultos mexicanos en 2012..... 53
- Gráfica 13. Mortalidad en México por enfermedades modernas.....74
- Gráfica 14. Índice de mortalidad por enfermedad en México de 2016 a 2020..... 83
- Gráfica 15. Consumo per cápita anual de nopal en México por región Años 1980 a 2012..... 89

DIAGRAMAS

- Diagrama 1. Red de valor de la marca Nutrinopal®..... 97
- Diagrama 2. Organigrama empresarial..... 98
- Diagrama 3. Valor presente del flujo de efectivo del proyecto.....105

FIGURAS

- Fotografía 1. Lado frente y posterior de la envoltura del producto..... 92
- Figura 1. Valor presente del proyecto con volatilidad de precios e Inversión a 4 años.....106
- Figura 2. Valor presente del proyecto con expansión de \$2,000,000 en el año 2 y ampliación de la inversión a 5 años.....107

- Figura 3. Valor presente del proyecto sin expansión y opción de salida en \$10,000,000 en el año 5.....108
- Figura 4. Valor presente del proyecto con expansión en \$2,000,000 en el año 2 y opción de salida en \$10,000,000 en el año 5..... 109

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

| | |
|---------|---|
| AC / DC | Antes de Cristo / Después de Cristo |
| CIEF | Centro de Consultoría e Innovación Empresarial y Financiera |
| CONACYT | Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología |
| CONAPO | Consejo Nacional de Población |
| CSPI | Centro para la Ciencia de Interés Público |
| DGE | Dirección General de Epidemiología |
| ENSANUT | Encuesta Nacional de Salud y Nutrición |
| EU | Unión Europea |
| FACUA | Federación de Asociaciones de Consumidores y Usuarios de Andalucía |
| FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura |
| FAOSTAT | Estadísticas FAO |
| FODA | Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, y Amenazas |
| FONAES | Fondo Nacional de Apoyos para Empresas en Solidaridad |
| FOSHU | Food for Specified Health Use |
| FUFOSE | Funtional Food Science in Europe |
| IDF | Federación Internacional de Diabetes |
| IMC | Índice de masa corporal |
| IMEO | Instituto Médico Europeo de la Obesidad |
| IMSS | Instituto Mexicano del Seguro Social |
| INEGI | Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática |
| IPN | Instituto Politécnico Nacional |
| MELI | Mejores Estimadores Linealmente Insesgados |
| MCO | Mínimos Cuadrados Ordinarios |
| OMS | Organización Mundial de la Salud |

| | |
|---------|---|
| ONU | Organización de las Naciones Unidas |
| OPS | Organización Panamericana de la Salud |
| Pymes | Pequeñas y medianas empresas |
| PROFECO | Procuraduría Federal del Consumidor |
| SAGARPA | Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. |
| SAS | Statistical Analysis Software |
| SDE | Secretaría de Desarrollo Económico |
| SE | Secretaría de Economía |
| SEA | Suministros de energía alimentaria |
| SENC | Sociedad Española de Nutrición Comunitaria |
| SIACON | Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta |
| SINAIS | Sistema Nacional de Información en Salud |
| SNIIM | Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados |
| SOFOMES | Sociedades Financieras de Objetivo Múltiple |
| SSA | Secretaría de Salud |
| UNAM | Universidad Nacional Autónoma de México |
| TE | Transición Epidemiológica |
| VIH | Virus de Inmunodeficiencia Humana |

INTRODUCCIÓN

En la primera mitad del siglo XX los mexicanos comían principalmente productos de origen vegetal: tortilla, frijol, chile, calabaza, jitomate, chayote, nopal, elote, arroz; y bebían atole de maíz, café, infusiones herbales y agua natural. La carne la consumían poco, en promedio una vez a la semana. Durante la segunda mitad del siglo XX, el crecimiento económico, la urbanización, las comunicaciones y las decisiones de gobierno, impulsaron cambios en la alimentación. El estado mexicano argumentó que a la dieta de la población le hacía falta proteína, lo cual afectaba el desempeño físico y mental, por lo que incentivó la adopción de una nueva dieta basada en trigo, carne, huevo y productos lácteos (Aguilar, 2009).

La alimentación de la sociedad mexicana, después de 1950, se modificó sobre todo en las zonas urbanas, hacia un mayor consumo de carne, huevo, leche y trigo; el consumir estos nuevos alimentos se vio como un gran avance en la dieta. Por ejemplo, en la ciudad de México el 90% de los habitantes comían pan, mientras que en el estado de Guanajuato sólo 27% de la población consumía este producto (DGE, 1950). El proceso de urbanización se extendió rápidamente a lo largo del país, en sólo 25 años, la tasa de urbanización casi se triplicó al pasar de 20% en 1940 a 55% en 1965 (FAO, 2003), por eso los hábitos alimenticios continuaron modificándose.

El cambio en el consumo de alimentos siguió hasta finales del siglo XX y principios del XXI, esta vez por decisión propia de la población, un comparativo del consumo per cápita anual comparando 1980 con 2014 indica que: el consumo de carne de bovino era de 11 kilos y aumentó a 17 kilos, el de azúcar era de 39 kilos y subió a 40 kilos aunque este producto tuvo altibajos a partir del 2010 se ha mantenido estable, el de leche era de 146 litros y se redujo a 113.5 litros, el de huevo era de 12.5 kilos pero alcanzó la cifra de 21 kilos y de trigo era de 43.6 kilos pero creció a 61.5 kilos (SIACON, 2014). Los alimentos que más han aumentado su consumo per cápita son: carne de bovino, huevo y trigo; mientras que el consumo de azúcar se ha estabilizado y el de leche ha bajado.

Junto con el cambio en la dieta a mediados del siglo XX, la mortalidad por enfermedad de la población mexicana se modificó, durante las décadas 1950 - 1980 las tres

principales causas de muerte en México eran: enteritis, influenza y neumonía (enfermedades de origen infeccioso) en el periodo de 1990 - 2010 las tres primeras causas de muerte fueron: enfermedades coronarias, diabetes y cáncer (padecimientos crónicos también llamados enfermedades modernas). En 1980 el porcentaje relativo de muertes causado por estos tres padecimientos fue 21% sobre el total de muertes por enfermedad, en 2010 fue 49% (2.3 veces más respecto a 1980) (INEGI, 1950-2010).

A nivel mundial, la esperanza de vida aumentó porque los servicios de agua potable y drenaje llegaron a más hogares, además de que se usaron masivamente los antibióticos (Deaton, 2015), estas medidas sirven para prevenir y combatir respectivamente las enfermedades de origen infeccioso.

Según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) en 2006 México fue el principal consumidor de refrescos en el mundo con un consumo promedio de 164 litros por persona, aunque en 2012 descendió al cuarto lugar con 137 litros (ENSANUT, 2006, 2012); a partir del 2008 se convirtió en el primer consumidor de huevo a nivel mundial con 21 kilos anuales por persona (ENSANUT, 2008). En el caso del consumo de carne, leche y trigo, no llega a niveles tan altos comparado con otros países.

La velocidad con que el mexicano ha cambiado su dieta no ha permitido que se adapte a los nuevos alimentos, por ejemplo, el porcentaje de mexicanos de áreas rurales intolerantes a la lactosa es de 74%, en comparación con el norte de Europa que son intolerantes sólo 5% de la población (Brambila, 2006); otro caso, en Argentina pueden consumir gran cantidad de carne sin afectaciones – el consumo per cápita anual en 2012 fue de 56.7 kilos – , aunque en México el consumo por habitante en 2012 fue de solo 17 kilos, si genera problemas de salud (FAOSTAT, 2013).

Estudios científicos recientes, resaltan que la mortalidad por enfermedad está relacionada con los alimentos, por ejemplo, el riesgo de padecer cáncer colorrectal podría aumentar en 17% por cada porción de 100 gramos de carne roja consumida diariamente (OMS, 2015). Así mismo, 90% de los casos de diabetes mellitus tipo 2 en México son atribuibles al sobrepeso y obesidad provocados por el consumo excesivo de carbohidratos y azúcares (SSA, 2013). En los últimos 10 años se ha relacionado el

consumo de trigo con el desarrollo de cáncer, diabetes y enfermedades del corazón, debido a las afectaciones que provoca la proteína del trigo - el gluten - (Perlmutter, 2015; William, 2014; Saturni, 2010).

La preocupación de la relación entre alimentos y desarrollo de enfermedades impone cambios de hábitos alimenticios y el mexicano está regresando al consumo frecuente de alimentos como frijol, chile, maíz, verduras y frutas, principales productos que se consumían en México en la primera mitad del siglo XX y antes (entrevistas al azar a adultos de 80 y más).

Los principales objetivos de este trabajo son:

- 1) Cuantificar la relación que existe entre alimentos y mortalidad en México.
- 2) Hacer simulaciones con políticas de cambio en los alimentos para reducir la mortalidad en México.

Para lograr estos propósitos se clasificaron los alimentos en tres tipos:

Tipo 1: carne, azúcar, trigo. Alimentos que consumidos en exceso pueden tener incidencia directa en la mortalidad. Aunque en México se estabilizó el consumo de carne y de azúcar, la mortalidad sigue aumentando ya que existe un efecto de acumulación que provoca enfermedades crónicas, así que es importante estudiar estos alimentos econométricamente mediante modelos con variables rezagadas.

Tipo 2: huevo, leche. Son productos de origen animal que se han consumido siempre e ingeridos con moderación pueden ser benéficos para la salud (Simon, 2000).

Tipo 3: vegetales, alimentos sanos que no generan ningún problema de salud, en este estudio son representados por el nopal, es un alimento de origen mexicano (el más significativo al estar plasmado en el escudo nacional), además se ha publicado su utilidad para el control de glucosa en diabetes mellitus tipo 2 (Basurto, 2006).

El desarrollo de este trabajo consta principalmente de seis capítulos:

1. Planteamiento del problema, objetivos e hipótesis. En este capítulo se explica la justificación de la investigación, así como los objetivos de la misma y las hipótesis a probar.
2. Marco teórico, en el que se detalla los antecedentes del problema, principalmente los cambios que ha sufrido la población mexicana en cuanto a su alimentación y enfermedades, así como también el costo socioeconómico de estos cambios.
3. Metodología. Para cuantificar la relación que existe entre alimentos y mortalidad en México (objetivo general de la investigación), se estiman modelos dinámicos con rezagos del consumo de seis alimentos seleccionados (carne de bovino, azúcar, leche, huevo, trigo y nopal) y su relación con la mortalidad a lo largo de 35 años (de 1980 a 2014). También se determina la matriz de multiplicadores de impacto para simular las políticas de cambio en el consumo de estos alimentos, su hábito, precios y su efecto en la mortalidad. Es importante estudiar estos alimentos econométricamente mediante modelos con variables rezagadas, considerando que existe un efecto de acumulación que provoca enfermedades.
4. Resultados y discusión. En este capítulo se presentan los resultados de los modelos dinámicos y la simulación de las políticas de cambio de los alimentos en distintos escenarios, también se muestra la elasticidad directa, indirecta y cruzada entre la mortalidad y los bienes seleccionados.
5. Propuesta de evaluación de proyecto de inversión: la evaluación se enfoca a los alimentos funcionales (específicamente una golosina de nopal) mediante dos criterios, tradicional y opciones reales.
6. Conclusiones y recomendaciones. Se indican las conclusiones más importantes de la investigación de acuerdo a los resultados de la misma y a los objetivos que se alcanzaron e hipótesis que se probaron. Así mismo, se mencionan algunas recomendaciones.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La mortalidad por enfermedades crónicas en México está aumentando, con más énfasis: enfermedades coronarias, diabetes, y cáncer. Durante el período de 1950 a 1989 las tres principales causas de muerte en México fueron: enteritis, influenza, y neumonía (enfermedades de origen infeccioso) pero en los siguientes años de 1990 a 2010 las tres primeras causas de muerte fueron: enfermedades coronarias, diabetes, y cáncer (padecimientos crónicos también llamados enfermedades modernas). En 1980 el porcentaje relativo de muertes debido a estas tres enfermedades fue de 21% sobre el total de muertes por enfermedad, en 2010 el porcentaje fue de 49% (2.3 veces más respecto a 1980) (INEGI, 1950-2010) y de continuar con la misma tendencia en 2020 el porcentaje será de 59%. Por ejemplo, el problema de diabetes es tan serio, que de un total de 172 países evaluados por la OMS en 2012, solo 9 países, superaron a México en índice de mortalidad por este padecimiento.

La muerte es algo seguro para todos los seres vivos, sin embargo para una nación las enfermedades crónicas pueden representar un tremendo costo socio-económico, en México en 2010 el gasto por tratar estas enfermedades fue de 806 millones de dólares USA, para 2020 podría ser de 1,025 millones de dólares USA y los gastos pueden seguir aumentando indefinidamente porque estas enfermedades crónicas pueden generar otras enfermedades o complicaciones graves (Rtveladze, 2013). En México, el número de casos ya diagnosticados en 2012 por hipertensión arterial fue de 22.4 millones de adultos y por diabetes fue de 6.4 millones de mexicanos (ENSANUT, 2012).

Estudios científicos avalan que la mortalidad por enfermedad de la población está relacionada con los alimentos que consume. La alimentación de la población mexicana se ha modificado y los cambios más notorios fueron a partir de la segunda mitad del siglo XX con más consumo per cápita de carne, azúcar, huevo, leche, y trigo. Estos cambios fueron provocados por un mayor grado de urbanización que aunque genera crecimiento económico también crea malos hábitos alimenticios relacionados con enfermedades crónicas que pueden ser mortales y generan un alto costo socio-económico.

En México, los estudios que se han hecho sobre la relación entre mortalidad y alimentación de la población son de tipo cualitativo, es decir que sólo se limitan a hacer descripciones sobre el fenómeno estudiado con técnicas como la observación, por lo que corresponde a un análisis subjetivo del tema. Así surge la necesidad de elaborar una investigación que relacione cuantitativamente la mortandad con los alimentos, mediante la creación de modelos estadísticos para explicar eventos, probar hipótesis y medir la relación entre variables, generando como resultado un estudio objetivo del problema.

1.1 Objetivos

Objetivo general:

1. Cuantificar la relación que existe entre alimentación y mortalidad por enfermedad en México.

Objetivos específicos:

1. Elaborar proyecciones del índice de mortalidad por enfermedad a corto plazo (próximos cinco años).
2. Hacer simulaciones con políticas de cambio en los alimentos para reducir la mortalidad por enfermedad en México hacia 2020.

1.2 Hipótesis

Las hipótesis planteadas para esta investigación son:

1. Existe una relación directa entre consumo de carne, azúcar y trigo y la mortalidad de la población mexicana, esto es que cuando sube el consumo de estos alimentos, la mortalidad también sube.
2. La leche y el huevo consumidos con moderación pueden reducir la mortalidad.
3. El consumo de vegetales tiene un efecto reductor significativo en la mortalidad.

2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo, se presentan los antecedentes generales relacionados al problema de investigación para ampliar la descripción del mismo. Primero se explica la alimentación en la evolución humana de manera global, posteriormente se analiza en forma particular el caso de México; y por último se estudia una alternativa al problema mediante los alimentos funcionales en la prevención de enfermedades.

2.1 Alimentación en la evolución del hombre

a) Frutas, verduras y nueces

En la historia del hombre, la dieta ha sido el factor evolutivo más marcado. Su evolución se remonta a unos siete millones de años, periodo en el cual la alimentación experimentó varios cambios. En la vida arbórea, la base de la alimentación fue de frutos. La transición a la vida en planicies, obligada por los cambios climáticos que redujeron la densidad de las selvas, obligó a los primeros homínidos a cubrir grandes extensiones de terreno mediante la locomoción bípeda. Su alimentación se hizo más diversa y además de frutas y otros vegetales, incluyó raíces y nueces. Los cambios en la dentadura humana y del proceso de masticación fueron adaptaciones ventajosas para esta etapa. A este proceso se agregaron estrategias técnicas como la utilización de piedras para romper las nueces y con filo que les servían como cuchillos para cortar alimentos (Arroyo, 2008).

En este patrón dietario, asociado a un volumen corporal grande, los materiales vegetales constituían entre 87 y 99%, con cantidades moderadas o pequeñas de proteínas de origen animal (Milton, 2003).

b) Carroña y cacería

La postura erecta facilitó la adaptación a la exposición a los rayos solares, lo que permitió a los homínidos caminar mayores distancias. Así, nuestros ancestros descubrieron la carroñería y con ella, el acceso a las reservas de grasa y proteína contenidas en la médula de los huesos largos de animales muertos. El consumo de fuentes más amplias de energía facilitó un mayor desarrollo del cerebro y el acortamiento del tubo digestivo. La cooperación social motivó la cacería en grupo y la creación de herramientas rústicas

para practicar la caza desde la captura de mamíferos pequeños hasta la de presas mayores. Cuando el hombre Cro-Magnon y otros humanos aparecieron, la cacería de grandes animales aumentó gracias al desarrollo de nuevas técnicas. Se estima que en esas épocas, la carne proveía cerca del 50% de la dieta (Eaton, 1985).

c) La dieta paleolítica

Como resultado de la sobreexplotación de recursos, de cambios climáticos y del crecimiento de la población humana, el período inmediato anterior a la llegada de la agricultura y de la crianza de animales se caracterizó por el desplazamiento de la cacería a favor de un patrón de actividades de subsistencia más diverso. Los fósiles de la época muestran cantidades crecientes de restos de peces, conchas y animales pequeños, así como de herramientas para procesar vegetales como las piedras de moler y los morteros. Este patrón de alimentación predominó de 10 mil a 20 mil años antes del desarrollo de la agricultura, y era muy parecido al de los cazadores-recolectores que persiste en la actualidad aunque en número cada vez más reducido. A este patrón dietario se le conoce como dieta paleolítica y es al que mejor responde la estructura genética que heredamos de nuestros antepasados.

Según Arroyo (2008), la dieta paleolítica tenía 41% de la energía derivada de carbohidratos, 37% de proteínas, y 22% de grasas con una relación de grasas poliinsaturadas/saturadas favorable y un contenido de colesterol muy bajo, por lo que se piensa que en ese periodo casi no existía la obesidad (véase cuadro 1).

Cuadro 1. Composición energética de la dieta del periodo paleolítico.

| Composición | Periodo Paleolitico |
|---------------|---------------------|
| Carbohidratos | 41.0% |
| Proteínas | 37.0% |
| Grasas | 22.0% |
| Total | 100.0% |

Fuente: Arroyo P. 2008. La alimentación en la evolución del hombre. Revista Nutrición Hoy 4: 8 p.

d) Discordancia evolutiva de la dieta

La llegada de la agricultura y de la ganadería cambió drásticamente el patrón alimentario paleolítico. Este desarrollo modificó las relaciones del hombre con el medio ambiente. La mayor eficiencia de la producción de alimentos generó excedentes que dieron lugar a grandes cambios demográficos, a la aparición de las clases sociales, al desarrollo de burocracias y en última instancia, al desarrollo de tecnologías alimentarias y sociales. El desequilibrio de la dieta de las sociedades explica, en gran medida, la creación de patologías como la desnutrición energético-proteica, la disminución de la talla promedio de sus integrantes y la epidemia de enfermedades crónicas que enfrenta la sociedad actual.

Otro gran cambio de la dieta humana es el resultado de la revolución industrial. En esta etapa la agricultura intensiva y la tecnología hicieron alimentos disponibles que no estuvieron presentes durante la evolución de los homínidos, por ejemplo, cereales procesados, azúcares refinados, aceites vegetales, y alimentos enlatados. Simopoulos (2006) describe estos cambios de la siguiente manera:

- a) Aumento de la ingestión de energía pero disminución de la actividad física.
- b) Aumento del consumo de grasas saturadas, ácidos grasos omega 6 (contenido en cereales integrales y aceites vegetales que mejoran el sistema inmunológico) y ácidos grasos trans, pero una disminución en la ingestión de ácidos grasos omega 3 (contenido en pescados grasos que contribuyen al correcto funcionamiento del cerebro y protegen contra enfermedades cardiovasculares).
- c) Disminución del consumo de fibra.

En sus palabras el autor indica que: “En términos de genética, los humanos vivimos en un ambiente nutricional que difiere de aquél para el que nuestra constitución genética fue seleccionada”. Se trata de un periodo como de 10 mil años en el que las presiones selectivas alimentarias no han actuado suficientemente como para producir nuevos cambios adaptativos en la genética humana. A la contradicción entre la dieta moderna y la estructura genética, él le llama discordancia evolutiva de la dieta.

La producción de alimentos ha experimentado cambios sucesivos por el desarrollo de tecnologías que la han hecho más eficiente, entre ellas, nuevos métodos de almacenamiento y de procesamiento. La cultura culinaria propia de cada población se enriqueció considerablemente en este lapso. Sin embargo, fue la revolución industrial la que modificó más la producción y la tecnología de alimentos, e hizo accesibles al consumo otros más baratos. Con ello se ha intensificado la discordancia evolutiva dietaria, localizada en el centro del origen de las enfermedades crónicas relacionadas con la nutrición (Abuissa, 2005).

2.1.1 La transición nutricional

En la segunda mitad del siglo XX hubo cambios en la estructura de la población a nivel mundial, incluyendo las principales causas de muerte y la composición de la dieta. Para analizar este fenómeno se ha creado el término de transición nutricional.

Transición Nutricional se refiere a los cambios en la dieta que producen un impacto nutricional, como variaciones en la estatura y composición corporal, como consecuencia de los cambios en los patrones alimentarios, correlacionada con factores económicos, sociales, demográficos y de salud. Los cambios en la dieta se producen por un aumento en la oferta de alimentos procesados altos en azúcares, grasas, sal, harinas, conservadores químicos y disminución en el consumo de alimentos saludables como frutas y verduras. En ese proceso coexisten la desnutrición y un progresivo aumento en el sobrepeso u obesidad, como consecuencia del aumento de la oferta de alimentos procesados y la reducción de la actividad física, siendo estos factores de riesgo en el aumento de la prevalencia de enfermedades crónicas (FAO, 2013).

Para Popkin (2004) se pueden identificar cinco fases experimentadas por las sociedades caracterizadas por patrones específicos de dieta, actividad física, tamaño y composición del cuerpo. Dichos patrones son paralelos a perfiles demográficos, socioeconómicos y de salud. El cambio de una fase a otra son ejemplos de transición nutricional. Este autor identifica cinco fases:

1. Etapa de "recolección de alimentos". Hace unos 15,000 a 10,000 años donde la dieta era alta en carbohidratos y fibra, pero baja en grasa, en esta etapa los

alimentos se obtenían a través de la caza y la recolección de frutos y semillas sin agregar azúcar, sal, ni ingredientes procesados.

2. La fase de las "hambrunas". Hace unos 10,000 a 8,000 años ocurre con el inicio del desarrollo de la agricultura, cuando la alimentación comienza a ser menos variada y sujeta a periodos de extrema escasez de alimentos.
3. En la "disminución de las hambrunas". Del año 1750 a 1960 se incrementa el consumo de frutas, verduras y productos de origen animal, al tiempo de que los almidones comienzan a ser menos importantes en la dieta básica; esta etapa corresponde a la revolución industrial y a la segunda revolución agrícola (por ejemplo, rotación de cultivos y uso de fertilizantes).
4. El "predominio de enfermedades crónico–degenerativas". De 1960 a la fecha, esta fase ocurre debido a que se incrementa la prevalencia de obesidad como consecuencia del consumo de dietas con alto contenido en grasa total, colesterol, carbohidratos refinados y cantidades reducidas de fibra, además de que es frecuente el sedentarismo, esta situación puede ser atribuida a que la mayoría de la población habita en ciudades y los empleos predominantes se ubican en el comercio y los servicios.
5. La última etapa es el "cambio conductual", fase futurista que ocurre debido a acciones de los individuos y los gobiernos, que consiste en la adopción de dietas mediante alimentos funcionales y niveles de actividad física similares a la de la etapa de "recolección de alimentos".

Los países pueden atravesar los periodos de la transición en diferentes momentos y con distintas velocidades.

Considerando la noción de transición nutricional desarrollada por Popkin, puede decirse que México se encuentra en la etapa 4 "predominio de enfermedades crónico–degenerativas". Esta transición se caracteriza por:

- a) Abandono de las dietas tradicionales que consistía en alto consumo de frutas, semillas y vegetales.
- b) Adopción de la "dieta occidental" con la consecuente globalización de la misma, es decir, comienza a existir una homogenización mundial del tipo de comida que

más se consume caracterizada por su alto contenido de grasa saturada y azúcares simples, lo que se conoce como “comida chatarra”.

- c) Disminución de la actividad física por cambios en la estructura ocupacional y por más facilidades para el transporte y otras actividades cotidianas.

Los cambios en la dieta y la actividad física resultan en el incremento de las tasas del sobrepeso y de enfermedades crónicas relacionadas con la alimentación como diabetes mellitus, hipertensión y cardiopatías. Los determinantes de la transición nutricional pueden ser ubicados sobre todo en el crecimiento económico y la urbanización.

2.1.2 Enfermedades relacionadas con la alimentación

Según Barreto (2003), cuando el metabolismo es normal, la mayor parte de las células pueden realizar las funciones para las que fueron diseñadas a plena capacidad y armónicamente, y entonces se puede decir que el organismo se encuentra en estado de salud biológica. Pero cuando el metabolismo está perturbado en diversos grados, el organismo está enfermo o en vías de enfermarse. Si ya se encontraba enfermo, lo convierte en susceptible de complicarse (morbilidad), e incluso de morir (mortalidad). No existe ninguna enfermedad que no tenga un componente metabólico, por lo tanto, todas pueden ser susceptibles de modificaciones alimentarias o nutrimentales que la mejoran o la empeoran. Además de que las enfermedades en sí no matan a las personas; éstas mueren por las complicaciones asociadas.

El concepto de salud para la Organización Mundial de la Salud (OMS) tiene una definición concreta: “es el estado completo de bienestar físico y social que tiene una persona”. Este concepto se encuentra relacionado con la alimentación, dado que la finalidad de la alimentación es proporcionar al organismo los nutrientes y la energía necesarios para que el organismo realice sus funciones vitales. Por lo tanto, una dieta desequilibrada significa que el organismo no dispondrá de los diversos nutrientes o de la cantidad que se necesita para mantener una buena salud.

Los requerimientos nutritivos son diferentes en cada grupo humano, ya que varían según el sexo, la edad, las condiciones de vida, el trabajo y el nivel de la actividad física que

desarrolla la persona como el simple hecho de caminar. De igual modo, varía en presencia de ciertas enfermedades y en el embarazo.

Los trastornos alimenticios o enfermedades nutricionales se originan cuando la dieta es inadecuada. En otras palabras, se originan cuando se ingieren alimentos de todos los grupos y, por lo tanto, la ingesta no es equilibrada, no hay una cantidad adecuada de nutrientes en relación con las necesidades del cuerpo. Una alimentación desequilibrada pueden causar enfermedades nutricionales por déficit o por exceso en el aporte de una o varias sustancias nutritivas, y sus efectos van desde la desnutrición hasta la obesidad.

Popkin (2004) distingue dos grupos de enfermedades nutricionales:

A. Enfermedades por déficit:

a) Desnutrición.

De acuerdo a este autor, el 90% de los estados de desnutrición 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. El 10% restante de las causas que producen la desnutrición es causado por las infecciones diarreicas, 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. En muchos países el origen de la desnutrición está estrechamente relacionado con el nivel de vida, la educación y el ingreso económico de la población.

Para Gómez (2003), la asimilación deficiente de alimentos por el organismo, conduce a un estado patológico de distintos grados de seriedad, de distintas manifestaciones clínicas, que se llama Desnutrición. Son propensos a la desnutrición: quienes hacen dietas desequilibradas para reducir de peso; los niños y los deportistas que no llevan una dieta balanceada; las mujeres embarazadas durante su primer trimestre debido a que las náuseas les impiden comer; quienes tienen colon irritable, enfermedades hepáticas o del

sistema digestivo que causan intolerancia a varios alimentos, y quienes no disponen de suficiente y adecuado alimento.

Datos de la FAO estiman que en el período 2010-2012 el número de personas desnutridas se ha situado en unos 870 millones, esta cifra representa el 12.5% de la población mundial, es decir que, una de cada ocho personas padece desnutrición. La gran mayoría de estas personas, 852 millones, vive en países en desarrollo.

De acuerdo al Banco Mundial, en 2010 en México, unos 5.6 millones de mexicanos (que corresponde al 5% de la población total de este país en ese año) padecían desnutrición, esto es que 1 de cada 20 personas sufren de dicha afección.

b) Anemia.

Según Olivares et al. (2004), la deficiencia de hierro es la deficiencia nutricional más prevalente y la principal causa de anemia a escala mundial.

Roodenburg (1994) sostiene que diversos estudios tanto experimentales como en poblaciones humanas, han demostrado que la deficiencia de vitamina A afecta el transporte de hierro y la producción de células rojas en la sangre, por lo que un consumo inadecuado de esta vitamina puede resultar en una anemia, que se caracteriza por una disminución en las concentraciones séricas de hierro.

Para Boccio (2004) las principales alteraciones relacionadas con la deficiencia de hierro son las siguientes:

- i. Incapacidad de trabajo físico debido a la fatiga y falta de energía. Esta disminución en la capacidad de trabajar puede tener una gran implicación en la productividad, sobre todo en los países en vías de desarrollo, donde los niveles de deficiencia de hierro son elevados y la actividad productiva es fuertemente dependiente del trabajo físico de la población.

- ii. Descontrol en la regulación de la temperatura corporal. Durante la deficiencia de hierro existe una alteración metabólica que consiste en la incapacidad de mantener la temperatura corporal en un ambiente frío. Diversos estudios demostraron que existe una alteración en el metabolismo, secreción y utilización de las hormonas tiroideas durante la deficiencia de hierro. Estas hormonas intervienen en los procesos de termogénesis de los mamíferos manteniendo y controlando su temperatura corporal.
- iii. Afectación del desarrollo psicomotor. Cada vez son más los trabajos que evidencian los efectos negativos que produce la anemia por deficiencia de hierro en el desarrollo mental y motor del niño, como falta de concentración y poca retención de la memoria.
- iv. Mayor absorción de metales tóxicos. Se ha encontrado que la deficiencia de hierro produce un aumento de la absorción de otros metales, siendo algunos de ellos sumamente tóxicos. Por ejemplo, diferentes estudios demuestran que durante la deficiencia de hierro existe un aumento en la absorción intestinal de plomo, así como en la absorción de aluminio, que puede interferir en el metabolismo del calcio y provocar las consecuentes alteraciones fisiológicas.
- v. Los datos existentes sugieren que la deficiencia de hierro durante el embarazo, afectan tanto la salud de la madre como la del recién nacido. Se ha observado que existe una correlación entre la anemia y un aumento de la incidencia de insuficiencia cardíaca durante el trabajo de parto, una menor tolerancia a las pérdidas de sangre durante el parto, una menor resistencia a las infecciones y un mayor tiempo de cicatrización de las heridas.
- vi. Dificultad para respirar. La anemia es una afección en la cual el cuerpo no tiene suficientes glóbulos rojos sanos. El hierro es un

componente importante de los glóbulos rojos. Sin este elemento, la sangre no puede transportar oxígeno eficazmente.

En México, de acuerdo con la ENSANUT 2012, la prevalencia de anemia en mujeres de edad fértil (12 a 49 años) en mujeres no embarazadas fue 11.6% (4 millones de casos) y en embarazadas de 17.9% (6.1 millones de casos).

B. Enfermedades por exceso:

a) Sobrepeso y obesidad.

De acuerdo a la OMS, el sobrepeso y la obesidad se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud. Un índice de masa corporal (IMC) igual o mayor a 25 determina sobrepeso, mientras que igual o superior a 30 indica obesidad. El IMC es una medida de asociación entre la masa y la talla de un individuo, este concepto fue concebido a mediados del siglo XIX por el estadístico belga Adolphe Quetelet, por lo que también se conoce como índice de Quetelet, su fórmula es:

$$\text{IMC} = (\text{Peso en kilogramos}) / (\text{Estatura en metros})^2$$

La obesidad está ligada a problemas en los hábitos de alimentación, principalmente al consumo elevado de grasas y azúcares; esto lleva a un consumo de calorías que sobrepasa las necesidades del organismo, y cuando esta situación se mantiene a través del tiempo, la grasa se incrementa por encima de los valores normales. La grasa es una forma eficiente que tiene el organismo de guardar energía. Lo hace en células llamadas adipocitos, cuya acumulación forma el tejido adiposo. En el momento en que los niveles de grasa aumentan, serán la genética y estado hormonal los que decidan dónde almacenar esa grasa. La testosterona del hombre suele hacer que se almacene en la cintura y torso y los estrógenos de la mujer en caderas y muslos, de ahí la famosa forma de manzana y pera en hombre y mujer respectivamente. El problema es que al sobrecargar los almacenes de grasa, se entorpecen muchos procesos del metabolismo, comenzando a aumentar el riesgo de sufrir diabetes, o hipertensión.

Datos de la OMS indican que en 2010, mundialmente alrededor de 43 millones de niños menores de 5 años tenían sobrepeso. Esto sumado a que el 65% de la población vive en países donde el sobrepeso y la obesidad causan un gran número de muertes, estas cifras indican que el problema de las enfermedades de la civilización moderna es grave.

En México, de acuerdo a la ENSANUT 2012, 26.3 millones de adultos mexicanos tienen sobrepeso y 22.3 millones tienen obesidad, total 48.6 millones de casos con sobrepeso y obesidad, cifras importantes que reflejan el alto consumo de alimentos poco saludables y el gran índice de sedentarismo.

Para la OMS no tener un tratamiento adecuado para la obesidad, puede llevar a por lo menos 11 enfermedades asociadas como:

- 1.- Enfermedades cardiovasculares. La causa principal de fallecimiento en personas obesas son las enfermedades cardiovasculares. A diferencia de alguien con un peso normal, el riesgo de sufrir una enfermedad de este tipo se triplica para una persona obesa. Una enfermedad cardíaca se produce por la formación de la placa de ateroma, una acumulación de materia grasa que obstruye las arterias coronarias, las cuales llevan el oxígeno y los nutrientes que reparte el corazón. Así, aumenta la posibilidad de sufrir una falta crónica de oxígeno con algún esfuerzo físico pequeño, lo cual puede producir incluso un infarto de miocardio.

La obesidad contribuye a un aumento en la presión arterial (hipertensión arterial), incrementa el colesterol total y triglicéridos en la sangre, lo cual aumenta el riesgo de enfermedades coronarias.

- 2.- Accidentes cerebrovasculares. De forma similar a un accidente cardiovascular, una persona obesa puede sufrir más lesiones en las arterias cerebrales (que pueden desprenderse total o parcialmente, dando como resultado daños cerebrales por falta de riego a éste órgano) que alguien esbelto. A medida que el exceso de peso aumenta, lo hace también la probabilidad de sufrir un accidente cerebrovascular que puede dañar órganos vitales como hígado y riñones o causar la muerte del afectado.

3.- Distintos tipos de cáncer. Diversos estudios a lo largo de la historia de la medicina, demuestran que existe un mayor riesgo de padecer cáncer de esófago, colon, recto, hígado, vesícula biliar, páncreas y riñón, mama y útero cuando se es obeso. El riesgo de padecer este tipo de enfermedad es 50% mayor que en personas de peso normal.

En el caso de los tumores del tubo digestivo, se conoce que la causa más frecuente del aumento del riesgo de cáncer de esófago es el reflujo de jugo gástrico desde el estómago al esófago (conocido como reflujo gastroesofágico), lo que usualmente ocurre en las personas obesas y da lugar a ardores de mayor o menor intensidad.

4.- Depresión y otros trastornos psíquicos. Suele ser común, y afecta a personas obesas de todas las edades. El sobrepeso puede conllevar a una falta de aceptación social, lo que sumado a una exclusión a menudo produce una depresión.

5.- Diabetes Mellitus. Un obeso puede tener hasta 8 a 10 veces más probabilidades de desarrollar diabetes mellitus. Las consecuencias de ésta enfermedad son muchas y se presentan en forma progresiva, llegando a provocar insuficiencia renal, insuficiencia arterial, ceguera, infarto y/o insuficiencia cardíaca, infecciones, trastornos circulatorios que pueden llevar a amputación de miembros.

6.- Disfunciones pulmonares tales como hiperventilación (es una respiración rápida o profunda que puede ocurrir con ansiedad o pánico y que puede dejar a la persona con una sensación de falta de aliento) y apnea del sueño (la persona que lo sufre hace una o más pausas en la respiración durante el sueño).

7.- Alteraciones articulares: artrosis, osteoartritis, hernias discales, gota. El sobrepeso afecta el sistema óseo, las articulaciones y los cartílagos de éstas al sobrecargarlos.

8.- Alteraciones digestivas: reflujo gastroesofágico.

9.- Alteraciones renales: litiasis (presencia de cálculos o piedras en el interior de los riñones o de las vías urinarias), incontinencia urinaria (perdida involuntaria de orina).

10.- Alteraciones dermatológicas: estrías, celulitis, acantosis (pigmentación oscura alrededor del cuello y articulaciones).

11.- Alteraciones ginecobstetricias: menstruación irregular, diabetes gestional.

Según Arroyo (2008), la epidemia actual de enfermedades crónicas como la obesidad y sus consecuencias – diabetes, hipertensión arterial, enfermedades cardiovasculares, entre otras – es en gran medida consecuencia de la discordancia evolutiva de la dieta humana. En las últimas décadas, la amplia disponibilidad de fuentes baratas de energía y el sedentarismo propio de las sociedades urbanas, han puesto de manifiesto esta susceptibilidad a la obesidad en una mayoría de la población a nivel mundial. En vista de que la modificación genética parece fuera de alcance, la alternativa de modificar el panorama epidemiológico actual será regresar, en cierto modo al alimento y esfuerzo físico del periodo paleolítico, es decir, retomar el consumo amplio de frutas y verduras, disminuir grasas y azúcares, y dedicar suficiente tiempo a actividades físicas que impliquen un gasto efectivo de energía.

2.1.3 Contradicción del sistema alimentario actual

De acuerdo a Patel (2008), la humanidad produce actualmente más alimentos que en toda su historia, y sin embargo una cifra superior al 10% de la población padece hambre. Datos de la FAO en 2011 indican que el hambre de esos 842 millones de personas ocurre al mismo tiempo que otro récord mundial histórico: 1,000 millones de seres humanos sufren sobrepeso y obesidad. El hambre y el sobrepeso globales son síntomas de un mismo problema: sistema alimentario actual.

Este autor sostiene que los obesos y los “famélicos” (hambrientos) están vinculados entre sí por las cadenas de producción que llevan los alimentos desde el campo hasta la mesa. Es más, el camino que podría conducir a erradicar el hambre, serviría de paso para prevenir las epidemias mundiales de diabetes y afecciones cardíacas. Las grandes corporaciones que venden comida, en su obsesión por el interés económico, delimitan la forma de comer y la manera de pensar sobre la comida. En los puntos de venta de la comida rápida es donde con mayor claridad se distinguen las limitaciones actuales, pues allí apenas se puede elegir entre el “McNugget” y el “McMuffin” (ambos productos de la cadena de comida McDonald’s).

Incluso cuando se quiere comprar algo sano (frutas y verduras), se está atrapado por el propio sistema alimentario actual. Por ejemplo, al comprar manzanas. En los supermercados de América y de Europa, las elecciones están restringidas a unas cuantas variedades: Fuji, Royal Gala, Washington Starking, Golden Delicious y quizá un par más. ¿Por qué sólo éstas? Porque son atractivas: piel lustrada, y tienen un sabor para la mayoría del consumidor inobjetable; pero también porque soportan ser transportadas a través de largas distancias y su piel no se daña si son sacudidas en el trayecto desde el huerto hasta el supermercado; además, toleran las técnicas de lustrado y los conservadores químicos que permiten el transporte y que las mantienen atractivas en los estantes, son fáciles de cosechar y responden bien a los pesticidas y a la producción industrial. No es el consumidor quien elige por su cuenta el producto que más le beneficia a su cuerpo porque no elabora su menú a partir de lo que elige, o de la estación o el país en que se encuentra, ni por la amplia variedad de manzanas existente, ni por la gama de alimentos y sabores, sino sometiéndose al poder de las empresas de la alimentación que llevan al consumidor a comer más harina, azúcar refinada, sal, grasa, carnes rojas, y productos químicamente procesados de los que se deberían comer (Patel, 2008).

De acuerdo a García (2001), diversos factores están relacionados con el desarrollo de ambos padecimientos (desnutrición y sobrepeso). Uno de ellos es la dificultad de llevar una dieta abundante en frutas y verduras, sobre todo para aquellos que viven en las ciudades. Al mismo tiempo, los sectores menos favorecidos tienen menor acceso a una dieta nutritiva y completa. Por otra parte, la genética también incrementa las probabilidades. Si durante varias generaciones se ha mantenido una nutrición deficiente, habrá una mayor predisposición al sobrepeso y probablemente a la diabetes, debido a la acumulación excesiva y prolongada de energía durante varios años. El aumento en los índices de desnutrición y obesidad refleja que no son problemas aislados.

Para Sloane (2013), alimentos chatarra como dedos de queso frito, hamburguesas, papas a la francesa y refrescos dominan los menús de los niños en la mayoría de las cadenas de restaurantes, y además, buena parte de estas comidas no cumple con los estándares nutricionales, según un reporte de una organización sin fines de lucro en

Estados Unidos. El 97% de las 3,500 comidas para niños analizadas en 2012 por el Centro para la Ciencia de Interés Público (CSPI, por sus siglas en inglés) no cumplen con los estándares básicos nutricionales, de acuerdo con el reporte las comidas infantiles significan: obesidad en el menú. El menú infantil en los restaurantes equivale a muchas calorías, exceso de sodio y pocos nutrientes. Es como si la industria de los restaurantes no hubiera escuchado que hay una epidemia de obesidad.

La epidemia de obesidad es una doble preocupación para los niños mexicanos, ya que pueden estar desnutridos al mismo tiempo que presentan sobrepeso al estar expuestos a alimentos altos en grasa, con alto contenido de azúcar, sodio, alimentos que tienden a ser más baratos pero también menos nutritivos (OMS, 2011).

Según Patel (2008), uno de los efectos perversos del modo en que llega la comida a la mesa consiste en que ahora existe la posibilidad de que padezcan obesidad personas que carecen de los medios necesarios para comprarse alimentos. Por otra parte, aquellos individuos que pueden dirigirse al supermercado se quedan pasmados ante la posibilidad de escoger entre cincuenta marcas de cereales azucarados, media docena de tipos de leche, estantes de panes tan saturados de productos químicos que nunca se pudrirán y repletos de productos cuyos ingredientes principales son azúcar, harina, grasa, sal y conservadores químicos.

Los seres humanos son los únicos del reino animal que cosechan, almacenan y procesan los alimentos que han cultivado. Casi todos los animales cazan sus alimentos y muchos los almacenan para consumo posterior, pero no los cultivan ni los procesan. En su evolución, los hombres aprendieron a cultivar alimentos para su subsistencia y luego desarrollaron procesos para preservarlos o aumentar sus características deseables, a veces mejorando y otras disminuyendo su valor nutricional.

La industria alimentaria busca preservar los alimentos y mejorar sus características deseables (sabor, olor, color, textura, apariencia) mediante una variedad de técnicas como secado, enlatado, escabechado, adición de preservativos químicos, refrigeración, congelación e irradiación. El objetivo principal de estos procesos es lograr que los alimentos permanezcan en buena condición comestible, durante períodos mayores de lo

que sería posible si no se utilizaran estos métodos. Los procesos incluyen: cocción y adición de sustancias para mejorar el sabor y apariencia de los alimentos. Algunas técnicas de procesamiento de alimentos tienen efectos secundarios. Por ejemplo, el refinado de los granos de cereal los hace menos nutritivos, pero más fáciles de digerir y con menos probabilidad de deterioro al almacenarlos.

Los alimentos se pueden mantener comestibles durante más tiempo, si se usan sustancias denominadas preservativos químicos. Los de uso más amplio en el hogar son la sal (cloruro de sodio) y el azúcar, que muchas de las personas que procesan alimentos en casa no los consideran como preservativos químicos. Los alimentos con alto contenido de sal o azúcar son menos propensos al ataque de organismos y por lo tanto se conservan mejor. La industria también utiliza la sal y el azúcar para mantener los alimentos.

En las reuniones internacionales se ha hablado mucho sobre los temas de seguridad y la mayoría de los países industrializados tienen normas que determinan cuáles son los preservativos permitidos para los alimentos y las concentraciones que se pueden utilizar para mantenerlos inocuos. Entre los preservativos que más se emplean figuran el dióxido de azufre y los benzoatos, que son muy efectivos para controlar los mohos y levaduras, respectivamente. Los productos horneados como el pan, por lo general se preservan con ácido propiónico, que inhibe el ataque y crecimiento de hongos y prolonga el tiempo antes que el producto se dañe. Las carnes, sobre todo las carnes saladas, como el tocino y el jamón, se preservan también con nitrito de sodio y algunas veces nitrato de sodio (Latham, 2002).

La industria alimentaria muchas veces no respeta las concentraciones permitidas de algunos aditivos, por ejemplo, en el caso de los cereales para niños, sólo uno de cada cuatro cumple con las directrices del gobierno estadounidense sobre los límites de azúcar, según el informe del año 2011 del Environmental Working Group, una organización de defensa de los derechos del consumidor. Las directrices gubernamentales propuestas recomiendan que los cereales no tengan más de 26% de azúcar añadida, de acuerdo con el informe, se encontró que muchos de los cereales más populares, incluyendo Froot Loops, Cap'n Crunch y Honey Smacks, de la marca

Kellogg's, tienen más de 40% de azúcar añadido. Los primeros dos se venden en supermercados en México.

Otro estudio hecho en 2008 por la Federación de Asociaciones de Consumidores y Usuarios de Andalucía (FACUA), indico que 7 de 11 cereales de la marca Nestlé, exceden la cantidad de azúcar permitida ya que contienen más del 26% de azúcar añadida, mientras que de la marca Kellogg's, 11 de 30 cereales rebasan este límite de azúcar (incluyendo el cereal "dietético" special k sabor chocolate que pretende promover la pérdida de peso), en ambas marcas los cereales dirigidos a los niños son los que más azúcar contienen (véase cuadro 2).

El ejemplo de los cereales es señal de que las empresas que producen alimentos tienen todos los incentivos para vender comida sometida a un procesamiento que la hace más rentable, aunque menos nutritiva. Esto es un signo de cuán limitada puede ser la imaginación gastronómica, y también de que el consumidor no está totalmente seguro de cómo, dónde y por qué ciertos alimentos llegan su mesa. Entender qué problemas plantea el modo en que se cultivan los alimentos y cómo se ingieren también ofrece la clave para una mayor libertad y un camino para recuperar el placer de comer.

Cuadro 2. Valor energético en cereales por cada 100 gramos del producto.

| Nombre comercial | Energía (kilocalorías) | Proteínas (gramos) | Carbohidratos (gramos) | Grasas (gramos) | Saturadas (gramos) | Fibra (gramos) | Azúcares (gramos) | Azúcar permitida hasta 26% |
|-----------------------------|------------------------|--------------------|------------------------|-----------------|--------------------|----------------|-------------------|----------------------------|
| MARCA KELLOGG'S | | | | | | | | |
| Smacks | 374 | 6.0 | 84.0 | 1.5 | 0.4 | 3.5 | 45.0 | No cumple |
| Frosties | 371 | 4.5 | 87.0 | 0.6 | 0.1 | 2.0 | 37.0 | No cumple |
| Choco Krispies LunaStella | 392 | 6.0 | 83.0 | 4.0 | 2.5 | 2.0 | 37.0 | No cumple |
| Choco Krispies | 387 | 5.0 | 85.0 | 3.0 | 1.5 | 2.0 | 36.0 | No cumple |
| Crunchy Nut con Miel | 387 | 6.0 | 85.0 | 2.5 | 0.6 | 2.0 | 35.0 | No cumple |
| Kellogg's Chocos | 375 | 8.0 | 80.0 | 2.5 | 1.0 | 4.5 | 34.0 | No cumple |
| Fun'Tubiz Sabor Chocolate | 459 | 9.0 | 72.0 | 15.0 | 6.0 | 2.0 | 34.0 | No cumple |
| Miel Pops | 381 | 5.0 | 88.0 | 1.0 | 0.2 | 1.0 | 33.0 | No cumple |
| Choco Krispies Cocorocks | 408 | 7.0 | 77.0 | 8.0 | 3.0 | 3.0 | 32.0 | No cumple |
| Extra Trocitos de Fruta | 443 | 6.0 | 62.0 | 19.0 | 10.0 | 6.0 | 27.0 | No cumple |
| Special K Chocolate | 399 | 13.0 | 71.0 | 7.0 | 4.0 | 4.0 | 27.0 | No cumple |
| All-Bran Flakes Sabor yogur | 344 | 10.0 | 67.0 | 4.0 | 1.5 | 12.0 | 25.0 | Cumple |
| Extra Chocolate & Avellan | 475 | 7.0 | 62.0 | 22.0 | 14.0 | 4.5 | 25.0 | Cumple |
| Frosties | 369 | 6.0 | 85.0 | 0.6 | 0.1 | 2.5 | 25.0 | Cumple |
| All-Bran Plus Sabor yogur | 324 | 13.0 | 50.0 | 8.0 | 3.5 | 22.0 | 24.0 | Cumple |
| Optivita Pasas | 369 | 10.0 | 67.0 | 7.0 | 1.0 | 7.0 | 24.0 | Cumple |
| Special K Frutas Rojas | 374 | 14.0 | 76.0 | 1.5 | 0.5 | 3.0 | 23.0 | Cumple |
| All-Bran Fruta & Fibra | 358 | 8.0 | 68.0 | 6.0 | 3.5 | 10.0 | 23.0 | Cumple |
| Special K sabor yogur | 383 | 14.0 | 75.0 | 3.0 | 1.5 | 2.5 | 23.0 | Cumple |
| All-Bran Flakes Chocolate | 354 | 10.0 | 65.0 | 6.0 | 3.0 | 13.0 | 23.0 | Cumple |
| Special K Vainilla y Frutas | 379 | 13.0 | 76.0 | 2.5 | 1.5 | 2.5 | 23.0 | Cumple |
| All-Bran Flakes | 326 | 10.0 | 67.0 | 2.0 | 0.5 | 15.0 | 22.0 | Cumple |
| Just Right | 362 | 7.0 | 79.0 | 2.0 | 0.4 | 4.0 | 22.0 | Cumple |
| All-Bran Choco | 369 | 10.0 | 62.0 | 9.0 | 5.0 | 12.0 | 20.0 | Cumple |
| Optivita Frutas del Bosque | 371 | 10.0 | 67.0 | 7.0 | 1.0 | 8.0 | 20.0 | Cumple |
| All-Bran Plus | 280 | 14.0 | 48.0 | 3.5 | 0.7 | 27.0 | 17.0 | Cumple |
| Special K Classic | 374 | 15.0 | 75.0 | 1.5 | 0.5 | 2.5 | 17.0 | Cumple |
| All-Bran Splitz | 325 | 9.0 | 69.0 | 2.0 | 0.3 | 9.0 | 16.0 | Cumple |
| Rice Krispies | 382 | 7.0 | 85.0 | 1.5 | 0.4 | 1.0 | 9.0 | Cumple |
| Corn Flakes | 372 | 7.0 | 84.0 | 0.9 | 0.2 | 3.0 | 8.0 | Cumple |
| MARCA NESTLE | | | | | | | | |
| Chopapic | 386 | 8.1 | 76.7 | 5.2 | 2.1 | 5.3 | 38.3 | No cumple |
| Crunch Cereales | 404 | 6.7 | 78.7 | 7.0 | 3.1 | 4.1 | 36.0 | No cumple |
| Chocapic Duo | 398 | 8.3 | 74.4 | 7.5 | 3.7 | 5.5 | 35.5 | No cumple |
| Fitness & Fruits | 353 | 6.0 | 77.4 | 2.1 | 1.3 | 4.8 | 35.3 | No cumple |
| Nesquik | 380 | 6.5 | 79.1 | 3.9 | 1.6 | 5.1 | 35.0 | No cumple |
| Estrellitas | 406 | 6.0 | 79.9 | 7.1 | 2.6 | 3.2 | 34.0 | No cumple |
| Golden Grahams | 372 | 6.5 | 79.6 | 3.1 | 1.0 | 4.6 | 29.8 | No cumple |
| Fitness Chocolate | 387 | 7.6 | 76.7 | 5.5 | 3.0 | 4.8 | 23.2 | Cumple |
| Fitness Chocolate Negro | 386 | 7.8 | 74.6 | 6.3 | 3.5 | 5.9 | 21.3 | Cumple |
| Fitness | 363 | 8.0 | 79.8 | 1.3 | 0.4 | 5.1 | 17.1 | Cumple |
| Fibre 1 | 264 | 10.4 | 49.2 | 2.8 | 0.5 | 32.1 | 13.8 | Cumple |

Fuente: Federación de Asociaciones de Consumidores y Usuarios de Andalucía, España. 2008.

2.1.4 Cambios en el consumo de alimentos

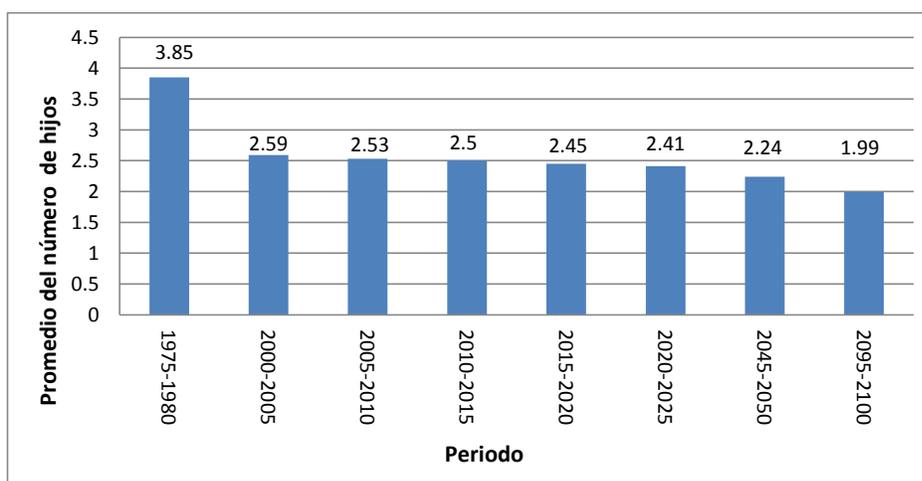
De acuerdo con Brambilla (2006), considerando los cambios en las características de la población donde cada vez hay mayor número de personas de la tercera edad (sobre todo mujeres), más el incremento en el nivel educativo, más intercambio de información tecnológica, han creado tendencias diferentes en los hábitos de consumo. En particular, la incorporación masiva de la mujer a la fuerza laboral, ha provocado dos cambios importantes en los hábitos de alimentación:

1. Se tiene menor tiempo para cocinar en casa, por lo que se necesitan productos convenientes (alimentos casi listos para servirse), que sólo se calienten por no más de diez minutos.
2. Se ha incrementado la demanda por alimentos consumidos fuera de casa. Los restaurantes tradicionales (de servicio completo) y los restaurantes de comida rápida (fast food) han visto crecer su clientela.

Para Langreo (2008), los cambios en el consumo de los alimentos se deben sobre todo a los efectos de los cambios sociales y demográficos, entre los que destacan:

- A. Cambios demográficos: envejecimiento de la población, entrada de un volumen alto de inmigrantes, disminución del tamaño familiar, incremento de las parejas sin hijos, incremento de las personas que viven solas, cambios de residencia y crecimiento de las áreas urbanas (véase gráfica 1).

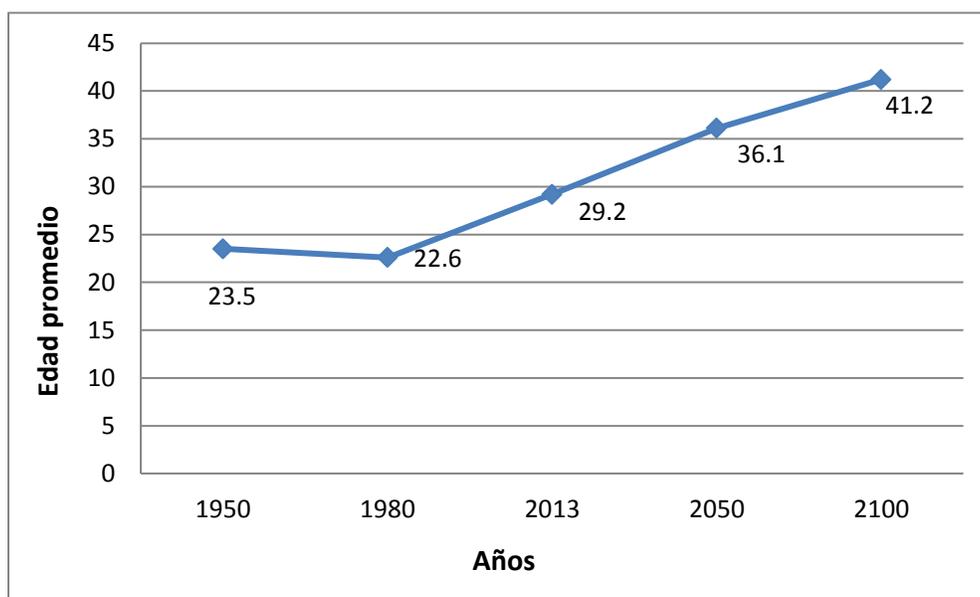
Gráfica 1. Índice de fertilidad mundial (número de hijos por mujer).



Fuente: United Nations Department of Economic and Social Affairs/Population Division 35.

Como resultado de la disminución del número de hijos, la edad promedio de la población está aumentando (véase gráfica 2). El cambio demográfico, el cambio de residencia del campo a la ciudad y el incremento de ingreso, modifican los hábitos alimenticios.

Gráfica 2. Edad promedio (en años) de la población mundial.



Fuente: con base en Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations (2013). World Population Prospects.

B. Incorporación de la mujer al trabajo fuera del hogar y caída de los tiempos destinados a la compra y a la preparación de las comidas. Este ha sido uno de los cambios fundamentales del siglo XX, con grandes efectos en el sistema alimentario, entre los que destacan:

- La importancia de la incorporación de servicios a los productos encaminados a facilitar su uso y su logística.
- El desarrollo de electrodomésticos (congeladores, microondas, y ollas rápidas) que cambian la cocina tradicional.
- Los cambios en la forma de abastecimiento de alimentos en el hogar y participación de más miembros de la familia en las decisiones de compra y consumo.

- La caída de buena parte de las preparaciones gastronómicas tradicionales, más demandantes de tiempo.
- La desestructuración de la comida principal y el incremento de la importancia de las comidas informales.

El incremento de las comidas fuera del hogar, provocado por la incorporación de la mujer al trabajo y por las condiciones de vida en las grandes ciudades, ha desencadenado cambios importantes en el sistema alimentario mundial.

Según Vizmanos (2006), los cambios en las tendencias en los patrones alimentarios que se han observado en los últimos años, han contribuido al aumento de la cifra de sujetos obesos:

- I. El incremento del consumo de comida rápida y comidas realizadas fuera de casa, que se evidenció contenían más grasa saturada y sodio, así como poca fibra, hierro y calcio. Por ejemplo, la preferencia de comer una hamburguesa a una ensalada.
- II. El aumento de la tendencia a consumir alimentos fuera de las comidas (llamado colación o *snack*) que se relaciona con un mayor consumo de porciones de alimentos que contienen azúcares en los jóvenes varones y, en las mujeres, no sólo de azúcares sino también de alimentos ricos en grasa.
- III. El aumento en la ingesta de grandes volúmenes de refrescos o *soft drinks*. Este consumo se ha triplicado en los jóvenes en los últimos 30 años, y se ha relacionado con el consumo de comida rápida y con un menor consumo de frutas y verduras.

La refresquera más grande del mundo, Coca-Cola llegó a México en 1926 y llegó para quedarse dado que este país es su principal cliente a nivel mundial. De acuerdo a un estudio hecho por la Universidad de Yale en 2011, México se ha convertido en el mayor consumidor de refrescos en el mundo con un consumo promedio de 163.3 litros por persona al año. Este país supera en 38% a los Estados Unidos quien tiene una cifra de 118.1 litros al año en el consumo de refrescos por persona (Brownell, 2011).

Según el reporte anual de ventas 2012 de Coca – Cola Company, México se ubica como el principal cliente de Coca Cola. La empresa destacó que el volumen de ventas en México creció 25.9% en sólo un año, esto es ventas de 1,720.3 millones de cajas por unidad de 355 mililitros en el 2012, en comparación con 1,366.5 millones de cajas en 2011.

Un envase de 600 mililitros de refresco, contiene 12 cucharadas de azúcar. El límite máximo tolerable de azúcar añadida a la dieta establecido por la OMS es de 10 cucharadas cafeteras para una persona adulta y de 7.5 para los niños. Es decir, si un adulto consume únicamente un refresco de 600 mililitros al día, rebasa el máximo tolerable de azúcar añadida en 20%; y cuando un niño toma una bebida de este tamaño, representa 60% más del azúcar adicional tolerable en un día. Incluso la OMS está en consulta para disminuir a la mitad sus recomendaciones sobre el consumo del azúcar con motivo de la pandemia de sobrepeso y obesidad mundial (OMS, 2011).

En 2011, la SSA declaró que la población infantil mexicana ocupa el primer lugar mundial en sobrepeso y obesidad, así mismo señaló que el alto consumo de calorías a través de las bebidas es una de las causas principales de la epidemia de sobrepeso y obesidad. La falta de acceso a agua potable gratuita en escuelas y espacios públicos ha sido el más efectivo mecanismo de promoción del consumo de bebidas altas en calorías.

Cuatro posibles teorías se han mencionado para explicar la relación entre obesidad y consumo de bebidas endulzadas:

1. Un reducido gasto energético debido a la fácil metabolización de las bebidas azucaradas consumidas.
2. Un incremento de la ingesta de alimentos debido a una menor sensación de saciedad tras el consumo de bebidas altamente azucaradas.
3. El efecto de los refrescos y otras bebidas endulzadas como jugos, en la elevación del índice glucémico.
4. El efecto del consumo de fructosa de las bebidas endulzadas sobre el aumento de triglicéridos.

También se ha descrito una mayor utilización de azúcares y grasas añadidos a los alimentos lo cual pudiera estar contribuyendo al incremento de la obesidad en el mundo. El efecto adictivo de los que podrían llamarse “imperceptibles” cambios en los patrones alimentarios, unido a poca actividad física, puede llevar teóricamente a cambios notables en el peso y la composición corporal.

Según el estudio “Global Burden of Disease Study 2012”, realizado por la OMS, la dieta japonesa es la más sana del mundo por ser la más ligera y natural. Los ingredientes básicos de la dieta nipona son: pescado fresco, salsa de soja, arroz cocido, hortalizas (espinacas, pepino, berenjena, rábano, batata, raíz de loto, bambú, cebolla verde) algas y lácteos de soya. Generalmente el cocimiento es con vapor; la principal fuente de proteína animal es el pescado (que protege al corazón de enfermedades) y la bebida tradicional es el té verde japonés sin azúcar. En cambio en la comida mexicana los ingredientes principales son: maíz, arroz, frijol, chile, pollo, carnes rojas, aceite vegetal, aguacate, tomate, y cebolla. Comúnmente el cocimiento es con grasa; las principales fuentes de proteína animal son el pollo y las carnes rojas y la bebida preferida es el refresco. Las diferencias más significativas entre ambas dietas es que en Japón consumen más pescado, verdura, fibra, y a la vez que menos grasa y azúcar que en México.

En este estudio de la OMS, el país con menor porcentaje de obesidad en el mundo es Japón con sólo 4% de población obesa, por otro lado, en la base de datos del Banco Mundial, no se tienen registros de desnutrición en Japón.

Irónicamente, mientras que 870 millones de personas sufren hambre en el mundo, existen 502 millones de personas obesas y susceptibles de padecer enfermedades. A nivel mundial, 1,460 millones de adultos registran sobrepeso, y la obesidad casi se ha duplicado en sólo treinta años, alcanzando 205 millones de hombres y 297 millones de mujeres, es decir 9.8% de hombres y 13.8% de mujeres de la población mundial. De los países ricos, el más afectado por la obesidad es Estados Unidos, seguido por Nueva Zelanda, mientras que la población de Japón es la que menos padece sobrepeso. Los países de habla hispana más afectados por la obesidad son México, España, Argentina, Cuba y Brasil (FAO, 2013).

2.2 Caso de México

2.2.1 Cambios en la estructura de la población y su alimentación

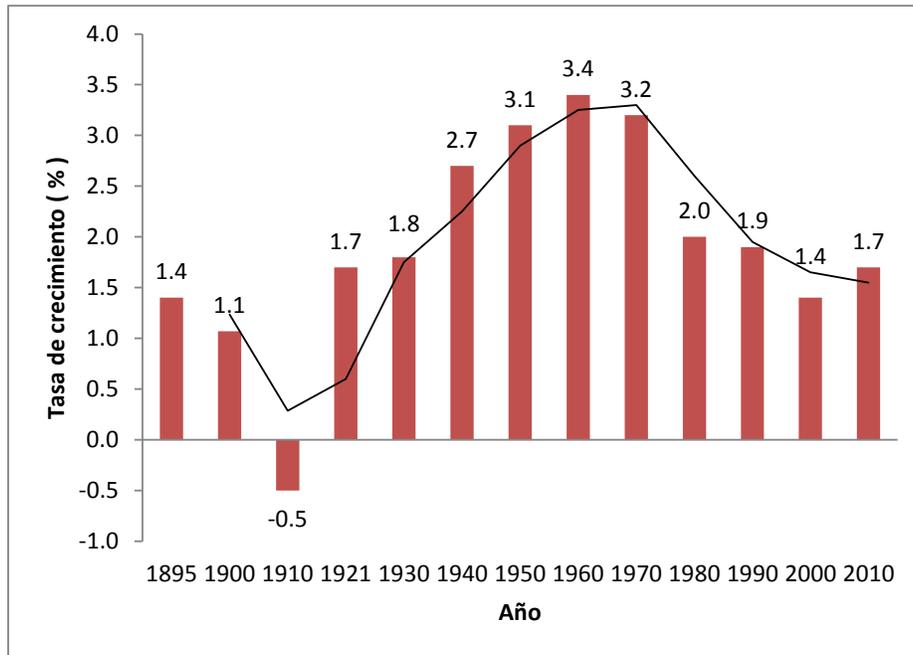
El Censo de Población y Vivienda 2010 contabilizó al 12 de junio de ese año, 112.34 millones de personas residentes en el territorio mexicano. Desde 1895, la población ha mantenido un crecimiento, excepto entre 1910 y 1921, etapa en la cual disminuyó debido a la pérdida de vidas por la revolución que vivió el país en esos años, la tasa de crecimiento promedio anual en dicho período fue de -0.5%; a partir de ese momento el ritmo de crecimiento fue en aumento, hasta llegar a un máximo de 3.4% en la década de 1960. En 1975 se inicia el descenso en la tasa de crecimiento provocado por la disminución de la natalidad y a partir de 1990 ésta se combina con una mayor migración internacional, hasta alcanzar el 1.4% en el año 2000, sin embargo, sorpresivamente en el 2010 la tasa aumenta a 1.7% (véase cuadro 3 y gráfica 3). Para Márquez (2010) la razón de tal aumento no tiene que ver con un incremento en la tasa de natalidad, sino que radica en la ofensiva antiinmigrante desatada en el periodo 2008 - 2010 en Estados Unidos, la cual no sólo ha reducido sustancialmente el flujo de migrantes mexicanos hacia ese país, sino que ha potenciado la detención y deportación de migrantes indocumentados.

Cuadro 3. Población total y tasa de crecimiento promedio anual en México.

| <i>Año</i> | <i>Población total en millones</i> | <i>Tasa de crecimiento</i> |
|------------|------------------------------------|----------------------------|
| 1895 | 12.70 | 1.4 |
| 1900 | 13.60 | 1.1 |
| 1910 | 15.16 | -0.5 |
| 1921 | 14.33 | 1.7 |
| 1930 | 16.55 | 1.8 |
| 1940 | 19.65 | 2.7 |
| 1950 | 25.79 | 3.1 |
| 1960 | 34.92 | 3.4 |
| 1970 | 48.22 | 3.2 |
| 1980 | 66.84 | 2.0 |
| 1990 | 81.25 | 1.9 |
| 2000 | 97.48 | 1.4 |
| 2010 | 112.34 | 1.7 |

Fuente: con base en INEGI. Censos de población de 1895 a 2010.

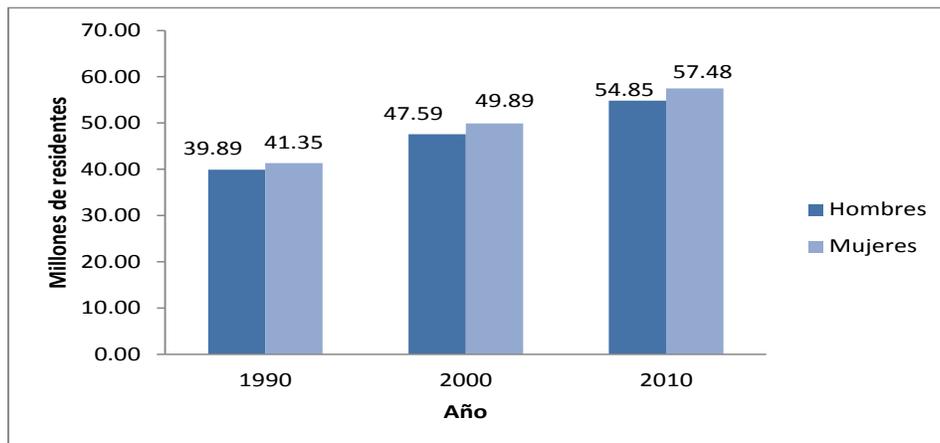
Gráfica 3. Tasa de crecimiento poblacional en México.



Fuente: con base en INEGI. Censos de población de 1895 a 2010.

Del total de residentes en México en 2010, se contabilizaron 54.85 millones de hombres (48.8%) y 57.48 millones de mujeres (51.2%), lo que significa que hay 95 hombres por cada 100 mujeres, índice similar al registrado en el año 2000, pero menor al obtenido en el censo de 1990 donde se estimó una relación de 96 hombres por cada 100 mujeres, lo que expresa que existen más mujeres que hombres mexicanos (véase gráfica 4).

Gráfica 4. Población total por sexo en México de 1990 a 2010.

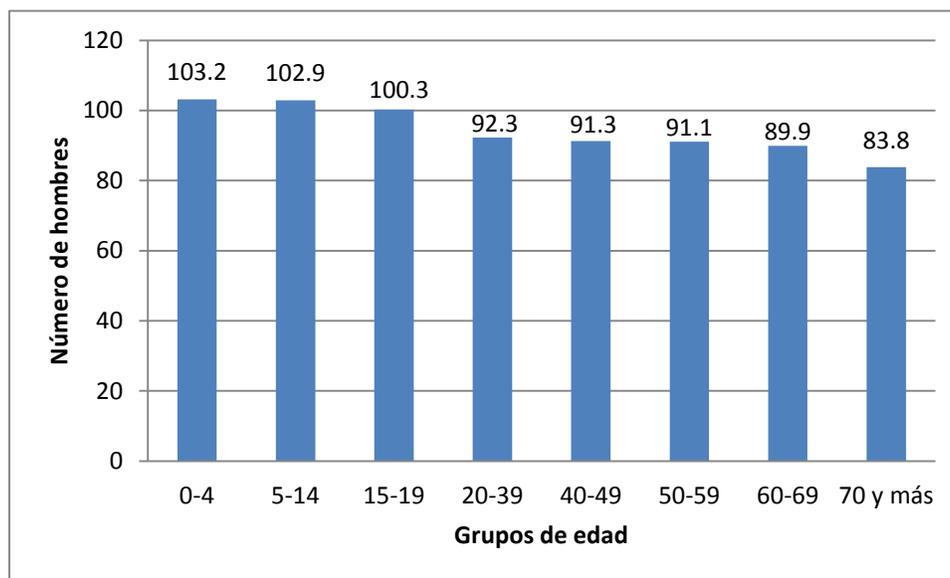


Fuente: con base en INEGI. Censos de Población y Vivienda 1990, 2000 y 2010.

De acuerdo al censo 2010 de INEGI, la relación entre hombres y mujeres es diferente por grupos de edad. Nacen 103 hombres por cada 100 mujeres, pero en los primeros 5 años de vida, la mortalidad de los niños es más frecuente que la de las niñas. Entre los 15 y 19 años el número de hombres y mujeres jóvenes es similar; sin embargo, a partir de los 20 años se incrementa el número de mujeres debido principalmente a la mayor migración internacional masculina y a una mortalidad en hombres un poco más elevada provocada por accidentes. Es evidente la diferencia entre los sexos después de los 70 años, ya que por cada 100 mujeres en ese grupo de edad hay sólo 84 hombres, situación que se da por la mayor esperanza de vida en las mujeres que es en promedio 4.5 años más que en los hombres (véase gráfica 5 y cuadro 4).

Las altas tasas de crecimiento de la población de 1950 a 1975 y después su disminución provocó dos tendencias importantes, primero que la cantidad de personas mayor a 60 años por mejor higiene y por medicamentos aumentará y se prevé que sea el conjunto de población con más crecimiento en las próximas décadas, segundo que en general la gente de más de 60 años es improductiva, por lo que la población productiva (de 20 a 60 años) tendrá que “sostener” a una mayor proporción de ésta que antes (Brambila, 2006).

Gráfica 5. Hombres por cada 100 mujeres en México en 2010.



Fuente: con base en INEGI. XIII Censo de Población y Vivienda 2010.

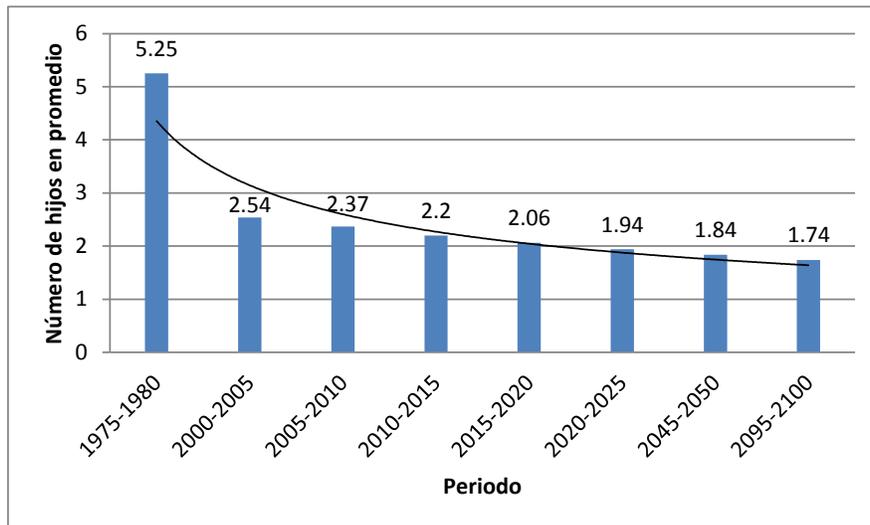
Cuadro 4. Esperanza de vida al nacer en México.

| Año | Expresada en años de edad | | |
|------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| | Expectativa de vida hombres (H) | Expectativa de vida mujeres (M) | Diferencia (M - H) |
| 2005 | 72.2 | 77.0 | 4.8 |
| 2010 | 73.1 | 77.8 | 4.7 |
| 2015 | 73.9 | 78.4 | 4.6 |
| 2020 | 74.8 | 79.4 | 4.5 |
| 2025 | 75.8 | 80.2 | 4.5 |
| 2030 | 76.6 | 81.0 | 4.4 |
| 2035 | 77.5 | 81.8 | 4.3 |
| 2040 | 78.3 | 82.6 | 4.2 |
| 2045 | 79.1 | 83.3 | 4.2 |
| 2050 | 79.9 | 83.9 | 4.1 |

Fuente: con base en CONAPO. Indicadores demográficos 2005-2050.

El índice de fertilidad (número promedio de hijos por mujer) está descendiendo, por ejemplo, en el periodo de 1975-1980 fue de 5.25 hijos pero para 2010-2015 es de 2.2 hijos y las proyecciones para 2095-2100 indican que será de 1.74 hijos (véase gráfica 6).

Gráfica 6. Índice de fertilidad (número promedio de hijos por mujer) en México.

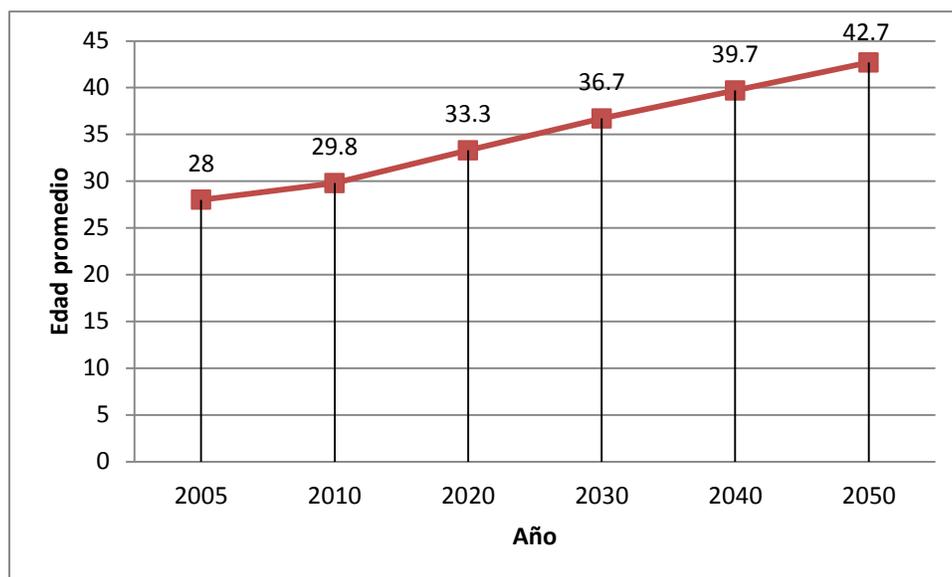


Fuente: con base en Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat (2013).

La población mexicana está envejeciendo reflejando un gradual aumento en la edad promedio, incluso este envejecimiento se percibe más rápido que en la población mundial, por ejemplo para 2050 la edad promedio en el planeta será de 36.1 años mientras que en México será de 42.7 años (véase gráfica 2 y gráfica 7).

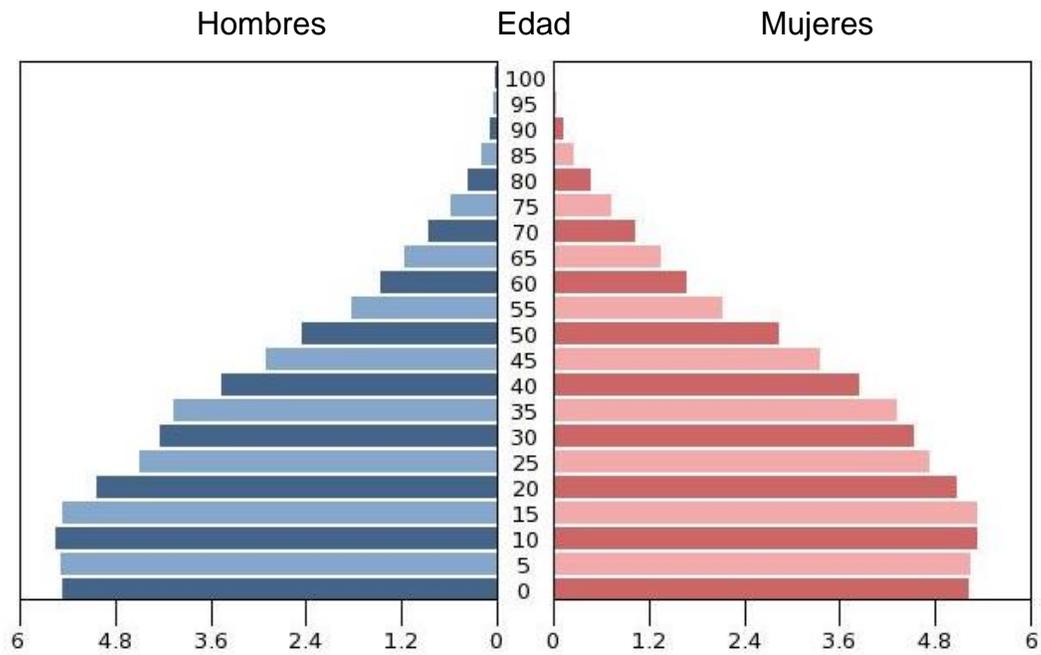
La situación de México es un reflejo de la transición demográfica mundial pero con una movilidad más rápida, por un lado, la disminución de la mortalidad origina un progresivo aumento de la esperanza de vida y en consecuencia más adultos mayores; y por otro lado, la caída de la fecundidad trae una cantidad menor de nacimientos que reduce progresivamente la proporción de niños y jóvenes en la población total. La combinación de ambas tendencias conduce al envejecimiento demográfico, condición que se expresa en un estrechamiento de la base y un ensanchamiento de la punta de la pirámide poblacional, esta tendencia es más notable si se compara la pirámide del año 2010 con la proyección de la pirámide del año 2050. Así mismo, éstas pirámides se encuentran sesgadas del lado de las mujeres ya que éstas viven más años que los hombres (véase gráfica 8 y gráfica 9).

Gráfica 7. Edad promedio (en años) de la población mexicana de 2005 a 2050



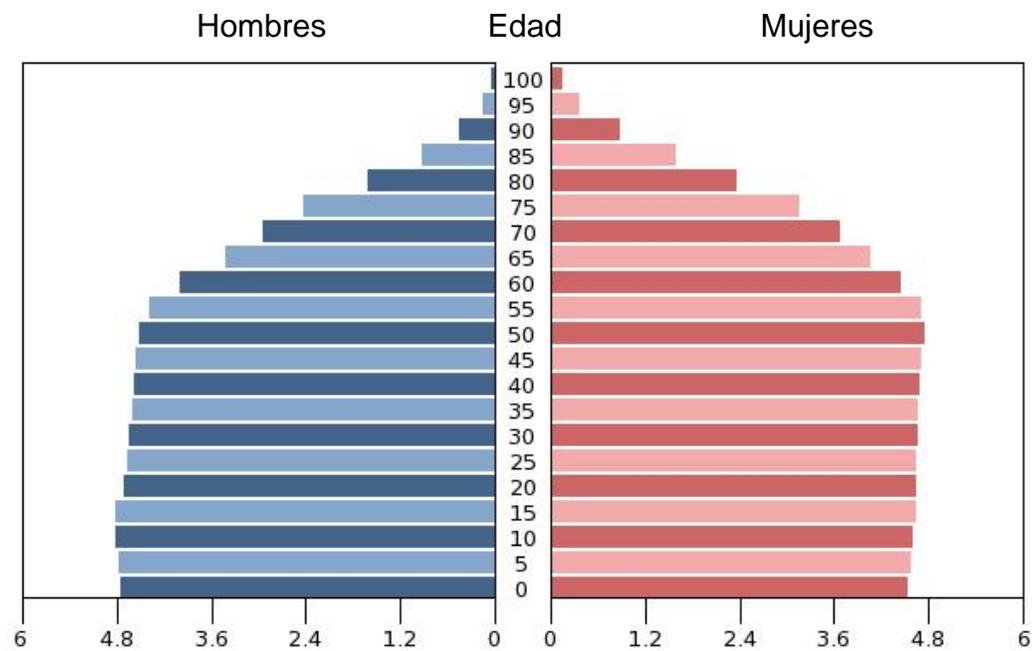
Fuente: con base en Proyecciones de la población de México 2005 – 2050. CONAPO 2006.

Gráfica 8. Pirámide poblacional de México en 2010 (población en millones)



Fuente: U.S. Census Bureau, International Data Base. 2013.

Gráfica 9. Pirámide poblacional de México en 2050 (población en millones)



Fuente: U.S. Census Bureau, International Data Base. 2013.

De acuerdo a la última proyección de población en México que se hizo en 2005, la cantidad de infantes en edad preescolar (0 a 5 años) habrá disminuido de 12.2% en 2005 a 10.5% en 2010, 9.3% en 2020, 8.2% en 2030 y 6.6% en 2050; la de aquéllos que estén en edad escolar (6 a 14 años) disminuirá de 19.1% a 17.6%, 14.0%, 12.6% y 10.2% en los mismos años, respectivamente. En cambio, la población económicamente activa (15 a 64 años) y los adultos mayores (65 años o más) abarcarán cada vez mayores proporciones de la población total: la concentración de la primera aumentará de 63.5% en 2005 a 66.0% en 2010, 68.7% en 2020, para descender a 67.4% en 2030 y 61.9% en 2050; la del grupo de adultos mayores se incrementará de 5.2% a 5.9%, 8.1%, 11.8% y 21.2% en los mismos años, respectivamente (véase cuadro 5). Si comemos sanamente a lo largo de nuestra vida, tendremos una vejez sana, en caso contrario habrá muchos adultos mayores enfermos.

Para Brambila (2006), considerando estos cambios en las características de la población más el incremento en el nivel educativo, mayor incorporación de la mujer en el mercado laboral y el uso de la tecnología y medios de comunicación, han creado tendencias diferentes en los hábitos de consumo. El tema de interés, ya no es si vas a llegar a los 80 o 90 años, sino en qué condiciones de salud vas a llegar a esa edad, bajo qué calidad de vida y cuantos jóvenes serán sanos para trabajar. A mediados de 1990, se empezó una demanda efectiva de productos agrícolas y pecuarios para el mejor funcionamiento del organismo.

Cuadro 5. Porcentaje de población mexicana por grupo de edades. Años 2005 - 2050.

| <i>Edad</i> | <i>2005</i> | <i>2010</i> | <i>2020</i> | <i>2030</i> | <i>2050</i> | <i>Tendencia</i> |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|
| <i>0-5</i> | 12.2 | 10.5 | 9.3 | 8.2 | 6.6 | ↓ Disminuye |
| <i>6-14</i> | 19.1 | 17.6 | 14.0 | 12.6 | 10.2 | ↓ Disminuye |
| <i>15-64</i> | 63.5 | 66.0 | 68.7 | 67.4 | 61.9 | Primero ↑ aumenta, después ↓ Disminuye |
| <i>65 y más</i> | 5.2 | 5.9 | 8.1 | 11.8 | 21.2 | ↑ Aumenta |
| <i>Total</i> | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | |

Fuente: con base en proyecciones de la población de México 2005 – 2050. CONAPO 2006.

En 2010, la SSA, advirtió que si México no logra combatir el problema de sobrepeso, las enfermedades como diabetes, hipertensión, cardiovasculares, cáncer, que en la actualidad se manifiestan generalmente en los adultos mayores (de 60 años o más), las

padecerán para el 2020, personas de 30 a 59 años, esto es que las enfermedades se estarán adelantando hasta 30 años en edad.

De acuerdo con estimaciones hechas en 2010 por la OMS, de no frenarse el sobrepeso y la obesidad entre la población mexicana, para 2020 nueve de cada diez adultos padecerá un problema del corazón, será diabético o desarrollará una enfermedad vascular cerebral, lo que significa que si adolescentes y adultos no mantienen un peso adecuado en el presente, para 2020 sólo uno de cada diez será una persona sana.

Según proyecciones hechas en 2005 por CONAPO para 2020 habrá 46 millones de adultos de 30 a 59 años de edad. De tal modo que, de no frenarse la serie de problemas que implica la obesidad, alrededor de 41.4 millones de adultos en ese rango de edad padecerá una cardiopatía, será diabético o desarrollará un problema cardiovascular.

A nivel mundial la diabetes es una pandemia que afecta a 350 millones de personas; sin embargo sigue creciendo y se prevé que para 2030 se extienda a 600 millones de personas (OMS, 2013).

De acuerdo a un estudio elaborado por la FAO en 2003, la alimentación de la población mexicana está cambiando debido a que la tasa de urbanización está aumentando, por lo que los hábitos alimenticios cambian, así mismo, los suministros de energía alimentaria (SEA) individual son superiores a las necesidades energéticas, motivo por el cual existe sobrepeso y obesidad, de seguir esta tendencia, los problemas de salud aumentarán (véase cuadro 6). Este estudio considera que el problema alimentario del país no es de disponibilidad, sino de acceso físico y económico. La dificultad para conciliar oferta y demanda, comportarán pérdidas y aumento de los precios.

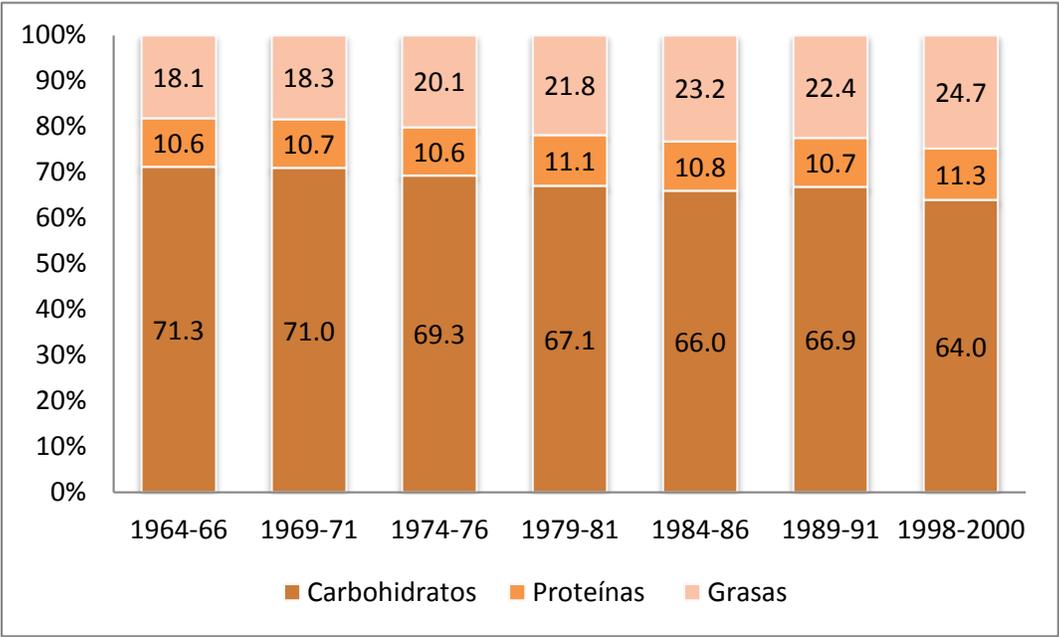
Cuadro 6. Resumen del perfil demográfico y nutricional de México.

| Año | 1965 | 2000 | 2030 |
|--|--------|--------|---------|
| Población total (miles) | 43,148 | 91,145 | 134,912 |
| Tasa de urbanización (%) | 55 | 74 | 82 |
| Necesidades energéticas por persona (kcal / día) | 2,092 | 2,182 | 2,207 |
| SEA por persona (kcal / día) | 2,626 | 3,159 | 3,512 |
| Exceso (kcal / día) | 534 | 977 | 1,305 |
| Exceso por día (%) | 26% | 45% | 59% |

Fuente: FAO. FAOSTAT 2003.

El análisis del comportamiento de la estructura del SEA ocurrido a lo largo de 36 años (de 1964 al 2000) muestra un aporte estable de 10-11% de proteínas con variaciones en los carbohidratos y en las grasas. De 71% que aportaban los carbohidratos en el trienio 1964-1966 para 1984-1986 aportaban 66%. Mientras que las grasas, que en el trienio 1964-1966 contribuían con 18%, en el trienio 1984-1986 alcanzaron el 23% (FAO, 2002), en general, el nivel de proteínas se ha mantenido constante, el porcentaje de carbohidratos ha disminuido, pero el índice de grasas ha aumentado cada año, (véase gráfica 10).

Gráfica 10. Tendencias del suministro de energía alimentaria en México. Porcentaje de carbohidratos, proteínas y grasas.



Fuente: FAO FAOSTAT, 2002.

Para la SSA (2013), México es un país urbano y el mayor aumento en la tasa de urbanización se dio en las últimas tres décadas del siglo XX, al cambiar de una vida rural a una vida urbana, provocando una transición de riesgos de la siguiente manera:

- Vida rural, los principales riesgos eran: higiene deficiente que provocaba enfermedades infecciosas frecuentes en la población, agua de pobre calidad,

pobreza que causaba alto índice de desnutrición, contacto con fauna nociva, y exposición a vectores (insectos).

- Vida urbana, los principales riesgos son: sedentarismo, estrés, adicciones (tabaquismo, alcoholismo, drogadicción), malos hábitos alimenticios (sobrepeso y obesidad) caracterizados por el alto consumo de alimentos procesados y comida rápida, globalización (adopción de patrones de consumo de otros países, principalmente Estados Unidos).

La justificación del cambio fue que en la vida urbana, existen más empleos, mejor educación, acceso a servicios públicos y mejor nivel de vida. Sin embargo, con la urbanización, las grandes ciudades absorben los campos agrícolas de la periferia con el fin de construir en ellos nuevas viviendas, fábricas y carreteras. Como consecuencia, desplazan cada vez más lejos las tierras de labranza de las que se alimentan. Por lo general, dentro de las ciudades se cultiva pocos o ningún alimento sano, en lo que respecta al abastecimiento, una cosa es que haya alimentos disponibles, y otra que sean accesibles económicamente. Puede que los mercados urbanos tengan comestibles a la venta, pero de poco les sirve a la población de bajos ingresos si los precios no están a su alcance. Se ha observado que cuando aumentan los ingresos, la gente normalmente exige y logra llevar una dieta más abundante y variada. Las familias urbanas pobres, sin embargo, a duras penas pueden adquirir los alimentos que necesitan y que prefieren.

Muchas familias no pueden ni siquiera satisfacer sus necesidades dietéticas mínimas, lo que inevitablemente las lleva a un estado de desnutrición. Los más vulnerables son los recién llegados de las zonas rurales que están luchando por adaptarse al entorno urbano. Esto explica porque en México, además de sobrepeso y obesidad existe también desnutrición.

La desnutrición afecta principalmente a las familias pobres de las zonas rurales, en algunos países existen regiones o comunidades donde la pobreza está muy extendida y este problema puede alcanzar una gran proporción de la población infantil y pre-escolar. Las familias que no disponen de suficientes alimentos durante todo el año para el consumo familiar, ya sea por una insuficiente producción de alimentos o por tener muy bajos ingresos son las más susceptibles. Otros factores, tales como la falta de agua

potable, la escasez de combustible, los utensilios de cocina no apropiados y el poco tiempo disponible para preparar los alimentos afectan el estado de nutrición (FAO, 2013).

Las infecciones gastrointestinales frecuentes tales como diarrea que pueden estar causadas por malas condiciones de higiene y de saneamiento ambiental contribuyen también a la presencia de desnutrición. Esta condición representa un círculo vicioso, ya que las personas con desnutrición tienen menor resistencia a las infecciones y por esta razón se enferman con mayor facilidad. Por otra parte los individuos desnutridos pueden tener una pérdida de apetito, esto limita aún más el consumo de alimentos, que ya estaba reducido por una baja disponibilidad de los mismos (FAO, 2013).

De acuerdo al trabajo de Aguilar (2009), donde se entrevistaron a mujeres mexicanas nacidas entre 1917 y 1945. En la década de 1940 los patrones de consumo dependían de la clase social. Las familias pobres tenían una dieta basada en maíz, frijol, chile, vegetales y frutas, comían poca carne; casi no bebían leche y cuando lo hacían era diluida en bebidas calientes. Las clases medias y altas en cambio contaban con una dieta más variada, pero aún basada en productos locales. Sólo las mujeres de clase alta tenían suficientes recursos para comer alimentos caros provenientes de otras regiones y aún de otros países, tales como las conservas enlatadas, jamón y pescado. Entre 1930 y 1950 los productos industrializados como el café soluble, el aceite vegetal y el pan de caja fueron introducidos al mercado mexicano. Los medios masivos de comunicación jugaron un papel fundamental al promover el consumo de dichos productos e identificarlos con el progreso económico y social. De este modo se relacionó la modernización con el patrón de consumo de los países desarrollados, a quienes la población en general (sin importar la clase social) buscaba imitar.

La industria de alimentos identificó la modernización con la salud y la higiene que sus productos prometían a sus consumidores. Además el discurso médico y científico de la época se utilizó para legitimar a la industria alimentaria al presentar la comida procesada como una opción higiénica y sana. Por ejemplo, doctores y creadores de políticas públicas vieron en la leche en polvo, la solución a la deficiencia proteica que sufría el pueblo mexicano, así como la superioridad del aceite o manteca vegetal en relación a la manteca de cerdo. La comida procesada era una opción práctica que daba más tiempo

a las amas de casa, ya que podían preparar un vaso de leche al mezclar leche en polvo con agua en el mismo vaso, café soluble en la taza o hervir una lata de leche condensada para obtener un postre. Para las mujeres de clase media-alta y alta, la comida procesada daba cuenta de su cosmopolitismo y afluencia. La comida procesada no sólo transformó la dieta de los distintos grupos sociales, sino también las prácticas sociales (Aguilar, 2009).

Aunque en las décadas de 1940 y 1950, la mayoría de la población prefería los alimentos frescos y comía poca comida procesada (a pesar del esfuerzo publicitario para promover los productos industrializados), su consumo fue bajo hasta la década de 1970, cuando los mexicanos empezaron a consumir dichos alimentos porque eran más baratos y los consideraban más completos nutricionalmente e higiénicos (según la publicidad de la época) que los alimentos frescos, además de que eran más fáciles de conseguir como en el caso del aceite vegetal. La novedad de los alimentos industrializados resultaba atractiva en particular para la población urbana de clase media y media-baja. Aunque los sectores de clase baja con aspiraciones de clase media se convirtieron en asiduos consumidores de comida procesada. La leche en polvo y el café instantáneo eran populares en parte debido a su bajo precio, fácil adquisición y preservación, pero también por ser un símbolo de movilidad social. Tomar Nescafé y comer pan Bimbo significaba que se había dejado atrás la economía de subsistencia y que se era parte de la moderna economía de mercado. Mientras tanto, en las zonas rurales, sólo las familias más acomodadas podían comprar comida procesada que en el contexto del campo representó un estilo de vida urbano (Aguilar, 2009).

La comida procesada se convirtió en un símbolo de movilidad social, pero también de homogeneización de los gustos y las prácticas cotidianas. Mediante el consumo de un producto que era el mismo a lo largo y ancho del país se “unificaron los patrones de consumo con una visión nacional”, permitiendo que el consumidor se vinculara con el mundo moderno y civilizado (Aguilar, 2009).

2.2.2 Transición epidemiológica

En 1971 el demógrafo egipcio Abdel Omran fue quien definió el término transición epidemiológica (TE), el cual se refiere al proceso de cambio dinámico a largo plazo en la frecuencia, magnitud y distribución de la morbilidad (enfermedades) y mortalidad (causas de muerte) de la población. Omran sostiene las siguientes proposiciones básicas:

- La mortalidad es un factor fundamental en la dinámica poblacional.
- Existen estados sucesivos de transición epidemiológica.
- Los cambios más profundos en salud y enfermedad ocurren en niños y mujeres jóvenes.
- Los cambios en patrones de salud y enfermedad se derivan de cambios socio-económicos relacionados con la modernización.

A medida que se desarrollan las poblaciones experimentan diversos estados sucesivos de transición, en un principio su teoría habla de tres etapas:

1. Pestes y hambrunas. Las epidemias eran responsables de la mayor parte de las muertes ocurridas. En el siglo XIX, países como Estados Unidos se encontraban afectados de forma importante por la desnutrición y las enfermedades infecciosas y/o contagiosas, como cólera, diarrea, difteria, disentería, erisipela, fiebre tifoidea, influenza, sarampión, parotiditis o tuberculosis.
2. Abatimiento de las pandemias. Durante este periodo se experimentó un decremento sustancial de la mortalidad, y las epidemias disminuyeron considerable y progresivamente. Esto ocurrió en Europa y Estados Unidos desde principios de la segunda mitad del siglo XIX hasta la segunda década del siglo XX.
3. Enfermedades degenerativas y hechas por el hombre. Durante este periodo, enfermedades como el infarto al miocardio, el cáncer y la diabetes comenzaron a aumentar y a convertirse en causas importantes de muerte, por lo cual empezaron a reemplazar a las pandemias infecciosas como causas de morbilidad y mortalidad. Aunque el término “hechas por el hombre” no se siguió utilizando por considerarse moralista y porque más adelante se concluyó que se trataba de

problemas multifactoriales, el término comprende lo que hoy se conoce como estilos de vida, que incluyen dieta, actividad física, estrés, y adicciones.

Posteriormente, Omran (1983) aumentó dos etapas más a la TE:

4. Modificación del estilo de vida. La reducción en la morbilidad y la mortalidad obedece a cambios en el estilo de vida, como reducción del tabaquismo, alimentación sana y actividad física regular, con lo cual se enfoca a la prevención de enfermedades.
5. Calidad de vida esperada. Visión futurista para mediados del siglo XXI caracterizada por una longevidad y sana vejez de la población.

En México, una de las características de la transición epidemiológica y nutricional es el grave aumento en la prevalencia de la obesidad, siendo ésta el factor de riesgo modificable más importante para el desarrollo de las enfermedades crónicas no transmisibles que representan el principal problema de salud pública en el país. Estas enfermedades afectan no sólo a la población de altos ingresos, sino cada vez más a la de bajos ingresos, y no solamente a grupos de población de edad avanzada, sino también a aquéllos en edad productiva (Barquera, 2005).

México se encuentra experimentando un patrón complejo de morbi-mortalidad, en el cual las enfermedades crónicas asociadas a la dieta y los estilos de vida —como diabetes, hipertensión, enfermedad coronaria, osteoporosis y cáncer— se han convertido en los principales problemas de salud pública, determinados en gran parte por dietas de mala calidad y actividad física baja con el consecuente aumento en la prevalencia de obesidad, el principal factor de riesgo modificable para el desarrollo de enfermedades crónicas (Barquera, 2002).

El análisis de las condiciones de salud de una población mediante el estudio de las principales causas de mortalidad, es fundamental para entender el proceso de la transición epidemiológica de un país. En el caso de México, en la segunda mitad del siglo XX, se destaca en forma relevante el desplazamiento de los padecimientos infecciosos asociados con carencias básicas (nutrición, suministro de agua potable, y condiciones de vivienda), a las enfermedades crónico-degenerativas, lesiones y padecimientos

relacionados con factores genéticos y alimenticios, que tienen su origen en los cambios de estilos de vida de la población (Perdigón *et al*, 2008) (véase cuadro 7).

En el periodo de 1950 a 1989, la diabetes no aparece dentro de las siete principales causas de muerte, es hasta 1990 cuando ocupa el cuarto lugar y a partir del año 2000 se encuentra ocupando el segundo lugar de causa de mortalidad (véase cuadro 7).

Cuadro 7. Principales causas de mortalidad general en México.

| Período | 1ª causa | 2ª causa | 3ª causa | 4ª causa | 5ª causa | 6ª causa | 7ª causa |
|---------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1950 | Gastroenteritis y colitis | Neumonía | Enfermedades perinatales | Accidentes | Paludismo | Tosferina | Cirrosis hepática |
| 1960 | Gastroenteritis y colitis | Neumonía | Enfermedades perinatales | Accidentes | Cáncer | Homicidios | Bronquitis |
| 1970 | Neumonía e influenza | Enteritis y diarrea | Enfermedades del corazón | Enfermedades perinatales | Cáncer | Enfermedades cerebrovasculares | Sarampión |
| 1980 | Accidentes | Infecciones intestinales | Neumonía e influenza | Enfermedades del corazón | Cáncer | Enfermedades perinatales | Enfermedades cerebrovasculares |
| 1990 | Enfermedades del corazón | Cáncer | Accidentes | Diabetes | Enfermedades perinatales | Neumonía e influenza | Infecciones intestinales |
| 2000 | Enfermedades del corazón | Diabetes | Cáncer | Enfermedades cerebrovasculares | Cirrosis hepática | Enfermedad pulmonar | Infecciones respiratorias |
| 2010 | Enfermedades del corazón | Diabetes | Cáncer | Accidentes | Cirrosis hepática | Enfermedades cerebrovasculares | Agresiones físicas |

Fuentes: con base en compendio histórico de estadísticas vitales SSA, años 1950 a 1990 e INEGI Estadísticas de mortalidad, años 2000 y 2010.

2.2.3 Enfermedades crónicas más frecuentes a nivel nacional

En el año 2012, las tres causas más frecuentes de mortalidad a nivel nacional fueron: enfermedades del corazón, diabetes mellitus y cáncer con 25.7%, 11.9%, y 10.3% respectivamente (véase cuadro 8).

Cuadro 8. Defunciones generales por principales causas de mortalidad en 2012.

| Posición | Principales causas | Defunciones | Porcentaje |
|----------|---------------------------------------|-------------|------------|
| 1 | Enfermedades del corazón | 183,366 | 25.7% |
| 2 | Diabetes mellitus | 85,055 | 11.9% |
| 3 | Tumores malignos | 73,240 | 10.3% |
| 4 | Accidentes | 54,825 | 7.7% |
| 5 | Enfermedades del hígado | 33,310 | 4.7% |
| 6 | Enfermedades cerebrovasculares | 31,905 | 4.5% |
| 7 | Agresiones físicas | 25,967 | 3.6% |
| 8 | Periodo perinatal | 20,763 | 2.9% |
| 9 | Enfermedades pulmonares | 18,532 | 2.6% |
| 10 | Influenza y neumonía | 15,734 | 2.2% |
| 11 | Enfermedad alcohólica del hígado | 12,540 | 1.8% |
| 12 | Insuficiencia renal | 11,955 | 1.7% |
| 13 | Malformaciones congénitas | 9,414 | 1.3% |
| 14 | Desnutrición | 7,730 | 1.1% |
| 15 | Suicidio | 5,549 | 0.8% |
| 16 | Bronquitis crónica, enfisema y asma | 5,172 | 0.7% |
| 17 | VIH | 4,974 | 0.7% |
| 18 | Septicemia | 4,516 | 0.6% |
| 19 | Anemias | 3,647 | 0.5% |
| 20 | Enfermedades infecciosas intestinales | 3,347 | 0.5% |
| 21 | Úlceras gástrica y duodenal | 2,496 | 0.4% |
| 22 | Causas inespecíficas | 98,384 | 13.8% |
| | Total | 712,421 | 100.0% |

Fuente: INEGI. Estadísticas de mortalidad. Año 2012.

2.2.4 Enfermedades crónicas más frecuentes a nivel regional

Región noroeste (Baja California Norte, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa)

De acuerdo al anuario de morbilidad 2011 de la SSA, en la zona noroeste, las enfermedades más recurrentes fueron la infección en vías urinarias y las enfermedades del corazón, en Sinaloa que fue donde se presentó la incidencia más alta de la región de infección en vías urinarias, se registraron 30,288 casos nuevos en hombres y 115,754 en mujeres (primer lugar nacional), en enfermedades del corazón se presentaron en esta entidad federativa 1,341 casos en hombres y 1,326 en mujeres, (véase cuadro 9).

En Sinaloa, la presencia de estilos de vida no saludables, denotados por una importante prevalencia de consumo de carne de cerdo, alcohol y tabaco, exacerba el reto de los padecimientos crónicos, (ENSANUT Sinaloa, 2012).

Región Norte (Chihuahua, Durango, Zacatecas)

El estado con mayor incidencia de enfermedades crónicas de la región fue Chihuahua, en enfermedades del corazón se presentaron 2,037 casos en hombres y 1,779 en mujeres. Así mismo, en enfermedades cerebrovasculares hubo 914 casos en hombres y 982 en mujeres, (véase cuadro 9).

En Chihuahua, de forma similar al país, los padecimientos crónicos constituyen el principal reto en salud. El sobrepeso y la obesidad fueron un problema de salud pública que afectó a 7 de cada 10 hombres y mujeres mayores de 20 años provocado por los malos hábitos alimenticios y el sedentarismo, (ENSANUT Chihuahua, 2012). En este estado se consume gran cantidad de carne de res y harina.

Región Noreste (Nuevo León, Coahuila, Tamaulipas)

Los tres estados de esta zona cuentan con alta incidencia de enfermedades del corazón y en enfermedades cerebrovasculares, Nuevo León fue el estado más afectado de la región en enfermedades del corazón con 2,224 casos en hombres y 1,879 en mujeres. En enfermedades cerebrovasculares, este estado ocupó el segundo lugar a nivel nacional con 1,353 casos en hombres y 1,018 en mujeres, (véase cuadro 9).

Región Occidente (Colima, Jalisco, Nayarit)

Esta región es afectada principalmente por infecciones respiratorias, Jalisco presentó mayor afectación con 693,257 casos en hombres y 849,166 casos en mujeres ocupando el tercer sitio a nivel nacional, (véase cuadro 9).

Región Centro (Guanajuato, Aguascalientes)

Aguascalientes presentó una alta incidencia en infecciones intestinales con 49,213 casos en hombres y 55,180 en mujeres, (véase cuadro 9).

Región metropolitana (Distrito Federal, Estado de México, Morelos)

Los habitantes del Estado de México y del Distrito Federal viven en una de las zonas más contaminadas del país y se enferman con más frecuencia de infecciones

respiratorias, obteniendo el primer lugar y segundo lugar a nivel nacional respectivamente en este tipo de enfermedades. En el estado de México, se presentaron 1,345,568 casos de infecciones respiratorias en varones y 1,750,565 en mujeres y en el Distrito Federal hubo 899,233 casos en hombres y 1,188,562 en mujeres (véase cuadro 9).

Los tres estados de la región metropolitana tuvieron un alto índice de casos de hipertensión arterial: Estado de México, 59,942 casos en hombres y 117,481 casos en mujeres; Distrito Federal, 45,287 casos en hombres y 77,782 en mujeres; Morelos, 8,921 casos en hombres y 17,470 en mujeres (véase cuadro 9). En esta región también tuvieron alta frecuencia de casos de diabetes: Estado de México, 23,992 casos en hombres y 34,135 casos en mujeres; Distrito Federal, 13,809 casos en hombres y 16,798 en mujeres; Morelos, 5,417 casos en hombres y 6,513 en mujeres, (véase cuadro 9).

En la ciudad de México, existe una epidemia de sobrepeso y obesidad. El principal riesgo no es sólo físico, sino que detona enfermedades crónico-degenerativas como la diabetes e hipertensión, que ocupan el primer lugar en demanda de servicios en hospitales y aunque a diferencia de otras epidemias donde la gente muere de inmediato, el escenario en este tema es a largo plazo. Los principales factores que propician el sobrepeso y la obesidad son la mala alimentación y el sedentarismo sólo 2 de cada 10 personas mayores de 30 años realiza alguna actividad física, (Secretaría de Salud, 2010).

Las tres causas fundamentales de la obesidad en la zona metropolitana son: primero, el exagerado consumo de alimentos industrializados y procesados -el objetivo de los consumidores es comer algo rico y rápido- aunque poco nutritivo con exceso de grasa, sodio y carbohidratos, aquí se incluye todo lo que es considerado comida rápida; la segunda causa son los alimentos comerciales -golosinas, refrigerios empacados- y en tercer lugar los estilos de vida como el sedentarismo, las aficiones a videojuegos, televisión o Internet, (Procuraduría Federal del Consumidor PROFECO, 2012).

Región Oriente (Puebla, Hidalgo, Tlaxcala)

Esta región presenta altos índices de enfermedades crónicas del hígado, como la cirrosis. Puebla ocupó el primer puesto a nivel nacional con 2,637 casos en varones y

843 casos en mujeres. Hidalgo tuvo 1,005 casos en hombres y 321 casos en mujeres, (Sistema Nacional de Información en Salud SINAIS, 2010).

Región del Golfo (Veracruz, Tabasco)

Veracruz es el estado del país que cuenta con mayor incidencia en las tasas del Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH), siendo los hombres los más afectados con 565 casos y 197 casos en mujeres (Sistema Nacional de Información en Salud SINAIS, 2010). Tabasco presentó alta frecuencia en infección de las vías urinarias con 32,410 casos en varones y 90,117 casos en mujeres, (véase cuadro 9).

Región Sur (Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Yucatán, Quintana Roo, Campeche)

Una persona en Chiapas vive con aproximadamente 275 dólares mensuales, ésta entidad ocupa el último lugar en grado de desarrollo de todo el país. Oaxaca y Guerrero le siguen en esta lista, ubicándose la región sur como más pobre del territorio mexicano (INEGI, 2010). Esta zona obtuvo el primer lugar de desnutrición a nivel nacional de acuerdo con la incidencia registrada, Chiapas ocupó el primer lugar del país con 766 casos en varones y 851 casos en mujeres, Guerrero alcanzó el segundo lugar con 494 casos en hombres y 571 casos en mujeres, y Oaxaca obtuvo el tercer lugar con 493 y 479 casos respectivamente, (véase cuadro 9). En contraste, Oaxaca tuvo el menor índice nacional de diabetes en mujeres: 1,619 casos; y Chiapas el segundo menor en diabetes masculina: 1,473 casos. Esta región sufre de desnutrición a causa de su bajo nivel de desarrollo económico, pero no de obesidad ni diabetes.

De la información anterior, se puede deducir que las cuatro enfermedades crónicas no transmisibles a nivel nacional con mayor incidencia (casos nuevos) en 2011 fueron: hipertensión arterial (con 1,617,089 casos, diabetes tipo II o no insulina dependiente (con 427,125 casos), enfermedades del corazón (con 57,697 casos), enfermedades cardiovasculares (con 38,250 casos). En hipertensión y diabetes, las más afectadas fueron las mujeres en una proporción de 1.9 mujeres por 1 hombre y 1.4 mujeres por 1 hombre respectivamente. En enfermedades del corazón y cerebrovasculares los más afectados fueron los varones, la proporción fue de 1.2 hombres por 1 mujer y 1.02 hombres por 1 mujer respectivamente, (véase cuadro 9).

Cuadro 9. Primeras 8 causas de morbilidad en México. Número de casos nuevos en 2011 (primeros lugares por entidad federativa).

| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | |
|--------------------|---------------------------|------------|--------------------------|-----------|-----------------------------|-----------|-----------------------|-----------|-----------------------------|---------|--------------------------|--------|--------------------------------|--------|--------------|-------|
| | Infecciones respiratorias | | Infecciones intestinales | | Infección en vías urinarias | | Hipertensión arterial | | Diabetes mellitus (tipo II) | | Enfermedades del corazón | | Enfermedades cerebrovasculares | | Desnutrición | |
| | H | M | H | M | H | M | H | M | H | M | H | M | H | M | H | M |
| Casos totales | 11,388,115 | 14,467,344 | 2,705,498 | 3,321,449 | 947,350 | 3,023,890 | 551,947 | 1,065,142 | 176,891 | 250,234 | 31,509 | 26,188 | 19,383 | 18,867 | 8,408 | 9,518 |
| R. Noroeste | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sonora | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Baja California S. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Baja California N. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sinaloa | | | | | 30,288 | 115,754 | | | | | 1,341 | 1,326 | | | | |
| R. Norte | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Durango | | | 59,355 | 75,664 | | | | | | | | | | | | |
| Zacatecas | | | | | 16,514 | 63,618 | | | | | | | | | | |
| Chihuahua | | | | | | | | | | | 2,037 | 1,779 | 914 | 982 | | |
| R. Noreste | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Coahuila | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tamaulipas | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nuevo León | | | | | | | | | | | 2,224 | 1,879 | 1,353 | 1,018 | | |
| R. Occidente | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Colima | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nayarit | | | 42,270 | 50,126 | | | | | | | | | | | | |
| Jalisco | 693,257 | 849,166 | | | | | | | | | | | | | | |
| R. Centro | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aguascalientes | | | 49,213 | 55,180 | | | | | | | | | | | | |
| Guanajuato | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R. Metropolitana | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Edo. México | 1,345,568 | 1,750,565 | | | | | 59,942 | 117,481 | 23,992 | 34,135 | | | | | | |
| Distrito Federal | 899,233 | 1,188,562 | | | | | 45,287 | 77,782 | 13,809 | 16,798 | | | 2,454 | 2,918 | | |
| Morelos | | | | | | | 8,921 | 17,470 | 5,417 | 6,513 | | | | | | |
| R. Oriente | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Puebla | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tlaxcala | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hidalgo | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R. Golfo | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tabasco | | | | | 32,410 | 90,117 | | | | | | | | | | |
| Veracruz | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R. Sur | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Guerrero | | | | | | | | | | | | | | | 494 | 571 |
| Yucatán | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Quintana Roo | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Campeche | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chiapas | | | | | | | | | | | | | | | 766 | 851 |
| Oaxaca | | | | | | | | | | | | | | | 493 | 479 |

Fuente: con base en SSA. Información Epidemiológica de Morbilidad. Anuario 2011.

Notas: R = Región; H = Hombres; M = Mujeres.

2.2.5 Costo socioeconómico del sobrepeso y la obesidad

Más del 50% de los 671 millones de obesos del mundo viven en sólo 10 países, que son: México, Estados Unidos, China, India, Rusia, Brasil, Egipto, Alemania, Pakistán e Indonesia, (Instituto Médico Europeo de la Obesidad IMEO, 2014). Pero mientras que Estados Unidos demoró 35 años en triplicar sus tasas de obesidad en adultos, a México le tomó alrededor de 20 años alcanzar el nivel actual (Organización Panamericana de la Salud OPS, 2012).

En sólo 10 años, de 2000 a 2010, en México aumentaron en 15.3 millones los casos de sobrepeso y obesidad en adultos (edad 20 años o más), lo que significó en promedio 1.5 millones de casos nuevos cada año. La proyección para las siguientes décadas indica que el porcentaje de adultos con sobrepeso disminuirá, pero el de obesidad aumentará, esto es que los casos con sobrepeso al continuar con la misma tendencia de alimentos hipercalóricos y sedentarismo se convertirán en casos de obesidad, al mismo tiempo el porcentaje de adultos con peso normal disminuirá, de tal forma que en 2050, sólo 9% de los mujeres adultas tendrá peso normal (4.5 millones de mujeres) mientras que 91% tendrá sobrepeso u obesidad (45.3 millones de mujeres), (véase cuadro 10).

Así mismo, se observan más casos de obesidad en mujeres que en hombres, de acuerdo a la Clínica Quirúrgica de Obesidad Mórbida en México, las razones de por qué las mujeres son más obesas que los varones, es porque ellas pasan mayor tiempo en la casa; llevan una vida más sedentaria y son quienes comúnmente preparan los alimentos: “Y aún las mujeres que combinan su trabajo con el hogar, utilizan en gran frecuencia el automóvil y trabajan frente a una computadora”.

Aunque históricamente, Estados Unidos obtenía el triste lugar de ser el país con mayor índice de sobrepeso u obesidad adulta en el mundo. Pero según un informe en 2013 de la ONU, México le arrebató el primer puesto, con 71% de adultos en esa situación, en comparación con 65% de los estadounidenses. De acuerdo al reporte de la ONU, las causas de estas cifras alarmantes se deben al sedentarismo, el aumento del poder adquisitivo que provoca que más personas se muden a las ciudades y una mayor disponibilidad de alimentos procesados altos en calorías.

Cuadro 10. Adultos con sobrepeso u obesidad en México.

| Género | Año | Peso normal (N) | Sobrepeso (S) | Obesidad (O) | Total (S + O) | Total (S+O en millones) |
|---------|------|-----------------|---------------|--------------|---------------|-------------------------|
| Hombres | 2000 | 40% | 41% | 19% | 60% | 15.1 |
| | 2010 | 32% | 41% | 27% | 68% | 21.9 |
| | 2020 | 25% | 40% | 35% | 75% | 28.3 |
| | 2030 | 19% | 38% | 43% | 81% | 33.6 |
| | 2040 | 15% | 36% | 49% | 85% | 37.1 |
| | 2050 | 12% | 34% | 54% | 88% | 39.2 |
| Mujeres | 2000 | 36% | 35% | 28% | 64% | 17.6 |
| | 2010 | 26% | 37% | 37% | 74% | 26.1 |
| | 2020 | 21% | 36% | 43% | 79% | 32.5 |
| | 2030 | 15% | 36% | 49% | 85% | 38.8 |
| | 2040 | 12% | 35% | 53% | 88% | 42.7 |
| | 2050 | 9% | 34% | 57% | 91% | 45.3 |

Notas: en las proyecciones del 2020 al 2050 está considerado solo el crecimiento de la población y se asume que no hay cambios en los patrones del sobrepeso y la obesidad.

Fuentes: año 2000, Sánchez C., *et al.* (2004). Epidemiología de la obesidad. Pp. 15.

Años 2010 al 2050: Rtveldze K., *et al.* (2013). Obesity prevalence in Mexico: impact on health and economic burden. Pp. 4.

Proyección de población en millones: INEGI censos 2000 y 2010.

De todas las enfermedades que puede provocar la obesidad, las tres más frecuentes en México son explicadas por la Sociedad Mexicana de Endocrinología:

- 1) Hipertensión, cuando la tensión arterial diastólica ≥ 90 y la tensión arterial sistólica ≥ 140 .
- 2) Dislipidemia, es la presencia de alta concentración de grasas en la sangre (Colesterol ≥ 200 y triglicéridos ≥ 200).
- 3) Diabetes, indica alta concentración de azúcar en la sangre ≥ 125 .

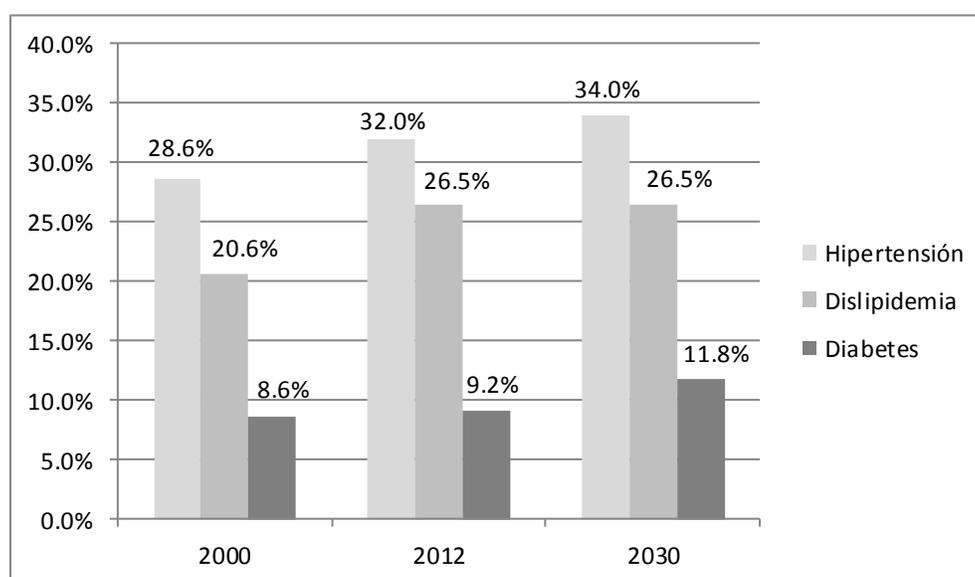
Las cifras de estas enfermedades aumentan cada año, sobretudo la hipertensión y la diabetes, ya que estos dos padecimientos son crónicos, por ejemplo, la proyección de casos de hipertensión para 2030 es de 29.6 millones de adultos (34% de la población adulta), y para diabetes se estiman 10.3 millones de casos (11.8% de la población adulta), (véase cuadro 11 y gráfica 11).

Cuadro 11. Adultos con hipertensión, dislipidemia y diabetes en México.

| Año | Hipertensión * | % Población adulta | Dislipidemia * | % Población adulta | Diabetes * | % Población adulta |
|------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|------------|--------------------|
| 2000 | 15.1 | 28.6 | 10.9 | 20.60 | 4.5 | 8.6 |
| 2012 | 22.4 | 32.0 | 18.5 | 26.50 | 6.4 | 9.2 |
| 2030 | 29.6 | 34.0 | 23.1 | 26.50 | 10.3 | 11.8 |

Notas: * millones de casos totales de adultos diagnosticados en años anteriores y hasta ese año.
Fuentes: años 2000 y 2030: Sánchez C., *et al.* 2004. Epidemiología de la obesidad. 140: 15 p.
Año 2012: ENSANUT 2012.

Gráfica 11. Adultos con hipertensión, dislipidemia y diabetes en México.



Fuentes: años 2000 y 2030: Sánchez C., *et al.* 2004. Epidemiología de la obesidad. 140: 15 p.
Año 2012: ENSANUT 2012.

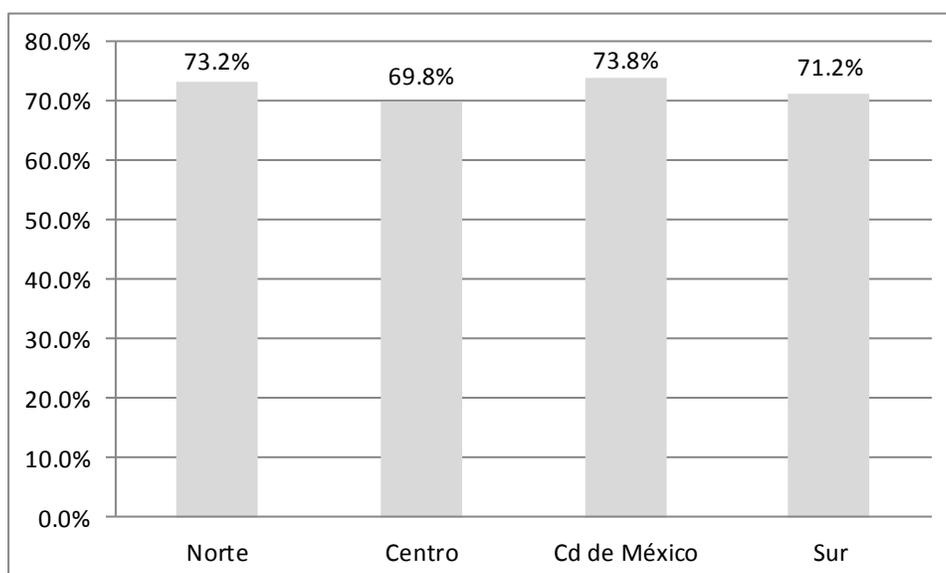
De acuerdo al resultado de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012, la región con mayor porcentaje de sobrepeso y obesidad en su población adulta es la Ciudad de México con 73.8%, (véase gráfica 12), lo que equivale a 4.5 millones de adultos. Esta encuesta agrupa la república mexicana en cuatro regiones con características geográficas y socioeconómicas comunes:

- a) Zona Norte: Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Durango, Nuevo León, Sonora, Sinaloa, Tamaulipas y Zacatecas.

- b) Zona Centro: Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Nayarit, Querétaro, San Luis Potosí y Tlaxcala.
- c) Ciudad de México.
- d) Zona Sur: Campeche, Chiapas, Guerrero, Morelos, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

En las cuatro zonas, el porcentaje se encuentra alrededor del 70%, lo cual significa que 7 de cada 10 adultos mexicanos padecen sobrepeso u obesidad, (véase gráfica 12).

Gráfica 12. Sobrepeso y obesidad en adultos mexicanos por región en 2012.



Fuente: ENSANUT 2012.

La obesidad en México implica un grave problema de salud pública pero también económico. El cuadro 12 muestra los costos proyectados de enfermedades relacionadas con la obesidad en adultos mexicanos bajo tres escenarios:

- Escenario 0: implica que no hay cambios en el IMC (índice de masa corporal) de los adultos con obesidad y sólo se considera el incremento de la población.
- Escenario 1: considera un ligero cambio más saludable en el estilo de vida de la población adulta obesa, de tal forma que su IMC disminuye 1%.

- Escenario 2: con un mayor esfuerzo que en los escenarios anteriores, expresado en un estilo de vida más saludable mediante el consumo de los alimentos adecuados (funcionales), se logra disminuir en 5% el IMC de los adultos obesos mexicanos.

En los escenarios 1 y 2, existe un ahorro en el costo de las enfermedades relacionadas con la obesidad. Por ejemplo, en el año 2050, bajo el escenario 0, el costo proyectado de las enfermedades es de 1,706 millones de dólares US, en el escenario 1 es de \$1,621 millones de dólares US (ahorro de 85 millones de dólares), y en el escenario 2, el costo es de 1,514 millones de dólares US (ahorro de 192 millones de dólares), (véase cuadro 12).

Cuadro 12. Costos proyectados de enfermedades relacionadas con la obesidad en adultos mexicanos.

| Año | Costo en millones de dólares US | | |
|--------|---------------------------------|-------------|-------------|
| | Escenario 0 | Escenario 1 | Escenario 2 |
| 2010 | 806 | 796 | 783 |
| Ahorro | | 10 | 23 |
| 2020 | 1,025 | 997 | 943 |
| Ahorro | | 28 | 82 |
| 2030 | 1,254 | 1,211 | 1,137 |
| Ahorro | | 43 | 117 |
| 2040 | 1,492 | 1,427 | 1,345 |
| Ahorro | | 65 | 147 |
| 2050 | 1,706 | 1,621 | 1,514 |
| Ahorro | | 85 | 192 |

Notas:

Los costos corresponden a las enfermedades crónicas más frecuentes en México relacionadas con la obesidad, tales como: hipertensión, diabetes tipo 2, enfermedades del corazón, cáncer, y osteoartritis.

Escenario 0: reducción del 0% en el índice de masa corporal (IMC) en adultos obesos.

Escenario 1: reducción del 1% en el IMC en adultos obesos.

Escenario 2: reducción del 5% en el IMC en adultos obesos.

El ahorro es respecto al escenario 0. Ahorro = costo escenario 0 – costo escenario 1 o escenario 2.

Fuente: Rtveldzke K., *et al.* (2013). Obesity prevalence in Mexico: impact on health and economic burden.

De acuerdo a la SSA, de las enfermedades relacionadas con la obesidad, la que representa un mayor costo económico en la población adulta mexicana es la diabetes, al ser ésta de las más frecuentes, crónica y con graves complicaciones (daño en los

riñones, la retina, sistema nervioso, o problemas vasculares) sino se tiene un control adecuado de la misma.

Para la Federación Internacional de Diabetes (IDF), existen dos tipos de diabetes:

- Tipo I, también conocida como diabetes juvenil, la causa una acción autoinmune del sistema de defensa del cuerpo que ataca a las células que producen la insulina y se presenta en pacientes con antecedentes familiares directos. La diabetes tipo I no se puede evitar debido a que el organismo produce poca o nula insulina y se presenta principalmente en la población joven; la mortalidad observada por este tipo de diabetes es muy baja, dos de cada 100 defunciones se presentan en esta población, tanto en hombres como para mujeres.
- Tipo II, además del antecedente heredofamiliar, depende de estilos de vida como son el sobrepeso, dieta inadecuada, inactividad física, edad avanzada, hipertensión, etnicidad e intolerancia a la glucosa; además, en las mujeres se presenta en aquellas con antecedente de diabetes gestacional y alimentación deficiente durante el embarazo. La diabetes tipo II que se relaciona con el estilo de vida de la población y en la cual las complicaciones son prevenibles reporta tasas altas de mortalidad. De cada 100 hombres que fallecieron por diabetes 61 tenían tipo II, en tanto en las mujeres fueron 62.

Según declaraciones de la SSA, la obesidad es el principal factor de riesgo en la adquisición de diabetes tipo 2, de tal forma que, en comparación con las personas que tienen un peso normal:

- Las personas con IMC entre 25-29.9 tienen el doble de riesgo de desarrollar diabetes
- Las personas con IMC entre 30-34.9 tienen más del triple de riesgo
- Las personas con IMC mayor de 35 tienen 6 veces mayor riesgo

El costo total económico atribuible a la diabetes (ambos tipos) en México en el año 2010 fue de 778.4 millones de dólares US, repartido en costos directos por 343.2 millones de dólares más costos indirectos por 435.2 millones de dólares, (véase cuadro 13).

Cuadro 13. Costos atribuibles a la diabetes en México (en millones de dólares US). Año 2010.

| Concepto | SSA ⁽¹⁾ | IMSS ⁽²⁾ | ISSSTE ⁽³⁾ | Usuarios ⁽⁴⁾ | Seguros Privados ⁽⁵⁾ | Total |
|-------------------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------------|--------------|
| Número casos | 351,172 | 443,279 | 175,607 | 249,619 | NA | 1,219,677 |
| COSTOS DIRECTOS (CD) | | | | | | |
| Consulta / Diagnóstico | 7.1 | 16.0 | 3.8 | 31.1 | 1.8 | 59.7 |
| Medicamentos | 15.8 | 35.7 | 8.4 | 69.2 | 4.0 | 133.1 |
| Hospitalización | 4.7 | 10.7 | 2.5 | 20.8 | 1.2 | 39.9 |
| Complicaciones | 13.1 | 29.6 | 6.9 | 57.4 | 3.3 | 110.4 |
| SUBTOTAL CD | 40.8 | 92.1 | 21.5 | 178.5 | 10.3 | 343.2 |
| COSTOS INDIRECTOS (CI) | | | | | | |
| Mortalidad prematura | 2.3 | 5.3 | 1.2 | 10.8 | NA | 19.6 |
| Discapacidad permanente | 47.2 | 110.8 | 25.3 | 225.8 | NA | 409.2 |
| Discapacidad temporal | 0.7 | 1.7 | 0.4 | 3.6 | NA | 6.4 |
| SUBTOTAL CI | 50.2 | 117.8 | 26.9 | 240.3 | NA | 435.2 |
| COSTOS TOTALES | 91.0 | 209.9 | 48.4 | 418.7 | NA | 778.4 |

Notas: (1) Secretaria de Salud; (2) Instituto Mexicano del Seguro Social; (3) Instituto de Servicios y Seguridad Social para Trabajadores del Estado; (4) Gastos del bolsillo de usuarios de los servicios. NA = no aplica. Tasa de cambio de enero de 2010 (Banco de México): 1 dólar US = 11.35 pesos mexicanos. Fuentes: Arredondo A., *et al.* (2011). Costos de la Diabetes en América Latina: Evidencias del Caso Mexicano. 87 p.

2.3 Alimentos funcionales en la prevención de enfermedades

2.3.1 Definición de alimento funcional

Aunque no existe una definición formal para los alimentos funcionales. Según Vidal (2008), la definición emitida por la “Funtional Food Science in Europe” (FUFOSE) en 1999, es una de las de mayor aceptación, se considera que un alimento es funcional si se ha demostrado de manera satisfactoria que posee un efecto beneficioso sobre una o varias funciones específicas en el organismo, más allá de los efectos nutricionales habituales, siendo esto relevante para la mejoría de la salud o la reducción del riesgo de enfermarse, esto es que son alimentos que ayudan a prevenir enfermedades. En esencia, un alimento funcional posee una actividad biológica positiva para la salud que vaya más allá de su valor nutritivo. Además del apelativo de funcional, hay otros términos que a veces se utilizan como sinónimos: nutraceuticos, farmalimentos, o alicamentos.

Para Durán (2010) los alimentos funcionales deben tener tres características:

1. “Nutricional”, esencial para la supervivencia del individuo.

2. “Sensorial”, esto es que su consumo produzca una sensación placentera a partir de su sabor, olor, textura, color.
3. “Fisiológica” con lo cual el alimento debe producir un efecto favorable en la salud.

2.3.2 Historia de los alimentos funcionales

Hace unos 2,400 años, el médico griego Hipócrates enunció ante sus discípulos la frase: “Que tu alimento sea tu medicina y que tu medicina sea tu alimento”. Lo que él quería destacar era que para el buen funcionamiento del cuerpo humano había que cuidar la cantidad y la calidad de los alimentos que se ingerían en la dieta (De Lorenzo, 2012).

El poder funcional de los alimentos sobre la salud es de origen milenario, principalmente a lo largo de la historia de la cultura oriental, donde los alimentos y la medicina son considerados igualmente importantes en la prevención y curación de enfermedades. La relación alimento-medicina es conocida por la cultura china hacia el año 1000 AC. El “Yellow Emperor’s Internal Classic” es probablemente el primer libro clásico de medicina china (745-221 AC) donde se encuentran diversas prescripciones de dietas médicas (Xu, 2001). Una de las primeras menciones históricas de incorporación de nutrientes en los alimentos data del 400 DC, en el que el médico persa Melanpus sugirió que la adición de limaduras de hierro al vino en campañas bélicas tenía un efecto fortalecedor y de aumento en la resistencia en los soldados que lo consumían. En el año 1831 el médico francés Boussingault impulsó la adición de yodo a la sal para prevenir el bocio (Mueller, 1999).

Durante la primera mitad del siglo XX, las vitaminas fueron objeto de especial atención en el campo de la nutrición por parte de la comunidad científica fue la época del descubrimiento de 13 vitaminas esenciales (Hassler, 1996).

La llegada de las dos guerras mundiales provocó hambruna en la población y esto impulsó a los diferentes gobiernos a establecer programas de enriquecimiento de alimentos con toda clase de nutrientes esenciales con la finalidad de corregir o prevenir las deficiencias alimenticias que sufría un sector muy amplio de la población. Así se establecieron como prácticas de fabricación la adición de yodo a la sal, las vitaminas A y D a la margarina, la vitamina D a la leche y las vitaminas B1, B2, niacina y el hierro a las harinas y al pan (Pan American Health Organization, 2003).

El rápido desarrollo económico que siguió a la post-guerra en Japón incrementó notoriamente la calidad de vida de la población, situación que se reflejó en un aumento considerable de la esperanza de vida y en un mayor envejecimiento de sus habitantes. En este país, al igual que en occidente, se produjo un aumento de las enfermedades crónicas no transmisibles, tales como, cardiovasculares, diabetes, hipertensión arterial, osteoporosis, cáncer, y en los últimos años, obesidad. Esta situación, que origina un alto costo para los sistemas de salud, motivó al gobierno japonés a promover el desarrollo de un sistema de alimentos que provean un real beneficio de salud a los consumidores, más allá del efecto nutricional de estos. Es así como surgieron en este país los “alimentos funcionales” (Yamada, 2008).

El término alimentos funcionales surgió en Japón por primera vez en la década de 1980, cuando se iniciaron una serie de investigaciones, enmarcadas en un gran proyecto de gobierno, cuyo propósito fue conocer otras funciones de los alimentos, además de la principal función nutritiva. Como consecuencia del interés surgido, fue en 1987 que los alimentos funcionales tuvieron reconocimiento legal por parte del Ministerio de Salud, del Trabajo y de Bienestar de Japón (Saito, 2007).

En 1989 se publicó un informe sobre los alimentos considerados “Funcionales”, el que se convirtió en la base del presente “Tokuhō” o “Food for Specified Health Use”, más conocido actualmente por su abreviatura FOSHU (1991), en español: “Alimentos para usos específicos en salud”. Este reglamento, aún vigente, regula la comercialización y el etiquetado de algunos alimentos de consumo común en Japón que contienen componentes nutricionales con una función favorable y concreta en la fisiología y salud del organismo humano y que va más allá de su contenido nutricional (Saito, 2007).

Una empresa líder en Japón en la producción de cosméticos, Shiseido, fue la primera en crear un alimento con beneficios específicos de salud. En el año 1993 apareció un reportaje en la revista científica Nature que indicaba que Shiseido era la primera compañía en obtener del Ministerio de Salud, Trabajo y Bienestar de Japón una autorización para vender un alimento fisiológicamente funcional, definido así por la nueva legislación. El producto consistía en un arroz cuya proteína (globulina) se había extraído

para que pudieran consumirlo las personas alérgicas a dicha proteína, por razones desconocidas la alergia al arroz era común en Japón (Okama, 2006).

2.3.3 Mercado de alimentos funcionales

Los medios de comunicación masiva constantemente difunden una gran cantidad de información a la población sobre las ventajas de los alimentos funcionales pero en la mayoría de los casos, aún no se cuenta con suficiente respaldo científico que demuestre las propiedades benéficas de ciertos componentes y el uso seguro para los individuos, sobre todo cuando se trata de la ingesta de suplementos. Existen pocos estudios acerca de la influencia que tienen esas tendencias de mercadeo de alimentos, en donde la publicidad exalta muchas de las propiedades funcionales de los productos. La disposición de este tipo de productos en los escaparates de supermercados y la publicidad que se desarrolla en torno a ellos, afecta en gran medida el comportamiento del consumidor (Sedó, 2002).

Desde hace aproximadamente tres décadas, la industria alimentaria ha mostrado un gran desarrollo en cuanto a productos modificados en el contenido de sustancias, las cuales científicamente se ha demostrado que son beneficiosas o perjudiciales para la salud.

Sedó (2002), analiza el mercado de alimentos funcionales tomando en consideración el comportamiento del consumidor en torno a la selección de alimentos y cómo la industria ha dado respuesta a esas demandas del mercado. De esta forma, establece tres generaciones de productos "funcionales":

- i. La primera generación surge en la década de 1970, época caracterizada por un mayor interés por parte de la población en consumir alimentos con poco procesamiento, tales como jugos naturales de frutas, yogurt y panes de grano entero.
- ii. En la década de 1980, se presenta la segunda generación de alimentos naturales, caracterizados por estar modificados en el contenido de grasas y azúcares; surgen entonces los productos "light", "bajos en calorías", "bajos en grasa" y "bajos en azúcar", y paralelamente se resaltan aquellos productos "ricos en fibra". Este florecimiento de alimentos modificados, obligó a las entidades relacionadas

con la regulación de alimentos a definir la normativa de productos modificados, lo cual significó un gran progreso en el etiquetado nutricional de los productos procesados. Los consumidores conscientes de su salud, exigen información referente al contenido y propiedades del alimento, con el fin de tener información para tomar la decisión de comprar o no el producto.

- iii. La tercera generación se inició en la década de 1990, en donde surge el concepto de las propiedades funcionales, lo cual ha promovido la formulación de productos con características específicas, destacándose el desarrollo de los productos con "probióticos", "prebióticos", "fitoesteroles" y "fibras".

El auge sorprendente de la industria de los alimentos funcionales surgió en la década de los 90's. Las causas que originaron esta revolución son diversas, sugiere las siguientes: 1) el consumidor se preocupa más por su salud y compra alimentos con valor agregado al nutricional, 2) las organizaciones encargadas de legislar en materia de alimentos están reconociendo los beneficios de los alimentos funcionales, 3) el gobierno está prestando atención en este renglón ya que prevé el potencial económico de estos productos como parte de las estrategias de prevención de la sociedad (Alvídrez, 2002).

Estados Unidos es uno de los países que tiene muy claro el objetivo de los alimentos funcionales para prevenir enfermedades en la población, por ejemplo, resulta fácil encontrar barras de cereales destinadas a mujeres de mediana edad, suplementadas con calcio para prevenir la osteoporosis, o con proteína de soya para reducir el riesgo de cáncer de mama o con ácido fólico, para un corazón más sano, panecillos energizantes y galletas adicionadas con proteínas, zinc y antioxidantes (Alvídrez, 2002).

En Europa se utilizan rótulos que indican "valor aumentado", así como en Alemania se comercializan golosinas adicionadas con vitamina E. En Italia las góndolas de los supermercados ofrecen yogures con omega 3 y vitaminas y Francia ofrece azúcar adicionada con fructo-oligosacaridos para fomentar el desarrollo de la flora benéfica intestinal (Bello, 2000).

Muchos productos procesados funcionales salen al mercado mensualmente a nivel internacional bajo la connotación de "saludables". Esto significa que cada día el consumidor debe seleccionar entre varios productos alimenticios, para lo cual requiere

de tiempo y de información clara para tomar las decisiones que considere más convenientes. El posicionamiento de este tipo de productos alimenticios está favorecido por múltiples factores, entre los que se destacan: el mayor reconocimiento social del papel que juega la dieta en la prevención y control de enfermedades, el mayor acceso a la información por parte del consumidor, la necesidad de disponer de alimentos procesados que aligeren el trabajo ante las presiones que exige la vida moderna, la posibilidad de "sustituir" alimentos naturales por "suplementos", como una medida fácil para lograr satisfacer las necesidades nutricionales diarias, y la necesidad de "pertenencia" e identificación con "modas" transitorias que lleven a los grupos a comportarse de determinada forma (Sedó, 2002).

La etiqueta nutricional es un recurso promocional muy importante para la empresa, ya que, aunque el consumidor no logre interpretar y comprender claramente todo su contenido informativo, sí podrá identificar algunos mensajes claves, denominados "descriptores", que diferencian el producto de los demás (Sedó, 2002).

Hoy no basta que los alimentos sean "buenos, bonitos y baratos", sino que el consumidor quiere que sean "sanos, seguros y saludables". Y en este sentido, hay que enmarcar el consumo creciente de alimentos funcionales en el contexto de una sociedad desarrollada, que mayoritariamente ha superado sus necesidades materiales y en la que mantener la salud es un objetivo prioritario o incluso una obsesión. En esta sociedad de la abundancia, entre otras causas por razones demográficas, la demanda de alimentos prácticamente no crece desde un punto de vista cuantitativo, y es además difícil introducir nuevos productos atendiendo sólo a los parámetros clásicos de seguridad, comodidad, apariencia y palatabilidad. El valor añadido es hoy la salud, aunque, eso sí, sin perder nada de lo de ayer —acceso fácil y cómodo, productos frescos y naturales, no transformados o poco modificados industrialmente, seguridad, valor nutritivo y sensorial (Vidal, 2008).

2.3.4 Nutracéuticos

Durante los últimos años la población ha reconocido la importancia de preservar su salud. En el año 1989 surgió el término nutracéutico por el médico estadounidense Stephen De Felice, Director de la Fundación de Medicina Innovativa, quien planteó que sería

cualquier sustancia que pueda ser considerada como alimento o como parte de éste y que proporciona beneficios médicos o de salud, incluyendo la prevención o el tratamiento de una enfermedad (Pérez, 2006).

La Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) refiere el concepto nutracéutico a los productos naturales bioactivos concentrados elaborados a partir de un alimento que se presentan en forma de píldoras, polvos y otras formas farmacéuticas no asociadas generalmente con los alimentos, y que hayan demostrado tener propiedades fisiológicas beneficiosas o una cierta capacidad de protección frente a algunas enfermedades crónicas. La potencialidad de los nutracéuticos se fundamenta en que contienen una concentración o dosis de compuestos bioactivos muy superior a la existente en los alimentos y/o especies vegetales de las que proceden y, por consiguiente, su efecto favorable sobre la salud es muy superior al que tendrían aquellos.

Los nutracéuticos se diferencian de los medicamentos en que su origen es biológico natural y no fruto de la síntesis orgánica; se diferencian de los extractos e infusiones de hierbas en la concentración de sus componentes y en que éstos últimos no tienen por qué tener una acción terapéutica. Por tanto, podrían considerarse como una situación intermedia entre los medicamentos y los productos de herbolaria. La mayoría de los alimentos funcionales comerciales enriquecidos, no naturales, poseen nutracéuticos como aditivos (Lozano, 2011).

Para Pérez (2006), los nutracéuticos, en esencia, son micronutrientes que mejoran productos ya existentes y que permiten diversificar el mercado. Abarcan una amplia gama de productos que deben cumplir los siguientes criterios:

- ✓ Productos de origen natural.
- ✓ Aislados y purificados por métodos no desnaturalizantes.
- ✓ Aportar efectos beneficiosos para la salud: mejora de una o más funciones fisiológicas, mejora de la calidad de vida y acción preventiva y/o curativa.
- ✓ Aportar estabilidad temporal.
- ✓ Estudios reproducibles de sus propiedades bioactivas en animales de experimentación y en humanos.

La tecnología actual permite extraer de la naturaleza, ingredientes beneficiosos y darles una concentración y pureza óptima para el consumo humano.

Los alimentos funcionales aportan al organismo determinadas cantidades de vitaminas, grasas, proteínas, hidratos de carbono y otros elementos necesarios, pero cuando un alimento funcional ayuda a la salud y a la prevención de enfermedades, entonces se puede llamar nutracéutico. Desde este punto de vista, los alimentos funcionales son parte de la nutracéutica. El futuro de la industria química se basa en los agentes nutracéuticos, los cuales son utilizados en la composición de alimentos, cosméticos y productos farmacéuticos debido a la creciente demanda internacional de productos que ayuden a la sociedad a buscar una vida con más salud y calidad (Sociedad Española de Nutracéutica, 2006).

En el caso de México, donde las principales causas de mortalidad son: enfermedades del corazón, diabetes mellitus y cáncer, los nutracéuticos recomendables son los aceites ricos en ácidos grasos poliinsaturados como el omega 3 (contenidos en el pescado) que ayudan en caso de hipercolesterolemia y enfermedades cardiovasculares. También, la fibra soluble presente en nopales, inulina, avena y algas marinas que previenen la diabetes, ya que poseen probados efectos terapéuticos para diabéticos e hipercolesterolémicos. Así mismo el consumo de frutas y verduras para prevención del cáncer (Hernández C., *et al*, 2003), (véase cuadro 14).

Cuadro 14. Beneficios potenciales de productos nutracéuticos

| Clase/Componente | Origen | Beneficio potencial |
|--|--|---|
| Antioxidantes – fenólicos | | |
| Fenólicos, antocianinas, flavonoides | Uvas, vino tinto, pasas, fresa, chabacano, ajo, cereza, granada, arándano, zarzamora, jamaica, romero, espinaca, manzana, maíz azul y té verde | Auxiliar en el tratamiento de: cáncer, colesterol, aterosclerosis y envejecimiento celular |
| Antioxidantes – carotenoides y vitamina A | | |
| Betacaroteno | Zanahoria, mango y papaya | Neutraliza los radicales libres que podrían dañar a las células |
| Luteína y zeaxantina | Vegetales verdes, maíz amarillo, y bebidas suplementarias con luteína | Contribuye a una visión sana. Retrasa las enfermedades macular y cataratas. Retrasa los síntomas de retinitis |
| Licopeno | Jitomate, sandía, toronja | Reduce el riesgo de cáncer de próstata e incrementa la función inmunológica |

| Antioxidantes – vitamínicos | | |
|------------------------------------|---|--|
| Vitamina A | Hígado | Auxiliar en casos de: ceguera nocturna y permanente, cáncer, enfermedades cardiovasculares. Refuerza el sistema inmunológico |
| Vitamina E | Nueces, cacahuates, almendras y aceite de oliva virgen | Reduce: ataques al corazón, colesterol y embolias. Mejora la salud mental |
| Vitamina C | Cítricos, mango, kiwi, piña, chile y brócoli | Antiviral que reduce el crecimiento de cáncer. |
| Antioxidantes – otros | | |
| Selenio | Selenito de sodio, levadura semetionina, alimentos enriquecidos con semetionina como huevo, carne y leche | Reduce la incidencia de: cáncer, enfermedades cardiovasculares, depresión y abortos. Refuerza el sistema inmunológico |
| Fitoesteroles | Nueces y cacahuates | Auxiliar en caso de enfermedades cardiovasculares |

| Fibras dietéticas | | |
|-------------------------------|--|--|
| Fibras dietéticas insolubles | Arroz y maíz. La mayoría de hortalizas y frutas. | Mejora el funcionamiento intestinal y auxiliar en casos de constipación, hemorroides, diverticulosis y podría reducir el riesgo de cáncer de colon |
| Beta glucano | Avena | Reduce el riesgo de enfermedad cardiovascular |
| Fibras dietéticas solubles | Avena, nopales, algas, frutas y vegetales. Inulina, oligosacáridos fructosados y almidón resistentes | Reduce la incidencia de: diabetes, arterioesclerosis, ataques cardíacos y embolias cerebrales. Mejoramiento de la función intestinal |
| Inulina (fructoaligosacárido) | Raíz de achicoria | Reduce el colesterol y la glucosa |

Fuente: Hernández, B.C., Serna, S. S. (2003). Nutracéuticos...el futuro de nuestra alimentación.

Para Brambila (2006), en el siglo XXI, los alimentos se usan para nutrir, prevenir enfermedades, descompensaciones y dolencias. Se volverá a tener una interacción entre alimentos y medicinas preventivas, donde la sustancia activa es natural, viene desde la planta y el animal. Ya no se aceptará agregarle al producto natural una sustancia química (petroquímica). En las próximas décadas los alimentos estarán identificados por sus

beneficios funcionales (que ayudan al mejor funcionamiento del organismo) y se podría llegar a una vejez en condiciones físicas y mentales “aceptables”. Aunque antes habrá que resolver algunos detalles de los alimentos funcionales:

- i. Una vez identificado el producto y la sustancia benéfica, será necesario (sin perder las características organolépticas) aumentar el contenido de dicha sustancia para que no sea necesario consumir cantidades elevadas del alimento, de tal forma que en una o dos porciones diarias sea consumida la cantidad prescrita de la sustancia benéfica.
- ii. El alimento funcional es para toda la población, pero será necesario individualizar su consumo, ya que la población tendrá necesidad de productos funcionales diferentes. Quizás el sector agrícola y de alimentos deberán producir alimentos funcionales masivos pero individualizados.

2.3.5 Marco regulatorio de los alimentos funcionales

No existe aún legislación específica sobre alimentos funcionales a nivel global. Muchos expertos coinciden en que la legislación actual mundial de la OMS puede ser aplicable a dichos alimentos, pues se basa en seguridad de consumo y no permitir el engaño al consumidor, prohibiendo las alegaciones o declaraciones “de propiedades medicinales”, que directa o implícitamente indican que el producto puede tratar, prevenir o curar una enfermedad (Olagnero, G., *et al*, 2007).

Japón como precursor de los alimentos funcionales o FOSHU, posee una legislación que data de 1991. Dicha normativa permite un número limitado de declaraciones de propiedades higiénicas, previa aprobación del Ministerio de Sanidad sobre bases científicas. La aprobación de las alegaciones se realiza para un producto específico, que contará en su etiqueta la declaración autorizada y el logo que identifica la categoría al consumidor. La evolución de los alimentos permitidos demuestra su auge: en noviembre de 1998 existían 126 alimentos funcionales autorizados, en julio de 2006 el número ascendía a 586, divididos en 7 categorías, (Olagnero, G., *et al*, 2007):

1. Alimentos que regulan las condiciones gastrointestinales
2. Alimentos que ayudan a regular los niveles de colesterol

3. Alimentos que ayudan a regular la presión arterial alta
4. Alimentos que ayudan a regular los niveles elevados de glucosa
5. Alimentos que mejoran la absorción de minerales
6. Alimentos que mantienen la salud de dientes y huesos
7. Alimentos que reducen los niveles de triglicéridos en sangre

En la Unión Europea (UE) existen dos reglamentos bajo los cuales se ubicarían los alimentos funcionales: el reglamento sobre nuevos alimentos y nuevos ingredientes alimentarios (en 1997) y el reglamento sobre declaraciones nutricionales y propiedades saludables de los alimentos (en 2006).

El primer reglamento está destinado a evaluar la seguridad de los productos y procesos que no poseen historia de consumo previa a 1997 en la UE. Estos productos son sometidos a una evaluación de su seguridad y obtienen autorización antes de poder comercializarse.

El reglamento sobre declaraciones nutricionales y propiedades saludables de los alimentos indica que el etiquetado y la publicidad de gran número de los alimentos de la UE contienen dichas declaraciones, por lo tanto para garantizar la protección de los consumidores, se vuelve necesaria la regulación de las diferentes alegaciones. Enfatiza que una dieta variada y equilibrada es un requisito necesario para la salud y los productos por separado poseen una importancia relativa en el conjunto de la alimentación. El reglamento distingue dos tipos de declaraciones: nutricionales y de propiedades saludables, integrada por las relativas a la reducción de riesgo de enfermedad. La declaración de reducción de riesgo de enfermedad es aquella que afirma, sugiere o da a entender que el consumo de una categoría de alimentos, un alimento o uno de sus constituyentes reduce significativamente un factor de riesgo de aparición de una enfermedad. El fundamento científico de las alegaciones es un punto clave: solo se autorizarán después de efectuar una evaluación científica del nivel más elevado. Se definieron dos tipos de alegaciones: a) “de mejora de función” y b) “de reducción de riesgo de enfermedad”. Las alegaciones de propiedades medicinales, como ya se ha explicado, se encuentran prohibidas a nivel mundial.

Tanto las alegaciones genéricas como las específicas se han dividido en dos tipos esenciales:

a) “Alegaciones de mejora de una función”: se refieren a los efectos beneficiosos de alimentos, nutrientes, componentes o ingredientes sobre funciones fisiológicas, psicológicas o biológicas. Implican una mejora en las condiciones de salud.

b) “alegaciones de reducción del riesgo de contraer enfermedades”: se refieren al consumo de un alimento, nutriente, componente o ingrediente que puede ayudar a reducir el riesgo de padecer una enfermedad o trastorno.

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Para cumplir con los objetivos de la investigación se utilizó un modelo econométrico dinámico con rezagos que refleja el impacto de acumulación del consumo de alimentos en la mortalidad, mismo que se aplicó a los datos de una serie de tiempo de 35 años (de 1980 a 2014) sobre el consumo per cápita anual de los bienes seleccionados mediante tres etapas: 1) modelo de índice de mortalidad que cuantifica el vínculo entre alimentos y mortandad en México; 2) modelo de ecuaciones simultáneas para medir la relación del alimento con su consumo en un retraso; 3) multiplicadores de impacto para proyectar la mortalidad en el tiempo con políticas de cambio de los alimentos.

3.1 Modelos dinámicos con rezagos

Para cuantificar la relación que existe entre alimentos y mortalidad en México (objetivo general de la investigación), se clasificaron los alimentos en tres tipos y se eligieron representantes de cada uno:

Tipo 1: Alimentos que consumidos en exceso pueden tener incidencia directa en la mortalidad, tal como: carne, azúcar, trigo.

Tipo 2: Son productos de origen animal que siempre se han ingerido, e incluso con moderación pueden beneficiar la salud, por ejemplo, huevo y leche (Simon, 2000).

Tipo 3: Alimentos sanos que ayudan a preservar la salud, los vegetales, son representados por el nopal, que es un bien mexicano (el más significativo al estar plasmado en el escudo nacional) con múltiples propiedades nutritivas y funcionales (Trujillo, 2012).

Las observaciones corresponden a una serie de tiempo de 35 años (de 1980 a 2014). El índice de mortalidad se recopiló del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), los datos sobre el consumo nacional per cápita anual de los seis alimentos representantes (carne de bovino, azúcar, leche, huevo, trigo, nopal) y sus precios nominales se obtuvieron del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON), el índice de precios al consumidor proviene de INEGI, el ingreso promedio real per cápita anual se recopiló del Banco de México, se emplea una variable dummy como variable cualitativa del conocimiento del consumidor sobre los efectos de los

alimentos, 0 es no (de 1980 a 2000) y 1 es si (de 2001 a 2014); se usa el tiempo como variable en números consecutivos del 1 al 35.

De acuerdo a Gujarati (2010), los modelos dinámicos señalan la trayectoria en el tiempo de la variable dependiente en relación con sus valores pasados. En el análisis de regresión con datos de series de tiempo, cuando el modelo incluye valores actuales y valores rezagados de las variables explicativas (las X) se denomina modelo de rezagos distribuidos, la forma general del modelo con un rezago finito de n periodos es:

$$Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \dots + \beta_n X_{t-n} + u_t \quad (1)$$

$u_t \sim N(0, \sigma^2)$ se asume que u_t se distribuye normalmente con media cero y varianza σ^2 .

El coeficiente β_0 se conoce como multiplicador de corto plazo o de impacto y u_t es el término de error de estimación. Si el modelo incluye uno o más valores rezagados entre las variables, se denomina modelo autorregresivo (variable dependiente) o modelo con rezagos (variables explicativas).

Para estimar las ecuaciones del índice de mortalidad y del consumo de los alimentos, se utiliza regresión lineal, misma que se escribe en notación matricial como:

$$Y = X\beta + \hat{u}$$

Donde β es un vector columna de k elementos compuesto por los estimadores de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) de los coeficientes de regresión y \hat{u} es un vector columna de n x 1 con n residuos. Según Gujarati (2010), los estimadores de MCO son los mejores estimadores lineales insesgados (MELI) con varianza mínima cuando no existe autocorrelación. El método elegido para estimar las ecuaciones de mortalidad y consumo de alimentos fue MCO, así que es necesario verificar que los datos no tengan autocorrelación por lo que se aplicó el estadístico de prueba Durbin – Watson.

Prueba d de Durbin-Watson

La prueba desarrollada por Durbin y Watson (1951) es la más empleada para detectar autocorrelación en los modelos de regresión. La autocorrelación se define como la correlación entre miembros de series de observaciones ordenadas en el tiempo o en el

espacio (Kendall, 1971) misma que verifica la hipótesis nula de no autocorrelación contra la alternativa de autocorrelación.

De acuerdo a Durbin-Watson, el estadístico de prueba es d :

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2}$$

Para obtener los límites de variación del estadístico d se desarrolla la ecuación

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2} = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t^2 + e_{t-1}^2 - 2e_t e_{t-1})}{\sum_{t=1}^n e_t^2} = \frac{\sum_{t=2}^n e_t^2 + \sum_{t=2}^n e_{t-1}^2 - 2\sum_{t=2}^n e_t e_{t-1}}{\sum_{t=1}^n e_t^2}$$

Si el tamaño de la muestra es grande, se considera que:

$$\sum_{t=2}^n e_t^2 \approx \sum_{t=2}^n e_{t-1}^2 \approx \sum_{t=1}^n e_t^2$$

$$d \approx \frac{2\sum_{t=2}^n e_t^2 + 2\sum_{t=2}^n e_t e_{t-1}}{\sum_{t=1}^n e_t^2}$$

El coeficiente de correlación empírico de primer orden se calcula como:

$$\hat{\rho} = \frac{\sum_{t=2}^n e_t e_{t-1}}{\sum_{t=1}^n e_t^2}$$

Entonces el estadístico d se puede expresar como:

$$d \approx 2(1 - \hat{\rho})$$

Según Durbin-Watson, los límites de variación del coeficiente de correlación empírico, son $-1 \leq \hat{\rho} \leq 1$, así se puede deducir el rango de variación del estadístico d y el signo de la autocorrelación como:

$\hat{\rho} = -1 \rightarrow d \approx 4$ se considera que existe autocorrelación negativa

$\hat{\rho} = 0 \rightarrow d \approx 2$ indica ausencia de autocorrelación

$\hat{\rho} = 1 \rightarrow d \approx 0$ se puede admitir que existe autocorrelación positiva

La prueba de hipótesis es H_0 : no existe autocorrelación vs H_1 : existe autocorrelación

A partir del estadístico d se puede explicar que:

- Si existe autocorrelación positiva las diferencias entre residuos que distan un periodo es pequeña por lo que el valor del estadístico d será cercano a cero.
- Si existe autocorrelación negativa los residuos serán prácticamente iguales pero de signo contrario, su diferencia será por tanto grande y el estadístico será más cercano al límite superior que se establece en cuatro.
- Si no existe autocorrelación, la relación entre los residuos será intermedia y por tanto, el valor del estadístico también alcanzará un valor intermedio.

La prueba d de Durbin-Watson alcanzó valores alrededor de 2 (véase cuadro 15), por lo que no existe evidencia para rechazar H_0 y se puede concluir que no existe autocorrelación, así que los estimadores por MCO son MELI.

Cuadro 15. Prueba d de Durbin-Watson.

| Variable | Prueba d |
|------------|----------|
| Mortalidad | 1.95 |
| Bovino | 2.07 |
| Azúcar | 2.04 |
| Leche | 1.93 |
| Huevo | 1.97 |
| Nopal | 2.13 |
| Trigo | 2.04 |

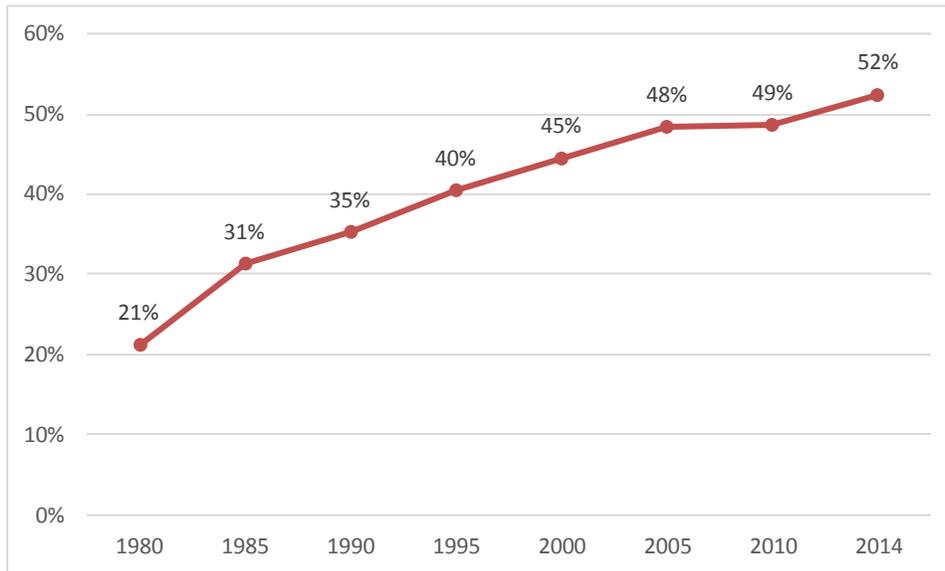
Fuente: con base en SIACON (2014).

3.1.1 Modelo de índice de mortalidad

El índice de mortalidad anual se obtuvo del Anuario Estadístico del INEGI, de la mortalidad total se excluyeron las causas violentas: accidentes, homicidios y suicidios, para que solo quedaran las ocasionadas por enfermedad, considerando estas últimas como el total, se determinó el porcentaje de muertes por enfermedades del corazón, diabetes y cáncer (véase anexo 1). El índice de mortalidad se definió en números relativos, no se consideró en números absolutos porque éste crece con el crecimiento de la población incluyendo el número de muertes por enfermedades infecciosas.

La gráfica 13 muestra como se ha incrementado el porcentaje de mortalidad por las causas analizadas; mientras que en 1980 el índice era de 21%, en 1990 fue de 35%, en el año 2000 fue de 45% y para 2014 alcanzó la cifra de 52%.

Gráfica 13. Mortalidad en México por enfermedades modernas.



Fuente: Anuario de INEGI.

Con el fin de obtener la ecuación que estima el comportamiento del índice de mortalidad se considera la ecuación general (1) y se utiliza el programa SAS (Statistical Analysis System) versión 9.3, mediante el método de MCO resulta la ecuación 2:

$$M_t = 0.25 + 0.0019 B_{t-1} + 0.0015 A_{t-1} - 0.00032 L_{t-1} - 0.00014 H_{t-1} - 0.03 N_{t-1} + 0.0015 T_{t-1} - 0.0041 D + 0.01 T_p. \quad (2)$$

Donde:

M_t (índice de mortalidad) es la variable dependiente, las variables rezagadas corresponden al consumo per cápita anual en kilos o en litros para el periodo $t-1$ de: B_{t-1} = carne de bovino, A_{t-1} = azúcar, L_{t-1} = leche, H_{t-1} = huevo, N_{t-1} = nopal, T_{t-1} = trigo; D = dummy; T_p = tiempo. El coeficiente de determinación o R^2 para este modelo fue de 0.97, según Gujarati (2010), R^2 es una medida que dice cuán bien se ajusta la línea de regresión muestral a los datos, en este caso se ajusta 97% lo cual es aceptable.

La relación de M_t y los alimentos en la ecuación (2) es con una variable retrasada para reflejar el impacto de acumulación del consumo de los alimentos en la mortalidad. Con base en las hipótesis, las relaciones esperadas respecto al índice de mortalidad son: positiva con el consumo de carne, azúcar y trigo; negativa con el consumo de leche, huevo y nopal.

De acuerdo a la ecuación (2), los alimentos que menos contribuyen a incrementar la mortalidad son la leche, el huevo, y el nopal (que es el que menos contribuye estadísticamente de los productos analizados); mientras que los alimentos que más contribuyen a aumentar la misma son la carne de bovino, la azúcar, y el trigo. Los resultados coinciden con las hipótesis planteadas.

3.1.2 Modelo de ecuaciones simultaneas

La relación del alimento con su consumo en un retraso más el precio de éste y de los otros alimentos, más el ingreso per cápita anual (todos estos conceptos en un retraso), más el tiempo y la dummy, generan la ecuación (3) para cada alimento.

$$X_{t-1} = \beta_0 + \beta_1 X_{t-2} + \beta_2 PX_{t-1} + \beta_3 A_{t-1} + \beta_4 PA_{t-1} + \beta_5 L_{t-1} + \beta_6 PL_{t-1} + \beta_7 H_{t-1} + \beta_8 PH_{t-1} + \beta_9 N_{t-1} + \beta_{10} PN_{t-1} + \beta_{11} T_{t-1} + \beta_{12} PT_{t-1} + \beta_{13} I_{t-1} + \beta_{14} T_p + \beta_{15} D. \quad (3)$$

El modelo simultáneo de 7 ecuaciones (los seis alimentos más la mortalidad) arrojó un coeficiente de determinación o R^2 de 0.85, mismo que es aceptable.

Las variables analizadas en la serie de tiempo bajo los subíndices t-1 (periodo t-1) y t-2 (periodo t-2) fueron:

B consumo anual per cápita en kilos de bovino (véase anexo 2)

A consumo anual per cápita en kilos de azúcar (véase anexo 3)

L consumo anual per cápita en litros de leche (véase anexo 4)

H consumo anual per cápita en kilos de huevo (véase anexo 5)

N consumo anual per cápita en kilos de nopal (véase anexo 6)

T consumo anual per cápita en kilos de trigo (véase anexo 7)

PB precio por kilo de bovino (véase anexo 2)

PA precio por kilo de azúcar (véase anexo 3)

PL precio por litro de leche (véase anexo 4)

PH precio por kilo de huevo (véase anexo 5)

PN precio por kilo de nopal (véase anexo 6)

PT precio por kilo de trigo (véase anexo 7)

I ingreso promedio per cápita anual del consumidor (véase anexo 8)

Tp tiempo (véase anexo 8)

D dummy (véase anexo 8)

Con las variables anteriores, se empleó el programa SAS versión 9.3, dando como resultado las ecuaciones de los seis bienes:

Carne de bovino:

$$B_{t-1} = 20.0986 - 0.2362 B_{t-2} - 0.02342 PB_{t-1} + 0.139812 A_{t-1} + 0.940146 PA_{t-1} - 0.0451 L_{t-1} + 0.397003 PL_{t-1} - 0.20969 H_{t-1} - 0.06617 PH_{t-1} - 1.85377 N_{t-1} - 0.49441 PN_{t-1} + 0.229611 T_{t-1} - 0.39436 PT_{t-1} - 0.00005 I_{t-1} + 0.248087 Tp + 1.214417 D. \quad (4)$$

Azúcar:

$$A_{t-1} = 61.21881 - 0.07559 A_{t-2} + 4.656835 PA_{t-1} + 0.18598 B_{t-1} - 0.08131 PB_{t-1} - 0.1159 L_{t-1} + 0.192915 PL_{t-1} + 1.107177 H_{t-1} - 0.13039 PH_{t-1} - 1.644 N_{t-1} - 1.1263 PN_{t-1} + 0.2334 T_{t-1} + 0.518612 PT_{t-1} - 0.00022 I_{t-1} - 0.24329 Tp + 1.023569 D. \quad (5)$$

Leche:

$$L_{t-1} = 188.5331 + 0.07479 L_{t-2} - 6.15025 PL_{t-1} - 4.27477 B_{t-1} + 0.585585 PB_{t-1} + 0.546521 A_{t-1} + 6.636373 PA_{t-1} - 3.68651 H_{t-1} - 0.27506 PH_{t-1} + 7.725348 N_{t-1} + 2.904273 PN_{t-1} - 0.97611 T_{t-1} - 1.08875 PT_{t-1} + 0.000165 I_{t-1} + 0.493226 Tp + 18.72849 D. \quad (6)$$

Huevo:

$$H_{t-1} = - 10.4528 + 0.516804 H_{t-2} - 0.14845 PH_{t-1} + 0.716238 B_{t-1} - 0.02329 PB_{t-1} - 0.01195 A_{t-1} - 0.81448 PA_{t-1} + 0.044184 L_{t-1} + 0.482806 PL_{t-1} + 0.7876 N_{t-1} + 0.015739 PN_{t-1} - 0.26211 T_{t-1} + 0.178415 PT_{t-1} + 0.000127 I_{t-1} + 0.026792 Tp - 0.94315 D. \quad (7)$$

Nopal:

$$N_{t-1} = - 1.38343 + 1.354635 N_{t-2} - 0.0679 PN_{t-1} - 0.02116 B_{t-1} - 0.0032 PB_{t-1} - 0.00739 A_{t-1} - 2.16343 PA_{t-1} - 0.01512 L_{t-1} + 0.111802 PL_{t-1} - 0.05845 H_{t-1} + 0.011177 PH_{t-1} + 0.077511 T_{t-1} - 0.05899 PT_{t-1} + 0.0000003611 I_{t-1} - 0.02475 Tp + 0.14482 D. \quad (8)$$

Trigo:

$$T_{t-1} = - 61.3444 + 1.084843 T_{t-2} - 1.16726 PT_{t-1} - 0.66717 B_{t-1} - 0.10307 PB_{t-1} + 0.874032 \\ A_{t-1} - 1.92456 PA_{t-1} + 0.056263 L_{t-1} + 2.385641 PL_{t-1} - 1.3385 H_{t-1} + 0.165529 PH_{t-1} \\ - 1.21314 N_{t-1} + 1.03209 PN_{t-1} + 0.00042 I_{t-1} + 0.093249 Tp + 0.972193 D. \quad (9)$$

3.1.3 Multiplicadores de impacto

En la proyección de la mortalidad en el tiempo, se usa el modelo econométrico dinámico con variables endógenas con rezagos. Para facilitar las operaciones entre matrices, se hizo una partición de dos secciones: la ecuación de mortalidad y las ecuaciones de los alimentos.

Las ecuaciones son lineales: $AY_t + BY_{t-1} + CZ_t = 0$.

Donde: Y_t = variables endógenas; Y_{t-1} = variables endógenas retrasadas; Z_t = variables exógenas.

La matriz general estructural se presenta así:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{11t} \\ Y_{21t} \\ \vdots \\ Y_{n1t} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{11t-1} \\ Y_{21t-1} \\ \vdots \\ Y_{n1t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ c_{m1} & c_{m2} & \dots & c_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{11t} \\ Z_{21t} \\ \vdots \\ Z_{n1t} \end{bmatrix} = 0$$

Para obtener la forma reducida se opera como lo muestra Brambila (2011):

$$AY_t = - BY_{t-1} - CZ_t$$

Siendo A una matriz cuadrada de n x n tiene inversa por lo que $A^{-1}A = I$ (identidad), así que:

$$Y_t = - A^{-1} BY_{t-1} - A^{-1}CZ_t \quad (10)$$

Sea $D_1 = - A^{-1} B$ y $D_2 = - A^{-1} C$. Donde D_1 y D_2 son las matrices llamadas multiplicadores de impacto, que ayudan a predecir o proyectar lo que va a pasar en el siguiente periodo mediante la simulación de cambios en el consumo de los alimentos, variaciones en los precios o directamente en los hábitos.

La ecuación matricial (10) se resume en ecuación (11):

$$Y_t = D_1Y_{t-1} + D_2Z_t \quad (11)$$

La forma matricial reducida es:

$$\begin{pmatrix} Y_{11t} \\ Y_{21t} \\ \vdots \\ Y_{n1t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & d_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y_{11t-1} \\ Y_{21t-1} \\ \vdots \\ Y_{n1t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2n} \\ d_{31} & d_{32} & \dots & d_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ d_{m1} & d_{m2} & \dots & d_{mn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Z_{11t} \\ Z_{21t} \\ \vdots \\ Z_{n1t} \end{pmatrix}$$

D_1 además de ser una matriz de multiplicadores de impacto, su diagonal ($d_{11}, d_{22}, \dots, d_{nn}$) son los coeficientes del hábito en el periodo $t-1$. En este sentido, existen tres interpretaciones para estos elementos (véase Becker, 1988):

- 1) $d_{nn} < 0$, el hábito está siendo negativo respecto a los periodos anteriores, el bien se está consumiendo menos.
- 2) $d_{nn} = 0$, el hábito de consumo se está estabilizando, se consume con la misma frecuencia.
- 3) $d_{nn} > 0$, el hábito se está incrementando, el bien se consume con mayor frecuencia, mayor a 1 implica una adicción.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se discuten los resultados de la investigación de acuerdo a la metodología utilizada, mediante tres incisos: 1) Formación de hábitos: se identifican los hábitos de consumo de los alimentos seleccionados en la población mexicana y su efecto en la mortalidad; 2) Simulación de escenarios: se presenta el impacto que tienen las políticas de cambio de los alimentos en la mortalidad y cuál es el mejor escenario para disminuirla; 3) Elasticidades: se muestra la elasticidad directa, indirecta y cruzada entre mortalidad y los alimentos para medir cambios experimentados entre estas variables.

4.1 Formación de hábitos

Para medir estadísticamente la formación de hábitos, Pollak (1970) desarrolló un modelo de comportamiento del consumidor basado en la hipótesis de formación de hábitos o adicciones bajo un enfoque “miope” (él lo llama así porque el consumidor no ve o reconoce claramente los efectos de sus hábitos); y plantea la siguiente formulación lineal:

$$U^t(X_t) = \sum_{k=1}^n a_k \log(x_{kt} - b_{kt})$$

$$b_{kt} = b_k^* + \beta x_{kt-1}$$

Donde b_k representa el “consumo necesario”, b_k^* el “consumo fisiológicamente necesario”, βx_{kt-1} el “consumo psicológicamente necesario”. Este último, tiene su origen en la formación de hábitos – con β como coeficiente de formación del hábito – representa la componente adictiva del consumo con variable retrasada periodo t-1 y cuando es mayor a 1 refleja alta incidencia de hábito.

Becker y Murphy (1988) sugieren la definición econométrica de hábito, indicando que un individuo será potencialmente adicto a un bien, si un incremento en el consumo corriente de dicho bien aumenta su consumo futuro. Esta definición implica que la adicción a un bien se da cuando el consumo pasado eleva la utilidad marginal que le proporciona el consumo presente de dicho bien.

Las ecuaciones (11) y (12) son la base para proyectar la mortalidad en el tiempo y conocer las matrices dinámicas de impacto D_1 (multiplican el consumo de los alimentos) y D_2 (multiplican la intersección más dummy, el precio de los alimentos, el ingreso per

cápita anual y el tiempo) mismas que determinan el comportamiento de la mortalidad con el cambio de hábitos, consumo y precios de los alimentos.

$$Y_{t-1} = D_1 Y_{t-2} + D_2 Z_{t-1} \quad (12)$$

| | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|
| Y_{11t-1} | -0.30960249 | -0.02118216 | -0.00227321 | 0.09657688 | -4.20890684 | 0.11524129 | Y_{11t-2} | + | | |
| Y_{21t-1} | -0.42344598 | -0.09249223 | -0.00613855 | 0.80449386 | -6.42754744 | 0.00167767 | Y_{21t-2} | | | |
| Y_{31t-1} | 1.65623707 | 0.06131785 | 0.07063251 | -1.88331767 | 25.8790661 | -0.3094739 | Y_{31t-2} | | | |
| Y_{41t-1} | -0.17969085 | 0.00058504 | 0.00068654 | 0.51156602 | -0.53379756 | -0.13678285 | Y_{41t-2} | | | |
| Y_{51t-1} | 0.00761388 | -0.00438156 | -0.00098365 | -0.01937197 | 0.98859197 | 0.09259891 | Y_{51t-2} | | | |
| Y_{61t-1} | 0.16091652 | -0.05872677 | 0.00039969 | -0.12847112 | -1.83860431 | 1.06276027 | Y_{61t-2} | | | |
| | 34.3841179 | -0.07642297 | 8.70077701 | 0.7576442 | -0.15979623 | -0.72841296 | -0.24586413 | | -6.4976E-05 | 0.33382806 |
| | 85.4012837 | -0.21043905 | 15.833177 | 1.67734636 | -0.53946051 | -2.15465897 | 0.57277839 | -0.00017574 | 0.26586881 | PB _{t-1} |
| | 30.89116 | 0.83501715 | -41.9156672 | -9.05274619 | 1.01726786 | 5.47437194 | -0.12780198 | 0.00010917 | -1.67348811 | PA _{t-1} |
| | 14.4545607 | -0.02058197 | 1.02903891 | 0.37713529 | -0.22407559 | -0.42854416 | 0.03300593 | 3.7794E-05 | 0.21966049 | PL _{t-1} |
| | -5.43502236 | -0.02197099 | -1.56023797 | 0.34639862 | 0.02604295 | -0.04959503 | -0.09227875 | 1.8042E-05 | -0.03969328 | PH _{t-1} |
| | -19.6847613 | -0.13482993 | 4.26636332 | 1.91185764 | 0.12620047 | 0.57660104 | -0.4420221 | 0.00024341 | -0.23711074 | PN _{t-1} |
| | | | | | | | | | | PT _{t-1} |
| | | | | | | | | | | I _{t-1} |
| | | | | | | | | | | Tiempo |

La diagonal principal de la matriz D_1 indica el valor numérico del hábito de consumir los alimentos, aclarando que el concepto de hábito es diferente al concepto de consumo, el hábito se refiere a la frecuencia con la que se ingiere un producto, mientras que el consumo es una medida que puede ser en kilos, litros, monedas, etc. En este caso los resultados indican que de 1980 a 2014:

- 1) Carne de bovino (-0.3), el hábito de consumir este alimento ha bajado 30%.
- 2) Azúcar (-0.09), el hábito ha descendido 9%.
- 3) Leche (0.07), el hábito se ha mantenido estable aumentando sólo 7%.
- 4) Huevo (0.5), el hábito ha aumentado 50%.
- 5) Vegetales (0.9), el hábito se ha incrementado 90%.
- 6) Trigo (1.06), es el alimento que más ha crecido, generando un mayor hábito de consumo con aumento de 106%, cuando el coeficiente es mayor a 1 implica una situación adictiva (Becker, 1988).

En México, a pesar de una disminución en el hábito de consumir carne y azúcar y el aumento del consumo de vegetales, la mortalidad por enfermedad se está incrementando (véase gráfica 13), lo cual sugiere que se debe disminuir más el consumo

de bovino, azúcar y trigo (gluten); y aumentar en mayor medida el consumo de vegetales. El consumo de leche y huevo no parece afectar porque son alimentos que se han ingerido siempre y su frecuencia de consumo se ha mantenido estable. De los alimentos analizados, el trigo es el mayor problema al presentar el coeficiente más alto en el hábito e incluso mayor a 1 implica una adicción a su consumo de la población mexicana.

La OMS (2015) avala la relación que existe entre el consumo de carnes rojas y la afectación de cáncer; la SSA (2013) indica que la población mexicana al consumir en exceso bebidas endulzadas se tiene alta incidencia en diabetes mellitus; estudios recientes confirman la relación entre consumo de trigo y desórdenes autoinmunes como diabetes, cáncer, artritis (Saturni, 2010), e incluso alzhéimer (Perlmutter, 2015).

4.2 Simulación de escenarios

Para conocer el impacto que tendrían políticas de consumo y precios de los alimentos analizados en la mortalidad por enfermedad de la sociedad mexicana al año 2020, se hicieron 5 simulaciones con políticas de cambio, mismas que se aplicaron progresivamente para el periodo 2016 al 2020, indicadas a continuación:

- 1) Sin modificaciones. De no hacerse ningún cambio, la mortalidad sigue aumentando hasta alcanzar 59.5% para el año 2020 (véase cuadro 16).
- 2) Incremento en 20% los precios de carne de bovino, azúcar y trigo; aumento en 10% del ingreso per cápita anual. En este escenario, la mortalidad alcanzaría en 2020 el 60.3%. Los resultados son muy parecidos al escenario 1 (véase cuadro 16 y gráfica 14), aunque los alimentos mencionados aumenten de precio, el consumidor los sigue comiendo y prefiere disminuir el consumo de otros productos, esto debido al crecimiento económico (mayor ingreso per cápita) provocado por un mayor grado de urbanización.
- 3) Disminución del 20% en el consumo de carne de bovino, azúcar y trigo y aumento del 20% en consumo de vegetales. La mortalidad baja en todo el periodo logrando una mortalidad de 53.7% en 2020 (5.8% menos que el escenario 1), aunque el descenso es poco en promedio 0.6% menos cada año (véase cuadro 16).
- 4) Cambio de hábitos: una disminución en el hábito de consumir azúcar en 50%, una disminución en el hábito de consumir trigo en 40% y aumento en el hábito de

ingerir vegetales en 150%. Con esta política, en todos los años se logra disminuir la mortalidad, de tal forma que en 2020, el porcentaje de muertes es de 40.7% (19% menos que en el escenario 1) (véase cuadro 16). La pendiente de este escenario es negativa (véase gráfica 14).

- 5) La combinación de los escenarios 2, 3 y 4. En esta situación se aprecia una mayor disminución de la mortalidad en todo el periodo comparando con los escenarios anteriores, la aplicación de estas políticas provoca que invariablemente la mortalidad disminuya presentando pendiente negativa (véase gráfica 14), en 2020 la mortalidad desciende a 35.4% (24% menos que en el escenario 1) (véase cuadro 16).

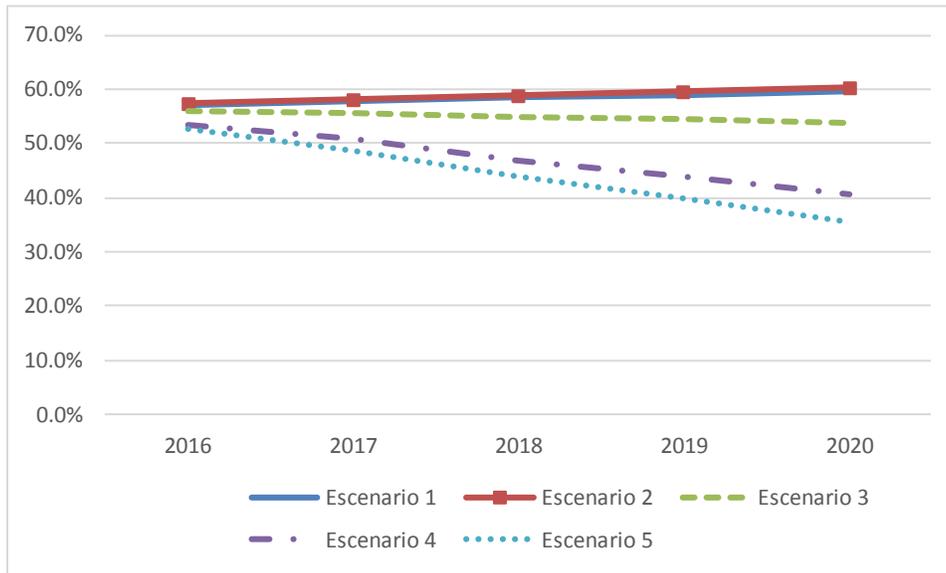
De todos los escenarios, el mejor escenario (mortalidad más baja) es el escenario 5 seguido del escenario 4 (véase cuadro 16 y gráfica 14).

Cuadro 16. Índice de mortalidad por enfermedad en México de 2016 a 2020.

| Año | Índice de mortalidad (%) | | | | |
|------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Escenario 1 | Escenario 2 | Escenario 3 | Escenario 4 | Escenario 5 |
| 2016 | 57.1 | 57.3 | 56.1 | 53.5 | 52.6 |
| 2017 | 57.8 | 58.0 | 55.6 | 50.7 | 48.8 |
| 2018 | 58.4 | 58.8 | 55.0 | 46.8 | 43.9 |
| 2019 | 59.0 | 59.6 | 54.4 | 43.8 | 39.8 |
| 2020 | 59.5 | 60.3 | 53.7 | 40.7 | 35.4 |

Fuente: con base en SIACON, INEGI y Banco de México.

Gráfica 14. Índice de mortalidad por enfermedad en México de 2016 a 2020.



Fuente: con base en SIACON, INEGI y Banco de México.

4.3 Elasticidades

Con el fin de medir los cambios experimentados de una variable (mortalidad) al cambiar otra (alimentos) en un mismo periodo de tiempo se obtiene la elasticidad “e” (Varian, 1992):

i) Elasticidad directa, variación de la mortalidad debido a un cambio en el consumo del alimento Y_i :
$$e_{MY_i} = \frac{\partial M}{\partial Y_i} \cdot \frac{Y_i}{M} \quad (13)$$

ii) Elasticidad indirecta, cambio de la mortalidad ante una variación en el precio del alimento Y_i :

$$e_{MP} = \left(\frac{\partial M}{\partial Y_i} \cdot \frac{Y_i}{M} \right) \left(\frac{\partial Y_i}{\partial P} \cdot \frac{P}{Y_i} \right) \quad (14)$$

iii) Elasticidad cruzada, variación del consumo del alimento Y_i ante un cambio en el consumo del alimento Y_j , sirve para saber si dos bienes son complementarios ($e < 0$) o sustitutos ($e > 0$):

$$e_{Y_{ij}} = \left(\frac{\partial M}{\partial Y_i} \cdot \frac{Y_i}{M} \right) \left(\frac{\partial Y_i}{\partial Y_j} \cdot \frac{Y_j}{Y_i} \right) \quad (15)$$

En el estudio, se midieron tres tipos de elasticidades (directa, indirecta y cruzada) en el periodo 1980 - 2020. Los resultados fueron los siguientes:

- i. Elasticidad directa. Los alimentos que disminuyen el índice de mortalidad son la leche, el huevo, los vegetales (nopal) al existir una relación inversa con la mortalidad, por el contrario el consumo de bovino, azúcar y trigo aumentan la mortalidad, por ejemplo, para 2018-2020 si sube 10% el consumo de estos últimos alimentos, la mortalidad aumenta en 0.61%, 1% y 1.6% respectivamente, de éstos el que tiene menor incidencia es la carne de bovino y el de mayor impacto es el trigo (véase cuadro 17).

Cuadro 17. Mortalidad en relación al consumo del alimento.

| Periodo | Bovino | Azúcar | Leche | Huevo | Nopal | Trigo |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 1980 - 1982 | 0.096 | 0.243 | -0.189 | -0.007 | -0.508 | 0.286 |
| 1990 - 1992 | 0.078 | 0.167 | -0.084 | -0.005 | -0.324 | 0.197 |
| 2000 - 2002 | 0.073 | 0.131 | -0.078 | -0.005 | -0.307 | 0.178 |
| 2011 - 2013 | 0.063 | 0.116 | -0.068 | -0.005 | -0.372 | 0.174 |
| 2018 - 2020 | 0.061 | 0.100 | -0.061 | -0.005 | -0.341 | 0.166 |

Fuente: con base en SIACON e INEGI.

- ii. Elasticidad indirecta. De 1980-2020, la elasticidad es bastante inelástica al arrojar valores muy cercanos al cero, indica que la mortalidad prácticamente no varía ante cambios en el precio de los alimentos (véase cuadro 18).

Cuadro 18. Mortalidad en relación al precio del alimento.

| Periodo | Bovino | Azúcar | Leche | Huevo | Nopal | Trigo |
|-------------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|
| 1980 - 1982 | -0.005 | 0.006 | 0.035 | 0.001 | 0.012 | -0.014 |
| 1990 - 1992 | -0.006 | 0.008 | 0.038 | 0.001 | 0.019 | -0.016 |
| 2000 - 2002 | -0.004 | 0.007 | 0.023 | 0.001 | 0.015 | -0.009 |
| 2011 - 2013 | -0.003 | 0.009 | 0.021 | 0.001 | 0.008 | -0.012 |
| 2018 - 2020 | -0.003 | 0.009 | 0.019 | 0.001 | 0.010 | -0.011 |

Fuente: con base en SIACON e INEGI.

- iii. Elasticidad cruzada. Para el periodo 1980-2020, los alimentos complementarios a los vegetales son la carne de bovino, el azúcar y el trigo (véase cuadro 19).

Cuadro 19. Alimentos complementarios de vegetales (nopal).

| Periodo | Bovino | Azúcar | Trigo |
|-------------|--------|--------|--------|
| 1980 - 1982 | -0.060 | -0.042 | -0.031 |
| 1990 - 1992 | -0.038 | -0.027 | -0.020 |
| 2000 - 2002 | -0.036 | -0.025 | -0.019 |
| 2011 - 2013 | -0.044 | -0.031 | -0.023 |
| 2018 - 2020 | -0.040 | -0.028 | -0.021 |

Fuente: con base en SIACON e INEGI.

5. PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE PROYECTO DE INVERSIÓN

En este capítulo, se presenta una evaluación de proyecto de inversión de golosina de nopal, primero se menciona las propiedades funcionales de éste (para explicar porque se eligió dicho alimento), después se indica su nivel de consumo en México, se continúa con un plan de negocios para este producto y se finaliza con dos evaluaciones del proyecto de inversión: tradicional y opciones reales, esto para determinar cuál es la alternativa más conveniente que genera mayor valor presente del negocio.

5.1 Evaluación de proyecto de inversión de golosina de nopal

5.1.1 Propiedades funcionales del nopal

De acuerdo a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el nopal es una hortaliza que proporciona fibra, energía, minerales (en especial calcio) y vitaminas (sobretudo retinol o vitamina A) (véase cuadro 20).

La Federación Mexicana de Diabetes (FMD) sostiene que entre las frutas y verduras, el vegetal más recomendable para ayudar en control de glucosa, es el nopal, ya que es el alimento que contiene menos azúcar en comparación con las demás frutas y verduras con fibra. El Instituto Politécnico Nacional (IPN) realizó en 2012 un estudio que confirma esta teoría, en el que la verdura que ocupa el primer lugar con mayor contenido de fibra soluble y menos azúcar es el nopal, de entre frutas y verduras con mayor consumo en México, (véase cuadro 21).

El nopal posee la capacidad de regular los niveles de glucosa, lo cual se debe principalmente a su contenido de fibra soluble pues inhibe la absorción intestinal de azúcares, éste no debe administrarse como única terapia contra diabetes, sino como parte del tratamiento integral para mayor eficacia en el control de glucosa (Basurto, 2006).

Las plantas con mucílago o baba juegan un importante papel en el tratamiento antidiabético, ya que tienen un efecto favorable en la pérdida de peso y en las secreciones excesivas del páncreas. Las propiedades de las fibras mucilaginosas permiten, al formar un gel, disminuir la asimilación de azúcares y grasas del cuerpo humano. El vegetal más recomendable para ayudar en control de glucosa, es el nopal,

ya que es el alimento que contiene menos azúcar en comparación con las demás frutas y verduras con fibra de consumo en México (Reynoso et al., 2008).

Cuadro 20. Valor nutritivo del nopal (en 100 gramos de peso neto).

| Compuesto | Cantidad |
|-----------------|--------------------|
| Agua | 92% |
| Fibra soluble | 19 gramos |
| Calcio | 93.00 miligramos |
| Azúcar | 1.00 gramo |
| Energía | 27.00 kilocalorías |
| Proteínas | 1.70 gramos |
| Grasas | 0.30 gramos |
| Carbohidratos | 5.60 gramos |
| Hierro | 1.60 miligramos |
| Tiamina | 0.03 miligramos |
| Riboflavina | 0.06 miligramos |
| Retinol | 41.00 miligramos |
| Niacina | 0.03 miligramos |
| Ácido ascórbico | 8.00 miligramos |

Fuente: SEMARNAT.

El nopal posee la capacidad de regular los niveles de glucosa, lo cual se debe principalmente a su contenido de fibra soluble pues inhibe la absorción intestinal de azúcares, éste no debe administrarse como única terapia contra diabetes, sino como parte del tratamiento integral para mayor eficacia en el control de glucosa (Basurto, 2006).

Cuadro 21. Contenido de fibra y azúcar en 6 alimentos de amplio consumo en México.

| Alimento | Gramos por cada 100 gramos de alimento | | | |
|-----------|--|-----------------|----------------|--------|
| | Fibra soluble | Fibra insoluble | Total de fibra | Azúcar |
| Nopal | 19.7 | 38.0 | 57.7 | 1.0 |
| Chayote | 13.2 | 31.0 | 44.2 | 2.2 |
| Papaya | 10.9 | 48.6 | 59.4 | 7.0 |
| Piña | 9.1 | 27.6 | 36.7 | 11.9 |
| Zanahoria | 7.8 | 44.2 | 52.0 | 6.9 |
| Pera | 6.7 | 35.3 | 42.0 | 7.0 |

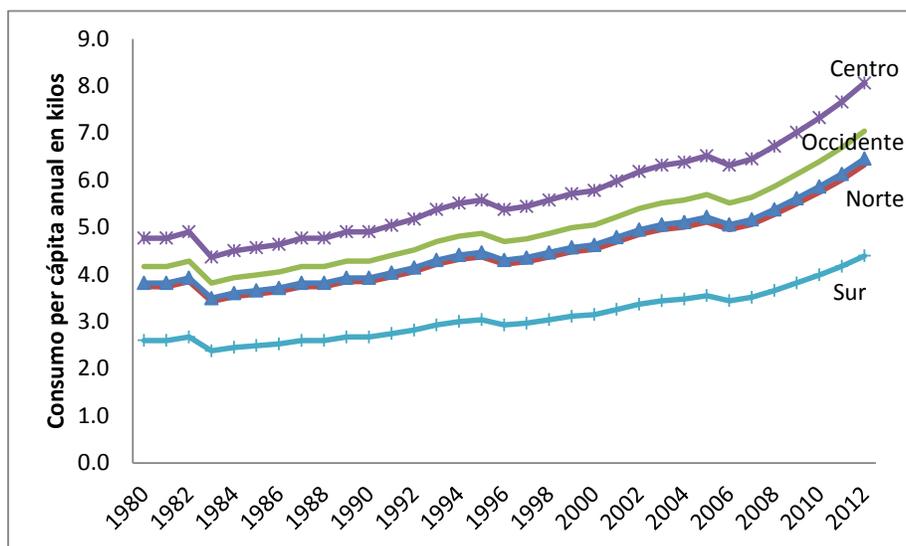
Notas: Fibra soluble: se caracteriza por formar geles viscosos en el tracto intestinal.
 Fibra insoluble: su acción principal en el organismo es un aumento en la masa fecal y la disminución del tiempo de tránsito intestinal.
 Fuente: Trujillo, C. (2012). Determinación de la fracción indigerible y fibra dietética en frutas y verduras de mayor consumo en México.

5.1.2 Consumo de nopal en México

El consumo per cápita de nopal ha aumentado cada año en México, mientras que en 1980 era 3.82 kilos, para 2012 fue 6.46 kilos (69% más que en 1980), (véase gráfica 15). Sin embargo esta última cifra representa apenas el 36% de la ingesta de nopal sugerida por el Centro Médico la Raza del IMSS que recomienda ingerir 30 gramos de fibra diaria (soluble e insoluble), cantidad que se encuentra en 50 gramos de nopal equivalente a 1.5 kilos mensuales o 18 kilos anuales por persona.

La región centro (Distrito Federal, Estado de México, Morelos, Puebla, Hidalgo, Tlaxcala) es la que más consume nopal con 8.06 kilos per cápita anuales, mientras que la región con menos consumo de nopal es la zona sur (Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Yucatán, Quintana Roo, Campeche, Tabasco, Veracruz) con 4.39 kilos, (véase gráfica 15).

Gráfica 15. Consumo per cápita anual de nopal en México por región. Años 1980 a 2012.



Fuente: con base en SIACON.

Centro: Distrito Federal, Estado de México, Morelos, Puebla, Hidalgo, Tlaxcala.

Norte: Baja California, Sonora, Sinaloa, Chihuahua, Durango, Zacatecas, Nuevo León, Coahuila, Tamaulipas.

Sur: Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Yucatán, Quintana Roo, Campeche, Tabasco, Veracruz.

Occidente: Colima, Jalisco, Nayarit, Guanajuato, Aguascalientes.

5.1.3 Plan de negocios para nopal

Análisis de mercado

Del nopal se obtiene fruta, hortaliza, forraje, pigmento grana de cochinilla, medicamentos, artesanías, cosméticos, además se elaboran comercialmente diversos productos funcionales, como bebidas, tortillas, panecillos, dulces, y botanas. El nopal también se usa como clarificador de agua, como adherente para pinturas y encalados. Por lo anterior se considera al nopal como uno de los recursos genéticos de gran valor que México ha aportado al mundo (Corrales, 2011).

De acuerdo con la Comisión del Codex Alimentarius de la FAO, el desarrollo comercial de alimentos funcionales puede ser exitoso y responde a que mediante la alimentación, los consumidores pretenden más que curar, prevenir enfermedades - al ser más conscientes del vínculo entre nutrición y salud - buscan contrarrestar el incremento en los riesgos provocados por la presencia de contaminantes y sustancias químicas en aire, agua y alimentos.

En México, la tendencia de consumir alimentos con un aporte nutricional adicional se ha intensificado desde 2010, favorecida por factores como el aumento de la obesidad y las enfermedades crónicas degenerativas (también llamadas enfermedades modernas). Según la Secretaría de Economía, en 2011 el mercado nacional de alimentos nutritivos y funcionales reflejó un crecimiento en ventas superior al 6% respecto al 2010. Dicho crecimiento es mayor al que tuvieron los mercados de botanas y refrescos en 2011, que rondaron el 3.7% y 3% respectivamente. Podría decirse que los cambios en el mercado repuntaron en septiembre de 2010, cuando la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) informó que México superaba en obesidad a Estados Unidos, convirtiéndose en el país socio con el mayor problema en este tema.

Los consumidores ya no esperan que los alimentos sólo los nutran, sino que además les ayuden a mejorar el funcionamiento del organismo, por eso ha crecido el consumo de productos con omega, pro bióticos, prebióticos y orgánicos (Brambila, 2006).

Estados productores de nopal

Las principales zonas de producción del país se localizan en cinco estados de la República que son: Distrito Federal, Morelos, Estado de México, Baja California, y Jalisco. El volumen de producción más importante se da en el Distrito Federal, específicamente en la región de Milpa Alta, la cual cosecha el 41% de la producción nacional, siguiéndole en orden de importancia Morelos, con el 38% y el Estado de México, con el 8%. Estas tres entidades junto con Baja California y Jalisco, representan el 92% de la producción total, (véase cuadro 22).

Para fines del plan de negocios la entidad federativa más viable es el Distrito Federal, ya que para manejo de logística, comercialización, y distribución del producto, esta entidad es la que permite minimizar costos y maximizar ganancias.

Cuadro 22. Primeros cinco productores de nopal en México en 2010.

| Entidad Federativa | Volumen de producción en toneladas | % |
|--------------------|------------------------------------|------|
| Distrito Federal | 294,486 | 41% |
| Morelos | 275,210 | 38% |
| Edo. de México | 58,827 | 8% |
| Baja California | 26,959 | 4% |
| Jalisco | 13,791 | 2% |
| Otros | 54,542 | 8% |
| Total nacional | 723,815 | 100% |

Fuente: con base en SIACON.

Productos derivados del nopal

De acuerdo a Corrales (2011), el nopal tiene múltiples usos entre los que destacan:

1. Agroindustria de alimentos y bebidas para consumo humano (producción de diversos alimentos, bebidas alcohólicas y sin alcohol).
2. Agroindustria de alimentos para animales (suplementos).
3. Industria farmacéutica (protectores gástricos de extractos de mucílagos, cápsulas y tabletas de nopal en polvo).
4. Industria cosmética (cremas, shampoos, y lociones faciales).
5. Industria de suplementos alimenticios (fibra y harinas).
6. Industria productora de aditivos naturales.
7. Sector de la construcción (compuestos ligantes).
8. Sector energético (producción de biogás a partir de las pencas).
9. Sector productor de ingredientes para la agricultura (productos del nopal como mejoradores del drenaje de suelos).
10. Sector turismo (artesanías).
11. Industria textil (uso de colorantes naturales como el carmín de cochinilla).

Características del producto

Para este plan de negocios, se hará uso de la industria de alimentos, se elaborará un sencillo dulce artesanal mexicano sin sabores ni colorantes artificiales de sólo tres ingredientes: nopal verdura orgánico (materia prima), miel de agave, y nuez.

Específicamente, el producto corresponde a tiras delgadas de nopal deshidratado cubiertas de miel de agave y pequeños trozos de nuez. Estos ingredientes le proporcionan al producto, un agradable sabor agridulce y una textura crujiente. Una porción o empaque pesará 100 gramos. La vida de anaquel será de 60 días en empaque sellado al alto vacío para evitar conservadores y proporcionar frescura al producto. En la parte de enfrente de la envoltura del producto aparece la marca Nutrinopal® con su slogan: “el dulce sano y delicioso ideal para diabéticos” más el logo: un nopal con sombrero saludando. En el lado posterior se encuentra la tabla nutricional con los ingredientes (véase fotografía 1).

Fotografía 1. Lado frente y posterior de la envoltura del producto.



Fuente: elaboración propia.

La marca se llamará Nutrinopal® y el producto que se ofrecerá inicialmente son las tiras de nopal, aunque posteriormente se planea ofrecer más productos como: jalea y mermelada de nopal también dirigidos para toda la familia.

Los ingredientes de la golosina de nopal se eligieron porque de acuerdo a estudios científicos y declaración verbal de un médico especialista, el nopal y la miel de agave tienen propiedades funcionales que ayudan al control de azúcar en la sangre, mientras que la nuez es para dar presentación y sabor al producto.

La miel de agave contiene una fructuosa llamada inulina, misma que es un endulzante natural vegetal con probados efectos terapéuticos para diabéticos e hipercolesterolémicos (colesterol alto), es un excelente endulzante porque no provoca obesidad ni contribuye al desarrollo de caries dental (Hernández, 2003).

La miel de agave, se recomienda consumirla por personas diabéticas, como edulcorante o acompañante de sus comidas ya que el consumo de cantidades pequeñas de fructosa (< 5.0 gramos por kilo de peso) mejoran el control glucémico en situaciones de hiperglucemia, debido a que ésta estimula la actividad de la glucoquinasa (enzima del hígado que incentiva la recaptura de glucosa para controlarla hasta índices normales) (López, 2014).

El agave contiene fructosa que es el azúcar que se encuentra en forma natural en todas las frutas y en algunas plantas. Existe controversia sobre los efectos secundarios de la fructuosa consumida en gran cantidad, más de 60 gramos diarios por persona (Pérez et al, 2007).

Para establecer un precio es necesario considerar los costos de: producción, comercialización, administración y las ganancias. Así, el precio de venta aproximado por empaque será de \$10 pesos moneda nacional.

Los precios del nopal fluctúan inversamente con la disponibilidad del producto. Hay dos épocas en la producción de nopal: la mayor parte se obtiene de febrero a agosto, donde existe menor precio debido a una producción abundante; de septiembre a enero, como consecuencia del clima frío otoño-invierno, la producción disminuye y el precio aumenta (CoMeNTuna, 2014). En este estudio se considera la fluctuación de los precios del nopal mediante su desviación estándar.

Mercado potencial

En México, la frecuencia de diabetes mellitus es mayor en los estados del norte que en los del sur, los del centro tienen un comportamiento intermedio aunque el Distrito Federal se comporta como los estados del norte ocupando el primer lugar a nivel nacional, este padecimiento es más frecuente en los grupos sociales con estilo de vida urbano (ENSANUT, 2012). En la Ciudad de México, en 2012, la prevalencia de diabetes alcanzó

el 12.3% de la población (760,000 casos en adultos) lo que la ubica en primer lugar relativo de todas las entidades federativas del país (SSA, 2013).

Con la información que proporcionan las citas anteriores, el mercado potencial es la población diabética del Distrito Federal (consumidores objetivo), preocupados por su salud y en consumir alimentos sanos que ayuden al control de su enfermedad y a sentirse mejor. Como estrategia mercantil se hará énfasis en las propiedades funcionales del producto como por ejemplo, auxiliar en el control de glucosa, colesterol y reducción de peso.

Centros de venta y distribución

Los centros de venta y distribución pueden provenir de varias fuentes, sin embargo, los siguientes se consideran de entre los más importantes:

1. Supermercados: tiendas como Wal-Mart, Soriana, Comercial Mexicana.
2. Tiendas especializadas en productos para diabéticos.
3. Tiendas naturistas como Nutrisa.

Estrategias comerciales

Con el fin de conseguir el interés de los consumidores objetivo, se llevarán a cabo las siguientes estrategias comerciales:

1. Trabajar con una pequeña red de valor bien diferenciada y centrada en la población diabética que vivan en el Distrito Federal y área metropolitana.
Se denomina red de valor debido a que considera a las principales actividades de una empresa como una red de actividades que van añadiendo valor al producto a medida que éste pasa por cada una de ellas (Porter, 1985).
2. Conocer gustos y necesidades nutricionales de los consumidores objetivo.
3. Investigar las características de conveniencia más atractivas del producto: tamaño, caducidad, vida de anaquel, presentación y empaque.
4. Mantener los nutrientes y sustancias funcionales del nopal.
5. Ejercer un proceso industrial económicamente viable.
6. Certificación del producto como alimento inocuo.
7. Promoción y degustaciones del producto en cadenas de supermercados.

8. Colocación de stands con promocionales en ferias y exposiciones gastronómicas.
9. Proporcionar folletos informativos breves sobre los beneficios del producto en la salud.
10. Diseño de una página web con información de la empresa y el producto.

Visión

“Ser una empresa líder a nivel nacional reconocida en el mercado de alimentos orgánicos funcionales a base de nopal, dirigidos a personas diabéticas y no diabéticas que cuidan su salud con un impacto positivo en el medio ambiente y a la sociedad al fomentar fuentes de empleo”.

Misión

“Empresa mexicana comprometida con la salud y bienestar de la sociedad, brindando golosinas de nopal, auxiliar en el control de glucosa y en la prevención de enfermedades causadas por malos hábitos alimenticios”.

Objetivos organizacionales

1. Consolidar la marca Nutrinopal® durante el primer año de creación.
2. Mantener la marca Nutrinopal® con los más altos estándares de calidad.
3. Excelencia en el producto y en el servicio.
4. Grupo con responsabilidad social.
5. El principal objetivo es la preferencia y bienestar del consumidor.
6. Mantener una filosofía de ganar – ganar en toda la red de valor.

Red de valor de golosina de nopal

La red de valor está formada por los participantes que tienen como objetivo en común, crear valor al consumidor para ganarse su lealtad y preferencia, si todos los componentes cumplen en tiempo y forma con su tarea, todos ganan. Pero ¡si algún agente falla, todos fallan y el mercado castiga a todos! (Brambila, 2006).

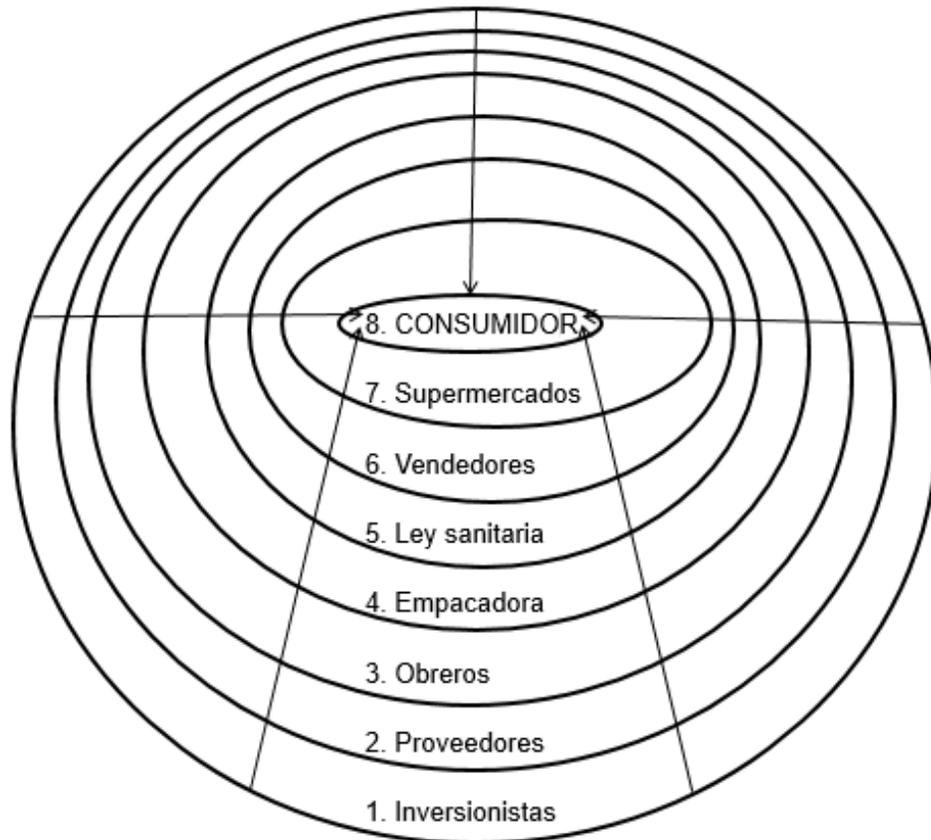
La red de valor de golosina de nopal de la marca Nutrinopal® está compuesta por 8 participantes (véase diagrama 1) y se lee de afuera hacia adentro en orden cronológico de participación:

- 1) Inversionistas quienes aportan el capital para el plan de negocios, mismo que puede ser aportado una parte por un Fondo Nacional de Apoyos para Empresas en Solidaridad (FONAES), otra parte por un Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) y una última parte por ahorros de los inversionistas.
- 2) Proveedores que se encargan de proporcionar los ingredientes, la maquinaria y equipo. El nopal orgánico lo proveerán los productores de Milpa Alta quienes cosechan el 41% de la producción nacional de nopal equivalente a 338,087 toneladas anuales (SIACON, 2014) para este proyecto se requieren un promedio de 225 toneladas anuales, la miel de agave proviene de Jalisco (estado que de acuerdo al sistema producto nacional de agave provee el 70% de la miel de agave producida en el país desde 2012), y la nuez como se requiere en pequeñas cantidades solo para dar presentación al producto, se consigue en la central de abastos de la ciudad de México.

La maquinaria y equipo se comprará a una empresa líder especializada en la elaboración de implementos para procesar productos agrícolas ubicada en el estado de Hidalgo, la maquinaria específica a comprar es una despinadora, cortadora y deshidratadora de nopal.

- 3) Obreros encargados del proceso de elaboración que consiste en: limpiar el nopal (quitar las espinas), lavarlo y purificarlo, deshidratarlo y cortarlo en tiras, después cubrirlo con miel de agave y pequeños trozos de nuez.
- 4) Empacadora quienes hacen la presentación del producto al mercado, una porción pesará 100 gramos y será empaquetada en bolsas transparentes. En la parte de enfrente de la envoltura aparece el logo de la marca Nutrinopal® con su slogan y en la parte posterior la información nutricional.
- 5) Ley de sanidad para asegurar que el producto se encuentre en perfectas condiciones sanitarias para ser consumido.
- 6) Vendedores y transportistas para hacer la logística de entrega del producto y conseguir clientes.
- 7) Supermercados y tiendas donde se adquiere el producto.
- 8) Consumidor final hacia quien va dirigidos todos los esfuerzos, adultos diabéticos residentes en la ciudad de México.

Diagrama 1. Red de valor de la marca Nutrinopal®



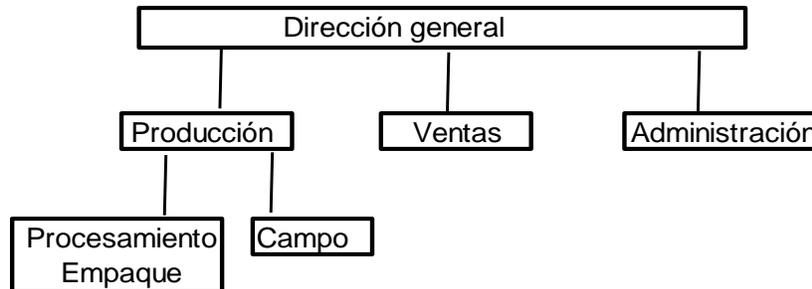
Fuente: con base en Brambila (2006). 144 p.

Del producto que no se venda (mercancía sobrante), se obtendría el nopal (eliminando la miel de agave y la nuez), cuyo residuo tiene diferentes usos, entre los que destacan: producción de biogás y electricidad (Sáenz, 2006); elaboración de composta (Escamilla, 2012). El desecho de nopal de la mercancía no vendida puede ser comprado por empresas generadoras de energía o fertilizantes orgánicos. Así que se obtiene ventaja incluso del producto sobrante.

Organigrama empresarial

La estructura organizacional es simple y consta de 6 componentes (véase diagrama 2).

Diagrama 2. Organigrama empresarial



Fuente: elaboración propia.

Análisis FODA

La matriz de análisis foda, es una herramienta estratégica de análisis de la situación de la empresa. Su principal objetivo es ofrecer un claro diagnóstico para poder tomar las decisiones estratégicas oportunas y mejorar en el futuro. Su nombre deriva del acrónimo formado por las iniciales de los términos: fortalezas, oportunidades, debilidades, y amenazas. La matriz de análisis permite identificar tanto las oportunidades como las amenazas que presenta el mercado, y las fortalezas y debilidades que muestra la empresa.

Fortalezas:

- Aprovechar la tendencia en el mercado del cultivo orgánico.
- Capacidad de generar alianzas para el desarrollo de nuevos productos derivados.
- El producto cuenta con certificación de inocuidad.
- Accesibilidad del producto a bajos costos.

Oportunidades:

- Crecimiento que presenta el mercado de alimentos funcionales.
- Producto aceptado en todos los niveles socioeconómicos.
- Es una verdura disponible todo el año.
- Poca competencia directa.

Debilidades:

- Presentación del producto en un solo tamaño estándar.
- Presentación del producto en un solo empaque.

Amenazas:

- La falta de posicionamiento del nopal en la mente del consumidor, a nivel masivo.
- Siendo una empresa nueva los consumidores pueden dudar de la calidad del producto.
- Existen otros países interesados en el nopal como Chile, Japón, y China.

Permisos legales necesarios para crear la empresa

El proyecto requiere de permisos para su correcto funcionamiento legal, los primeros que son requeridos para la apertura son:

- ✓ Licencia de funcionamiento
- ✓ Permiso de uso de suelo
- ✓ Permiso de apertura ante la Secretaría de Salud

Normas para el proceso de transformación:

- ✓ NOM-002-SCFI-1993 Productos pre envasados.
- ✓ NOM-051-SCFI-1994 Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas sin alcohol.
- ✓ NMX-F-102-1978 Determinación de la acidez en productos derivados de frutas y verduras.

Normas sanitarias:

- ✓ NOM-092-SSA1-1994 Método para determinación de bacterias aerobias.
- ✓ NOM-117-SSA1-1995 Método de prueba para determinación de sustancias tóxicas.
- ✓ NOM-120-SSA1-1994 Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos.
- ✓ NOM-130-SSA1-1995 Alimentos envasados en recipientes de cierre hermético.

Certificaciones de calidad:

- ✓ ISO 9001 Gestión de la Calidad.
- ✓ ISO 22000 Gestión de la Inocuidad Alimentaria.
- ✓ ISO 14001 Gestión Ambiental.
- ✓ SA 8000 Responsabilidad Social.

Fuentes de financiamiento

De acuerdo al Centro de Consultoría e Innovación Empresarial y Financiera (CIEF) del Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México, mismo que es un centro de incubación y aceleración de negocios, en México actualmente existen básicamente 7 formas de financiamiento para las pequeñas y medianas empresas (Pymes) que son:

1. FF: la primera fuente de financiamiento es la que invierte el mismo emprendedor, o la proveniente de lo que se conoce como FF: "Friends, and Family". Este capital se usa para la constitución de la empresa en sí, ya que se da cuando el emprendedor inicia el negocio, la familia y amigos son las principales fuentes de dinero para operar.
2. Fondos gubernamentales: estos instrumentos se utilizan para generar modelos de negocio y desarrollo del proyecto, es decir cuando está más avanzado que una simple idea. Además son usados para crear prototipos que ayuden a comercializar el producto o servicio en el mercado, por lo que normalmente dan ventajas competitivas. Las principales fuentes de financiamiento de este tipo son los fondos de la Secretaría de Economía (SE), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), el Fondo Nacional de Apoyos para Empresas en Solidaridad (FONAES) y Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) que es una entidad paraestatal de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) para fomentar los agronegocios.
3. Capital semilla: este crédito se define como la cantidad de dinero necesaria para implementar una empresa y financiar actividades claves en el proceso de su iniciación y puesta en marcha de un proyecto. Se da cuando la empresa ya está constituida y tiene cierto producto importante, pero requiere dinero para operar o para capital de trabajo. También se puede usar para estudios de mercado, nivel

de factibilidad, plan de negocios y lanzamientos. Los créditos los otorga la SE, gobiernos locales y la Secretaría de Desarrollo Económico (SDE).

4. Inversionistas ángeles: las aportaciones de este tipo se dan generalmente para las empresas que ya están funcionando, y que por su alto contenido innovador o desarrollo potencial atraen créditos privados. Los inversionistas ángeles pueden ser independientes o pertenecer a un club, ya que se estilan las redes de este tipo que apoyan empresas.
5. Capital de riesgo: también se conoce como venture capital, y se ocupa cuando la empresa tiene cierto nivel de desarrollo, pues es un fondo que invierte mayores cantidades. El capital de riesgo es la aportación temporal de recursos de terceros al patrimonio de una empresa para optimizar sus oportunidades de negocio y aumentar su valor, dando además soluciones a los proyectos de negocio, compartiendo el riesgo y los rendimientos, ya que el inversionista busca una asociación estrecha y de mediano plazo con los accionistas originales.
6. Private equity: éste es un fondo para empresas muy grandes y se utiliza generalmente para expansión importante del negocio o para la internacionalización. El Private Equity aporta capital a cambio de acciones que la empresa otorga, y además contribuye con recursos no monetarios como contactos, mejores prácticas, administración profesionalizada, institucionalidad, transparencia, etcétera. Su participación en el negocio es temporal, ya que estos fondos buscan salir en un periodo de entre cuatro y siete años.
7. Finalmente están los financiamientos bancarios, en los que las empresas pueden acudir para capital de trabajo o para tener flujo en la operación diaria del negocio. Además de la banca comercial existen las Sociedades Financieras de Objetivo Múltiple (Sofomes) que pueden ayudar, así como empresas dedicadas al factoraje financiero.

Para este plan de negocios, inicialmente el capital será aportado por un fondo de FONAES y un crédito bancario, posteriormente cuando la empresa ya tenga solidez, se buscará la participación de un inversionista ángel para obtener un mayor crecimiento y expansión.

5.1.4 Evaluación tradicional

El estudio se llevó a cabo con datos del 2010 al 2014, para estimar la cantidad a producir del producto y el ingreso esperado de las ventas, se obtuvo el número de adultos diabéticos de la ciudad de México (población objetivo) según la Secretaría de Salud (SSA) y se consideró que un 5% de éstos compraría la golosina de nopal una vez por semana con un precio de \$10 moneda nacional por empaque de 100 gramos, este precio se fijó al investigar el precio de productos similares como botanas y dulces a base de nopal que se venden en los supermercados (véase cuadro 23).

Cuadro 23. Obtención del ingreso para el proyecto de inversión (en pesos mexicanos).

| Año | Diabéticos en ciudad de México | Población objetivo (5%) | Cantidad anual # empaques (48 semanas) | Ingreso (\$10 por empaque) |
|-----|--------------------------------|-------------------------|--|-----------------------------|
| 0 | 735,000 | 36,750 | 1,764,000 | 17,640,000 |
| 1 | 747,000 | 37,350 | 1,792,800 | 17,928,000 |
| 2 | 760,000 | 38,000 | 1,824,000 | 18,240,000 |
| 3 | 774,000 | 38,700 | 1,857,600 | 18,576,000 |
| 4 | 788,000 | 39,400 | 1,891,200 | 18,912,000 |

Fuente: con base en Secretaría de Salud SSA.

Para los costos de operación, el precio de los ingredientes: nopal, miel de agave y nuez se obtuvieron del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON), el costo de la maquinaria y equipo lo proporciono una empresa dedicada a comercializar maquinaria de productos agropecuarios (véase cuadro 24). Para el cálculo de los valores reales de los datos anteriores, se consideró la inflación que reporta el Banco de México con año base 2010 (véase cuadro 25).

Cuadro 24. Costos nominales de operación (en pesos mexicanos).

| Año | Nopal | Despinadora | Agua | Desinfectante | Cortadora | Deshidratadora | Miel agave |
|-----|------------|-------------|-------|---------------|-----------|----------------|------------|
| 0 | 404,721.02 | 34,000 | 9,000 | 1,764 | 18,000 | 3,000 | 20,000 |
| 1 | 433,012.78 | 34,000 | 9,000 | 1,793 | 18,000 | 3,000 | 20,500 |
| 2 | 447,981.43 | 34,000 | 9,000 | 1,824 | 18,000 | 3,000 | 21,000 |
| 3 | 460,218.53 | 34,000 | 9,000 | 1,858 | 18,000 | 3,000 | 21,500 |
| 4 | 492,738.83 | 34,000 | 9,000 | 1,891 | 18,000 | 3,000 | 22,000 |

| Nuez | Mano obra | Gastos admvos * | Empacado | Transporte | Costo total |
|--------|-----------|-----------------|----------|------------|-------------|
| 10,000 | 2,280,000 | 60,000 | 10,000 | 60,000 | 2,910,485 |
| 10,500 | 2,348,400 | 61,500 | 10,500 | 60,500 | 3,010,706 |
| 11,000 | 2,418,852 | 63,075 | 11,000 | 61,000 | 3,099,732 |
| 11,500 | 2,491,418 | 64,729 | 11,500 | 62,000 | 3,188,722 |
| 12,000 | 2,566,160 | 66,465 | 12,000 | 63,000 | 3,300,255 |

Notas: gastos admvos *: renta, publicidad, luz, permisos legales, otros. Fuente: con base en SIACON.

Cuadro 25. Flujo de efectivo real para el proyecto de inversión (en pesos mexicanos).

| Año | Datos nominales | | | Flujo efectivo real |
|-----|-----------------|-------------|----------------|---------------------|
| | Ingreso | Costo total | Flujo efectivo | |
| 0 | 17,640,000 | 2,910,485 | 14,729,515 | 14,729,515 |
| 1 | 17,928,000 | 3,010,706 | 14,917,294 | 14,437,954 |
| 2 | 18,240,000 | 3,099,732 | 15,140,268 | 14,722,158 |
| 3 | 18,576,000 | 3,188,722 | 15,387,278 | 14,858,321 |
| 4 | 18,912,000 | 3,300,255 | 15,611,745 | 15,133,525 |

Fuente: con base en SIACON y Banco de México.

La obtención del criterio tradicional para invertir o no, fue con la aplicación del cociente del beneficio (B) a valor presente entre el costo (C) a valor presente es mayor a 1 se invierte, sino se rechaza el proyecto.

En el cuadro 26 se muestra la relación Beneficio – Costo mediante la evaluación tradicional, misma que indica que en los 5 años que dura el proyecto, se acepta ya que el resultado es positivo y mayor a 1, de acuerdo a este criterio, los mejores años para el proyecto son el 0 y el 1 porque presentan los mayores coeficientes. También en el cuadro

26 se hace un comparativo del beneficio - costo de la evaluación tradicional con una inversión bancaria cuyo monto inicial es el costo total real del proyecto y como monto total es el monto inicial más los intereses netos (intereses brutos menos el impuesto sobre la renta) de un pagaré a 365 días, definitivamente no es conveniente abrir una inversión bancaria ya que el beneficio – costo es mínimo apenas 1.02 lo que indica un rendimiento neto del 2%, el cual es menor a la inflación que varío entre 3.6% y 4.4% en los años 2010 a 2014 según el Banco de México. Los resultados de la inversión bancaria se obtuvieron de un simulador de inversiones de un banco comercial.

Cuadro 26. Relación Beneficio – Costo en la evaluación tradicional

| Año | Costo total real \$ | Evaluación tradicional | | Inversión bancaria | |
|-----|---------------------|------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| | | Flujo efectivo real \$ | Beneficio-Costo | Monto Total \$ | Beneficio-Costo |
| 0 | 2,910,485 | 14,729,515 | 5.06 | 2,959,082 | 1.02 |
| 1 | 2,913,962 | 14,437,954 | 4.95 | 2,962,617 | 1.02 |
| 2 | 3,014,131 | 14,722,158 | 4.88 | 3,064,459 | 1.02 |
| 3 | 3,079,106 | 14,858,321 | 4.83 | 3,130,519 | 1.02 |
| 4 | 3,199,162 | 15,133,525 | 4.73 | 3,252,579 | 1.02 |

Fuente: con base en SIACON, SSA, Banco de México y banca comercial.

5.1.5 Evaluación con opciones reales

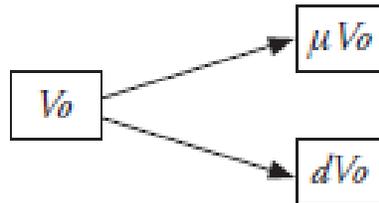
El proyecto es de alto riesgo ya que no se sabe si el producto tendrá una respuesta favorable en el mercado, por lo que se empieza considerando un mínimo de producción, con estas circunstancias las situaciones u opciones reales a enfrentar son:

- 1) Si los resultados salen mal, se puede vender y retirarse.
- 2) Si los resultados salen bien, se considera expandirse y al quinto año se pueden tomar otras decisiones como:
- 3) Vender al máximo valor de mercado.
- 4) Expandirse nuevamente.

Las opciones reales otorga el derecho a quien lo posee pero no la obligación, de tomar una acción como ampliar, posponer, contraer, abandonar, cambiar o seguir cualquier inversión a un costo determinado en un periodo determinado (Mun, 2002).

En la evaluación mediante opciones reales, se construyen arboles binomiales con el valor presente del flujo de efectivo (V_0) tomando en cuenta que “nos puede ir bien” ($u = up$) o “nos puede ir mal” ($d = down$) (véase diagrama 3) (Brambila, 2011).

Diagrama 3. Valor presente del flujo de efectivo del proyecto



Para obtener la desviación estándar (σ) del flujo de efectivo real se calculan las tasas de crecimiento continuas con logaritmos naturales. La fórmula que se utilizó para el flujo de efectivo (V_0) considerando la probabilidad como ponderador fue (Brambila, 2011):

$$V_0 = \frac{p u v_0 + (1-p) d v_0}{1+r} \quad (16)$$

Donde:

v_0 = valor presente inicial

p = probabilidad

$u = up = \text{exponencial } (2.7182) e^\sigma$

$d = \text{down} = \text{exponencial } e^{-\sigma}$

r = tasa libre de riesgo

$$\text{Probabilidad de subir "que nos vaya bien"} \quad p = \frac{(1+r)-d}{u-d} \quad (17)$$

$$\text{Probabilidad de bajar "que nos vaya mal"} \quad 1-p \quad (18)$$

A cada posibilidad (subir o bajar) se le llama nodo. Para conocer el valor del proyecto hoy, se calcula el valor presente de cada nodo hasta llegar al nodo inicial α , se empieza del último año al año de partida (año cero), por ejemplo el nodo d que corresponde al tercer año tiene un valor de:

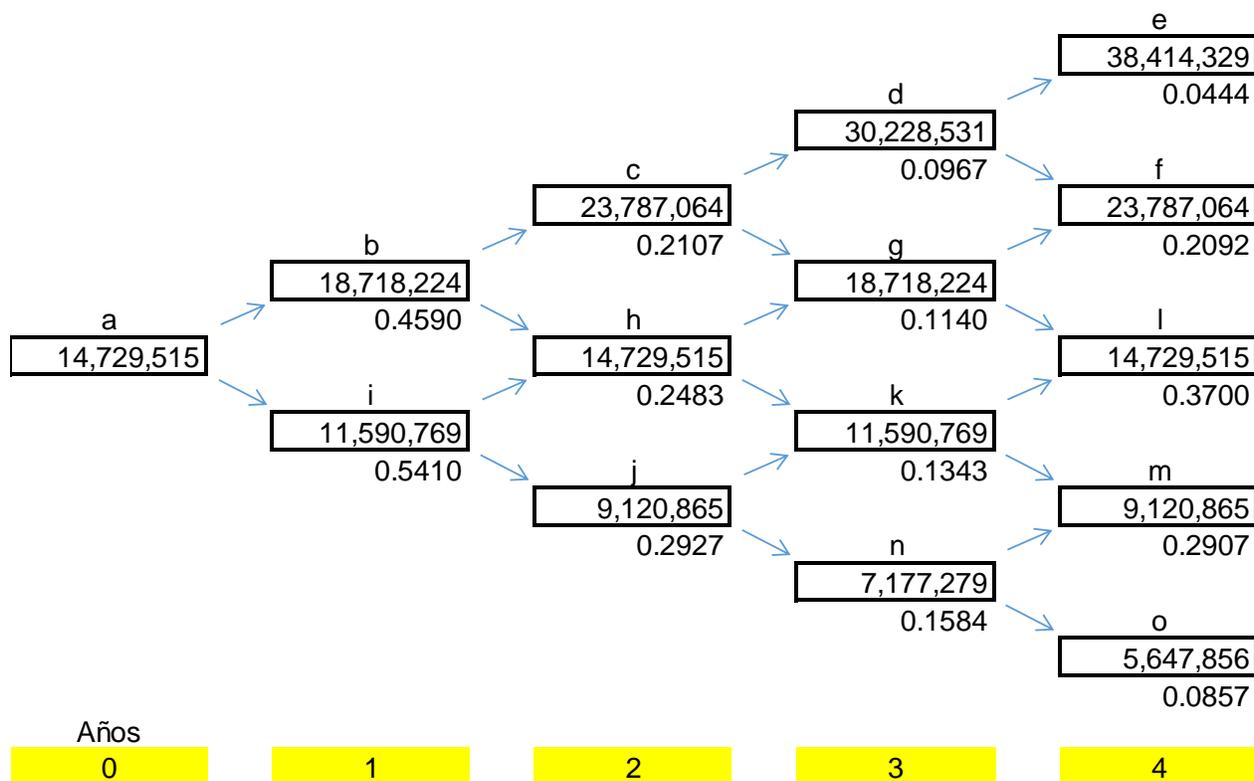
$$V_d = \frac{p V_e + (1-p) V_f}{(1+r)} \quad (19)$$

Donde V_e y V_f son nodos del cuarto año. Con la ecuación (19) se puede conocer el comportamiento del valor presente del flujo de efectivo del proyecto tomando en cuenta el riesgo (desviación estándar) del movimiento de los precios reales (flujo de efectivo real) a lo largo del periodo del negocio incluyendo la volatilidad de los precios. El valor presente del año cero no debe compararse con cualquier otro año, solo se puede comparar con los valores del mismo año, para comparar años diferentes se debe dividir entre $(1+r)^t$ o multiplicar por $(1+r)^t$ para años pasados o futuros respectivamente ((Brambila, 2011).

El cálculo del valor presente del proyecto con volatilidad de precios mediante arboles binomiales indica que existe gran probabilidad de que nos vaya bien. Mediante este esquema, se presentan 4 opciones reales para el proyecto de inversión:

- 1) El proyecto inicia con \$14,729,515 y puede llegar a \$38,414,329 en el año 4 si todo va bien (véase figura 1).

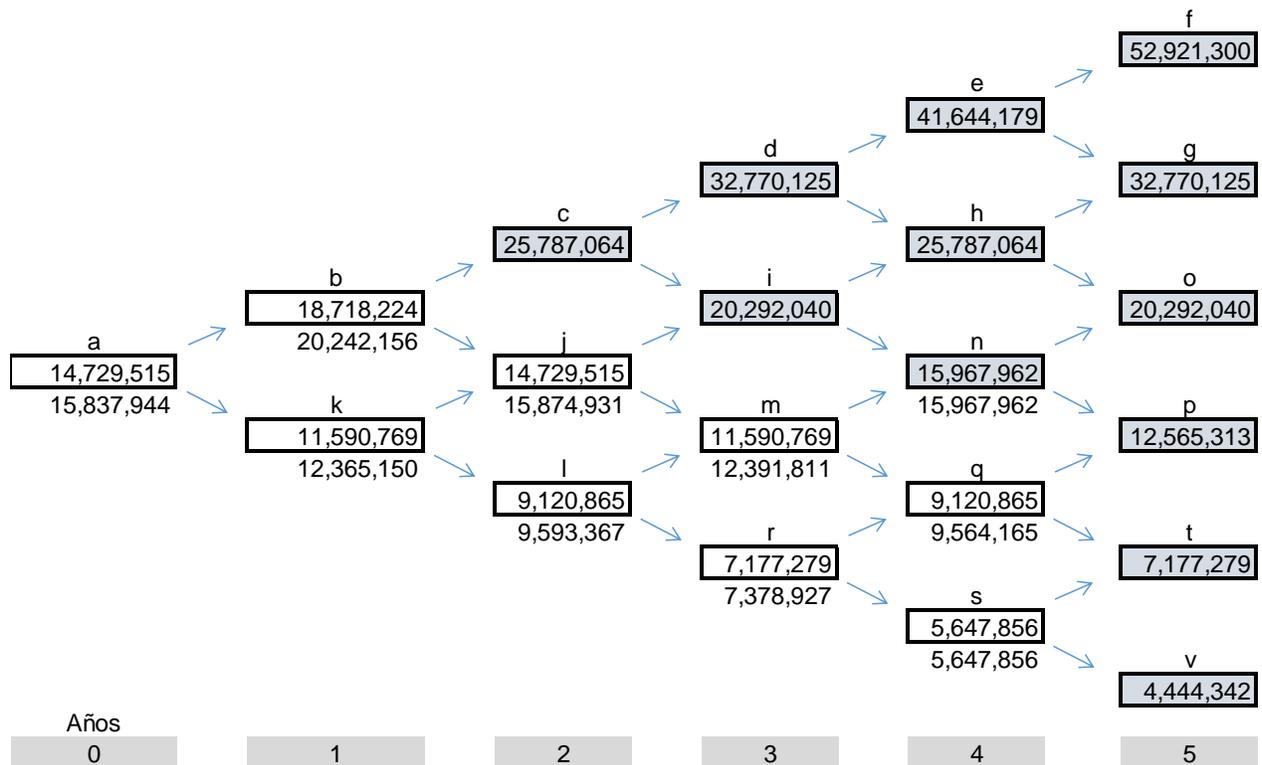
Figura 1. Valor presente del proyecto con volatilidad de precios e inversión a 4 años.



Fuente: con base en SIACON, SSA y Banco de México.

2) Si el proyecto se expande \$2,000,000 en el año 2 para elaborar mayor cantidad del producto y la inversión se amplía a 5 años, el valor presente aumenta de \$14,729,515 a \$15,837,944 es decir 7.5% más y al ampliarse un año más el flujo de efectivo real puede llegar al quinto año a \$52,921,300 si todo marcha bien (véase figura 2).

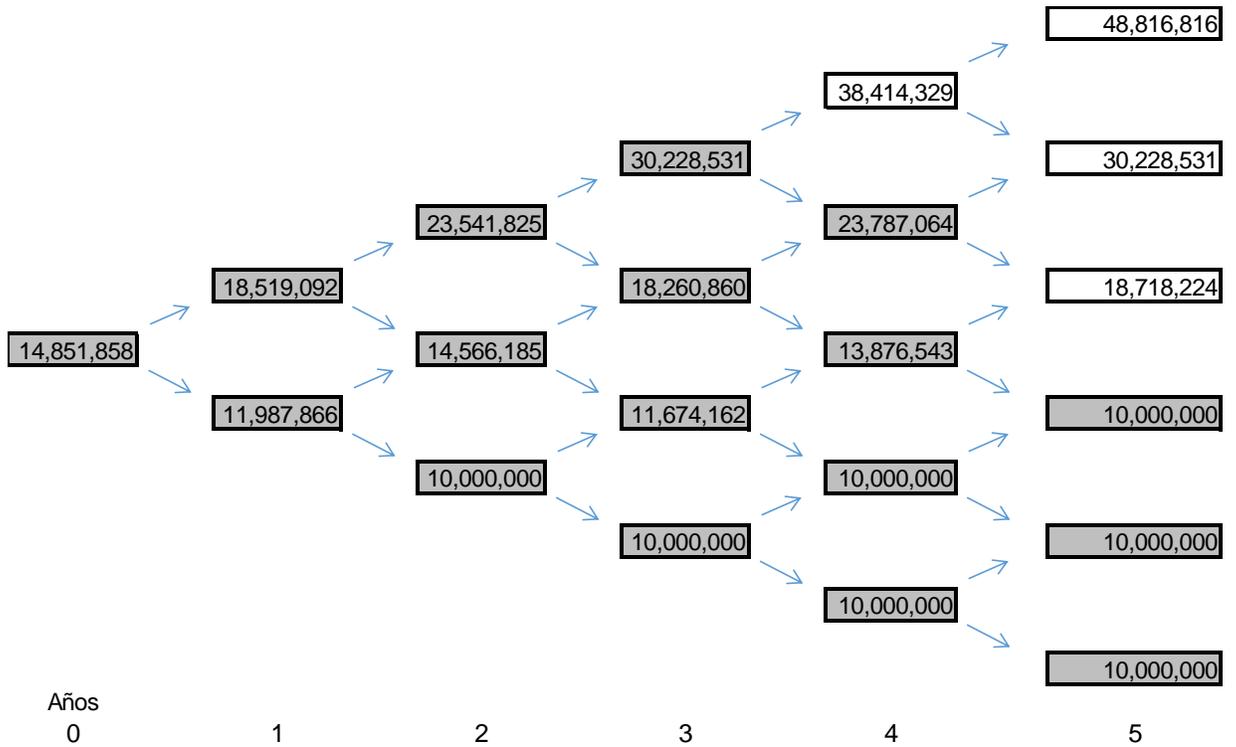
Figura 2. Valor presente del proyecto con expansión de \$2,000,000 en el año 2 y ampliación de la inversión a 5 años.



Fuente: con base en SIACON, SSA y Banco de México.

3) Si se considera el proyecto sin cambios y como una opción de salida (venta del proyecto) en \$10,000,000 en el año 5, el valor presente del proyecto cambia de \$14,729,515 a \$14,851,858 es decir que casi queda igual (véase figura 3).

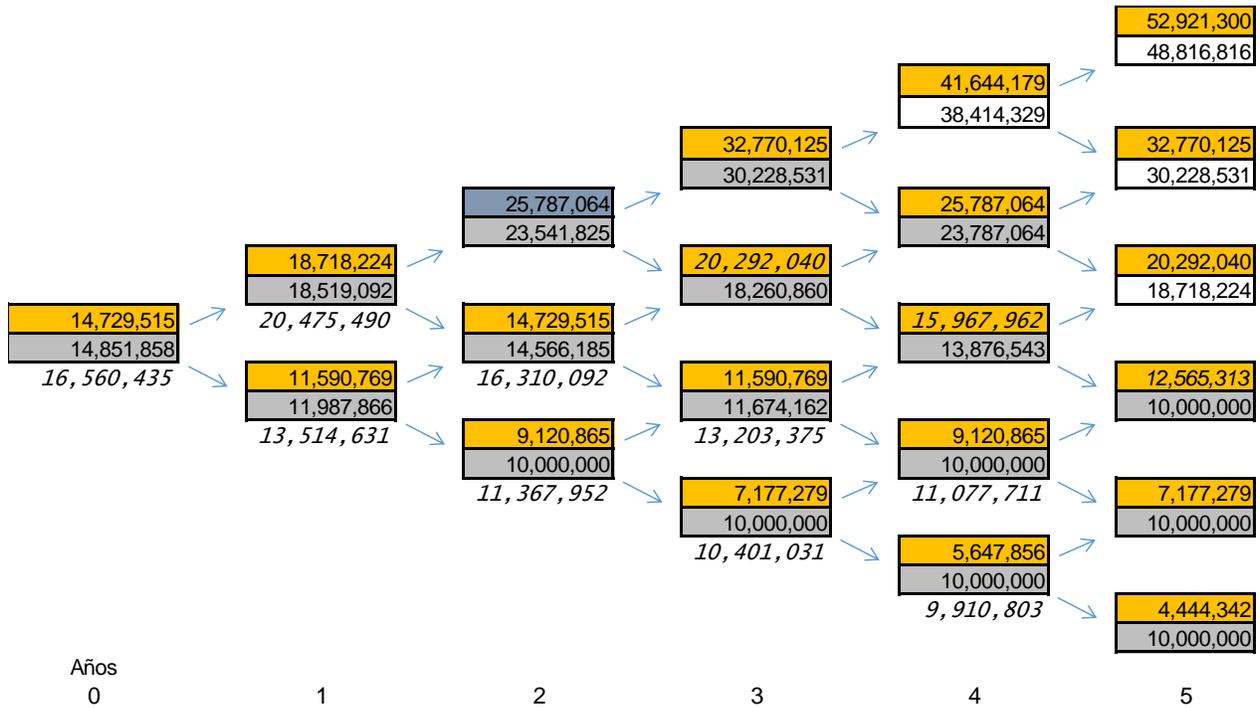
Figura 3. Valor presente del proyecto sin expansión y opción de salida en \$10,000,000 en el año 5.



Fuente: con base en SIACON, SSA y Banco de México.

- 4) La combinación de los escenarios anteriores (opciones 1, 2, 3) da como resultado un aumento en el valor presente de \$14,729,515 a \$16,560,435 (12.4% de incremento) lo cual implica que la expansión provoca invariablemente un ascenso en el valor presente del proyecto incluso cuando se considere vender el mismo (véase figura 4).

Figura 4. Valor presente del proyecto con expansión en \$2,000,000 en el año 2 y opción de salida en \$10,000,000 en el año 5.



Fuente: con base en SIACON, SSA y Banco de México.

El resumen del valor presente del proyecto con las 4 opciones anteriores indica que el valor presente mínimo es con la opción 1 (inversión a 4 años), mientras que el valor presente máximo del proyecto es con la opción 4 (expansión en \$2,000,000 en el año 2 y opción de salida en el año 5) (véase cuadro 27).

Cuadro 27. Resumen del valor presente del proyecto con 4 opciones (en pesos mexicanos)

| Opción | Valor presente del proyecto |
|--|-----------------------------|
| 1. Volatilidad de precios con inversión a 4 años | \$ 14,729,515 |
| 2. Expansión en \$2,000,000 en el año 2 y ampliar la inversión a 5 años | \$ 15,837,944 |
| 3. Sin expansión y opción de salida en \$10,000,000 en el año 5 | \$ 14,851,858 |
| 4. Expansión en \$2,000,000 en el año 2 y opción de salida en \$10,000,000 en el año 5 | \$ 16,560,435 |

Fuente: con base en SIACON, SSA y Banco de México.

Las empresas de productos diferenciados dirigidos a un segmento de mercado como los diabéticos pueden ser un buen negocio con rentabilidad económica y posiblemente con un gran beneficio social, por lo que otras investigaciones deberían profundizar en este último punto.

El nopal deshidratado cubierto con miel de agave y trozos de nuez, es una alternativa de golosina para las personas diabéticas sin los efectos dañinos en la salud que proporcionan los dulces convencionales.

Con el análisis de los resultados obtenidos, se puede decir que para el proceso de evaluación de proyectos de inversión, el método de las opciones reales representa un valioso aporte, ya que los valores obtenidos al evaluar las opciones, indican la flexibilidad operativa del proyecto, es decir, no seguir un escenario único y concebir las posibilidades de acción ante entornos inciertos, tales como: posponer, ampliar, reducir, abandonar, seguir, o cambiar de giro, acciones marcadas por la variabilidad real existente a lo largo del periodo del proyecto y que no se contemplan en el criterio tradicional costo - beneficio.

Aunque la opción de expandirse suele ser difícil de decidir en la práctica debido a su riesgo y complejidad, de las posibilidades evaluadas con las opciones reales, la ampliación del proyecto por más tiempo es la que arroja un mayor valor presente del flujo de efectivo. El hecho de que el negocio pueda ampliarse si las condiciones son favorables, hace que valga más que un proyecto que no contempla esa posibilidad. En este sentido, esta opción representa una opción real valiosa para los inversionistas que les sirve de guía en proyectos rentables, al aumentar el valor de mercado de su empresa.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir de la segunda mitad del siglo XX, se suscitó una transformación en la dieta de la población mexicana acompañada por un mayor grado de urbanización, mientras que en la primera mitad del siglo XX, la población consumía sobretudo alimentos típicos de origen vegetal como: frijol, maíz, chile, calabaza, nopal, entre otros. En cambio, en la segunda mitad del siglo XX, la alimentación se diversificó con mayor consumo de carne, huevo, leche, azúcar y trigo. Esta modificación en la dieta, afectó la mortalidad, en el periodo 1950 - 1989 las principales causas de muerte eran de origen infeccioso, de 1990 a 2014, las primeras causas de mortandad corresponden a enfermedades modernas (crónico degenerativas).

El análisis econométrico de la mortalidad de la sociedad mexicana y su relación con el consumo de alimentos en los últimos 35 años, indica que los alimentos que más contribuyen a aumentar la mortalidad son: trigo, azúcar y carnes rojas; mientras que la leche y el huevo no causan gran efecto e incluso consumidos con moderación pueden reducir la mortalidad; el consumo de vegetales ayuda a disminuir significativamente el índice de mortalidad, estos resultados, corroboran las hipótesis planteadas.

Las matrices de multiplicadores dinámicos y las simulaciones de distintos escenarios, señalan que la afectación no está centrada en la cantidad ingerida de alimentos, sino en el hábito o frecuencia con que son consumidos. Por ello, una política que incluya solo el cambio de precios no sería suficiente para disminuir la mortalidad (pues con el tiempo ésta volvería a subir), así mismo una política que considere sólo el cambio de consumos reduce poco la mortalidad. La combinación de varias políticas que incluya cambio de precios, consumo y sobre todo de hábitos (menor frecuencia de consumo de trigo, azúcar y carne; y más consumo de vegetales) ayudaría en gran medida a disminuir el índice de mortalidad por enfermedad.

Los resultados obtenidos logran cuantificar la relación que existe entre alimentación y mortalidad por enfermedad en México (objetivo general de la investigación), así mismo, permiten elaborar proyecciones y hacer simulaciones con políticas de cambio en los alimentos para reducir la mortandad hacia 2020 (objetivos específicos de la investigación).

De acuerdo a los resultados obtenidos se hacen las siguientes recomendaciones:

- Analizar si la velocidad de la modificación de la dieta de la población mexicana está relacionada con la dieta evolutiva en la salud, es decir que se debe investigar cuanto tiempo es necesario y qué hacer para que el cuerpo del mexicano (su genotipo biológico) se adapte a su nueva dieta sin que ésta le provoque enfermedades crónicas que pueden ser mortales.
- Generar empresas de alimentos funcionales de origen nacional, en un concepto diferente a lo acostumbrado (como frutas o verduras), por ejemplo, en forma de botana o confitería saludable que resalte las características organolépticas (propiedades de que se perciben con los sentidos como olor, color, sabor, textura) de los alimentos y que sean accesibles económicamente; esta innovadora presentación resulta atractiva a personas de cualquier edad. La creación de este tipo de negocios, además de crear empleos ayudaría a prevenir enfermedades modernas de la sociedad mexicana otorgando un gran beneficio social.

7. BIBLIOGRAFÍA

Aboderin, I., Kalache, A., Ben-Shlomo, Y., Lynch, J.W., Yajnik, C.S., Kuh, D., Yach, D. 2001. Life course perspectives on coronary heart disease, stroke and diabetes: key issues and implications for policy and research. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, Suiza.

Abuissa H., O'Keefe J. Cordain, L. 2005. Realigning our 21st century diet and lifestyle with our hunter-gatherer genetic identity. *Directions Psychiatry* 25:1-8.

Aguilar R., S. 2009. La mesa está servida: comida y vida cotidiana en el México de mediados del siglo XX. *Revista de Historia Iberoamericana* 2: 52-79.

Alvídrez A., González B., Jiménez Z. 2002. Tendencias en la producción de alimentos: alimentos funcionales. *Revista de Salud Pública y Nutrición* 3:1-6.

Arredondo A., De Icaza E. 2011. Costos de la Diabetes en América Latina: Evidencias del Caso Mexicano. *Journal Value in Health*. 14: 85-88.

Arroyo P. 2008. La alimentación en la evolución del hombre. *Boletín del Hospital Infantil de México. Nutrición Hoy* 4: 8-10.

Arsuaga J., L. 2003. Los aborígenes. La alimentación en la evolución humana. Barcelona. España.

Banco de México. Índice Nacional de Precios al Consumidor. Base 2014.

Barquera S. 2002. Respuesta de la Organización Mundial de la Salud al rápido crecimiento de las enfermedades crónicas: reunión de la red de los megapaíses. *Salud Pública de México*. 44 p.

Barquera S., Tolentino L. 2005. Geografía de las enfermedades asociadas con la nutrición en México: una perspectiva de transición epidemiológica. *Universidad Autónoma del Estado de México. Papeles de población* 11(1): 133-149.

Barreto P., Santana P., Zamora M., González S. 2003. Alimentación, nutrición y metabolismo en el proceso salud-enfermedad. *Acta Médica* 11: 26-37. Basurto D., M.

Lorenzana-Jiménez, y G. Magos. 2006. Utilidad del nopal para el control de la glucosa en la diabetes mellitus tipo 2. *Revista de la Facultad de Medicina. UNAM* 49: 157-161.

Becker G., S., K. M. Murphy. 1988. A theory of rational addiction. *Journal of political economy.* 96: 675-678.

Becker, G. S. 1996. *Accounting for Tastes.* Ed. Harvard University Press. USA.

Bello J., Astiasarán I., Martínez A. 2000. Alimentos con propiedades saludables especiales. Ed. Mc.Graw-Hill. Interamericana España. 343-355 pp.

Boccio J., Páez M.C., Zubillaga M., Salgueiro J., Goldman C., Barrado D., Martínez M. y Weill R. 2004. Causas y consecuencias de la deficiencia de hierro sobre la salud humana. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 54: 10.

Brambila P., J. 2006. En el umbral de una agricultura nueva. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, estado de México. 79 p.

Brambila P., J. 2011. Bioeconomía: instrumentos para su análisis económico. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Colegio de Posgraduados. México. 151-152, 183-198 pp.

Brownell K. 2011. Rudd Center for Policy and Obesity. Universidad de Yale. USA. Census Bureau, International Data Base 2013.

Consejo Nacional de Población CONAPO. 2006. Proyecciones de la población de México 2005 – 2050. México.

Cordain L., S. Boyd Eaton, Anthony Sebastian, Neil Mann, Staffan Lindeberg, Bruce A. Watkins, James H. O'Keefe, Janette Brand Miller. 2004. "Origins and evolution of the western diet: Health implications for the 21st century". *American Journal of Clinical Nutrition* 81: 341-354.

Coronado G., Thompson B, Tejeda S, Godina R. 2004. Attitudes and beliefs among Mexican Americans about type 2 diabetes. *Journal Health Care Poor Underserved* 15(4): 576.

Corrales, G. J. 2011. Perspectivas agroindustriales de la postcosecha de nopalito y tuna. *Revista Salud Pública y Nutrición* 5: 1-22.

Deaton, A. 2015. *El gran escape: salud, riqueza y los orígenes de la desigualdad*. Fondo de Cultura Económica.

De Lorenzo D. 2012. Perspectivas presentes y futuras de la Nutrigenómica y la Nutrigenética en la medicina preventiva. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria* 32: 92 - 105.

Dirección General de Estadística (DGE). 1950. Séptimo censo general de población. México. Secretaría de Economía. 75 p.

Durán R., Valenzuela A. 2010. La experiencia japonesa con los alimentos foshu ¿los verdaderos alimentos funcionales?. *Revista Chilena de Nutrición* 37: 22.

Durbin J., G. Watson. 1951. Testing for serial correlation in least-squares regression. *Biometrika*. 38: 159-171.

Eaton S., Konner M. 1985. Paleolithic nutrition. A consideration of its nature and current implications. *Journal Medicine* 312: 283-289.

Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2006, 2008, 2012. Resultados Nacionales. Instituto Nacional de Salud Pública. México.

Escamilla G., P. 2012. Estudio de la factibilidad para la elaboración de composta en la delegación Milpa Alta. Tesis de posgrado del Instituto Politécnico Nacional.

Federación de Asociaciones de Consumidores y Usuarios de Andalucía FACUA. Marzo 2008. *Revista del consumidor*. Andalucía. España.

Frati-Munari A., Fernández J., de la Riva H., Ariza R., del Carmen M. 1983. Effects of nopal *Opuntia* sp. on serum lipids, glycemia and body weight. *Journal Investigation Medical* 14: 117-125.

Frati-Munari A., Gordillo B., Altamirano P., Ariza C. 1988. Hypoglycemic effect of *Opuntia streptacantha* Lemaire in Diabetes Mellitus. *Journal Diabetes Care* 11: 63-66.

Gallardo A, Terreros B., Albán F. 2014. La confitería en México, mercado de US\$5,000. Oficina comercial del Ecuador en México. Ministerio de Comercio Exterior. 2 p.

García N. 2001. Consumidores y ciudadanos: conflictos multiculturales de la globalización. México. Editorial Grijalbo.

García S. C. Jueves, 09 de mayo de 2013. Desnutrición y obesidad: ¿dos caras de la misma moneda? CNN México. México.

Gujarati D., N; D. C. Porter. 2010. Econometría. 5ta edición. Ed. McGraw-Hill. USA. 418-423 pp.

Hassler, C.M. 1996. Functional Food: the Western perspectives. Nutritional Journal 54: 11.

Hernández, B.C., Serna, S. S. 2003. Nutraceuticos...el futuro de nuestra alimentación. Transferencia, revista digital de posgrado del Tecnológico de Monterrey. Número 61. 5-6 p.

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. 2013. VI Simposio. Alimentos con propiedades extraordinarias y su aplicación en productos de consumo. 25 y 26 de septiembre. Distrito Federal. México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática INEGI. 1950 - 2010. Estadísticas de mortalidad. México. Censos 1950, 1960, 1970, 1980, 1990, 2000, 2010, 2012.

Kendall, M. G., W. R. Buckland. 1971. A Dictionary of Statistical Terms. Hafner Publishing Company. New York. 8 p.

Langreo N. 2008. Sistema alimentario mundial. Principales tendencias y efectos sobre los sistemas alimentarios locales. Revista Distribución y Consumo 100: 258-274.

Latham M. 2002. Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. Capítulo 32.

López S., L. (2014). Elaboración, control de calidad y evaluación de la actividad antidiabética de la miel de agave (*Agave Americana* L.). Repositorio Institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. 106 p.

Lozano J. 2011. La nutrición es conciencia. Universidad de Murcia. 2da edición. Servicio de Publicaciones. Murcia, España. 17 p.

Márquez A. Vector económico. 13 de diciembre de 2010. Unidad Técnica de Economía. Reporte Económico. Censo de Población y Vivienda.

Milton K. 2003. The critical role played by animal source foods in human Homo evolution. *Journal Nutritional* 2: 133.

Mueller, C. 1999. The Regulatory Status of Medical Foods and Dietary Supplements in the United States. *Nutrition* 15: 249-251.

Mun, J. 2002. Real options analysis: tools and techniques for valuing strategic investments and decisions. Willey finance. 25 p.

Okama, H., Ikeda, H., Moriyama, H. 2006. Health foods and foods with health claims in Japan. 221: 95-111.

Olagnero G., Genevois C., Irei V., Marcenado J., Bendersky S. Mayo 2007. Alimentos funcionales: conceptos, definiciones y marco legal global. Grupo de estudio sobre alimentos funcionales. *Revista de alimentación, salud y economía*. 25: 119.

Olivares, M. y Walter, T. Enero – Marzo 2004. Causas y consecuencias de la deficiencia de hierro. *Revista de nutrición* 17: 1-10.

Omran, A. 1971. The epidemiologic transition: a theory of the epidemiology of population change. *A multidisciplinary journal of population health and health policy* 83(4): 731-757.

Omran, A. 1983. The epidemiologic transition theory: a preliminary update. *Journal of tropical pediatrics* 29(6): 305-316.

Organización Mundial de la Salud 2002. Informe sobre la salud en el mundo: reducir los riesgos y promover una vida sana. Ginebra, Suiza.

Organización Mundial de la Salud 2002. Régimen alimentario, actividad física y salud. Ginebra, Suiza.

Organización Mundial de la Salud OMS. 2015. Carcinogenicidad del consumo de carne roja y de la carne procesada. Enlaces. 26 de Octubre. 1-2 pp.

Organización Mundial de la Salud OMS. 2015. Vínculos entre la carne procesada y el cáncer colo-rectal. Centro de Prensa. 29 de octubre. 1-3 pp.

Patel R. 2008. Obesos y famélicos: el impacto de la globalización en el sistema alimentario mundial. Editorial Marea. Argentina. 221-242 pp.

Perdigón G., Fernández S. 2008. Principales causas de muerte en la población general e infantil en México, 1922-2005. Revista Estadísticas Vitales 65: 238-239.

Pérez C. E., Serralde Z. A., Meléndez M. G. 2007. Efectos benéficos y deletéreos del consumo de fructuosa. Revista de Endocrinología y Nutrición. 15: 67-74.

Pérez H. 2006. Nutraceuticos: componente emergente para el beneficio de la salud. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal 50: 20-28.

Perlmutter D. 2015. Alimenta tu cerebro. Ed. Grijalbo vital. Traductor Ariadna Molinari Tato. México. 182-188 pp.

Perlmutter D. 2014. Cerebro de pan. Ed. Grijalbo vital. Traductor Ariadna Molinari Tato. México.

Pollak, R. A. 1970. Habit formation and dynamic demand functions. Journal of political economy. 4: 745-763.

Popkin, B. M. 2002. The shift in stages of the nutritional transition in the developing world differs from past experiences! Journal Public Health Nutrition. 5: 205-214.

Popkin, B.M. 2004. La transición nutricional y el cambio mundial hacia la obesidad. Universidad de Carolina del Norte. División de Epidemiología Nutricional de la Facultad de Salud Pública. 49(3): 38-40.

Porter, M. 1985. *Competitive Advantage*. Escuela de negocios de Harvard.

Procuraduría Federal del Consumidor PROFECO Marzo 2012. Coordinación General de Educación y Divulgación. *Revista del consumidor*. México.

Reynoso C. R., González de Mejía E. 2008. Nopal (*Opuntia spp*) and other traditional mexican plants. *Journal Nutraceutical, glycemic health and type 2 diabetes*. 15: 34-56.

Rodríguez A., Reynales L., Jiménez J., Juárez S., Hernández M. 2010 Costos directos de atención médica en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en México: análisis de microcosteo. *Revista Panamericana de Salud Publica* 6: 412–420.

Roodenburg AJ, West CE, Yu S, Beynen AC. 1994. Comparison between time-dependent changes in iron metabolism of rats as induced by marginal deficiency of either vitamin A or iron. *Nutrition* 71(5): 687-699.

Rtveladze K.1, Marsh T.1, Barquera S.2, Sánchez L.2, Levy D.3, Melendez G.4, Webber L.1, Kilpi F.1, McPherson K.5 and Brown M.1. January 2013. Obesity prevalence in Mexico: impact on health and economic burden. *Journal Public Health Nutrition*. 1Micro Health Simulations, London, UK. 2Instituto Nacional de Salud Pública, México: 3Georgetown University, Washington, DC, USA. 4Fundación Mexicana para la Salud, México. 5New College, Oxford.

Sáenz, C. 2006. Utilización agroindustrial del nopal. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO*. 162: 115.

Saito, M. 2007. Role of FOSHU (Food for Specified Health Uses) for healthier life. *Journal Pharmacy Society Japan* 127: 407-416.

Sánchez C., Pichardo E., López P. 2004. Epidemiología de la obesidad. *Gaceta Médica Mexicana* 140(2): 14-15.

Saturni L., G. Ferretti, T. Bacchetti. 2010. The gluten-free diet: safety and nutritional quality. US National Library of Medicine National Institutes of Health. *Journal Nutrients*. 2: 16-28.

Secretaría de Salud SSA. 2013. V Simposio. Enfermedades crónicas no transmisibles: sobrepeso/obesidad y diabetes mellitus. 13 de Agosto. Distrito Federal. México.

Secretaria de Salud. SSA. Compendio histórico de estadísticas vitales SSA. Años 1950 a 1990.

Secretaría de Salud. SSA. Dirección General de Epidemiología. Información Epidemiológica de Morbilidad, Anuario 2010 y 2011. Versión Ejecutiva.

Secretaría de Salud. SSA. Agosto 2013. 5to simposio del perfil epidemiológico de la diabetes en México. México.

Sedó, M. P. El mercado de los alimentos funcionales y los nuevos retos para la educación alimentaria – nutricional. Revista Costarricense de Salud Pública 11: 18-25.

Simon N. 2000. Is cholesterol really bad for you? Dietary vs blood cholesterol?. New Choices. 40: 76-78.

Simopoulos A. 2006. Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. The Center for Genetics, Nutrition and Health, Washington, DC, USA. Pp 502-506.

Simopoulos, A. P. 1997. Diet and gene interactions. Food and technology. Nutrition and Health. 51: 66-69.

Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Base de datos 2014.

Sistema Nacional de Información en Salud SINAIS. 2010. Secretaría de Salud. México.

Sloane M. 29 de marzo de 2013. Menú infantil en restaurantes: muchas calorías y pocos nutrientes. CNN México. México.

Trujillo, C. 2012. Determinación de la fracción ingerible y fibra dietética en frutas y verduras de mayor consumo en México. Repositorio Digital Institucional. Instituto Politécnico Nacional. México.

U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 2012. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 25. Nutrient Data Laboratory.

Varian, H. 1992. Análisis Microeconómico. 3ra. Edición. Ed. Antonio Bosch. USA. 61 p.

Vidal, C. 2008. Alimentos funcionales algunas reflexiones en torno a su necesidad, seguridad, eficacia y como declarar sus efectos sobre la salud. Revista de Humanidades Médicas. 24: 2.

Vizmanos B., Hunot C. y Capdevila F. 2006. Alimentación y obesidad. Medigraphic 8: 1-5.

William D. 2014. Adicto al pan. Editorial Aguilar. México. 150-160 pp.

Xu, Y. 2001. Perspectives on the 21st. century development of functional foods: bringing chinese medicatet diet and functional foods. International Journal of food Science and Technology 30: 229-242.

Yamada, K., Sato-Mito, N., Nagata, J., Umegaki, K. 2008. Health claim evidence requirements in Japan. 6: 138.

Páginas Web:

Consejo Mexicano del Nopal y la Tuna A. CoMeNTuna. 2014. C. México.

www.comentuna.com.mx

Economics & Human Biology. 2015.

<http://www.journals.elsevier.com/economics-andhuman-biology>

International Diabetes Federation IDF. ¿Qué es la diabetes?. Consultado el 18 de septiembre de 2013.

<http://www.idf.org/worlddiabetesday/toolkit/es/gp/que-es-la-diabetes>

International Network of Food Data Systems (INFOODS). FAOSTAT 2003.

<http://www.rlc.fao.org/es/conozca-fao/quehace-fao/estadisticas2003>

International Network of Food Data Systems (INFOODS). FAOSTAT 2013.

<http://www.rlc.fao.org/estadisticas2013>

National Health and Nutrition Examination Surveys NHANES. 2015.

<http://www.cdc.gov/nchs/nhanes.htm>

Naciones Unidas 2001, Road Map towards the implementation of the United Nations Millenium Declaration.

<http://www.worldvolunteerweb.org/development/mdg/background/a56326/implemnt.pdf>

Organización Mundial de la Salud OMS, WHO. 2011. Multicenter Growth Reference Study <http://www.who.int/growthref/en>

Organización para la Alimentación y la Agricultura de Naciones Unidas (FAO). 2003.

Organización para la Alimentación y la Agricultura de Naciones Unidas FAO. 2002, 2003.

Organización para la Alimentación y la Agricultura de Naciones Unidas FAO. 2013.

International Network of Food Data Systems INFOODS.

<http://www.rlc.fao.org/es/conozca-fao/quehace-fao/estadisticas/composicion-alimentos>

Organización para la Alimentación y la Agricultura de Naciones Unidas (FAO). 2003.

Organización para la Alimentación y la Agricultura de Naciones Unidas FAO. 2002, 2003.

Organización para la Alimentación y la Agricultura de Naciones Unidas FAO. 2013.
International Network of Food Data Systems INFOODS.

<http://www.rlc.fao.org/es/conozca-fao/quehace-fao/estadisticas/composicion-alimentos>.

Pan American Health Organization. 2012. www.paho.com

Pharmaceutical Executive Global Digest. February 2013. www.pharmexec.com

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. SEMARNAT

<http://www.semarnat.gob.mx>

Sociedad Española de Nutracéutica Médica. <http://nutraceuticamedica.org/.htm>

Survey, Health, Ageing and Retirement in Europe SHARE. <http://www.share-project.org>

8. ANEXOS

Anexo 1. Índice de mortalidad anual por enfermedades modernas

| Año | Índice Mortalidad | Índice Mortalidad t-1 |
|------|-------------------|-----------------------|
| 1980 | 0.213 | 0.199 |
| 1981 | 0.228 | 0.213 |
| 1982 | 0.239 | 0.228 |
| 1983 | 0.266 | 0.239 |
| 1984 | 0.298 | 0.266 |
| 1985 | 0.313 | 0.298 |
| 1986 | 0.331 | 0.313 |
| 1987 | 0.334 | 0.331 |
| 1988 | 0.346 | 0.334 |
| 1989 | 0.346 | 0.346 |
| 1990 | 0.352 | 0.346 |
| 1991 | 0.369 | 0.352 |
| 1992 | 0.382 | 0.369 |
| 1993 | 0.389 | 0.382 |
| 1994 | 0.398 | 0.389 |
| 1995 | 0.405 | 0.398 |
| 1996 | 0.411 | 0.405 |
| 1997 | 0.418 | 0.411 |
| 1998 | 0.429 | 0.418 |
| 1999 | 0.436 | 0.429 |
| 2000 | 0.446 | 0.436 |
| 2001 | 0.456 | 0.446 |
| 2002 | 0.465 | 0.456 |
| 2003 | 0.473 | 0.465 |
| 2004 | 0.481 | 0.473 |
| 2005 | 0.483 | 0.481 |
| 2006 | 0.490 | 0.483 |
| 2007 | 0.491 | 0.490 |
| 2008 | 0.489 | 0.491 |
| 2009 | 0.485 | 0.489 |
| 2010 | 0.486 | 0.485 |
| 2011 | 0.514 | 0.486 |
| 2012 | 0.516 | 0.514 |
| 2013 | 0.516 | 0.516 |
| 2014 | 0.524 | 0.516 |

Fuente: Anuario Estadístico de INEGI.

Anexo 2. Variables del consumo de carne de bovino.

| Año | Consumo per cápita anual en kilos | | | Precio real por kilo de carne de bovino en el período t-1 en moneda nacional |
|------|-----------------------------------|------------|------------|--|
| | Bovino t | Bovino t-1 | Bovino t-2 | |
| 1980 | 11.09 | 11.00 | 11.05 | 52.63 |
| 1981 | 12.38 | 11.09 | 11.00 | 51.32 |
| 1982 | 12.50 | 12.38 | 11.09 | 50.04 |
| 1983 | 13.36 | 12.50 | 12.38 | 43.89 |
| 1984 | 12.77 | 13.36 | 12.50 | 47.04 |
| 1985 | 12.70 | 12.77 | 13.36 | 46.80 |
| 1986 | 16.58 | 12.70 | 12.77 | 69.08 |
| 1987 | 16.60 | 16.58 | 12.70 | 55.15 |
| 1988 | 16.58 | 16.60 | 16.58 | 46.43 |
| 1989 | 15.09 | 16.58 | 16.60 | 93.87 |
| 1990 | 14.30 | 15.09 | 16.58 | 118.25 |
| 1991 | 15.87 | 14.30 | 15.09 | 101.99 |
| 1992 | 16.34 | 15.87 | 14.30 | 97.43 |
| 1993 | 15.78 | 16.34 | 15.87 | 85.31 |
| 1994 | 16.91 | 15.78 | 16.34 | 81.67 |
| 1995 | 15.92 | 16.91 | 15.78 | 74.85 |
| 1996 | 15.18 | 15.92 | 16.91 | 66.52 |
| 1997 | 15.85 | 15.18 | 15.92 | 67.78 |
| 1998 | 16.93 | 15.85 | 15.18 | 79.52 |
| 1999 | 17.23 | 16.93 | 15.85 | 73.95 |
| 2000 | 17.39 | 17.23 | 16.93 | 75.08 |
| 2001 | 17.57 | 17.39 | 17.23 | 72.18 |
| 2002 | 18.04 | 17.57 | 17.39 | 71.90 |
| 2003 | 17.32 | 18.04 | 17.57 | 67.50 |
| 2004 | 16.93 | 17.32 | 18.04 | 69.49 |
| 2005 | 17.06 | 16.93 | 17.32 | 75.10 |
| 2006 | 17.60 | 17.06 | 16.93 | 82.69 |
| 2007 | 17.30 | 17.60 | 17.06 | 80.86 |
| 2008 | 17.30 | 17.30 | 17.60 | 79.38 |
| 2009 | 17.30 | 17.30 | 17.30 | 77.02 |
| 2010 | 17.20 | 17.30 | 17.30 | 75.63 |
| 2011 | 17.10 | 17.20 | 17.30 | 75.41 |
| 2012 | 17.00 | 17.10 | 17.20 | 75.17 |
| 2013 | 16.90 | 17.00 | 17.10 | 78.38 |
| 2014 | 16.90 | 16.90 | 17.00 | 84.56 |

Fuente: con base en datos de SIACON, SNIIM e INEGI.

Anexo 3. Variables del consumo de azúcar.

| Año | Consumo per cápita anual en kilos | | | Precio real por kilo de azúcar en el período t-1 en moneda nacional |
|------|-----------------------------------|------------|------------|---|
| | Azúcar t | Azúcar t-1 | Azúcar t-2 | |
| 1980 | 38.87 | 36.50 | 37.69 | 1.01 |
| 1981 | 34.51 | 38.87 | 36.50 | 1.02 |
| 1982 | 38.11 | 34.51 | 38.87 | 1.02 |
| 1983 | 40.24 | 38.11 | 34.51 | 1.04 |
| 1984 | 41.34 | 40.24 | 38.11 | 1.07 |
| 1985 | 42.78 | 41.34 | 40.24 | 1.09 |
| 1986 | 47.89 | 42.78 | 41.34 | 1.18 |
| 1987 | 47.57 | 47.89 | 42.78 | 1.32 |
| 1988 | 44.69 | 47.57 | 47.89 | 1.30 |
| 1989 | 42.30 | 44.69 | 47.57 | 1.11 |
| 1990 | 37.87 | 42.30 | 44.69 | 1.75 |
| 1991 | 42.83 | 37.87 | 42.30 | 2.25 |
| 1992 | 41.67 | 42.83 | 37.87 | 2.36 |
| 1993 | 41.08 | 41.67 | 42.83 | 2.60 |
| 1994 | 39.82 | 41.08 | 41.67 | 2.84 |
| 1995 | 39.82 | 39.82 | 41.08 | 3.64 |
| 1996 | 39.82 | 39.82 | 39.82 | 3.78 |
| 1997 | 39.82 | 39.82 | 39.82 | 3.78 |
| 1998 | 39.82 | 39.82 | 39.82 | 5.35 |
| 1999 | 39.82 | 39.82 | 39.82 | 6.44 |
| 2000 | 39.82 | 39.82 | 39.82 | 6.30 |
| 2001 | 39.82 | 39.82 | 39.82 | 6.51 |
| 2002 | 39.82 | 39.82 | 39.82 | 6.63 |
| 2003 | 39.82 | 39.82 | 39.82 | 7.07 |
| 2004 | 39.82 | 39.82 | 39.82 | 7.99 |
| 2005 | 39.82 | 39.82 | 39.82 | 8.97 |
| 2006 | 39.82 | 39.82 | 39.82 | 8.78 |
| 2007 | 39.82 | 39.82 | 39.82 | 9.57 |
| 2008 | 39.82 | 39.82 | 39.82 | 8.12 |
| 2009 | 39.82 | 39.82 | 39.82 | 12.54 |
| 2010 | 39.82 | 39.82 | 39.82 | 15.99 |
| 2011 | 39.82 | 39.82 | 39.82 | 16.97 |
| 2012 | 39.82 | 39.82 | 39.82 | 14.86 |
| 2013 | 39.82 | 39.82 | 39.82 | 10.83 |
| 2014 | 39.82 | 39.82 | 39.82 | 11.94 |

Fuente: con base en datos de SIACON, SNIIM e INEGI.

Anexo 4. Variables del consumo de leche.

| Año | Consumo per cápita anual en litros | | | Precio real por litro de leche en el período t-1 en moneda nacional |
|------|------------------------------------|-----------|-----------|---|
| | Leche t | Leche t-1 | Leche t-2 | |
| 1980 | 145.70 | 145.70 | 145.70 | 1.16 |
| 1981 | 109.80 | 145.70 | 145.70 | 1.22 |
| 1982 | 107.70 | 109.80 | 145.70 | 1.30 |
| 1983 | 116.40 | 107.70 | 109.80 | 1.56 |
| 1984 | 112.20 | 116.40 | 107.70 | 1.60 |
| 1985 | 100.30 | 112.20 | 116.40 | 1.40 |
| 1986 | 111.90 | 100.30 | 112.20 | 1.30 |
| 1987 | 84.30 | 111.90 | 100.30 | 1.63 |
| 1988 | 99.00 | 84.30 | 111.90 | 1.31 |
| 1989 | 98.40 | 99.00 | 84.30 | 2.18 |
| 1990 | 107.40 | 98.40 | 99.00 | 2.58 |
| 1991 | 85.10 | 107.40 | 98.40 | 2.51 |
| 1992 | 103.30 | 85.10 | 107.40 | 2.27 |
| 1993 | 107.30 | 103.30 | 85.10 | 2.39 |
| 1994 | 97.60 | 107.30 | 103.30 | 2.48 |
| 1995 | 93.80 | 97.60 | 107.30 | 3.38 |
| 1996 | 96.30 | 93.80 | 97.60 | 5.38 |
| 1997 | 99.00 | 96.30 | 93.80 | 5.98 |
| 1998 | 99.80 | 99.00 | 96.30 | 6.58 |
| 1999 | 108.20 | 99.80 | 99.00 | 6.83 |
| 2000 | 112.40 | 108.20 | 99.80 | 7.34 |
| 2001 | 114.00 | 112.40 | 108.20 | 7.36 |
| 2002 | 113.80 | 114.00 | 112.40 | 7.25 |
| 2003 | 111.70 | 113.80 | 114.00 | 7.41 |
| 2004 | 109.50 | 111.70 | 113.80 | 8.05 |
| 2005 | 107.60 | 109.50 | 111.70 | 8.65 |
| 2006 | 105.40 | 107.60 | 109.50 | 8.72 |
| 2007 | 107.40 | 105.40 | 107.60 | 9.28 |
| 2008 | 105.60 | 107.40 | 105.40 | 9.94 |
| 2009 | 106.30 | 105.60 | 107.40 | 10.90 |
| 2010 | 107.40 | 106.30 | 105.60 | 10.94 |
| 2011 | 109.20 | 107.40 | 106.30 | 11.36 |
| 2012 | 110.50 | 109.20 | 107.40 | 11.93 |
| 2013 | 111.90 | 110.50 | 109.20 | 12.50 |
| 2014 | 113.50 | 111.90 | 110.50 | 13.50 |

Fuente: con base en datos de SIACON, SNIIM e INEGI.

Anexo 5. Variables del consumo de huevo.

| Año | Consumo per cápita anual en kilos | | | Precio real por kilo de huevo en el período t-1 en moneda nacional |
|------|-----------------------------------|-----------|-----------|--|
| | Huevo t | Huevo t-1 | Huevo t-2 | |
| 1980 | 12.50 | 10.60 | 11.55 | 12.50 |
| 1981 | 12.60 | 12.50 | 10.60 | 12.08 |
| 1982 | 13.20 | 12.60 | 12.50 | 12.51 |
| 1983 | 13.90 | 13.20 | 12.60 | 9.80 |
| 1984 | 15.00 | 13.90 | 13.20 | 12.15 |
| 1985 | 14.40 | 15.00 | 13.90 | 11.26 |
| 1986 | 13.90 | 14.40 | 15.00 | 12.09 |
| 1987 | 13.60 | 13.90 | 14.40 | 14.63 |
| 1988 | 13.30 | 13.60 | 13.90 | 13.11 |
| 1989 | 13.70 | 13.30 | 13.60 | 17.78 |
| 1990 | 13.80 | 13.70 | 13.30 | 17.95 |
| 1991 | 11.70 | 13.80 | 13.70 | 17.32 |
| 1992 | 13.20 | 11.70 | 13.80 | 15.04 |
| 1993 | 13.80 | 13.20 | 11.70 | 13.52 |
| 1994 | 13.70 | 13.80 | 13.20 | 14.57 |
| 1995 | 13.30 | 13.70 | 13.80 | 14.69 |
| 1996 | 13.10 | 13.30 | 13.70 | 14.68 |
| 1997 | 13.90 | 13.10 | 13.30 | 19.28 |
| 1998 | 15.00 | 13.90 | 13.10 | 17.86 |
| 1999 | 16.50 | 15.00 | 13.90 | 14.00 |
| 2000 | 15.50 | 16.50 | 15.00 | 11.78 |
| 2001 | 16.20 | 15.50 | 16.50 | 12.05 |
| 2002 | 17.50 | 16.20 | 15.50 | 12.55 |
| 2003 | 17.00 | 17.50 | 16.20 | 11.42 |
| 2004 | 18.00 | 17.00 | 17.50 | 12.93 |
| 2005 | 18.10 | 18.00 | 17.00 | 14.03 |
| 2006 | 19.20 | 18.10 | 18.00 | 11.50 |
| 2007 | 18.30 | 19.20 | 18.10 | 11.67 |
| 2008 | 19.10 | 18.30 | 19.20 | 12.46 |
| 2009 | 19.20 | 19.10 | 18.30 | 15.04 |
| 2010 | 19.30 | 19.20 | 19.10 | 15.27 |
| 2011 | 19.10 | 19.30 | 19.20 | 14.73 |
| 2012 | 20.00 | 19.10 | 19.30 | 14.52 |
| 2013 | 21.00 | 20.00 | 19.10 | 17.59 |
| 2014 | 21.00 | 21.00 | 20.00 | 20.62 |

Fuente: con base en datos de SIACON, SNIIM e INEGI.

Anexo 6. Variables del consumo de nopal.

| Año | Consumo per cápita anual en kilos | | | Precio real por kilo de nopal en el período t-1 en moneda nacional |
|------|-----------------------------------|-----------|-----------|--|
| | Nopal t | Nopal t-1 | Nopal t-2 | |
| 1980 | 3.82 | 3.87 | 3.85 | 4.50 |
| 1981 | 3.82 | 3.82 | 3.87 | 2.55 |
| 1982 | 3.93 | 3.82 | 3.82 | 4.60 |
| 1983 | 3.50 | 3.93 | 3.82 | 7.53 |
| 1984 | 3.60 | 3.50 | 3.93 | 8.68 |
| 1985 | 3.66 | 3.60 | 3.50 | 9.50 |
| 1986 | 3.71 | 3.66 | 3.60 | 4.53 |
| 1987 | 3.82 | 3.71 | 3.66 | 2.69 |
| 1988 | 3.82 | 3.82 | 3.71 | 4.62 |
| 1989 | 3.93 | 3.82 | 3.82 | 7.21 |
| 1990 | 3.93 | 3.93 | 3.82 | 7.58 |
| 1991 | 4.04 | 3.93 | 3.93 | 7.43 |
| 1992 | 4.14 | 4.04 | 3.93 | 15.54 |
| 1993 | 4.30 | 4.14 | 4.04 | 9.58 |
| 1994 | 4.41 | 4.30 | 4.14 | 8.73 |
| 1995 | 4.47 | 4.41 | 4.30 | 8.37 |
| 1996 | 4.30 | 4.47 | 4.41 | 9.63 |
| 1997 | 4.36 | 4.30 | 4.47 | 7.56 |
| 1998 | 4.47 | 4.36 | 4.30 | 9.65 |
| 1999 | 4.57 | 4.47 | 4.36 | 11.54 |
| 2000 | 4.63 | 4.57 | 4.47 | 10.90 |
| 2001 | 4.79 | 4.63 | 4.57 | 8.83 |
| 2002 | 4.95 | 4.79 | 4.63 | 11.19 |
| 2003 | 5.06 | 4.95 | 4.79 | 11.46 |
| 2004 | 5.11 | 5.06 | 4.95 | 9.95 |
| 2005 | 5.22 | 5.11 | 5.06 | 8.34 |
| 2006 | 5.06 | 5.22 | 5.11 | 7.58 |
| 2007 | 5.16 | 5.06 | 5.22 | 8.73 |
| 2008 | 5.38 | 5.16 | 5.06 | 7.91 |
| 2009 | 6.00 | 5.38 | 5.16 | 8.20 |
| 2010 | 6.30 | 6.00 | 5.38 | 6.77 |
| 2011 | 6.40 | 6.30 | 6.00 | 7.86 |
| 2012 | 6.46 | 6.40 | 6.30 | 5.68 |
| 2013 | 6.80 | 6.46 | 6.40 | 5.24 |
| 2014 | 7.00 | 6.80 | 6.46 | 6.78 |

Fuente: con base en datos de SIACON, SNIIM e INEGI.

Anexo 7. Variables del consumo de trigo.

| Año | Consumo per cápita anual en kilos | | | Precio real por kilo de trigo en el período t-1 en moneda nacional |
|------|-----------------------------------|-----------|-----------|--|
| | Trigo t | Trigo t-1 | Trigo t-2 | |
| 1980 | 43.60 | 43.25 | 43.43 | 1.76 |
| 1981 | 42.90 | 43.60 | 43.25 | 1.84 |
| 1982 | 42.60 | 42.90 | 43.60 | 1.91 |
| 1983 | 42.30 | 42.60 | 42.90 | 1.47 |
| 1984 | 43.70 | 42.30 | 42.60 | 1.83 |
| 1985 | 44.40 | 43.70 | 42.30 | 2.21 |
| 1986 | 45.10 | 44.40 | 43.70 | 2.13 |
| 1987 | 44.60 | 45.10 | 44.40 | 1.81 |
| 1988 | 43.80 | 44.60 | 45.10 | 1.66 |
| 1989 | 45.60 | 43.80 | 44.60 | 2.98 |
| 1990 | 47.70 | 45.60 | 43.80 | 3.20 |
| 1991 | 51.70 | 47.70 | 45.60 | 3.37 |
| 1992 | 51.60 | 51.70 | 47.70 | 3.36 |
| 1993 | 54.60 | 51.60 | 51.70 | 3.21 |
| 1994 | 54.50 | 54.60 | 51.60 | 3.01 |
| 1995 | 48.50 | 54.50 | 54.60 | 2.81 |
| 1996 | 48.90 | 48.50 | 54.50 | 2.84 |
| 1997 | 50.90 | 48.90 | 48.50 | 4.53 |
| 1998 | 53.50 | 50.90 | 48.90 | 2.98 |
| 1999 | 52.50 | 53.50 | 50.90 | 2.68 |
| 2000 | 53.80 | 52.50 | 53.50 | 2.43 |
| 2001 | 55.50 | 53.80 | 52.50 | 2.43 |
| 2002 | 55.60 | 55.50 | 53.80 | 1.95 |
| 2003 | 55.90 | 55.60 | 55.50 | 1.85 |
| 2004 | 56.20 | 55.90 | 55.60 | 2.08 |
| 2005 | 56.50 | 56.20 | 55.90 | 2.35 |
| 2006 | 56.80 | 56.50 | 56.20 | 2.23 |
| 2007 | 57.50 | 56.80 | 56.50 | 2.22 |
| 2008 | 57.90 | 57.50 | 56.80 | 2.66 |
| 2009 | 58.90 | 57.90 | 57.50 | 4.46 |
| 2010 | 59.30 | 58.90 | 57.90 | 3.39 |
| 2011 | 59.70 | 59.30 | 58.90 | 3.06 |
| 2012 | 60.30 | 59.70 | 59.30 | 3.95 |
| 2013 | 60.90 | 60.30 | 59.70 | 3.85 |
| 2014 | 61.50 | 60.90 | 60.30 | 4.97 |

Fuente: con base en datos de SIACON, SNIIM e INEGI.

Anexo 8. Variables del ingreso per cápita anual, dummy y tiempo.

| Año | Ingreso t-1 en moneda nacional | Dummy | Tiempo |
|------|--------------------------------|-------|--------|
| 1980 | 85,983.35 | 0 | 1 |
| 1981 | 91,706.76 | 0 | 2 |
| 1982 | 97,177.45 | 0 | 3 |
| 1983 | 94,388.29 | 0 | 4 |
| 1984 | 88,947.51 | 0 | 5 |
| 1985 | 89,810.40 | 0 | 6 |
| 1986 | 89,609.22 | 0 | 7 |
| 1987 | 85,044.90 | 0 | 8 |
| 1988 | 84,710.37 | 0 | 9 |
| 1989 | 84,013.61 | 0 | 10 |
| 1990 | 85,644.98 | 0 | 11 |
| 1991 | 88,204.67 | 0 | 12 |
| 1992 | 90,151.98 | 0 | 13 |
| 1993 | 91,581.72 | 0 | 14 |
| 1994 | 91,633.37 | 0 | 15 |
| 1995 | 94,233.51 | 0 | 16 |
| 1996 | 87,256.50 | 0 | 17 |
| 1997 | 90,822.68 | 0 | 18 |
| 1998 | 95,557.56 | 0 | 19 |
| 1999 | 98,475.93 | 0 | 20 |
| 2000 | 99,574.45 | 0 | 21 |
| 2001 | 103,321.68 | 1 | 22 |
| 2002 | 101,256.26 | 1 | 23 |
| 2003 | 100,023.15 | 1 | 24 |
| 2004 | 100,674.83 | 1 | 25 |
| 2005 | 104,529.61 | 1 | 26 |
| 2006 | 107,367.26 | 1 | 27 |
| 2007 | 111,740.17 | 1 | 28 |
| 2008 | 114,259.54 | 1 | 29 |
| 2009 | 114,890.99 | 1 | 30 |
| 2010 | 108,606.92 | 1 | 31 |
| 2011 | 113,266.51 | 1 | 32 |
| 2012 | 116,958.87 | 1 | 33 |
| 2013 | 120,758.42 | 1 | 34 |
| 2014 | 121,573.84 | 1 | 35 |

Fuente: con base en datos de Banco de México e INEGI.

Anexo 9. Instrucciones para la corrida de SAS.

DATA ECUACIONES; INPUT *introducir nombre de las columnas del anexo 1 al 8;

```
Mt   Mt_1 Bt   Bt_1 Bt_2 PBt_1 At   At_1 At_2 PAt_1 Lt   Lt_1
Lt_2 PLt_1 Ht   Ht_1 Ht_2 PHt_1 Nt   Nt_1 Nt_2 PNt_1 Tt   Tt_1
Tt_2 PTt_1 It_1 TP   D;
```

DATALINES; *introducir los datos del anexo 1 al 8 sin el nombre de las columnas;

PROC PRINT;

DATA ECUACIONES; SET ECUACIONES;

PROC PRINT; PROC MEANS;

PROC SYSLIN 2SLS DATA=ECUACIONES OUTEST=B REDUCED

OUT=ECUACIONES;

ENDOGENOUS Mt Bt_1 At_1 Lt_1 Ht_1 Nt_1 Tt_1;

INSTRUMENTS Bt_2 At_2 Lt_2 Ht_2 Nt_2 Tt_2 PBt_1 PAt_1 PLt_1 PHt_1 PNt_1
PTt_1 It_1 TP D;

MODEL Mt=Bt_1 At_1 Lt_1 Ht_1 Tt_1 D TP;

MODEL Bt_1=Bt_2 PBt_1 At_1 PAt_1 Lt_1 PLt_1 Ht_1 PHt_1 Nt_1 PNt_1 Tt_1 PTt_1
It_1 TP D;

MODEL At_1=At_2 PAt_1 Bt_1 PBt_1 Lt_1 PLt_1 Ht_1 PHt_1 Nt_1 PNt_1 Tt_1 PTt_1
It_1 TP D;

MODEL Lt_1=Lt_2 PLt_1 Bt_1 PBt_1 At_1 PAt_1 Ht_1 PHt_1 Nt_1 PNt_1 Tt_1 PTt_1
It_1 TP D;

MODEL Ht_1=Ht_2 PHt_1 Bt_1 PBt_1 At_1 PAt_1 Lt_1 PLt_1 Nt_1 PNt_1 Tt_1 PTt_1
It_1 TP D;

MODEL Nt_1=Nt_2 PNt_1 Bt_1 PBt_1 At_1 PAt_1 Lt_1 PLt_1 Ht_1 PHt_1 Tt_1 PTt_1
It_1 TP D;

MODEL Tt_1=Tt_2 PTt_1 Bt_1 PBt_1 At_1 PAt_1 Lt_1 PLt_1 Ht_1 PHt_1 Nt_1 PNt_1
It_1 TP D;

```
PROC PRINT DATA=ECUACIONES; VAR Mt Bt_1 At_1 Lt_1 Ht_1 Nt_1 Tt_1;
PROC SIMLIN EST=B;
    ENDOGENOUS Mt Bt_1 At_1 Lt_1 Ht_1 Nt_1 Tt_1;
    EXOGENOUS Bt_2 At_2 Lt_2 Ht_2 Nt_2 Tt_2 PBt_1 PAAt_1 PLt_1 PHt_1 PNT_1
PTt_1 It_1 TP D;
RUN;
```