



---

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE  
HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES  
ÁREA ACADÉMICA DE SOCIOLOGÍA Y DEMOGRAFÍA

**FACTORES DE RIESGO COMO ELEMENTOS  
EXPLICATIVOS DE LA PREVALENCIA DE  
DIABETES TIPO 2 EN LA POBLACIÓN MEXICANA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO EN:  
DOCTOR EN ESTUDIOS DE POBLACIÓN

PRESENTA:

MEP. ERIK GERARDO JIMÉNEZ PROA

Director:

Dr. Juan Bacilio Guerrero Escamilla

Codirector:

Dr. Mario Isidoro Ortiz Ramírez

Pachuca de Soto Hidalgo, México, Marzo 2019



UAEH/ICSHU/DEP/001/2019

Asunto: Impresión de tesis

**MTR. JULIO CÉSAR LEINES MEDÉCIGO**  
**DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR**  
**PRESENTE**


Sirva este medio para saludarlo, al tiempo que nos permitimos comunicarle que una vez leído y analizado el proyecto de investigación titulado **"Factores de riesgo como elementos explicativos de la prevalencia de diabetes tipo 2 en la población mexicana"**, que presenta el **Mtro. Erik Gerardo Jiménez Proa**, matriculado en el programa de posgrado Doctorado en Estudios de Población 1ª generación (2015-2018), con número de cuenta **106533**; consideramos que reúne las características e incluye los elementos necesarios de un trabajo de tesis de doctorado. Por lo que, en nuestra calidad de sinodales designados como jurado para el examen de grado, nos permitimos manifestar nuestra aprobación a dicho trabajo.

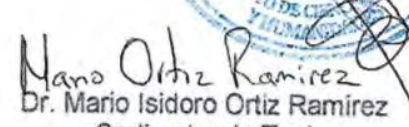
Por lo anterior, hacemos de su conocimiento que al alumno mencionado, le otorgamos nuestra autorización para imprimir y empastar el trabajo de tesis, así como continuar con los trámites correspondientes para sustentar el examen de grado.


**ATENTAMENTE**  
**"Amor, Orden y Progreso"**  
Pachuca de Soto, Hgo., a 01 de febrero de 2019


  
Dr. Alberto Severino Jaén Olivas  
Director



  
Dr. Juan Bacilio Guerrero Escamilla  
Director de Tesis

  
Dr. Mario Isidoro Ortiz Ramírez  
Codirector de Tesis

  
Dr. Daniel Lozano Keymolen  
Lector de Tesis

  
Dr. Tomás Serrano Avilés  
Lector de Tesis

Carretera Pachuca-Actopan, Km. 4 s/n,  
Colonia San Cayetano, Pachuca de Soto,  
Hidalgo México, C.P. 42084  
Teléfono: 02 (771) 71 720 00 ext. 4201 - 4205  
ics hu@uaeh.edu.mx



## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por haberme otorgado la beca durante el período de 2015-2018 para la realización de mis estudios de doctorado.

Quiero agradecer a la Universidad Autónoma de Estado de Hidalgo, por formar parte de la cohorte generacional 2015-2018 del programa de Doctorado en Estudios de Población.

Agradezco a mi director el Dr. Juan Bacilio Guerrero Escamilla, por asesorarme a lo largo de este trabajo y compartir su conocimiento conmigo, así como a los integrantes de mi comité tutorial por sus importantes aportaciones.

Esta tesis está dedicada a mi familia, especialmente a mis padres a quienes amo mucho Cecilia y Gerardo. Papá, aunque no estés físicamente conmigo, sé que me ves y estás orgulloso de mí, te llevo en mi corazón.

<b>ÍNDICE</b>	<b>PÁG.</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>5</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>5</b>
<b>INTRODUCCIÓN GENERAL</b> .....	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO I. PROBLEMÁTICA DE LA PREVALENCIA DE DIABETES MELLITUS TIPO 2 EN LA POBLACIÓN MEXICANA</b> .....	<b>9</b>
1.1 Introducción .....	10
1.2 La diabetes mellitus.....	11
1.3 La diabetes, un problema de salud mundial .....	11
1.4 La diabetes, un problema de salud en México.....	14
1.4.1 Cambios en la estructura por edad .....	23
1.4.2 Factores de riesgo en la diabetes mellitus .....	25
1.5 Cambio de patrón alimenticio en un contexto económico-político .....	27
1.5.1 La diabetes en su contexto social.....	33
1.6 Elementos de investigación.....	35
1.7 Justificación de la investigación .....	36
1.8 Consecuencias de la investigación .....	37
Conclusión .....	38
<b>CAPÍTULO II. ESTADO DEL ARTE</b> .....	<b>39</b>
2.1 Introducción .....	40
2.2 La diabetes mellitus desde la demografía y los estudios de población .....	40
2.2.1 La diabetes mellitus en el contexto médico.....	42
2.3 Fuentes de datos para el análisis de la salud y la diabetes mellitus en México .....	48
2.4 Métodos de proyección y modelos para el estudio de la población .....	50
Conclusión .....	51
<b>CAPÍTULO III. MARCO CONCEPTUAL</b> .....	<b>52</b>
3.1 Introducción .....	53
3.2 Prevalencia de diabetes mellitus.....	54
3.2.1 Definición y clasificación .....	54
3.2.2 Pruebas y diagnóstico .....	56
3.2.3 Comorbilidad .....	56
3.2.4 Consecuencias y costos.....	57

3.2.5 Adversidad en enfermedades crónicas no trasmisibles.....	59
3.2.6 Tendencia de la diabetes mellitus en México .....	59
3.2.7 Panorama en factores de riesgo en diabetes mellitus tipo 2.....	61
3.3 Mecanismos en el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2.....	67
3.3.1 Sexo .....	70
3.3.2 Edad.....	71
3.3.3 Zona de residencia .....	72
3.3.4 Antecedente de los padres y genética .....	72
3.3.5 Tabaco y alcohol.....	75
3.3.6 Inactividad física .....	76
3.3.7 Obesidad .....	78
3.3.8 Alimentación o patrón de consumo.....	79
Conclusión .....	82
<b>CAPÍTULO IV. MODELAMIENTO DE LA DIABETES MELLITUS TIPO 2 EN FUNCIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO .....</b>	<b>83</b>
4.1 Introducción .....	84
4.2 Delimitación del problema .....	84
4.3 Formulación matemática .....	85
4.4 Estimación de modelo .....	86
4.4.1 Procesos Gaussianos .....	88
4.4.2 Propiedades de la regresión gaussiana .....	89
4.4.3 Construcción de la base de datos, factores de riesgo en la DM2 .....	91
4.5. Análisis descriptivo de las variables .....	94
4.5.1 Selección del modelo .....	99
4.5.2 Grado de significación de los parámetros.....	106
4.6 Viabilidad del modelo.....	107
4.7 Análisis de resultados.....	109
4.7.1 Escenarios.....	121
Conclusiones .....	124
<b>CONCLUSIONES FINALES .....</b>	<b>125</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>129</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>144</b>

ANEXO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	145
ANEXO 2. CÓDIGO EN R, MODELO GAUSSIANO ORDINAL.....	146

<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>		<b>PÁG.</b>
Figura 1.	Tasas de personas con diabetes en el mundo y por región entre 2015 y 2040 (20-70 años)	12
Figura 2.	Tasas de personas con diabetes en el mundo, por sexo 2015 y 2040	13
Figura 3.	Prevalencia de casos mundiales por diabetes mellitus tipo 2 y otros tipos 2015	14
Figura 4.	Los 10 primeros países según la tasa de adultos con diabetes 2015	14
Figura 5.	Tasas de mortalidad por diabetes en población total y por sexo. México 1998-2015	17
Figura 6.	Distribución porcentual del total de muertes por diabetes tipo 2, según grupo de edad, México 2015	17
Figura 7.	Tendencia de la prevalencia de diabetes en México (1994-2016)	22
Figura 8.	Pirámides de edad en México 1950-2015	24
Figura 9.	Marco conceptual para el estudio de la DM2	53
Figura 10.	Porcentaje de diagnosticados por DM2 según prevalencia de consumo de alcohol	62
Figura 11.	Porcentaje de diagnosticados por DM2 según la prevalencia de consumo de tabaco	62
Figura 12.	Porcentaje de actividad que requiere de un esfuerzo vigoroso <sup>*AEV</sup> en diagnosticados por	63
Figura 13.	Porcentaje de diagnosticados por DM2, que en los últimos 7 días caminaron por lo menos 10 minutos	63
Figura 14.	Porcentaje de consumo de alimentos recomendables de los diagnosticados por DM2	65
Figura 15.	Porcentaje de consumo de alimentos no recomendables de los diagnosticados por DM2	65
Figura 16.	Diagnosticados por DM2, según la categoría de IMC*	67
Figura 17.	Diagnosticados y no diagnosticados por autoreporte de DM2	94
Figura 18.	Diagnosticados y no diagnosticados por DM2 según su sexo	95
Figura 19.	Diagnosticados y no diagnosticados por DM2, según su rango de edad	95
Figura 20.	Diagnosticados y no diagnosticados por DM2 según zona de residencia	96
Figura 21.	Diagnosticados y no diagnosticados por DM2, según el antecedente de los padres por DM2	96
Figura 22.	Diagnosticados y no diagnosticados por DM2, según consumo actual de tabaco	97

Figura 23.	Diagnosticados y no diagnosticados por DM2, según consumo actual de alcohol	97
Figura 24.	Diagnosticados y no diagnosticados por DM2, según su actividad física	98
Figura 25.	Diagnosticados y no diagnosticados por DM2, según su Índice de Masa Corporal (IMC)	98
Figura 26.	Diagnosticados y no diagnosticados por DM2, según su tipo de alimentación	99
Figura 27.	Intervalos de confianza de los parámetros estimados con un nivel de confianza del 0.95	107
Figura 28.	Hipótesis Vif (modelo8)	108

## ÍNDICE DE TABLAS

## PÁG.

Tabla 1.	Años de vida perdidos por diabetes según grupos de edad y sexo. México, 2005-2015	18
Tabla 2.	Tasas de variación porcentual de los AVP por grupos de edad y sexo (2005-2015)	19
Tabla 3.	Las 10 principales causas de mortalidad ambos sexos en México 2000, 2010 y 2015	21
Tabla 4.	Principales complicaciones por diabetes	26
Tabla 5.	Sobrepeso y Obesidad en México rural y urbano ENSANUT 2012	31
Tabla 6.	Fuentes de información de salud en México	49
Tabla 7.	Grupo de alimentos recomendables y no recomendables	66
Tabla 8.	Modelamiento logit nominal-ordinal	100
Tabla 9.	Modelamiento probit nominal-ordinal	101
Tabla 10.	Modelamiento gaussiano nominal-ordinal	102
Tabla 11.	AIC de los modelos nominal-ordinal Logit, Probit y Gaussiano	104
Tabla 12.	Modelo Gaussiano ordinal	104
Tabla 13.	Modelo Gaussiano ordinal sin X5 y X8	105
Tabla 14.	Intervalos de confianza de los parámetros del modelo con un nivel de confianza de 0.95	106
Tabla 15.	Tasa de riesgo por lugar de residencia	113
Tabla 16.	Tasa de riesgo por antecedente de los padres de DM2	115
Tabla 17.	Tasa de riesgo por consumo de alcohol	117
Tabla 18.	Tasa de riesgo por actividad física	119
Tabla 19.	Tasa de riesgo por tipo de alimentación	120

## RESUMEN

El objetivo de esta tesis es estimar la prevalencia de DM2, a partir de los factores de riesgo que inciden en la salud de la población mexicana. Tomando como referencia los datos de diagnóstico médico de diabetes (auto-reporte) de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) del año 2012. Mediante modelos de regresión gaussiano ordinal, se estima que la población mexicana tiene una susceptibilidad hereditaria a desarrollar DM2, sin embargo, la probabilidad aumenta en función de factores de riesgo; zona de residencia, antecedentes de los padres con DM2, consumo de tabaco, consumo de alcohol, inactividad física, índice de masa corporal IMC, y el tipo de alimentación, los cuales, a pesar de intervenir positivamente en la aparición de DM2, pueden ser modificados para obtener el efecto inversamente proporcional. No obstante, el contexto social, económico y político son componentes importantes para la población.

**Palabras clave:** Diabetes Mellitus tipo 2, factores de riesgo, modelo gaussiano.

## SUMMARY

*The objective of this thesis is to estimate the prevalence of DM2, based on the risk factors that affect the health of the Mexican population. Taking as reference the medical diagnosis data of diabetes (self-report) of the National Health and Nutrition Survey (ENSANUT) of the year 2012. By means of ordinal Gaussian regression models, it is estimated that the Mexican population has a hereditary susceptibility to developing DM2, however, the probability increases according to risk factors; area of residence, background of parents with DM2, tobacco consumption, alcohol consumption, physical inactivity, body mass index BMI, and type of feeding, which, despite positively intervening in the onset of DM2, may be modified to obtain the inversely proportional effect. However, the social, economic and political context are important components for the population.*

**Key words:** *Diabetes Mellitus type 2, risk factors, Gaussian model.*



## **INTRODUCCIÓN GENERAL**

En 1930, la esperanza de vida en México era de 34 años, en 2017, se puede vivir en promedio hasta los 75.3 años, es decir más del doble (Castellanos, 2018). El declive de la mortalidad en la población mexicana se caracteriza por la reducción y control de enfermedades infecciosas, transmisibles y parasitarias, y de las asociadas con el parto, así como al desarrollo de instituciones y políticas de salud (Cárdenas, 2001; Kumate, 2002). Por lo consiguiente del descenso de la mortalidad por las causas anteriores, la esperanza de vida al nacimiento en México se incrementa. En el siglo pasado, aumentó la esperanza de vida en todo el mundo. En las primeras décadas del siglo XX, la población mexicana fallecía de neumonía, influenza, diarrea, enteritis, fiebre, viruela. Hoy en día la población muere más por enfermedades crónico no trasmisibles (ECNT), como enfermedades cardiovasculares, cánceres, hipertensión, y diabetes (Pan American Health Organization, 2007). Los patrones de enfermedad y las causas de mortalidad han cambiado, ha esto se le conoce como transición epidemiológica; este cambio de patrón de enfermedades ha pasado de una mortalidad infantil alta y epidemias infecciosas a una prevalencia en las ECNT; sin embargo las implicaciones en el diseño de políticas de salud pública han influido de manera positiva en controlar las enfermedades contagiosas-parasitarias (Pan American Health Organization, 2007). En México se ha presentado el incremento de la prevalencia de obesidad, principal factor de riesgo modificable para ECNT, en todos los grupos etarios, tanto en mujeres como en hombres (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 2012b). La transición epidemiológica por la que se está atravesando, es el efecto de varios factores relacionados entre sí, que conllevan cambios en la población. Los cambios demográficos se presentan en la baja de mortalidad infantil y esto conlleva a una baja en las tasas de fecundidad. En efecto, la esperanza de vida se incrementará donde un mayor porcentaje de la población llegará a la edad adulta y desarrollará enfermedades que caracterizan a la edad adulta. En las modificaciones de los factores de riesgo intervienen los microorganismos patógenos, el antecedente familiar (pueden mostrar características de ciertas enfermedades de una familia), los factores ambientales (frecuentemente causados por la actividad humana que pueden causar enfermedades por el estilo de vida y el tipo de dieta). Sin embargo, la práctica de la medicina moderna con la aportación de vacunas es un beneficio para la salud pública (Salomon & Murray, 2002).

En países occidentales se ha expuesto que la diabetes tipo 2 (DM2) reduce la esperanza de vida en aproximadamente 10 años (González, 2017). La esperanza de vida de una persona con DM2 probablemente se reducirá, como resultado de la afección; pero existe evidencia que si el estilo de vida es saludable, que conlleve una dieta saludable, pérdida de peso moderada, actividad física frecuente se pueden mantener niveles saludables de glucosa en la sangre y se reduciría el riesgo de complicaciones por la DM2 (Norris, Zhang, & Anvenell, 2005). A diferencia, en países como México, el aumento de factores de riesgo para la obesidad y ECNT (Medina, Janssen, Campos, & Barquera, 2013), y la prevalencia ascendente de DM2 (Hernández-Ávila, Gutiérrez, & Reynoso-Noverón, 2013). Así como los aumentos de prevalencia de DM2 en cohortes más jóvenes, puede ser un factor significativo que podría aumentar la mortalidad asociada con la DM2 (Aceves, Llauradó, Tarro, Sólà, & Giralt, 2016), reduciendo la esperanza de vida. La DM2 es una enfermedad poligénica<sup>1</sup> y multifactorial, porque la presencia de la enfermedad se explica por la contribución de diversos genes y por su interacción con diversos factores ambientales y estilos de vida. Los factores de riesgo para la diabetes incluyen a la obesidad (depósitos de grasa visceral), inactividad física, consumo de alcohol y/o la privación de una función fisiológica; los cuales se pueden modificar (Rodríguez, 2003). La prevalencia de la DM se ha incrementado en las últimas décadas en México, pues de 1993 se presentaba en 4.3 (Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas, 1993) y en 2016 se mostró en un 9.4 (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición MC, 2016a). Diversos autores desde un contexto biológico, médico y social, explican que la salud se ve perjudicada por múltiples condiciones, en las que sobre salen las económicas, políticas y ambientales.

El objetivo de esta tesis es predecir la prevalencia de la DM2 a partir de los factores de riesgo que se presentan en la población mexicana. Mediante la construcción de un modelo probabilístico utilizando como base el software R-Studio. Para conseguir este objetivo de la tesis se realizaron tres procesos importantes:

- Analizar mediante literatura los factores de riesgo que influyen en la prevalencia de la diabetes mellitus tipo 2 (DM2). Se realiza una revisión de literatura demográfica y médica. Para conocer como han abordado la DM en el campo científico.

---

<sup>1</sup> Poligénica: Relativo al rasgo fenotípico (o enfermedad) causado por la acción conjunta de varios genes.

- Estudiar los factores de riesgo en relación a la prevalencia de DM2. Con base a la literatura, ya conociendo y detectando los factores de riesgo la edad, el sexo, zona de residencia, el antecedente de los padres con DM2, consumo de tabaco, consumo de alcohol, actividad física, índice de masa corporal, tipo de alimentación, que describen los autores. Es importante saber en qué medida estos factores de riesgo van a detonar o desarrollar la DM2 en las personas o en su defecto que tanto van a afectar a los diagnosticados con DM2. Los datos son de diagnóstico médico de DM2 (auto-reporte), y los posee la ENSANUT 2012.
- Conocer los factores de riesgo en los que se debe actuar para minimizar la prevalencia de DM2. Ya definidos los factores de riesgo, ahora mediante un modelo probabilístico se predecirá que variables intervienen con mayor peso para desarrollar DM2.

El contenido de los capítulos de la tesis se resume en los siguientes puntos:

En el primer capítulo se expone la problemática de la investigación. Explicando la importancia que presenta la DM2 en México como en el mundo. Es la segunda causa de muerte en nuestro país, onceavo lugar como morbilidad. La literatura menciona que la población en edades de 50 años y más tienen mayor riesgo de desarrollar DM2. Sin embargo, en edades más jóvenes se están padeciendo DM2, pues los factores de riesgo en la vida diaria aumentan la probabilidad de que una persona desarrolle DM2; no obstante, el contexto político, económico y social juega un papel importante en padecer la enfermedad.

En el segundo capítulo se expone el estado del arte de esta investigación, consiste en citar trabajos que aborden la diabetes y sus factores de riesgo desde una perspectiva biológica, social, médica y demográfica.

En el tercer capítulo se presenta el marco conceptual de la investigación. Se revisa parte de la literatura que relaciona los cambios en los patrones de consumo alimentario, inactividad física, consumo de tabaco, consumo de alcohol, y antecedente de padres como factores asociados al desarrollo de la DM2 en la población mexicana. Estos factores se relacionan con la DM2 pues afectan a jóvenes y adultos.

En el cuarto capítulo se presenta la metodología, definición de variables y el modelo probabilístico que será el más adecuado para explicar la prevalencia de la DM2.

**CAPÍTULO I.  
PROBLEMÁTICA DE LA PREVALENCIA  
DE DIABETES MELLITUS TIPO 2 EN LA  
POBLACIÓN MEXICANA**

## **1.1 Introducción**

México pasa por una etapa de la transición epidemiológica caracterizada por el incremento de las enfermedades crónico no transmisibles (ECNT) como causas de morbilidad y mortalidad en adultos, principalmente (Soto-Estrada, Moreno-Altamirano, & Pahua-Díaz, 2016). La diabetes tipo 2 (DM2) es la segunda causa de muerte en nuestro país, y ocupa el onceavo lugar en los anuarios de morbilidad. Es un padecimiento que está impactando a la población, el costo anual de la atención aumentará, así como el costo por persona. Pues la DM2 es una enfermedad causada por una combinación de factores genéticos y ambientales. Los factores de riesgo no modificables son la edad, raza/etnia, antecedente de los padres con DM2. Los factores de riesgo modificables son la obesidad, la inactividad física, el consumo de tabaco, consumo de alcohol, y tipo de alimentación (Organización Mundial de la Salud, 2018). Sin embargo, hay elementos que han originado el incremento de DM2 en edades adultas, las bajas en las tasas de morbilidad y de fecundidad trajo consigo el alargamiento de la esperanza de vida, es por ello que a principios de siglo XX no figuraba la DM2 como causa de muerte, ni como morbilidad. Los factores de riesgo han influido en las personas en el desarrollo de DM2. No obstante, hay condicionantes como la cuestión médica, social, económica y política que también repercuten. Por tal motivo, la morbilidad de DM2 se convierte en un fenómeno que es necesario estudiarlo. Este primer capítulo se integra por tres secciones.

En un primer momento, se hace una descripción de la morbilidad y mortalidad de DM2 en México, a partir de tres elementos:

- 1.- Prevalencia por diabetes
- 2.- Transiciones y antecedentes por diabetes
- 3.- Aumento de la prevalencia por diabetes

En un segundo momento, se aborda la diabetes desde un contexto económico, político y social.

Por último, un tercer momento se exponen:

- 1.- Objetivos, preguntas de investigación e hipótesis.
- 2.- Justificación
- 3.- Alcances y límites de la investigación
- 4.- Metodología de la investigación

## **1.2 La diabetes mellitus**

La diabetes es una enfermedad crónica que resulta cuando el páncreas no produce suficiente insulina (hormona que regula la glucemia) o cuando el organismo no puede usar eficazmente la insulina que produce (American Diabetes Association, 2017b). Hay tres tipos de diabetes. La diabetes tipo 1 (DM1) se caracteriza por la producción deficiente de insulina en el organismo; la diabetes tipo 2 (DM2) el organismo no usa la insulina eficazmente; y la diabetes gestacional (DM3) es un trastorno transitorio que se produce durante el embarazo y conlleva el riesgo de padecer diabetes en un momento determinado (American Diabetes Association, 2017b). La DM2 va estar determinada por la interacción de factores no modificables (genéticos) y ambientales (modificables). El riesgo se eleva cuando factores étnicos, antecedente de padres con DM2 se combinan con la edad avanzada, sobrepeso, obesidad, alimentación inadecuada, inactividad física y consumo de tabaco y alcohol, son factores de riesgo que se asocian con el desarrollo de DM2 (Informe Mundial sobre la Diabetes, 2016). Con base en lo anterior, el objeto de investigación de esta tesis es la DM2, explicada por los factores de riesgo detonan su desarrollo.

## **1.3 La diabetes, un problema de salud mundial**

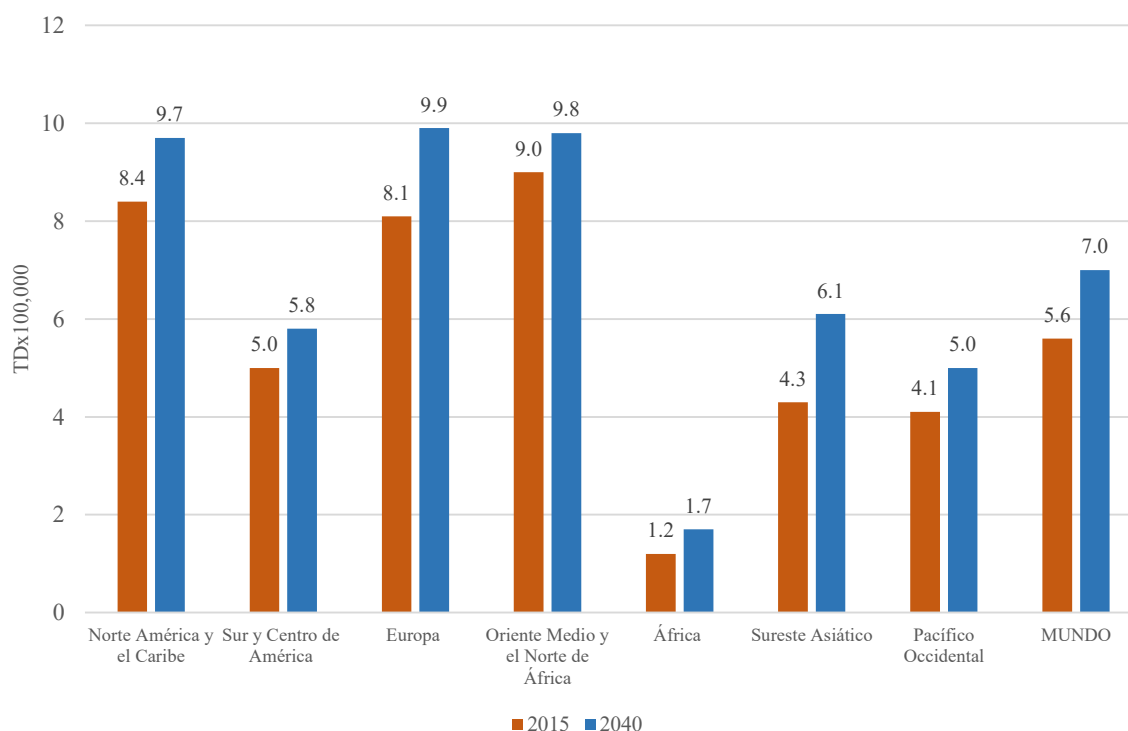
La DM2 es una de las mayores emergencias mundiales de salud del siglo XXI, cada año más y más personas viven con esta condición, que puede desencadenar complicaciones a lo largo de la vida (International Diabetes Federation, 2015). En el mundo se registraron 415 millones de personas con DM, y una proyección para el 2040 estima 642 millones de personas con DM (International Diabetes Federation, 2015). En la figura 1, se observa que las tasas de personas con DM aumentarán en todas las regiones del mundo; sin embargo, las regiones que presentan la tasa más alta en orden descendente es Europa, Medio Oriente y Norte de África; y América del Norte y el Caribe, están por encima de la tasa mundial.

La DM y sus complicaciones son las principales causas de muerte en la mayoría de los países (International Diabetes Federation, 2015). La DM2 es el tipo más común, y ha aumentado junto a los cambios culturales y sociales. En los países de renta alta hasta un 91% de adultos con la enfermedad tienen DM2; la IDF estima que 193 millones de personas con DM2 no están diagnosticadas y tienen, por tanto, un mayor riesgo de desarrollar complicaciones.

Asimismo, uno de cada 15 adultos tiene tolerancia a la glucosa alterada; esta condición se asocia a un mayor riesgo de desarrollar más tarde en la vida DM2 (International Diabetes Federation, 2015). Para el 2040, por cada cien mil hombres 7.7 tendrán DM, y por cada cien mil mujeres 6.4 padecerá DM, la tasa aumentará respecto a la del 2015 (International Diabetes Federation, 2015) (figura 2).

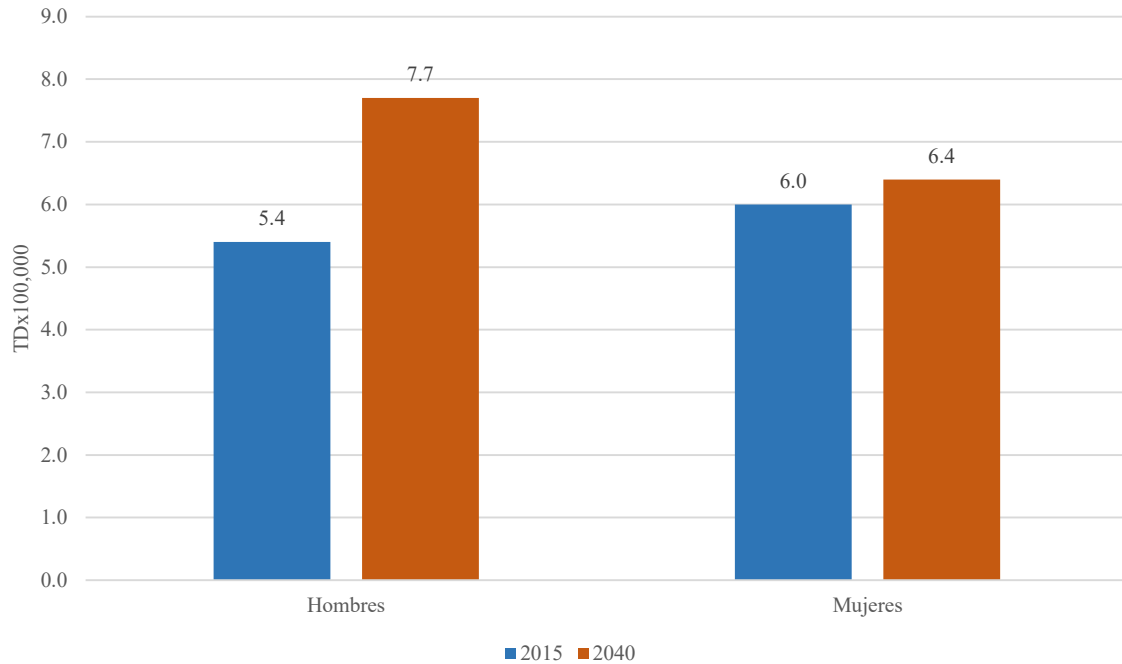
La DM2 es el tipo que más predomina en el mundo, generalmente ocurre en adultos, pero se ve cada vez más en niños y adolescentes. Hay personas con DM2 que aún no han sido diagnosticadas, pues los síntomas suelen ser menos que en la diabetes tipo 1 y pueden tardar años en ser diagnosticados (International Diabetes Federation, 2015).

**Figura 1. Tasas de personas con diabetes en el mundo y por región entre 2015 y 2040 (20-70 años)**



Fuente: Cálculo propio con datos de la Federación Internacional de Diabetes 2015 y población total de Naciones Unidas 2015-2040.

**Figura 2. Tasas de personas con diabetes en el mundo, por sexo 2015 y 2040**



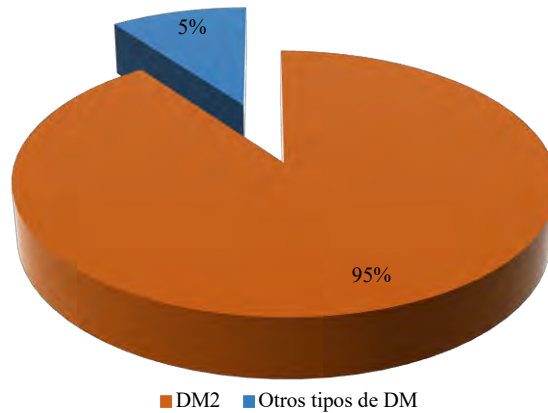
Fuente: Cálculo propio con datos de la Federación Internacional de Diabetes 2015 y población total por sexo de Naciones Unidas 2015-2040.

El 95% de los casos mundiales de diabetes son de DM2 y se deben en gran medida a un peso corporal excesivo y a la inactividad física (International Diabetes Federation, 2015) (figura 3).

En la lista de los 10 países con la tasa más alta de adultos con DM en el mundo, México se posicionó en tercer lugar en el 2015 (según la tasas de adultos con diabetes), teniendo por cada cien mil habitantes 92.1 adultos con DM, el primer lugar lo ocupó Alemania con una tasa de 93.0 y 92.5 para Estados Unidos que se colocó en el segundo lugar con adultos con DM (figura 4).

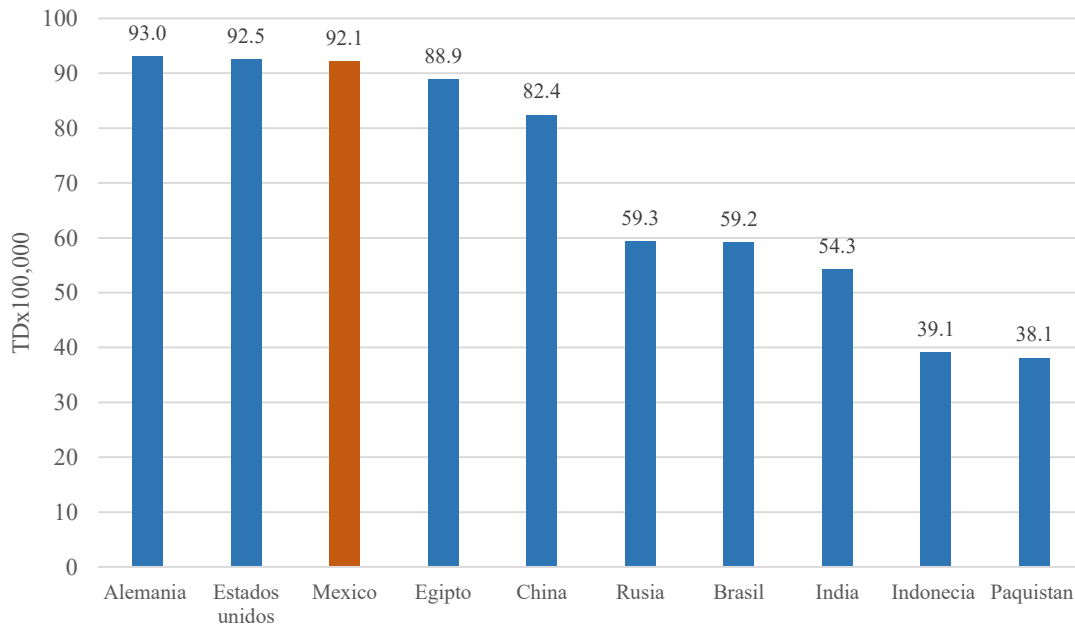


**Figura 3. Prevalencia de casos mundiales por diabetes mellitus tipo 2 y otros tipos 2015**



Fuente: Elaboración propia con datos de la Federación Internacional de Diabetes 2015.

**Figura 4. Los 10 primeros países según la tasa de adultos con diabetes 2015**



Fuente: Elaboración propia con datos de la Federación Internacional de Diabetes 2015.

La DM2 es una enfermedad no transmisible que se puede prevenir y controlar a nivel mundial, pues se reduciría la prevalencia y la mortalidad por este padecimiento.

#### **1.4 La diabetes, un problema de salud en México**

Es importante estudiar la DM2, porque se perfila como uno de los grandes retos para la salud pública, tanto en países desarrollados como en países de ingresos medios y bajos (Barquera

S. , 2003). La población mexicana ha sido influida por diversos factores a través del tiempo, las transiciones que está atravesando nuestro país han condicionado el escenario de morbilidad y mortalidad.

A continuación, se exponen las transiciones que explican la dinámica demográfica y epidemiológica. La transición demográfica explica el incremento de la población, que gradualmente aumentará la proporción de adultos mayores con respecto a la población productiva; la población de adultos mayores se verá cuadruplicada para el año 2050, lo que genera un escenario presente y futuro de ECNT que se presentan en edades medias y en mayor magnitud en edad adulta (Kuri-Morales & Chávez-Cortés, 2012).

Así mismo, la transición de riesgos, presenta un aumento demográfico, está generando un cambio en la exposición a riesgos asociados a la salud, enmarcándose en los procesos de urbanización e industrialización y reemplazando los riesgos “tradicionales” por “modernos” (Gómez-Arias, 2003), entre los que se encuentra la contaminación atmosférica, el uso de pesticidas, el consumo de tabaco, los accidentes de tráfico, riesgos laborales, sedentarismo y la obesidad (Kjellstro & Rosenstock, 1990). La transición tecnológica, a través del tiempo ha permitido contar con mejores opciones de tratamiento, generando mejores condiciones de vida, por mencionar el caso de la vacunación y el uso de sales de hidratación oral (Kuri-Morales & Chávez-Cortés, 2012). La transición epidemiológica, la última formulación de Omran (1996) abarca un conjunto de transiciones distintas: los patrones cambiantes de la enfermedad y la salud (denominada "transición de salud"), la fecundidad cambiante y la estructura de la edad de la población que conduce al envejecimiento (etiquetó "parcialmente la transición demográfica"), los cambios en los estilos de vida (llamó "la transición del estilo de vida"), los cambios en los patrones de atención de la salud (designó "la transición de la atención de la salud"), y las evoluciones médicas y tecnológicas (la denominó "la transición ecológica") (Omran, The epidemiologic transition in the Americas, 1996). Estas transiciones entran en proceso en la población mexicana, que se empieza a caracterizar por tener una coexistencia de enfermedades crónicas no transmisibles y adquirieron un peso relativo ante las enfermedades infecciosas, e incrementan la mortalidad a causa de la diabetes. La DM2 no sólo es una enfermedad sino un síndrome heterogéneo en el que afectan diversos padecimientos crónicos (afecta la retina, los riñones y el sistema nervioso, entre otros) y se caracteriza por su elevada morbilidad y alto riesgo alto de muerte prematura (Dávila-

Cervantes, Botero, & Gloria, 2011). En el caso de la mortalidad, en México la DM fue la primera causa de muerte en 2007, con un total de 70 512 defunciones, siendo 47.2 % entre hombres y 99.7 % en personas de 20 años o más (Dávila-Cervantes, Botero, & Gloria, 2011). En ese mismo año, seis entidades federativas agruparon 50.7 % de las muertas por esta causa: Estado de México (13.8 %), Distrito Federal, (12.1 %), Veracruz (7.5 %), Jalisco (6.3 %), Puebla (5.6 %) y Guanajuato (5.4 %) (Dávila-Cervantes, Botero, & Gloria, 2011). En México se ha presentado un incremento en la tasa de mortalidad por diabetes<sup>2</sup>.

En la figura 5, se observa que en 1998 la tasa fue de (42.5) y para 2015 se incrementó a (81.4), acreciendo un 38.9%. Lo que respecta a las tasas por sexo el sector femenino supera el promedio nacional y a los hombres (Registros administrativos de INEGI, 2016). La mortalidad por DM2 es más prevalente desarrollarla principalmente en la edad adulta (Soares, et al., 2014).

En la figura 6, se visualiza la distribución porcentual de muertes por DM, un 63% muere a los 65 años y más, un 22% fallece en el grupo de edad de 55 a 64 años; no obstante, las defunciones en edades medias se observan en un 11% del grupo de edad de 45 a 54 años de edad.

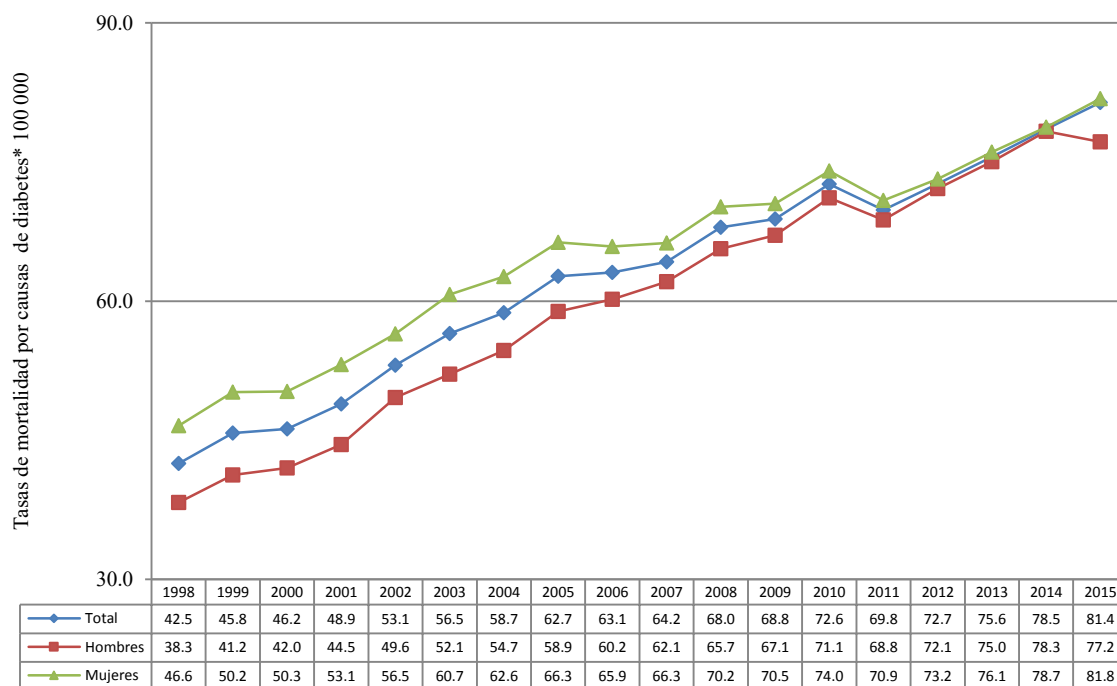
En México el promedio de Años de Vida Perdidos (AVP) por DM, fue positivo para el caso de las mujeres de 2005 a 2015; es decir, son las que pierden más años de vida en promedio. Se puede apreciar en la tabla 1, que los hombres a la edad exacta de cero años en 2005 pierden en promedio 1.64 años por DM y las mujeres 2.30 años por DM, y en 2015 los hombres pierden en promedio 1.99 años por DM y las mujeres 2.44 años por DM.

Resaltan los grupos de edad de 35 a 39 años y 40 a 44 años de edad en hombres en 2005 perdieron en promedio 1.73 años y las mujeres 2.36 años, y en 2015 los hombres perdieron en promedio 2.09 y las mujeres entre 2.48 y 2.47 años por DM.

---

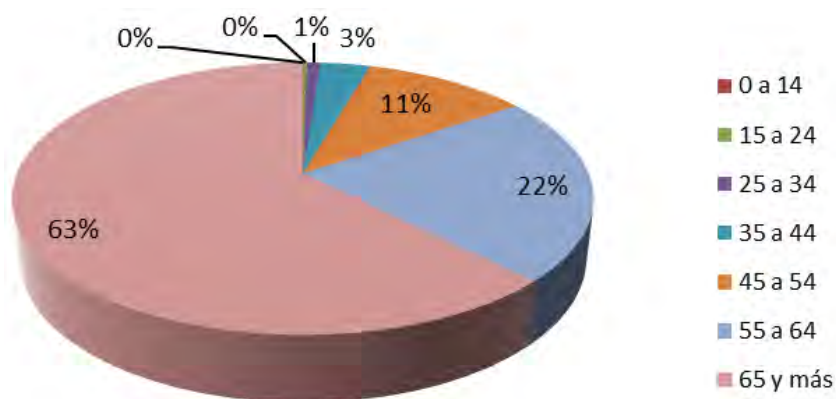
<sup>2</sup> Tasa de mortalidad por diabetes, número de muertes que ocurren por la causa j entre la población total y se expresan por 100,000 habitantes.

**Figura 5. Tasas de mortalidad por diabetes en población total y por sexo. México 1998-2015**



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI, registros administrativos 1998-2015 y población total por sexo.

**Figura 6. Distribución porcentual del total de muertes por diabetes tipo 2, según grupo de edad. México 2015**



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI, Estadísticas Vitales 2015.

En la tabla 2, se observan las tasas de variación porcentual de AVP por DM para la población mexicana, los grupos de edad que resaltan son los mayores de 60 años para ambos sexos, se aprecia que para las mujeres pierden más años de vida en promedio, no obstante, hay un incremento entre hombres.

En el grupo de edad de 80 y más en los hombres varió positivamente 46.6% y en las mujeres 32.2%, es decir las mujeres adquieren en promedio más AVP por DM. A la edad exacta de cero años en los hombres varió positivamente 21.3% y en las mujeres 6.1 %, entonces los hombres pierden menos años de vida en promedio, pero aumento más entre hombres que entre mujeres.

**Tabla 1. Años de vida perdidos por diabetes según grupos de edad y sexo. México, 2005-2015**

Edad	2005		2015	
	AVP		AVP	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
0	1.64	2.30	1.99	2.44
1-4	1.67	2.33	2.02	2.46
5-9	1.68	2.34	2.02	2.47
10-14	1.68	2.34	2.03	2.47
15-19	1.69	2.35	2.03	2.48
20-24	1.70	2.35	2.05	2.48
25-29	1.71	2.35	2.06	2.48
30-34	1.72	2.35	2.07	2.48
35-39	1.73	2.36	2.09	2.48
40-44	1.73	2.36	2.09	2.47
45-49	1.72	2.34	2.07	2.46
50-54	1.67	2.30	2.02	2.42
55-59	1.57	2.21	1.91	2.32
60-64	1.41	2.03	1.74	2.17
65-69	1.22	1.79	1.53	1.96
70-74	1.02	1.50	1.30	1.71
75-79	0.81	1.22	1.07	1.47
80-84	0.63	0.96	0.84	1.22
85 y más	0.45	0.75	0.67	0.99

Fuente: Elaboración propia a partir de realización de tablas de vida con defunciones totales y defunciones por diabetes totales, por edad desplegada y por sexo con datos del INEGI, Estadísticas Vitales 2005-2015 y Población de 60 años y más por sexo.

**Tabla 2. Tasas de variación porcentual de los AVP por grupos de edad y sexo (2005-2015)**

Edad	Hombres	Mujeres	Total
0	21.3	6.1	13.2
1-4	20.6	5.6	12.6
5-9	20.5	5.5	12.5
10-14	20.5	5.4	12.4
15-19	20.4	5.5	12.4
20-24	20.4	5.5	12.4
25-29	20.5	5.5	12.5
30-34	20.5	5.4	12.4
35-39	20.7	5.3	12.4
40-44	20.5	5.0	12.2
45-49	20.5	4.9	12.1
50-54	20.8	5.1	12.2
55-59	21.6	5.2	12.6
60-64	23.1	6.5	13.8
65-69	25.4	9.8	16.6
70-74	27.6	13.7	19.7
75-79	32.0	19.7	24.9
80-84	33.4	26.9	29.7
85 y más	46.6	32.2	37.6

Fuente: Elaboración propia a partir de realización de tablas de vida con defunciones totales y defunciones por diabetes totales, por edad desplegada y por sexo con datos del INEGI, Estadísticas Vitales 2005-2015 y Población total y por sexo.

El no haber un previo diagnóstico de DM2, implica complicaciones graves que pudieran afectar los riñones, la vista, el corazón o el sistema nervioso. No obstante, el ser ya diagnosticado por DM2 y no se consume el medicamento recetado generará un deterioro para la salud de los pacientes y una muerte venidera (Cartas-Fuentevilla, Mondragón-Ríos, & Álvarez-Gordillo, 2011). El caso de las mujeres se ve más afectadas por la DM2 pues en la juventud tienen riesgo por la incidencia de los trastornos de la conducta alimentaria y de ánimo; en la edad fértil, por el embarazo; y en la edad madura, por la menopausia (Gebel, 2011). La DM es una enfermedad de alta prioridad en países en desarrollo, dada la magnitud de su impacto sobre la calidad de vida de la población y los elevados gastos para su atención y tratamiento, así como otros costos indirectos debido a la pérdida de productividad por invalidez y mortalidad prematura (Dávila-Cervantes, Botero, & Gloria, 2011).

La mortalidad y la morbilidad por DM2 han adquirido importancia en las últimas décadas. En el caso de la morbilidad, la mayor parte del mundo ha experimentado cambios en los patrones de morbilidad, se pasó por una alta prevalencia de enfermedades transmisibles

contagiosas y parasitarias a un mayor peso relativo a enfermedades no transmisibles como es el caso de la diabetes, SIDA, cáncer e hipertensión (Lozano-Keymolen, 2016).

Las principales causas de mortalidad en México son las ECNT, tales como DM2, y los padecimientos isquémicos del corazón. Es importante mencionar que las ECNT son padecimientos que afectan principalmente a la población adulta y se caracterizan por ser incurables. Acompañan al sujeto el resto de su vida, convirtiéndolo en un enfermo permanente, de manera general se asocian con algún grado de degeneración de tejidos y órganos que usualmente es progresivo, hasta que evoluciona a la insuficiencia terminal del órgano involucrado (Trindade, Dos Santos, Dalva de Barros, & Silvia, 2014).

La mayor parte de las ECNT resultan tener una carga genética favorable para su desarrollo, y un ambiente propicio. En el caso de la carga genética para la DM, asociada con ingesta abundante de azúcares a lo largo de los años, o la carga para ciertos tipos de cáncer, asociada con el consumo crónico de tabaco, las ECNT sólo ocurren cuando existen ambas circunstancias (Gamba, 2015).

Los factores de riesgo más frecuentes asociados a las ECNT son el tabaquismo, el consumo excesivo de alcohol, los malos hábitos dietéticos y la escasa o nula actividad física (Trindade, Dos Santos, Dalva de Barros, & Silvia, 2014). Dentro de las ECNT las más importantes, por su frecuencia, son la diabetes mellitus, hipertensión arterial, la aterosclerosis, las dislipidemias y cáncer de próstata, mama, cervicouterino, pulmón y estómago (Trindade, Dos Santos, Dalva de Barros, & Silvia, 2014).

Así mismo, las ECNT son un problema de salud en nuestro país, pues en aumento de la prevalencia de las enfermedades crónicas intervienen diversos factores como la etnicidad, incremento en la esperanza de vida, exposición crónica a un balance excesivo energético, contaminantes, estrés, falta de acceso a servicios de salud entre otras (Barouki, Gluckman, Grandjean, Hanson, & Heindel, 2012).

Las principales causas de mortalidad en la población mexicana para el año 2000, la DM se posiciona en el tercer lugar, para el año 2010 sube al segundo lugar y para el 2015 se mantiene como segunda causa de muerte en México con 98,521 muertes (Principales causas de mortalidad-INEGI 2000, 2010 y 2015, 2015) (tabla 3).

**Tabla 3. Las 10 principales causas de mortalidad ambos sexos en México 2000, 2010 y 2015**

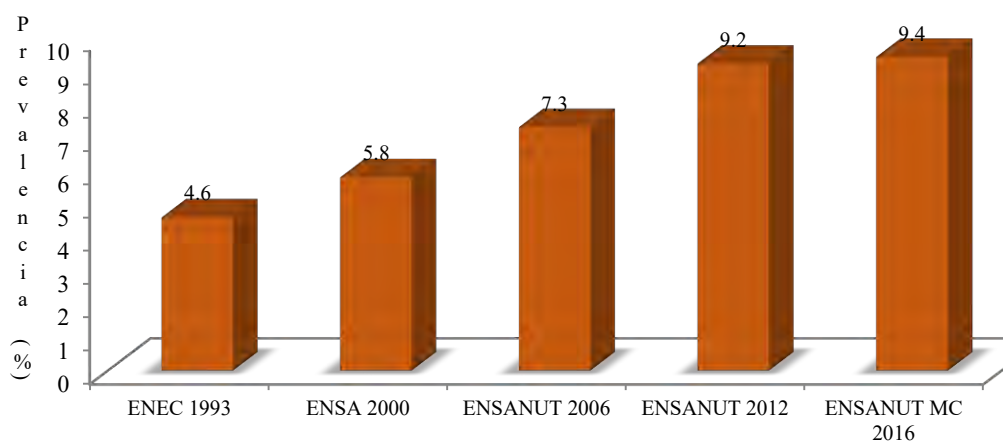
2000		2010		2015	
Enfermedades del corazón b e isquémicas del corazón	112,780	Enfermedades del corazón b e isquémicas del corazón	176,032	Enfermedades del corazón <sup>c</sup>	128,731
Tumores malignos de tráquea, bronquios y de pulmón	70,899	Diabetes mellitus	82,964	Diabetes mellitus	98,521
Diabetes mellitus	46,614	Tumores malignos de tráquea, bronquios y de pulmón	70,240	Tumores malignos de tráquea, bronquios y de pulmón	79,514
Accidentes, y de tráfico de vehículos de motor	45,676	Accidentes, y de tráfico de vehículos de motor	54,669	Accidentes	37,184
Enfermedades del hígado y alcohólica del hígado	41,073	Enfermedades del hígado y alcohólica del hígado	44,456	Enfermedades del hígado	35,718
Enfermedades cerebrovasculares	25,432	Enfermedades cerebrovasculares	32,306	Enfermedades cerebrovasculares	34,106
Ciertas afecciones originadas en el período perinatal <sup>c</sup>	29,246	Agresiones	25,757	Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas	21,057
Influenza y neumonía	12,381	Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas	19,468	Agresiones	20,762
Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas	10,954	Influenza y neumonía	15,620	Influenza y neumonía	18,889
Agresiones	10,737	Ciertas afecciones originadas en el período perinatal <sup>c</sup>	14,377	Insuficiencia renal	13,300
Total	405,792	Total	535,889	Total	487,782
Las diez representan el 92.3 del total		Las diez representan el 90.5 del total		Las diez representan el 92.1 del total	

Fuente: Elaboración propia con datos de (Principales causas de mortalidad-INEGI 2000, 2010 y 2015, 2015).

La DM se ha convertido en un problema de salud pública en México, pues la prevalencia de esta enfermedad ha aumentado de forma alarmante en las últimas décadas (Medina, Tolentino-Mayo, López-Ridaura, & Barquera, 2017). El porcentaje de diagnosticados por DM ha aumentado, en la Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas (ENEC) (1993) se observó un 4.8% de diagnosticados, en la Encuesta Nacional de Salud (ENSA) (2000) subió a 5.8%, en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) (2006) siguió constante su ascenso a 7.3%, en Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) (2012) pasó a 9.2% y un 9.4% en 2016 según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Medio Camino (ENANUT MC) (figura 7). Como se puede observar hay un porcentaje constante de DM2.



**Figura 7. Tendencia de la prevalencia de diabetes en México (1994-2016)**



Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas (ENEC) 1993, Encuesta Nacional de Salud (ENSA) 2000, y Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2006, 2012 y 2016.

En 2016 las principales causas de morbilidad han sido las enfermedades infecciosas. En este sentido los tres primeros lugares como causa de morbilidad los han ocupado las “infecciones respiratorias agudas”, las “infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas” y la “infección de vías urinarias” (Soto-Estrada, Moreno-Altamirano, & Pahua-Díaz, 2016). Sin embargo, en 1984 la DM se posicionó en el octavo lugar de las veinte causas de morbilidad en México; diez años después para 1994 se ubicó en noveno lugar. Para los años 2004 y 2014 se colocó en noveno lugar, y en 2016 se posicionó en onceavo lugar (Anuario de Morbilidad, 2017). Sin embargo, la DM ha tenido un crecimiento constante en gran medida, a un peso corporal excesivo, los hábitos de alimentación inadecuada y a la inactividad física (World Health Organization, 2017).

Se puede decir que las ECNT han adquirido importancia relativa en relación a las enfermedades contagiosas-parasitarias. La DM2 se ha ido conformando como una epidemia y mortal a nivel internacional y nacional pues se han incrementan tanto la enfermedad como las muertes por la DM2. Gracias al incremento de la esperanza de vida en nuestro país, la estructura por edad se ha modificado, puesto que, las personas viven más años y experimentan enfermedades que antes no desarrollaban. La DM2 se desarrolla según la literatura a partir de los 50 años, a mayor edad se detonan las enfermedades. El grupo de edad que reúne mayor número de casos de DM2 son los adultos entre 40 y 59 años (54 millones de personas en el mundo), seguido por el grupo de 60 a 79 años (48 millones de personas) y

el grupo 20 a 39 años (23 millones de personas) (Sierra, et al., 2005). Empero, ha habido cambios en la edad de aparición de la DM2 a partir de la década del año 1990 (Glaser & Jones, 1996; Mahon, et al., 2004). En los últimos años se ha observado un aumento constante en personas menores de 20 años de edad, no obstante la DM2 ha sido considerada un síndrome de personas adultas, pero, hay factores de riesgo que aumentan la prevalencia como ser afroamericano, hispano, nativo americano, antecedentes de DM2 materna, obesidad, inactividad física, hábitos nutricionales no saludables (Licea-Puig, Bustamante-Tejido, & Lemane-Pérez, 2008).

#### **1.4.1 Cambios en la estructura por edad**

La estructura de la población en México ha presentado modificaciones por la baja de la mortalidad y la fecundidad y el incremento de la esperanza de vida (EV). El aumento de la EV ha generado en la población desde hace un par de décadas el peso en enfermedades crónicas degenerativas no transmisibles (ECNT) sobre las enfermedades transmisibles; ya que, las ECNT se desarrollan después de los 50 años de edad. Sin embargo, edades más jóvenes están padeciendo DM2 como resultado de factores de riesgo como la obesidad, la inactividad física, el consumo de tabaco, alcohol y el consumo de alimentos no saludables; los cuales son factores de riesgo modificables (Barquera S. , 2015). En México la transición demográfica se presentó en las primeras décadas del siglo XX pasando de una morbilidad y fecundidad creciente a reducidas tasas de morbilidad y fecundidad, la cual es una transición tardía y rápida a la vez (Zavala de Cosio, 2014).

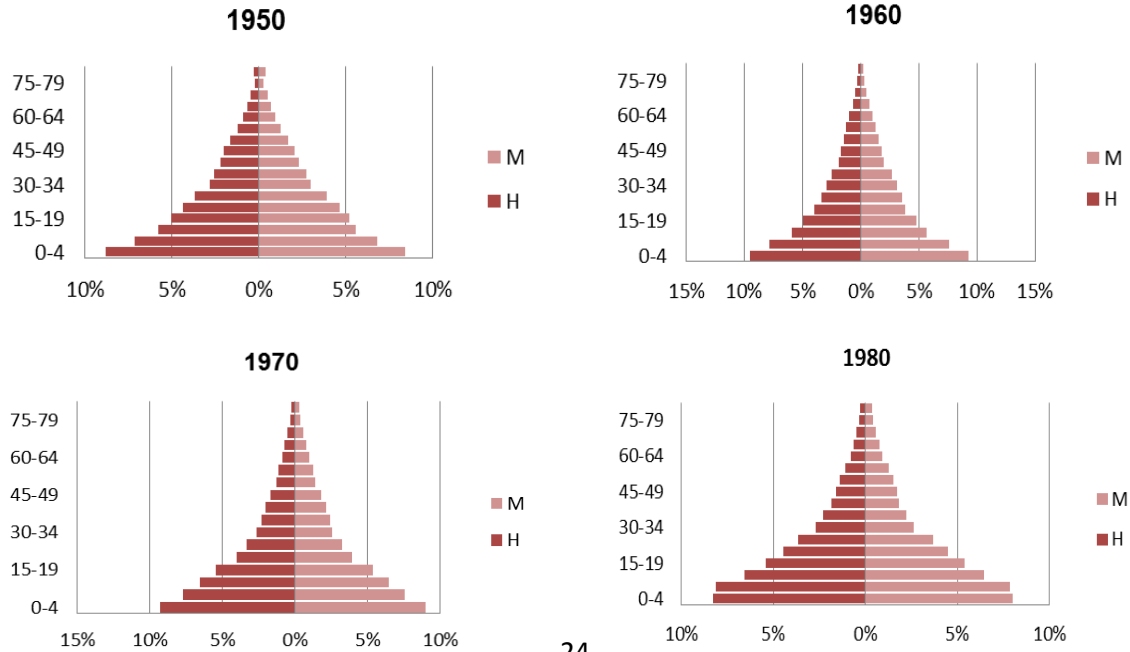
En el caso mexicano en menos de un siglo se bajaron las tasas de mortalidad y fecundidad, en el caso europeo se tardaron dos siglos en bajar sus tasas (Chesnais, 1983). En 1930 la mortalidad infantil alcanzaba 169 defunciones por cada mil nacidos vivos y en el caso de los adultos, éstos morían antes de los 38 años de edad; así mismo la morbilidad general alcanzó su cúspide y comenzó a descender (Cosio de Zavala, 2011). Desfragmentado el equilibrio demográfico tradicional que tenía lugar a partir de un crecimiento natural lento, con alta morbilidad y elevada fecundidad, hacia un crecimiento explosivo con una reducción en la morbilidad y un nivel elevado en la natalidad, se mantuvo y aumentó debido a la necesidad de agrandar el volumen de la población y que creciera el desarrollo económico y social del país (Zavala de Cosio, 2014). En este sentido la población creció 16 millones en 1930, a 34

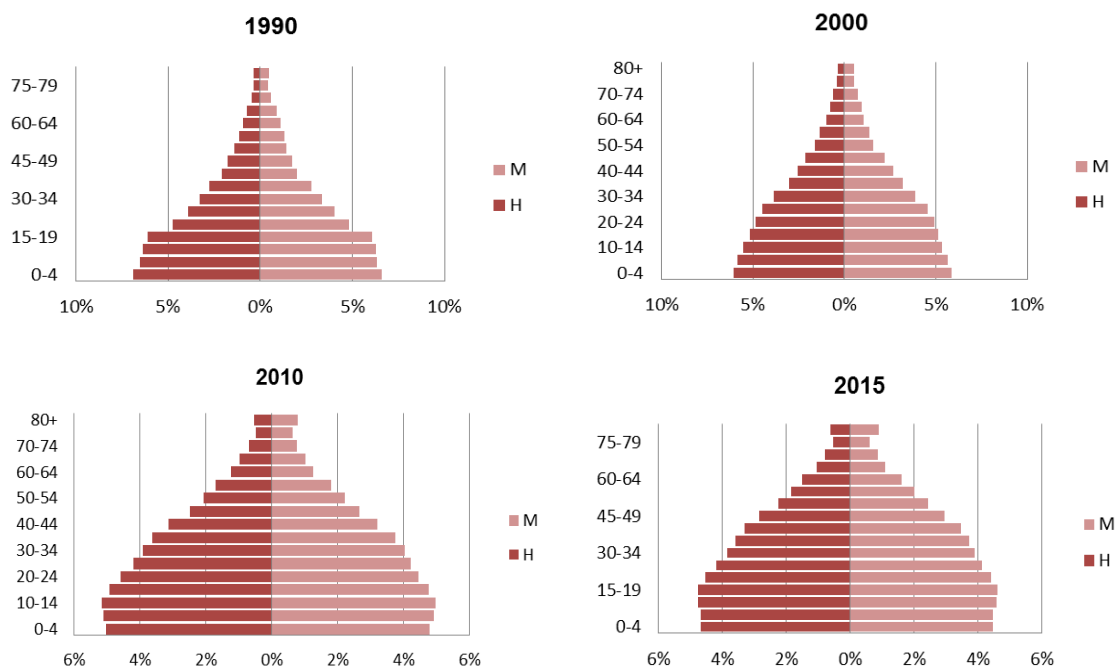
millones en 1960, 81 millones en 1990, 112 millones en 2010 y 119 millones 530 mil 753 habitantes en México (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2017).

En la década de los setentas del siglo pasado México tenía la menor tasa de mortalidad (10.5 muertes por mil) y el séptimo con una tasa de natalidad de 43.2 por mil, con 2.5 millones de nacimientos al año), con una esperanza en promedio de vida de 60 años, y las proyecciones de población aludían que se duplicaría el número de habitantes (Zavala de Cosío, 2014). De modo que, se llevó a cabo una política de control natal que permitió el descenso de los nacimientos. La fecundidad disminuye de 7 a 2 hijos por mujer en apenas cuatro décadas (1970-2010) (Zavala de Cosío, 2014).

La disminución de la morbilidad y la baja en fecundidad, explican que México se encuentra en una fase avanzada de la transición demográfica, es por ello que las enfermedades crónico-degenerativas han ido aumentando en la población adulta (Tuirán, 2002). De 1950 al 2015, la población mexicana ha presentado una tendencia al envejecimiento, pues con el aumento de la esperanza de vida y las tasas de mortalidad y fecundidad a la baja han modificado la estructura por edad; pues la base de la pirámide poblacional de México se está adelgazando a raíz del descenso en la población infantil, mientras la población económicamente activa está en el proceso envejeciendo, la cual se irá concentrando en la cúspide de la pirámide, ya que el porcentaje de adultos mayores se incrementará (figura 8).

**Figura 8. Pirámides de edad en México 1950-2015**





Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI 1950-2015.

México está pasando por la transición epidemiológica, caracterizada por ECNT. Pues se han controlado y reducido las enfermedades infecciosas-parasitarias, así como las tasas de mortalidad infantil (Aguirre, 2009). El descenso de la mortalidad de menores de un año, los avances en la medicina ha ocasionado un cambio en la estructura por edad, y como resultado se ha incrementado la esperanza de vida.

#### 1.4.2 Factores de riesgo en la diabetes mellitus

Hoy en día en México ha cambiado la forma de morir, en gran parte del siglo XX predominaron las enfermedades infecciosas-parasitarias, las cuales se controlaron y posteriormente cambió el patrón de padecimientos, en décadas finales y principios del XXI aumento la prevalencia de ECNT.

Entre los factores señalados para la DM2, se expone que, la globalización de las economías, y las modificaciones en los sistemas de producción y la urbanización descontrolada alteran los sistemas de consumo, incrementando la exposición a factores de riesgo para el desarrollo de obesidad y ECNT (dietas nocivas, inactividad física, consumo de tabaco y de alcohol)

(Reddy, 2002; Uusitalo, Pietinen, & Puska, 2003; Mendez & Popkin, 2004; Ezzatti, et al., 2006; Schmidhuber & Prakash, 2007).

Los diagnosticados con DM2, enfrentan padecimientos que afectan diversos órganos, como el cerebro y la circulación cerebral (enfermedad cerebrovascular), los ojos (retinopatía), el corazón y circulación coronaria (cardiopatía coronaria), entre otros (tabla 4). Difícilmente un paciente que no padece diabetes desarrollará alguna de las muy diversas complicaciones que acompañan la enfermedad (Barquera S. , 2003; International Diabetes Federation, 2015).

**Tabla 4. Principales complicaciones por diabetes**

Complicaciones por la diabetes	
<u>Órganos afectados</u>	<u>Complicaciones</u>
El cerebro y la circulación cerebral →	Enfermedad cerebro vascular
Los ojos →	Retinopatía
El Corazón y la circulación coronaria →	Cardiopatía coronaria
Los riñones →	Nefropatía
El sistema nervioso periférico →	Neuropatía
Las extremidades inferiores →	Enfermedad vascular periférica
El pie diabético →	Ulceración

Fuente: (International Diabetes Federation, 2015).

La DM2 y sus complicaciones son de progresión lenta, estos padecimientos de larga duración, se tratan con medicamentos, pero también con hábitos alimenticios saludables y ejercicios cardiovasculares (Escobedo-De la Peña, et al., 2011). En el contexto internacional y nacional el aumento de la prevalencia de DM2, pues se ha demostrado que existe una relación entre los factores de riesgo modificables con el desarrollo de DM2 (Cantú, 2014).

Estudios de DM2 indican que existen factores de riesgos modificables y no modificables. Los primeros refieren a la predisposición hereditaria que se pasa de generación en generación ocasionando un peligro; el segundo refiere a los estilos de vida, pero éstos pueden ser alterables mejorando la calidad de vida (López, Chiñas, & Rodríguez, 2012). Los factores de riesgo se van a presentar de acuerdo a los patrones individuales de conducta según su contexto rural o urbano (World Health Organization, 2017). Los patrones culturales permean

la forma de vivir, los hábitos o cotidianidades en algunos casos perjudican a la salud y reducen años a la esperanza de vida (Guerrero & León, 2010).

Se pueden presentar dos tipos de factores en la DM2, los de riesgo y los protectores. Los de riesgo definen como el exceso de consumo de alimentos tóxicos, bebidas azucaradas, consumo de tabaco, consumo de alcohol, antecedente familiar, e inactividad física; los protectores se refieren al tener una dieta saludable y balanceada, el comer verduras, frutas, así como el realizar actividad física (Riboli, 1996).

Los factores de riesgo, no se presentan de forma homogénea en las regiones del país, ya que México persiste una desigualdad económica y social en los distintos sectores de la población (Consejo Nacional de Evaluación de la Política del Desarrollo Social, 2012). La salud de una población refleja su nivel de desarrollo (entendido como una composición del nivel de ingreso, la tasa de crecimiento y su distribución); la salud en México es heterogénea; es decir, el sistema de salud tiene rezagos significativos en tres indicadores centrales: calidad, equidad y cobertura financiera (Lomelí, 2012). En México, los factores de riesgo modificables se pueden prever o controlar, sin embargo la cuestión social, cultural y económica que influyen en el proceso.

### **1.5 Cambio de patrón alimenticio en un contexto económico-político**

El riesgo de padecer DM2 es multifactorial, hay factores no modificables y modificables tales como: la obesidad, inactividad física, dietas altas en grasas y azúcares, alcoholismo y factores socioeconómicos como la pobreza (American Diabetes Association, 2017a).

Bajo la óptica de factores modificables, se encuentra el esquema económico-político que condiciona la salud de la sociedad. Referido a esto, se expone sobre la política neoliberal, ya que es parte multifactorial de la prevalencia de DM2. El neoliberalismo tiene impacto en el estilo de vida y en la salud de la población, caracterizadas ambas por un “estrés crónico” a nivel social e individual, así como el reemplazo de la dieta tradicional por la comida alta en grasas y azúcares, también llamada comida chatarra (Laurell, 2015). Así mismo, los enfermos crónicos son parte del negocio de la industria farmacéutica. El cáncer, el SIDA, la hipertensión, las artritis y la diabetes permiten en algunos casos generar riqueza a grandes negocios. Y la atención en salud está fragmentada para los pobres y otra para los que tienen recursos para pagarla (Ugalde & Homedes, 2009).

La política neoliberal surge de cara a la crisis mundial para proteger la política económica con la libre oferta y demanda de bienes y servicios. Esta ideología reduce la intervención del Estado en cuanto a producción (organización, capital, trabajo y tierra), y no regula en su totalidad estos factores. El libre comercio, da autonomía al mercado de capitales de ubicación y absorción de empresas transnacionales y nacionales. Las economías entran en el proceso de globalización, donde los ricos son cada vez más ricos y los pobres además de ser más pobres son más numerosos (de los 484 millones de habitantes en Latinoamérica y el Caribe se calcula que 217 millones, o sea 45% de la población, son pobres) (Vilaça-Mendes, 2013).

El papel del Estado es reducido y su intervención apunta hacia la administración de justicia, el manejo de la fuerza con sus ejércitos y policías para garantizar la seguridad de los ciudadanos y proteger los capitales de los inversionistas (Collí-Novelo, 2003). Es decir, la participación y la democracia están sometidas por la aplicación de modelos excluyentes. En el neocapitalismo se legitiman las ideas neoliberales, al Estado que resulta, responde esquemas de necesidades básicas insatisfechas de la población: salud, alimentación, vivienda, educación entre otros elementos del bienestar, a través de mecanismos de la deuda pública y privada (Collí-Novelo, 2003). Es decir, el Estado se aleja de este bienestar, en el caso mexicano se generan programas sociales, pero no están incidiendo de manera contundente. Así mismo, el Estado va modificando las leyes laborales que determinan la forma en la que se contrata al personal. En este sentido, después de que se aprobó la reforma laboral, el ritmo de crecimiento del empleo formal ha disminuido y el número de trabajos eventuales va en aumento (Ameth, 2014). Hay que entender la política neoliberal como un plan económico, cultural y político que lleva a una gubernamentalidad<sup>3</sup> (Castro-Gómez, 2010). Los cambios económicos, políticos y sociales, repercuten en la población. Los cambios estructurales que se presentan en la población como lo es la reforma laboral, la educativa, han emanado un daño adyacente en la población mexicana, pues afecta los derechos laborales de los trabajadores (Sánchez-Castañeda, 2014). El desplazamiento neoliberal en la personalidad de los ciudadanos pasa a ser “consumo” lo que los anima a comer más, se pierde la racionalidad y la autodisciplina del tener una alimentación saludable (Gutham, 2007). La

---

<sup>3</sup>La gubernamentalidad refiere a "Conducir conductas para que se mantengan estados de inequidad considerados como racionales o normales" (Foucault, 2002).

industria de la comida rápida, la televisión, la regulación y el agotamiento personal implican un condicionante para el desarrollo de ECNT.

Cuando se habla de factores de riesgo en la DM2, se está hablando de un hecho social<sup>4</sup>. La forma de cómo se llevan los factores de riesgo depende de la tecnología creadora de la producción de alimentos, de los derechos de propiedad, de los derechos que legitiman la distribución diferencial según clases sociales, edades, contexto urbano y rural que da sentido a que sean esos y no otros.

Lo urbano y lo rural es un aspecto transcendental, ya que las condiciones de vida en este siglo XXI se han configurado como resultado de condiciones estructurales del Neoliberalismo. Es importante hablar que las sociedades rurales en el proceso de desarrollo evolucionaron, ya que la producción agropecuaria implica actividad física necesaria para producir, pero la demanda de trabajo en zonas urbanizadas que ofertan abundancia de bienes reduce la demanda del trabajo físico (Lusti & Székely, 1997). En áreas urbanas las actividades físicas se vuelven pasivas con el uso de vehículos motorizados, aparatos eléctricos en el hogar reducen esfuerzos y son utilizados con mayor frecuencia; otra característica de la urbanización es el ver televisión, y una vida sedentaria que se han apreciado para el aumento gradual de obesidad y sobrepeso (Organización Mundial de la Salud, 2017).

En el área urbana y rural comparten condiciones de pobreza; es decir hay pobres en ciudad y en el campo. Sus regímenes alimenticios están siendo los incorrectos, la mala combinación de alimentos con grasas y carbohidratos han generado sobrepeso. El acceso a la comida enlatada, transgénica y con conservadores la hace de fácil acceso de consumo por el bajo precio. Parte de este mal social, es condicionado por el capitalismo y la masificación de tiendas de franquicia y de auto servicio. El abastecimiento de consumo local se ha ido desvaneciendo para predominar el global; es decir carne congelada, verduras congeladas, jugos artificiales (Massieu, 2009).

La evolución de la alimentación a lo largo de la historia, ha estado influenciada por cambios sociales, políticos y económicos. Los grandes viajes y descubrimientos contribuyeron a la diversificación de la dieta, pero al mismo tiempo, la abundancia o escasez de alimentos, ha condicionado el desarrollo de los acontecimientos históricos (Bolaños-Rios, 2009). A finales

---

<sup>4</sup> Para Emile Durkheim el hecho social es toda forma de actuar, pensar y sentir del actor social.



de las décadas del siglo pasado y principios de éste, se produjeron cambios socioeconómicos que han repercutido en los consumos de alimentos, y por ende en el cuadro nutricional de la población. Estos cambios no solo son responsabilidad individual o poblacional de tener obesidad, sino que los cambios estructurales del país han contribuido a ello. Recordemos que en México hay una evolución del patrón a partir del desarrollo de la industria alimentaria. En los años cuarenta del siglo pasado, la expansión de los sistemas comerciales y de los medios masivos de comunicación provocó una profunda transformación de los hábitos alimentarios al incrementarse la disponibilidad de alimentos industrializados (Ortiz, Vázquez, & Montes, 2005). La adopción de estos hábitos no se realiza de manera homogénea en los estratos sociales, y en las siguientes dos décadas la alimentación en México se clasificó de acuerdo al grado de aceptación que los alimentos industrializados tienen entre la población, con lo que surgen tres dietas principales. La primera, la dieta indígena, está centrada en el consumo de maíz, frijol, chile, pulque y algunas verduras (nopal, quelites), a los cuales se les agrega pequeñas cantidades de carne o huevo; la segunda, se encontraba la dieta mestiza consumida por la clase media, caracterizada por un incremento en el consumo de frijol, verduras, carne, leche, huevos y la adopción cotidiana de algunos alimentos industrializados como pastas para sopas, harinas de trigo y refrescos. La tercera denominada dieta variada, la cual es propia de las poblaciones con mayor poder adquisitivo y se caracteriza por añadir a la alimentación mestiza productos más variados y seleccionados, adoptando hábitos de países desarrollados con especial tendencia al consumo de alimentos industrializados, son aquellos que se les han añadido sustancias químicas para modificar su sabor o consistencia, para que puedan ser conservados durante períodos largos de tiempo (Ortiz, Vázquez, & Montes, 2005). Hoy en día, la alimentación difiere mucho de esa clasificación, el cual es tan solo un reflejo de diferentes dietas prevalecientes en México en los años cincuenta y sesenta, pero no hay que dejar de lado que México presentaba un contexto económico, político y social con el Estado Interventor<sup>5</sup>. El patrón alimentario mexicano en el siglo XXI presenta tres rasgos básicos: primeramente, varía entre regiones y grupos sociales por depender de la desigualdad

---

<sup>5</sup> El Estado mexicano sólo adquiere su carácter abiertamente interventor, y por ende "benefactor", después de la Revolución de 1910, cuando en la nueva Constitución de 1917 se estatuyen los preceptos que legitiman su papel interventor: atribución de enormes poderes al Ejecutivo (artículo 89); convalidación de su papel rector en el proceso productivo (artículos 25, 26 y 28); regulación de la propiedad y distribución de la tierra, dominio directo de recursos naturales tales como el petróleo (artículo 27); y, con el propósito de "proteger" al trabajador, intervención como "arbitro" de las relaciones entre patrón y obrero, y establecimiento de políticas sociales y de bienestar (artículo 123) (Revueltas, 1993).

de distribución del ingreso en el país; el segundo, se encuentra en un estado de transición latente, ya que se enfrenta a cambios, que tiene que ver con la dinámica de la industria alimentaria y la globalización de los mercados cada vez más rápidos en cantidad y en preparar alimentos; el tercero, tiende a ser desequilibrado, a pesar que supera los requerimientos nutricionales en algunos alimentos, mientras en otro es deficiente (Torres & Trápaga, 2001).

Un claro ejemplo es que en zonas rurales de México se observa una mayor diversificación de la dieta al aumentar el consumo de alimentos de origen animal e industrializado, lo cual se asemeja a las poblaciones urbanas (Pérez-Izquierdo, et al., 2012). Esto ha generado en la población rural cambios en su salud, pues el sobrepeso y la presencia de ECNT se ha acelerado (Najera-Media, Gonzalez-Torres, Rodríguez-Cruz, & Victorino, 2007). En la tabla 5, se observa que la prevalencia de sobrepeso en zonas rurales está por arriba de la zonas urbanas por un 1.2%, pero en obesidad<sup>6</sup> I, II y III el área urbana está por encima en promedio en un 4.1% de la rural.

**Tabla 5. Sobrepeso y obesidad en México rural y urbano ENSANUT 2012**

	Rural %	Urbano%	Variación%
Sobrepeso	39.1	37.9	1.2
Obesidad I	19.0	23.0	3.0
Obesidad II	5.7	7.8	2.1
Obesidad III	65.6	72.9	7.3

Fuente: Elaboración propia con datos de la ENSANUT 2012.

Tanto las condiciones estructurales como ya se mencionó son condicionantes en los estilos de vida de la población; sin embargo, una parte de la responsabilidad es personal, pues es un elemento importante. La inactividad física y la alimentación no saludable se han convertido en factores de riesgo, y éstos los ha adoptado la población, incrementado el desarrollo de ECNT (Pérez-Zaldivar, 2003).

Los cambios en el patrón alimenticio, en la reducción de la actividad física y el mayor consumo de tabaco y alcohol desencadenan obesidad, enfermedades del corazón, trombosis venosa, colesterol alto, DM2 (Organización Mundial de la Salud, 2017).

<sup>6</sup> La ENSANUT 2012, clasifica el tipo de obesidad de acuerdo al Índice de Masa Corporal (kg/m<sup>2</sup>), obesidad I 30.0 – 34.9; obesidad II 35 – 39.9; y obesidad extrema III ≥ 40.

Se identifican dos regímenes alimentarios delimitados (Friedmann & McMichael, 1989):

- El primero, régimen de colonización, emergió de la hegemonía británica desde finales del siglo XIX hasta la Primera Guerra Mundial, basado en la expansión de la frontera agrícola para la acumulación de capital.
- El segundo, régimen alimentario, dominado por Estados Unidos, surgió después del período transicional entre la Primera y la Segunda Guerra mundiales y duró hasta los años setenta. Estaba basado en el paradigma de la agricultura moderna apuntalada en petroquímicos, maquinaria y semillas híbridas.
- El tercero, régimen alimentario basado en un proyecto político global. Su tensión central yace entre la globalización de la agricultura empresarial y los movimientos de oposición informados y basados en principios de soberanía alimentaria y en un enfoque nacional para la agricultura (Friedmann & McMichael, 1989).

La postura de McMichael le confiere al campesinado una organización social, y esta visión es criticada. Recordemos que las teorías no son derrotadas por un único y decisivo experimento, sino compiten unas con otras y son complementadas (Popper, 1991). Es decir, el movimiento del segundo al tercer régimen alimentario, se haya desplazado del Estado hacia el mercado, tal y como lo plantea (McMichael, 2009). En el neoliberalismo, el Estado recorta programas sociales, por lo que se presenta un deterioro de Estado progresista. El individuo deja de ser visto como actor social, ahora es visto como consumidor y el dominio es de las grandes agroempresas. Tanto a nivel mundial como en México las políticas neoliberales son un problema, son resultado de la reacción al intervencionismo estatal, el efecto posterior de la segunda guerra mundial. En este contexto, en México ocurrió que el liberar capital nacional a extranjeros, fue lo que sucedió durante los gobiernos de Miguel de la Madrid y de Carlos Salinas de Gortari para el sector privado (Sotelo-Valencia, 2004).

Las políticas neoliberales tienen lineamientos del Fondo Monetario Internacional y del Banco Mundial, pero han sido completamente nulas para generar periodos de crecimiento y de desarrollo sostenido (Sotelo-Valencia, 2004). En 1994 se consumó el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). Este ya traía un proceso desde los ochenta, donde la población de trabajadores quedó a las órdenes de las leyes de mercado y del individualismo (Sotelo-Valencia, 2004).

Las políticas neoliberales han reducido las fases de prosperidad, mientras que las fases de crisis son cada vez más profundas (Sotelo-Valencia, 2004). De acuerdo a la teoría del productor, el neoliberalismo lo que buscan es el máximo beneficio; es decir, reducir costos de producción, la parte alimentaria de las empresas que se dedican hacer comestibles, buscan materias primas a bajo costo que serán dirigidas a la población consumidora. El reducir los costos y utilizar materias primas no adecuadas es un beneficio para las empresas (Nicholson, 2013).

Aunado a esto, los factores socioculturales juegan un papel importante, pues el ambiente violento, agresivo e inseguro que se vive principalmente en las zonas periféricas urbanas, impide que la población pobre tenga estilos de vida saludables (Pedraza, 2009). Esto dificulta la práctica de ejercicios físicos en forma sistemática y el derecho de recibir informaciones sobre nutrición, actividad física y salud; por tanto, la población vive estresada y angustiada por su seguridad. Cuando las condiciones socioeconómicas son distintas en los países y también dentro de ellos, los contextos presentan factores diferentes en su población como el ejercicio físico, dieta, factores psicológicos, factores socioculturales, los cuales influyen. Por mencionar, la obesidad se ha observado en países como: México, Colombia, Guatemala, Bolivia, Guatemala, Chile y Perú (Peña & Bacallao, 2005). La región latinoamericana ha incrementado las tasas de obesidad a medida que optimizan el ingreso económico. Las minorías en los estratos de población con nivel educativo y socioeconómico bajo, puedan ser los más afectados con estilos de vida poco saludables (Pedraza, 2009).

### **1.5.1 La diabetes en su contexto social**

La salud y la enfermedad son fenómenos que reflejan formas de vida de las poblaciones; que están condicionadas por un conjunto global de diversos factores naturales, económicos, biológicos y sociales. La educación sanitaria y la provisión de información son elementos que intervienen en el proceso de salud (Siede, 2007).

La concepción de enfermedad es interpretada según la cultura del diabético, influye el modo en que se percibe la enfermedad y la conducta social para controlarla. Los diversos factores sociales y culturales influyen en el estilo de vida de las personas. Los comportamientos y los estilos de vida saludable, la posición social, los ingresos, las condiciones laborales, el tipo de empleo, el entorno físico, y el acceso al servicio médico adecuado son determinantes sociales

para combatir una enfermedad, en este caso la diabetes. Estos factores determinan la situación de salud de una población o de una persona; ya que se combate de manera diferente a la diabetes, con o sin educación escolarizada o si es clase baja, media o alta los diagnosticados por DM2. Considerar que toda enfermedad se establece en una realidad social, que debe ser estudiada como un hecho social (Freidson, 1978). Un aspecto importante en la enfermedad es el autocuidado individual y el apoyo social al enfermo. La estructura económica y social condiciona el funcionamiento de las redes sociales, y el tipo de éstas afecta diversos procesos familiares, entre ellos la naturaleza de la interacción, las funciones del cónyuge; es decir las familias y las redes sociales se afectan mutuamente y se interrelacionan en un complejo social (Meraz, 2012).

Ahora bien, la obesidad y el sobrepeso aumentan el riesgo de desarrollar DM2 (Kahn, Hull, & Utzschneider, 2006). El incremento del índice de masa corporal ha resultado del cambio de patrón alimentario, la desnutrición como producto de la obesidad no solo se presenta en países industrializados, sino también en naciones en desarrollo siendo éstas los más incidentes (Siede, 2007). Según la norma oficial mexicana para el tratamiento integral de la obesidad<sup>7</sup> (NOM-174-SSA1-1998), la obesidad es una enfermedad caracterizada por el exceso de tejido adiposo en el organismo. La obesidad es un problema mundial, la presencia de inactividad física, alimentación no saludable entre otros factores al acelerado su incremento en las últimas décadas (Organización Mundial de la Salud, 2017).

Desde una perspectiva social está incrementando el número de personas que padecen DM2, el costo de las ECNT son a largo plazo lo que es y será, una complicación para el Estado y la población que la padece. En la actualidad la DM2 es una enfermedad común en sociedades de todo el mundo. En los países recientemente en desarrollo es recurrente por el cambio de fenómeno epidemiológico de enfermedades transmisibles-infecciosas a ECNT (Vera, 2000). Podemos reflexionar que con base a lo expuesto, los condicionantes sociales en el proceso salud-enfermedad va a depender de elementos culturales, económicos, y políticos.

---

<sup>7</sup> Es una alteración de evolución crónica y se refleja en el aumento de peso provocado por la excesiva acumulación de tejido graso, consecuencia del desequilibrio entre la energía ingerida y el gasto de tal energía.

## **1.6 Elementos de investigación**

En las secciones anteriores se pudo exponer que la prevalencia DM2 como un problema poblacional de salud, que está presentando en un contexto económico-político.

- El riesgo de muerte por enfermedades no transmisibles está aumentando con la edad, en parte debido a la exposición a factores riesgo tales como: cambio en el patrón alimenticio, reducción en la actividad física, consumo de tabaco y alcohol (Steyn & Damasceno, 2006).
- Por tal motivo, el problema poblacional que se aborda en esta tesis es “Factores de riesgo como elementos explicativos de la prevalencia de diabetes tipo 2 en la población mexicana”.

*“La prevalencia de diabetes tipo 2 dependerá del grado de los factores de riesgo que se presenten”*

Respecto a lo anterior, se plantea un objetivo general y cinco específicos; también se esboza una pregunta general y tres específicas; y se plantea la hipótesis.

### **Objetivo general**

Estimar la prevalencia de diabetes mellitus tipo 2, a partir de los factores de riesgo que inciden en la salud de la población mexicana, mediante la construcción de un modelo probabilístico, tomando como referencia la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) del año 2012.

### **Objetivos específicos**

- Estudiar la prevalencia de diabetes mellitus tipo 2, a partir del contexto internacional y nacional.
- Conocer los factores de riesgo que inciden en la diabetes mellitus tipo 2, tomado como base las enfermedades crónicas no transmisibles.
- Identificar los factores de riesgo que influyen en la población diagnosticada por diabetes mellitus tipo 2.
- Pronosticar la prevalencia de los diagnosticados por diabetes mellitus tipo 2, a partir de los factores de riesgo que inciden sobre el fenómeno.

- Crear escenarios del fenómeno, tomando como base los pronósticos de los diagnosticados de diabetes mellitus tipo 2.

### **Pregunta general**

¿Los factores de riesgo serán elementos explicativos de la diabetes mellitus tipo 2 de la población mexicana?

### **Preguntas específicas**

- ¿Cuál fue la evolución de la diabetes mellitus tipo 2 en el proceso de la transición epidemiológica en México?
- ¿Cuáles son los factores riesgo que inciden sobre los diagnosticados de diabetes mellitus tipo 2?
- ¿Cuáles son los escenarios que se presentan de los diagnosticados por diabetes mellitus tipo 2, tomando como referencia los factores de riesgo que inciden en el fenómeno?

### **Hipótesis**

El incremento de la prevalencia de DM2 en la población mexicana se asocia con el aumento de los factores de riesgo como: la edad, el sexo, el cambio del patrón alimentario, obesidad, el antecedente familiar, la reducción en la actividad física, lugar de residencia, el consumo de alcohol y tabaco. La edad, la alimentación no saludable, la inactividad física, el antecedente familiar de diabetes, el consumo de alcohol son factores que aumentan la probabilidad de desarrollar DM2.

### **1.7 Justificación de la investigación**

La realización de este trabajo de tesis tiene cuatro motivos que los justifican.

El primero, la asociación de los factores de riesgo con la prevalencia de DM2, tomando como referencia aspectos sociales, económicos en la explicación del fenómeno.

El segundo, constará de un análisis matemático, el cual consistirá en lo siguiente:

- Un análisis descriptivo de la prevalencia de DM2 en México.
- Construcción de una ecuación matemática, mediante la cual se describa el comportamiento de la prevalencia de DM2.

- Con la ecuación matemática se hará la descripción de la prevalencia de diabetes mellitus en México tomando como referencia “los factores de riesgo” a nivel nacional.

El tercero, con los resultados obtenidos la población visualizará dos elementos esenciales en la prevalencia de DM2; en primer lugar, y el perfil de prevalencia de DM2; y en segundo, el modelo identificará el grado de “factores de riesgo” que influyen directamente en el incremento de prevalencia en la DM2 en México.

Y por último la presente tesis aportará un modelo probabilístico que explique los factores de riesgo detonantes para el desarrollo de DM2. El trabajo responde a un tema de salud de interés para la población mexicana; pues es la DM2 es la segunda causa de muerte y está condicionada en gran medida por sexo, la edad, zona de residencia, antecedente de los padres con DM2, consumo de alcohol, consumo de tabaco, actividad física, índice de masa corporal, y tipo de alineación.

Los resultados de este estudio servirán para conocer el punto óptimo donde inciden las variables detonantes para desarrollar de DM2. Los factores que va a predecir el modelo para minimizar la prevalencia de DM2; de no modificarlos, los efectos serian adversos. Así mismo, los resultados tendrían la utilidad de hacer recomendaciones que pueden implementarse para detener la prevalencia de la DM2 mediante políticas públicas que mejoren la actividad física, la alimentación, y la reducción de consumo de alcohol y enseñanza sobre la enfermedad.

### **1.8 Consecuencias de la investigación**

Con base a los objetivos, las preguntas y la hipótesis, la construcción y el desarrollo del presente modelo se sustenta en la metodología de investigación de operaciones, la cual se conforma de cinco fases (planteamiento del problema, construcción del modelo, solución del modelo, validación del modelo, e implementación) (Taha, 2012):

- I. Planteamiento del problema: se esboza la relación que existe entre la DM2 en México a partir de las variables sexo, edad, zona de residencia, antecedentes de los padres con DM2, consumo de tabaco, consumo de alcohol, actividad física y alimentación, para su construcción se recurrió a la fuente de información “Encuesta Nacional de Salud



y Nutrición” (ENSANUT 2012), la cual está compuesta por información de diagnosticados por diabetes, nutrición, actividad física, consumo de alcohol, consumo de tabaco, antecedente de los padres en población mayor de 20 años y más.

- II. Construcción del modelo: se hace el planteamiento matemático a partir de las relaciones existentes entre las variables DM2 y sexo, edad, zona de residencia, antecedentes de los padres con DM2, consumo de tabaco, consumo de alcohol, actividad física y alimentación.
- III. Solución del modelo: a partir del planteamiento matemático, se utilizarán las distintas operaciones que se ejecutan para construir una ecuación que indique el grado de riesgo de desarrollar DM2, en función de las variables: sexo, edad, zona de residencia, antecedentes de los padres con DM2, consumo de tabaco, consumo de alcohol, actividad física y tipo alimentación.
- IV. Validación del modelo: en esta fase se procedió al cumplimiento de los supuestos de inferencia estadística, los cuales sirvieron para validar el modelo.
- V. Implementación: a partir del cumplimiento de los supuestos de inferencia estadística, se procedió a la interpretación de los parámetros, así como, los posibles escenarios del fenómeno DM2, tomado como referencia su actual dinámica.

## **Conclusión**

En suma, tanto la transición demográfica como la epidemiológica han presentado cambios en la estructura etaria de México, debido a la baja en las tasas de mortalidad y fecundidad dio como resultado el alargamiento de la esperanza de vida. Los grupos etarios mayores de 50 años aumenta el riesgo desarrollar enfermedades crónicas no transmisibles; los factores de riesgo están llevando a la población a enfermar de DM2, no solo en la edad adulta, sino también edades jóvenes.

## **CAPÍTULO II. ESTADO DEL ARTE**

## **2.1 Introducción**

Actualmente en México la DM es un reto, pues ha incrementado su prevalencia, la cual ha causado discapacidad, años de vida perdidos en la población. En este capítulo se presenta el estado del arte, está organizado por investigaciones que muestran un panorama de cómo se está trabajando la DM en el campo científico. El apartado se divide en tres fases:

- a) Se exponen investigaciones de DM desde un contexto demográfico-poblacional y médico.
- b) Se describen fuentes de datos nacionales para el análisis de diabetes la sociedad mexicana.
- c) Descripción de métodos y modelos de proyección para explicar la prevalencia de la DM.

## **2.2 La diabetes mellitus desde la demografía y los estudios de población**

Durante las últimas décadas se han realizado estudios sobre la prevalencia, mortalidad, costos, y factores de riesgo por DM; ya que, es problema poblacional de salud que está padeciendo México y el mundo. Las enfermedades crónicas no transmisibles son parte del proceso de la transición epidemiológica, pues su peso relativo se ha incrementado en relación con las enfermedades contagiosas-parasitarias.

Una investigación expone sobre la dinámica poblacional y la vinculación con la salud y el incremento de los padecimientos crónicos. Se justifica que de acuerdo al proceso de transición epidemiológica y los hábitos en el estilo de vida y el costo asociado a la atención en salud, se incrementará la prevalencia de DM y generará costos. Ya que la seguridad social es un gasto mayor en los grupos etarios mayores de 60 años y más, el panorama futuro al 2030, el gasto y número de enfermos de DM2 representará un monto de 78,832 millones de pesos, es decir 0.56% del PIB y 8.9% del gasto total en salud (Villalobos-Hernández, 2014).

Una tesis explica que la morbilidad por enfermedades cardiovasculares y DM2 se ha incrementado en la población mexicana. Particularmente, las mujeres y los hombres con obesidad presentan las mayores prevalencias de DM2. En este escenario, la obesidad incrementa la propensión a tener DM2 o hipertensión arterial, tanto en mujeres como en hombres. Por otro lado, encuentran que los riesgos relativos de mortalidad de una persona

con enfermedades cardiovasculares o DM2 y obesidad son mayores a los riesgos relativos de mortalidad de individuos con peso normal y sin enfermedades cardiovasculares o DM2, pues la inactividad física y el cambio en el patrón alimentario en México han incrementaron los índices de obesidad (Lozano-Keymolen, 2016).

Un trabajo se alude que la expansión de la morbilidad de la DM e hipertensión arterial en adultos mexicanos (personas mayores de 20 años de edad) durante los años 2000, 2006 y 2012 ha incrementado, y esto determina que hay expansión de la morbilidad de la DM e hipertensión arterial en todos los grupos de edad tanto en hombres de 60-64 hasta los 80-84 años y en las mujeres en los grupos de edad 55-59 a 85-89 (Ramos-Bueno, 2014).

Un estudio describe la disminución de enfermedades infecciosas, que gradualmente se han ido remplazando por ECNT. Se explica que la transición epidemiológica inicialmente constaba de tres fases repartidas en los últimos siglos que describían el cambio entre las principales causas de muerte. La primera fase, llamada la edad de peste y el hambre (duro mediados del siglo XIX, se caracterizó por alta y fluctuante de mortalidad debido sobre todo a las enfermedades infecciosas); la segunda fase la edad de retroceso pandemias (terminó a mediados del siglo XX, se distingue por el inicio de la transición de enfermedades infecciosas a las crónicas-degenerativas, y al aumento de la esperanza de vida); y la tercera fase identificada como la edad de las enfermedades degenerativas (se inicia por el predominio de ECNT y la estabilización de la mortalidad en un nivel bajo) (Omran, 1971).

Un artículo apunta la existencia de dos etapas posibles adicionales en la teoría de Omran. La cuarta etapa se caracteriza por un aumento continuo de la esperanza de vida hasta que alcanzar 80 o 85 años; seguido de una disminución, de enfermedades cardiovasculares como causa de muerte (contexto europeo occidental); así como por la aparición de nuevas enfermedades (VIH, hepatitis B y C, el ébola, el Hantavirus, nuevas formas de E. coli). Y resurgimiento de enfermedades antiguas (cólera, la malaria, el dengue, la difteria, la tuberculosis, la peste y la enfermedad de Chagas) (Omran, 1998).

A finales de la década de 1980, se presentó una cuarta etapa de la transición epidemiológica, contrariamente a lo propuesto por Omran, ya que la disminución de la mortalidad nunca se detuvo. La cuarta etapa se caracterizaba por la rápida disminución de las tasas de mortalidad que se concentran sobre todo en edades avanzadas y ocurre al mismo ritmo para hombres y mujeres (servicios sanitarios, los programas de salud), en el patrón de edad de la mortalidad por causas de ECNT se desplaza progresivamente hacia mayores edades debido a estilos de vida saludables. Se expone que a la cuarta etapa se conoce como la "edad de las enfermedades degenerativas retardadas", pues la probabilidad de muerte por estas causas se desplaza hacia edades más avanzadas por el estilo de vida saludable (Olshansky & Ault, 1986).

Otra investigación, coinciden con la cuarta etapa de la transición epidemiológica propuesta por Olshansky y Ault, en el que las ECNT siguen siendo la causa principal de muerte. Propusieron denominar a la cuarta fase como fase híbrida, la cual estaría caracterizada por un cambio en los patrones de mortalidad, debido a la mayor influencia de hábitos humanos asociados con los factores de riesgo. Pues la morbilidad y la mortalidad son afectadas por enfermedades provocadas por el hombre, por conductas individuales y estilos de vida potencialmente nocivos. La inactividad física, ingesta de dietas poco saludables, consumo de tabaco y alcohol incrementan el riesgo de resultados adversos para la salud, dentro de los que se incluyen la enfermedad cardíaca, diabetes, cirrosis hepática y cáncer pulmonar (Rogers & Hackenberg, 1987).

Un artículo, profundizan en la transición sanitaria, y se sostiene que la elevada diferencia existente entre la esperanza de vida de los hombres y las mujeres en países desarrollados, se debe a un factor cultural-conductual y/o diferentes estilos de vida entre sexos. Y el descenso de la mortalidad pudiera estar condicionado por el factor cultural (Vallin & Meslé, 2004).

### **2.2.1 La diabetes mellitus en el contexto médico**

La diabetes es una enfermedad crónica que resulta cuando el páncreas no produce suficiente insulina (hormona que regula la glucemia) o cuando el organismo no puede usar eficazmente la insulina que produce (American Diabetes Association, 2017b). Hay tres tipos de diabetes. La diabetes tipo 1 (DM1) se caracteriza por la producción deficiente de insulina en el organismo; la diabetes tipo 2 (DM2) el organismo no usa la insulina eficazmente; y la diabetes gestacional (DM3) es un trastorno transitorio que se produce durante el embarazo

y conlleva el riesgo de padecer diabetes en un momento determinado (American Diabetes Association, 2017b).

En el transcurso de los años se ha apreciado que, gracias al avance tecnológico médico, se ha incrementado la calidad de las personas con DM2; sin embargo, el diagnóstico tardío, la falta de información de cuidados y medicación, y el precario sistema de salud, ha incrementado la prevalencia de DM2 (Licea-Puig & González-Calero, 2013).

La investigación ¡Actuemos ya! contra la Diabetes. Se indica que en el programa “medidas eficaces de prevención y control de DM en países en desarrollo”. La DM2 es una condición que amenaza la vida, pues es una de las mayores amenazas para la salud pública a nivel mundial, ya que rápidamente se agravará, teniendo su mayor impacto en adultos en edad productiva de países en vías de desarrollo. A la DM2 se le atribuye muertes en adultos de 35 a 64 años de edad. Estudios han demostrado que el llevar un buen estilo de vida, entendida con una dieta saludable, el tener actividad física, mantener un peso adecuado, y no fumar y tomar alcohol se reduce el riesgo de desarrollar DM2 (Beaglehole & Lefèbvre, 2004).

Recomendaciones de la American Diabetes Association (2017b) en la prevención de diabetes.

- a) Los criterios diagnósticos actuales de la OMS para la diabetes deben mantenerse -  $\geq$  glucosa en plasma en ayunas  $7.0 \text{ mmol / l}$  ( $126 \text{ mg / dl}$ ) o 2-h glucosa plasmática  $\geq 11.1 \text{ mmol / l}$  ( $200 \text{ mg / dl}$ ).
- b) Dado que no hay datos suficientes para definir con precisión los niveles normales de glucosa, el término 'normogluemia' se debe utilizar para los niveles de glucosa asociados con bajo riesgo de desarrollar diabetes o enfermedad cardiovascular, que son niveles inferiores a los utilizados para definir la hipergluemia intermedia.
- c) La validez del punto de corte de gluemia plasmática en ayuno ( $100\text{-}125 \text{ mg/dl}$ ).
- d) La glucosa en plasma venosa debe ser el método estándar para medir e informar las concentraciones de glucosa en sangre.
- e) La prueba de tolerancia oral a la glucosa (PTOG) debe mantenerse como una prueba diagnóstica por las siguientes razones: verifica la forma en que el cuerpo metaboliza el azúcar, los resultados de la prueba, muestran cómo el cuerpo usa la glucosa en el transcurso del tiempo.

- f) La hemoglobina glicosilada (HbA1c) no se considera una prueba de diagnóstico adecuado para la DM o hiperglucemia intermedia.

En un estudio de la DM2 en México de 18 años de seguimiento, se encontró que la población mexicana presenta una estimación de incidencia a largo plazo de DM2. Indican que la proporción significativa de los pacientes tienen una presentación clínica a edades más tempranas. Pues los factores de riesgo detonan el desarrollo de la DM2; así mismo, se ve marcado por la situación urbana en los pacientes (González-Villalpando, Dávila-Cervantes, Zamora-Macorra, Trejo-Valdivia, & González-Villalpando, 2014a).

La American Diabetes Association (2017b) describe el criterio de para el diagnóstico de la DM. Indican que la DM pertenece al grupo de enfermedades metabólicas caracterizadas por hiperglucemia como resultado de defectos de la secreción de insulina. Explican que la hiperglucemia crónica de la DM está asociada con el daño a largo plazo de diferentes órganos, especialmente los ojos, riñones, nervios, corazón, y los vasos sanguíneos. Así mismo, la asignación de un tipo de diabetes a un individuo dependerá del diagnóstico. Ejemplo:

- La diabetes tipo 1, sólo representa 5 y 10% de las personas. También se le conoce con el término insulino dependiente, o diabetes juvenil, resultado de una enfermedad celular- destrucción autoinmune mediada de las células del páncreas.
- La DM2, representa el 90 y 95% de las personas, es denominada también no insulino dependiente. Comprende a individuos que tienen resistencia a la insulina y por lo general tienen relativa (en lugar de absoluta) deficiencia de insulina.

Se indica, que muchos medicamentos pueden afectar la secreción de insulina, estos medicamentos pueden no causar diabetes por sí mismos que pueden precipitar la diabetes en individuos con resistencia a la insulina.

Un artículo analizó los factores de riesgo para DM2 en universitarios, y el sedentarismo, el exceso de peso, la obesidad y la glucosa plasmática en ayunas elevada e hipertensión arterial fueron factores de riesgo para detectar la DM2. Encontraron una relación estadísticamente significativa entre exceso de peso, sexo, edad y estado civil con la glucosa plasmática en ayunas elevada. El exceso de peso prevaleció en los hombres casados y en el grupo de edad entre 25 y 58 años, el sedentarismo como un factor del exceso de peso influyó para la DM2 de los universitarios (Câmara-Soares, et al., 2014).

En una tesis se estudian sistemas de ecuaciones ordinarias que sirven para modelar los procesos fisiológicos que ocurren en la metabolización de la glucosa en el cuerpo humano. Se centran en dos modelos Acker-man y Bergman, el primero es pionero en modelar procesos biológicos y el segundo da lugar a una variedad de modelos entre los cuales se encuentra el modelo mínimo, pues éste les permitió evaluar de forma eficaz y segura distintos parámetros implicados en la tolerancia a la glucosa como en el individuo sano y diabético (Alonso-Cisneros, 2014).

Dos investigaciones analizan los hábitos y costumbres, e indagan de como el estilo de vida saludable, definido como una dieta balanceada, actividad física, relajación, recreación, trabajo moderado, promoción de la salud y prevención de la enfermedad mediante el fortalecimiento de las medidas de autocuidado sirven para contrarrestar el desarrollo de ECNT. Describen que en el estilo de vida se pueden presentar factores protectores o de riesgo. Los primeros incrementan el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares, y son los siguientes: Factores de riesgo: alimentación no saludable: hace referencia a ingesta de comidas rápidas, ricas en grasas, azúcares con alta densidad energética, y escasos nutrientes y fibras, ha llevado a un aumento significativo de los casos de obesidad y dislipidemias, así como de DM2 e hipertensión; Sedentarismo o inactividad física: refiere a la falta de actividad física, la cual puede producir una disminución en la eficiencia del sistema cardiovascular (corazón y circulación sanguínea), aumento de peso; Consumo de tabaco: el consumo frecuente puede ocasionar diversos problemas en los pulmones, pues el monóxido de carbono reduce la capacidad de transporte de oxígeno sanguíneo; Consumo de alcohol: el consumo frecuente absorbe y se metaboliza en el hígado, pues dificulta la capacidad el transformar el glucógeno en glucosa, e imposibilita pasar de glucógeno a glucosa provocando un descenso rápido de la glucemia. Y los factores protectores se refieren a lo opuesto de los factores de riesgo o practica moderada (Espinoza-González, 2004; Reyes-Enríquez de Baldizón, 2008).

Una investigación expone que la DM2, es la más frecuente con un (90%). Ya que es consecuencia de una compleja interacción entre múltiples genes y diversos factores ambientales, y se caracteriza por defectos en la secreción y en la acción de la insulina que conducen a la hiperglucemia. Se alude que recientemente se han producido considerables avances en el conocimiento de la genética de la enfermedad, con la disponibilidad de datos



procedentes de los estudios de asociación de genoma completo, reforzados por el desarrollo de plataformas de genotipado de alta resolución, la profusión de Sistema Nervioso Periférico (SNP) en bases de datos públicas, los análisis de numerosas cohortes de pacientes y la generación de herramientas de análisis muy sofisticadas. Han identificado hasta 28 genes asociados con DM2 que, sin embargo, sólo explican un 10% de la susceptibilidad genética a presentar la enfermedad (Bonnetfond, Froguel, & Vaxillaire, 2010).

Dos trabajos concuerdan en dos posturas; uno en la elevada presencia de factores de riesgo como: el sobrepeso, la obesidad, la hipertensión, dislipidemia, sedentarismo, dieta no saludable, consumo frecuente de tabaco y alcohol, son factores para incrementar el riesgo de desarrollar DM2. Dado que, el estilo de vida no saludable, tiene una acción de proveer el desarrollo de ECNT a edades tempranas (< 50 años) (Hernández, et al., 2015; Molena-Fernandes, Soares, Silva, & Nakamura, 2008).

Un estudio que se realizó tomando en cuenta los estilos de vida en pacientes con DM2, se identificó la relación que existe entre el nivel de conocimiento (conocimientos sobre cómo tratar la DM2) y la práctica de los estilos de vida del paciente con DM2, que pertenece al Programa de Control de la Diabetes Mellitus del Hospital Nacional Arzobispo. Evalúan los estilos de vida en dos categorías: estilo de vida positivo y estilo de vida negativo. Usando como punto de corte el valor del promedio de los puntajes. Los resultados que obtuvieron fueron. A) Que los pacientes con conocimiento malo, 54.4% tuvieron estilos de vida negativos; pacientes con conocimiento regular, 59.1% presentaron estilos de vida negativos; pacientes con un nivel de conocimiento bueno, 65.0% presentaron estilos de vida positivos; B) Se deduce que la relación que existe entre el nivel de conocimiento y la práctica de estilos de vida del paciente con DM2 en este estudio. El comportamiento de auto-cuidado que presentaron los pacientes con DM2, tiene una fuerte correlación con el conocimiento bueno (están informados de cómo controlar y medicar la DM2) mediante el estilo de vida saludable (alimentación sin excesos de grasas y azúcares, actividad física, no consumo de tabaco y alcohol) (Corbacho-Armas, Palacios-García, & Vaiz-Bonifaz, 2009).

Un artículo, alude que el estilo de vida saludable, es el tratamiento de las enfermedades crónicas. Dicen que la pérdida de peso a través de cambios en la dieta saludable y la actividad física frecuente, tienen mejor resultado en comparación con el medicamento. Pues con

hábitos saludables, se puede prevenir o retardar el inicio de la DM2; además, la modificación en el estilo de vida es fundamental para el tratamiento de enfermedades crónicas-degenerativas. Hay dos puntos esenciales: 1) La dieta saludable, la actividad física y los hábitos sociales, estos condicionan el bienestar de la calidad de vida del paciente; pues, las enfermedades metabólicas como la DM2 y el síndrome metabólico con el ejercicio físico mejora la vida de los pacientes con DM2. 2) Los resultados de este estudio fueron que el 71% de reducción de riesgo de desarrollar DM en el grupo de cambios del estilo de vida frente a 31% en el grupo que recibió medicamento y 11 % en el grupo sin intervención (Gómez-Pérez, 2013).

Una investigación en los estilos de vida en diabéticos del Instituto Mexicano del Seguro Social, describe que la DM2 es una enfermedad crónica, la cual tiene un impacto importante en la vida del paciente. Y su tratamiento es complejo e implica cambios en el estilo de vida. Llegan a tres puntos importantes al respecto. 1) Los estilos de vida de los pacientes con DM2 en su mayoría son inadecuados; 2) El 60% de los pacientes con DM2, tienen un estilo de vida malo, caracterizado por un consumo errático de frutas y verduras; y mayor consumo de número de piezas de pan y tortillas, superior al recomendado, y poca actividad física cotidiana, y utilizan medicamentos antigluceámicos; y 9 de cada 10 personas, presentaron poco consumo tabaco y alcohol; 3) y la educación informativa de cómo tratar a la DM2 que han recibido los pacientes, es limitada y es factor de el desarrollo de DM2 (Montejo-Briceño, 2009).

Un estudio sobre los determinantes sociales frente a estilos de vida en mujeres con DM2, se explica que las mujeres que están en un contexto socioeconómico favorecedor (escolarizadas, residencia zona urbana, trabajan) tienden más a la obesidad que al desarrollo de la DM2; no obstante, la obesidad es un mecanismo para desarrollar la DM2. Sin embargo, a pesar de haber desigualdad de clase social y género, se contribuye un marco explicativo de que los determinantes sociales son condicionantes en las mujeres (Escolar-Pujolar, 2009).

Un artículo sobre el sedentarismo y salud en la DM2, se habla que el sedentarismo se está convirtiendo en una epidemia en los países desarrollados; pues, la actividad física que ya no se practica reduce el riesgo de padecer afecciones cardíacas, DM2 y algunos tipos de cáncer. El estilo de vida saludable incluye actividades físicas diarias que son responsabilidad de las

personas; pero, las autoridades tienen que participar en fomentar la actividad física y concientizar a la población de ser más activa, por el bienestar de la salud de la población (Márquez-Rosa, Rodríguez, & De abajo, 2006).

En un estudio se construyó un instrumento para medir el estilo de vida, mediante nueve dominios: 1) Nutrición; 2) Actividad física; 3) Consumo de tabaco; 4) Consumo de alcohol; 5) Relación con la familia y amistades; 6) Información sobre diabetes; 7) Satisfacción laboral; 8) Emociones; y 9) Adherencia al tratamiento. La medición de factores de riesgo se aplicó a 412 pacientes; los resultados que se obtuvieron, fue que los hombres menores de 60 años diagnosticados con DM2, mostraron mejores calificaciones en el dominio de nutrición. Los mayores de 60 años de edad, calificaron mejor en los dominios nutrición, actividad física, consumo de tabaco y consumo de alcohol, emociones y adherencia terapéutica, posiblemente por haber estado expuestos durante más tiempo a acciones de consejería individual o grupal durante los años en los que han acudido para su tratamiento médico (López-Carmona, Ariza-Andraca, Cuauhtémoc, & Rodríguez-Moctezuma, 2003).

### **2.3 Fuentes de datos para el análisis de la salud y la diabetes mellitus en México**

En México hay varias fuentes de datos que permiten y proporcionan información confiable referente a la salud de la sociedad mexicana (tabla 6).

A finales de la década de los noventa, el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), congregó dos tópicos en las encuestas nacionales de 1999 y del año 2000. La de 1999 el objetivo fue el estado nutricional de mujeres en edad fértil y niños; así como programas sociales que tienen como intención optimar la manutención de la población en rezago social.

**Tabla 6. Fuentes de información de salud en México**

<p>Sistemas de Salud de información</p>	<p>Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE), forma parte de la Secretaría de Salud y se define con el conjunto de instituciones del Sistema Nacional de Salud, integrado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Secretaría de Salud</li> <li>- Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)</li> <li>- Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE)</li> <li>- Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF)</li> <li>- Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA)</li> <li>- Secretaría de Marina (SEDEMAR)</li> <li>- Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos (PEMEX)</li> <li>- Instituto Nacional Indigenista (INI)</li> </ul> <p>La vigilancia, prevención de enfermedades que proporciona información actualizada, confiable para estudios posible. Por tanto, el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica es un programa de acción conformado por un conjunto de estrategias y acciones que permiten identificar y detectar los daños y riesgos para la salud.</p>
<p>Registros de defunción</p>	<p>Las estadísticas vitales resultan de los registros administrativos de nacimientos, defunciones fetales y no fetales, matrimonios y divorcios, que permiten contar con información sobre los cambios en los patrones de mortalidad, fecundidad y nupcialidad.</p> <p>Hay sesgos en las estadísticas de mortalidad, debido al subregistro de la edad, estado civil, y la especificación de la causa de muerte.</p>
<p>Encuestas Nacionales de Salud</p>	<p>1986 - Encuesta Nacional de Salud (ENSA I)  1987 - Encuesta Nacional Seroepidemiológica I (ENSE I)  1987 - Encuesta Nacional de Nutrición I (ENN I)  1988 - Encuesta Nacional de Adicciones I (ENA I)  1992 - Encuesta Nacional de Cobertura en Vacunación (ENCOVA)  1993 - Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas (ENEC)  1993 - Encuesta Nacional de Adicciones (ENA II)  1994 - Encuesta Nacional de Salud (ENSA II)  1998 - Encuesta Nacional de Adicciones (ENA III)  1998 - Encuesta Nacional de Nutrición I (ENN II)  2000 - Encuesta Nacional de Salud (ENSA)  2006 - Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT I)  2012 - Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT II)  2016 - Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Medio Camino (ENSANUT-MC)</p>

Fuente: Elaboración propia.

Y la Encuesta Nacional de Salud (ENSA) (2000), la enfocaron a situaciones de salud y eficacia del sistema de salud. Sin embargo, la ENSANUT 2006, agrupó el contenido de nutrición y de salud, siendo una base de datos innovadora y única, permitiendo un análisis epidemiológico, desnutrición, y eficiencia del sistema de salud en poblaciones rezagadas; la

ENSANUT 2012 y 2016, da continuidad a la 2006. Las encuestas tienen limitaciones como margen de error: a) la información que se recolecta algunas veces es errónea por parte del entrevistado; b) error, en la captura de información del encuestado.

El censo también es instrumento de recolección de información de salud de mejor dimensión que una encuesta. Los registros administrativos son de menor dimensión que las encuestas nacionales; es decir, las encuestas permiten hacer inferencias en casos determinados de salud a partir de una muestra representativa que paso por supuestos estadísticos, los resultados pueden ser específicos en un tópico, está es la primacía de las encuestas sobre estadísticas vitales y censos.

## **2.4 Métodos de proyección y modelos para el estudio de la población**

Las proyecciones demográficas, son estimaciones de la población futura, a corto y medio plazo, basadas en el conocimiento de los fenómenos demográficos y utilizando los indicadores demográficos de mortalidad, fecundidad y migraciones (Welti, 1997).

Para estimar poblaciones futuras hay procedimientos que se pueden aplicar:

- Método de componentes demográficos, este método de proyección, es un modelo para elaborar estimaciones demográficas. Su principio consiste en desagregar el crecimiento de la población en sus componentes demográficos fundamentales por medio de una ecuación compensadora (Welti, 1997).
- Modelos matemáticos son el medio más exacto para estimar población, demanda la existencia de datos relacionados con cada variable involucrada: Número de nacimiento, muertes y migraciones. Sin embargo, esto no es posible siempre y la falta de tales datos obliga a los demógrafos a utilizar diferentes métodos de proyección. En estos casos los datos de los censos son usualmente asequibles y los métodos aritmético y geométrico siempre dan buenos resultados. No obstante, el modelo que se ajusta mejor a los cambios reales del crecimiento poblacional es el exponencial, cuando se hacen supuestos adecuados (Ospina-Botero, 1981).
- Modelo Markoviano, se prestan de manera casi natural, aunque requieren ajustes que permitan el cambio en el tamaño de la población de un periodo al siguiente. Su aplicación directa permite seguir la evolución del valor promedio del tamaño

poblacional, como consecuencia de las tasas asumidas, para cada uno de los periodos futuros bajo consideración. Adicionalmente, dichas estructuras permiten determinar los tamaños probables de las variaciones alrededor de los promedios estimados a través de la simulación estocástica de la evolución de éstos un gran número de veces (Bustos, 2013).

## **Conclusión**

En suma, los trabajos de investigación que se expusieron en este capítulo, abordan como reducir la prevalencia de DM, mediante los estilos de vida que éstos están definidos por los factores de riesgo (alimentación no saludable, inactividad física, consumo de tabaco y alcohol y antecedente familiar). Los estudios desde la demografía, estudios de población y la medicina, aportan desde su contexto que la DM2 seguirá incrementando su prevalencia, años de vida perdidos, y deterioro en la salud. Y los métodos y los modelos matemáticos son útiles para poder analizar, proyectar y conocer la probabilidad que ocurra un evento; ya sea, en un contexto demográfico, médico, social, y ambiental.

# **CAPÍTULO III.**

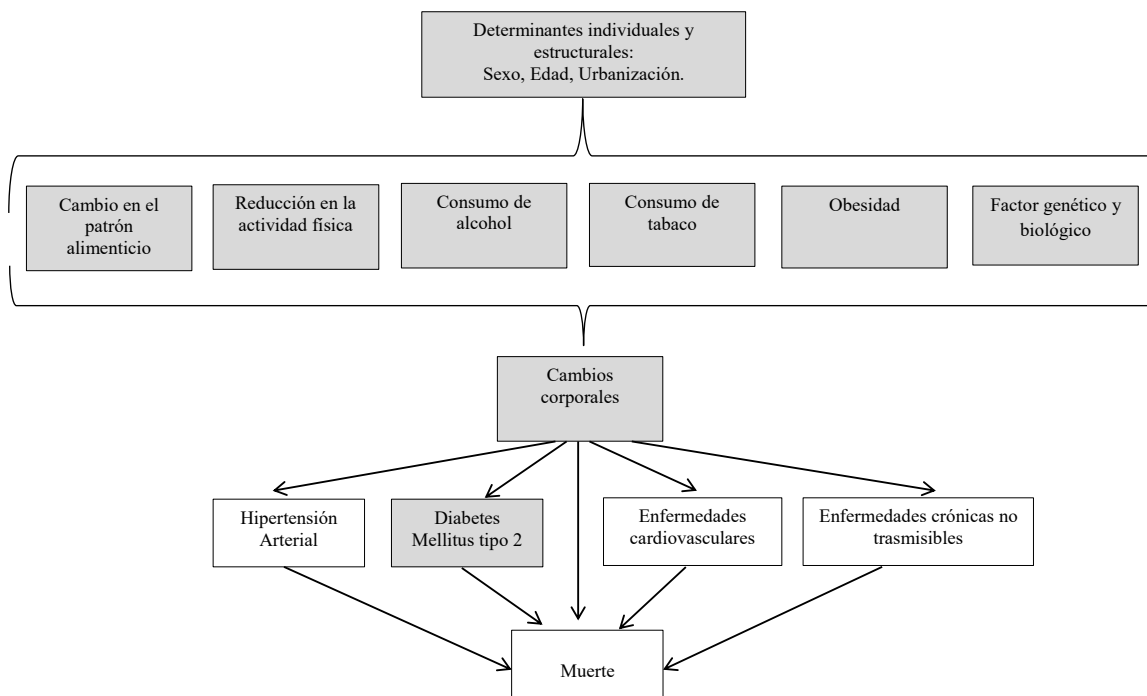
## **MARCO CONCEPTUAL**

### 3.1 Introducción

El objetivo de este capítulo es describir el marco conceptual de la presente tesis. La DM2 es la que prevalece en México, ésta se asocia con factores de riesgo como dietas inadecuadas, sedentarismo, mayor consumo de tabaco y alcohol. Tomando lo anterior, en este capítulo se revisa el cambio del patrón alimenticio y la reducción de la actividad física a finales del siglo XX en México. Por último, se expone una revisión de las relaciones y mecanismos que se presentan para desarrollar diabetes.

La figura 9 esquematiza las asociaciones que interesan en esta tesis y se analizarán en este capítulo. Los cuadros sombreados de gris muestran las relaciones que se tratarán en el análisis, mientras los cuadros en fondo blanco muestran las relaciones que no se considerarán por no estar dentro de los objetivos planteados; sin embargo, son parte del mecanismo enfermedad-muerte.

**Figura 9. Marco conceptual para el estudio de la DM2**



Fuente: Elaboración propia a partir de (Lozano-Keymolen, 2016).



## 3.2 Prevalencia de diabetes mellitus

La DM2 ha mostrado un crecimiento epidemiológico que ocupa el sexto lugar como causa de muerte en el mundo (Organización Mundial de la Salud, 2015). La DM se ha convertido en un problema de salud pública a nivel mundial. En México la prevalencia de esta enfermedad ha aumentado de forma alarmante en las últimas tres décadas, convirtiéndolo en uno de los países con mayor prevalencia. En el año de 1994, 4.6% de la población adulta mexicana presentaba esta condición; sin embargo, 12 años después (2006) la prevalencia de diabetes aumentó, es decir, 5.8 % de los adultos de 20 años y más diagnosticados por DM. (Villalpando, Shamanh-Levy, Rojas, & Aguilar-Salinas, 2010), y para el año 2012, el 9.2% de los adultos mexicanos tenían un diagnóstico de DM; y en el 2016 aumentó a 9.4% (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición MC, 2016a), estos porcentajes se muestran en la figura 3 del primer capítulo. Dado que la DM establece un alto impacto económico y social, conlleva un deterioro en la calidad de vida de las personas, así como la pérdida de años de vida productivos y hasta la muerte (Ibarra de Suarez, 2002).

### 3.2.1 Definición y clasificación

Los nuevos criterios diagnósticos propuestos por la Asociación Americana de Diabetes (ADA) y por el comité asesor de la Organización Mundial de la Salud (OMS) definen a la diabetes como una enfermedad crónica e irreversible del metabolismo en la que se produce un exceso de glucosa o azúcar en la sangre y en la orina; se debe a una disminución de la secreción de la hormona insulina<sup>8</sup> o a una deficiencia de su acción (American Diabetes Association, 2017b). El efecto de la diabetes no controlada es la hiperglucemia<sup>9</sup> (aumento del azúcar en la sangre), la cual con el tiempo daña gravemente muchos órganos y sistemas, principalmente los nervios y los vasos sanguíneos (American Diabetes Association, 2017b).

Según la ADA (2017) la clasificación y etiológica de la DM, contempla cuatro grupos:

- Diabetes tipo 1 (DM1)
- Diabetes tipo 2 (DM2)
- Otros tipos específicos de diabetes

---

<sup>8</sup> Hormona proteica que se secreta en las células beta de los islotos pancreáticos (García-Sancho, 2013).

<sup>9</sup> Exceso de azúcar o glucosa en la sangre (García-Sancho, 2013).

- Diabetes gestacional (DMG)

En la DM1, el páncreas no produce insulina. Sus primeras manifestaciones clínicas suelen ocurrir alrededor de la pubertad, cuando ya la función se ha perdido en alto grado y la insulino terapia es necesaria para que el paciente sobreviva. Sin embargo, existe una forma de presentación de lenta progresión que inicialmente puede no requerir insulina y tiende a manifestarse en etapas tempranas de la vida adulta. A este grupo pertenecen aquellos casos denominados por algunos como diabetes autoinmune latente del adulto (American Diabetes Association, 2017b). Recientemente se ha reportado una forma de DM1 que requiere insulina en forma transitoria y no está mediada por autoinmunidad. La etiología de la destrucción de las células beta del páncreas es generalmente autoinmune, pero existen casos de DM1 de origen idiopático, donde la medición de los anticuerpos conocidos da resultados negativos (American Diabetes Association, 2017b).

La DM2, se presenta cuando el páncreas no produce bastante insulina o la insulina no es utilizada de manera eficaz, y produce niveles altos de azúcar en la sangre. Aunque este tipo de diabetes se presenta principalmente en el adulto, su frecuencia está aumentando en niños y adolescentes obesos. Desde el punto de vista fisiopatológico, la DM2 se puede subdividir en:

- I. Predominantemente insulino resistente con deficiencia relativa de insulina.
- II. Predominantemente con un defecto secretor de la insulina con o sin resistencia a la insulina.

En otros tipos de diabetes, son causados por defectos genéticos en función de las células beta pancreáticas, defectos genéticos en la acción de la insulina, enfermedad del páncreas exocrino (fibrosis quística) o inducida por medicamentos (American Diabetes Association, 2017b).

La diabetes mellitus gestacional (DMG) constituye el cuarto grupo. Aparece cuando la insulina es menos eficaz durante el embarazo. Se aplica independientemente de si se requiere o no insulina, o si la alteración persiste después del embarazo y no excluye la posibilidad de que la alteración metabólica haya estado presente antes de la gestación (American Diabetes Association, 2017b).

Ya definidas los cuatro tipos de DM, se analizará la DM2 para este trabajo de tesis, debido a la alta prevalencia que tiene en México, pues ocupa la segunda causa de muerte (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2016b) y se sitúa en el onceavo lugar de las veinte principales causas de enfermedad a nivel nacional (Anuario de Morbilidad, 2017).

### **3.2.2 Pruebas y diagnóstico**

Según la American Diabetes Association, la diabetes puede ser diagnosticada con base en los niveles de glucosa en plasma, ya sea a través de una prueba rápida de glucosa en plasma o de una prueba de glucosa en plasma 2 horas después de haber recibido 75 gramos de glucosa vía oral o con una prueba de hemoglobina glucosilada (A1C). Los criterios según la American Diabetes Association (2017) son los siguientes:

- Glucosa en ayuno  $\geq 126$  mg/dL (no haber tenido ingesta calórica en las últimas 8 horas).
- Glucosa plasmática a las 2 horas  $\geq 200$  mg/dL durante una prueba oral de tolerancia a la glucosa. La prueba debe ser realizada con una carga de 75 gramos de glucosa anhidra disuelta en agua.
- Hemoglobina glicosilada (A1C)  $\geq 6.5\%$ . Esta prueba debe realizarse en laboratorios certificados de acuerdo a los estándares A1C del Diabetes Control and Complications Trial (DCCT).
- Paciente con síntomas clásicos de hiperglicemia o crisis hiperglucémica con una glucosa al azar  $\geq 200$  mg/dL (American Diabetes Association, 2017b).

### **3.2.3 Comorbilidad**

Comorbilidad se define como la ocurrencia simultánea de dos o más enfermedades en una misma persona (Feinstein, 1970). El 90.0% de casos de diabetes, en general se manifiesta después de los 45 años y se caracteriza por una deficiencia relativa de la secreción de insulina, resultado de grados distintos de resistencia periférica a la insulina, a menudo asociada a la obesidad (Rubio, Salas-Salvadó, & Barbany, 2007). Las principales comorbilidades descritas en personas con diabetes son en los hombres la presencia de hipertensión, dislipemias, enfermedad coronaria, y osteoartrosis; y en mujeres hipertensión, dislipemia, osteoartrosis,

enfermedad coronaria y patología urinaria (Laux, Kuehlein, Rosemann, & Szecsenyi, 2008). La asociación de DM con enfermedades cardiovasculares y sus factores de riesgo como hipertensión y dislipidemia son prevalentes; la hipertensión fue la comorbilidad más frecuente en 58.0% en un estudio con DM (Caughey, Vitry, Gilbert, & Roughead, 2008). Se ha encontrado que hasta cerca del 75.0% de los individuos con DM2 tiene hipertensión arterial pues se trata de enfermedades comunes que comparten factores de riesgo como historial familiar de padecimiento, determinantes del estilo de vida, así como complicaciones como el síndrome metabólico (Sherita, Wang, Klag, Meoni, & Brancati, 2004; Hu, 2011; Lozano-Keymolen, 2016).

Un estudio en Honduras del Instituto Nacional del Diabético identificó las comorbilidades que presentan los Pacientes con DM2. La comorbilidad más frecuente encontrada fue hipertensión arterial en más del 70.0% de los pacientes, además el sobrepeso y la obesidad fueron prevalentes (Bermúdez-Lacayo, y otros, 2016). Datos de la ENSANUT 2012, señalan que 47 % de las personas diagnosticadas con DM recibieron previamente un diagnóstico de hipertensión; lo que indica que 4.3 % de la población en México, mayor de 20 años, padece diabetes e hipertensión (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 2012a). Igualmente, las personas diagnosticadas con diabetes, la mayoría presentó complicaciones derivadas del mal control de la enfermedad; el 47.3 % reportó visión disminuida, 38 % neuropatía, 13.9 % daños en la retina, 2 % amputaciones, 1.4 % diálisis por insuficiencia renal y 2.8 % infartos (Instituto Nacional de Salud Pública, 2013).

Otras de las comorbilidades de DM2, son las enfermedades cardiovasculares pues la DM2 aumenta la arterioesclerosis o engrosamiento de las arterias sanguíneas (Halter, et al., 2014). Además, hasta 80.0% de las muertes en personas con DM2 se asocian a enfermedades cardiovasculares (Sowers, Epstein, & Frohlich, 2001).

### **3.2.4 Consecuencias y costos**

La diabetes es un problema de salud que tiene un abordaje integral, su prevalencia tendrá altos costos en salud, pues el comportamiento demográfico de México advierte un cambio en la pirámide poblacional, donde las condiciones de riesgo aumentan para la población adulta; lo que resultará un incremento de la demanda de servicios de atención para la DM en el corto, mediano y largo plazo (Arredondo & Barcelo, 2007; American Diabetes Association, 2017b).

La creciente amenaza de la DM para la salud mundial ha llamado a todos los países a luchar contra esta enfermedad desde 1993 (Spinaci, Currat, Shetty, Crowell, & J., 2006). Esto es importante ya que conlleva la disminución en la calidad de vida de las personas que la padecen, así como la pérdida de años de vida productiva a consecuencia de las complicaciones crónicas o de la mortalidad (Regal-Ramos, 2014). En 2012, la DM generó costos a nivel mundial de aproximadamente \$471,000 millones de dólares en gastos en salud (MarcadorDePosición1).

La Región de las Américas en el año 2000, la DM represento un costo de 65.000 millones de dólares; la mayoría de los costos fueron indirectos (54.000 millones de dólares), Se estimó que la complicación más costosa de la DM fueron las nefropatías, seguidas de las retinopatías (Organización Panamericana de la Salud, 2016). La DM constituye una porción significativa del gasto sanitario total. Los cálculos de la Federación Internacional de la Diabetes indicaron que, en el 2010, el gasto en la DM representó un 9% del gasto sanitario total en América del Sur y América Central, y un 14% en América del Norte (incluidos los países de habla inglesa del Caribe y Haití) (Organización Panamericana de la Salud, 2016; Zhang, et al., 2010).

En México los costos directos<sup>10</sup>, de la DM2 se estimaron en \$179,495.3 millones de pesos en el año 2013, lo que representa el 1.11% del Producto Interno Bruto (PIB) de ese año (Barraza-Lloréns, et al., 2015). Así mismo, los costos indirectos<sup>11</sup> se estimaron en \$183,364.49 millones de pesos lo que representa el 1.14% (Barraza-Lloréns, et al., 2015).

Como se ha venido explicando la DM ocupa el segundo lugar como causa de muerte en México (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2016a), sin embargo, según el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) alude que la DM ocupa los primeros lugares en dictámenes de invalidez (Boletín epidemiológico, 2016), y de cada 100 diagnosticados con DM, 14 diagnosticados llegan a presentar nefropatía (problemas en los riñones); 10 neuropatía (enfermedad en el sistema nervioso); 10 pie diabético (una de cada tres termina con amputación); 60 ceguera (Boletín epidemiológico, 2016). Lo que tendrá como

---

<sup>10</sup> Los costos directos se refieren a la atención médica asociada al tratamiento y a las complicaciones de la DM2. El costo de los tratamientos se destina a medicamentos hipoglicemiantes o insulinas, atención ambulatoria y pruebas de laboratorio, y transporte de ambulancia (Barraza-Lloréns, et al., 2015).

<sup>11</sup> Refiere a la pérdida de ingresos y de productividad por muerte prematura, ausentismo laboral, incapacidad laboral, invalidez, desde la perspectiva de los hogares y de la seguridad social de los empleadores (Barraza-Lloréns, et al., 2015).

consecuencia la invalidez y puede generar costos elevados tanto para los empleadores como para los servicios de salud y familiares (Kamal-Bahl, Pantely, Pyenson, & Alexander, 2006).

La DM puede ser diagnosticada fácilmente y tratada con medicamento o un estilo de vida saludable, para mantener controlados los niveles de glucosa; pues la consecuencia de un mal control causaría daño o falla de varios órganos como: los ojos, riñones, tejido nervioso, riesgo perceptible a enfermedad coronaria, enfermedad vascular periférica, probabilidad de tener hipertensión, dislipidemias y obesidad (Inzucchi & Sherwin, 2005). Esto reducirá los años de vida productiva en la población (Escobedo-De la Peña, et al., 2011).

### **3.2.5 Adversidad en enfermedades crónicas no trasmisibles**

La DM es un problema de salud pública a nivel mundial y en Latino América y en México, como mencionó la Declaración de las Américas sobre diabetes (DOTA) (por sus siglas en inglés), apoyada por la Federación Internacional de Diabetes (IDF), y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Asociación Latino Americana de Diabetes (ALAD). Pues, el manejo correcto de la DM con criterio preventivo, es un esfuerzo individual y colectivo (American Diabetes Association, 2017a). La prevalencia de las enfermedades crónicas, no transmisibles está aumentando a un ritmo preocupante. El aumento de la DM se produce en países en desarrollo y hay una incidencia creciente a una edad más joven entre ellos niños obesos, incluso antes de la pubertad (Tabish, 2007). El cambio en el patrón alimenticio aumenta el riesgo de sobrepeso, de obesidad y de enfermedades crónicas no transmisibles (ENT) como la DM2, la hipertensión, las enfermedades cardiovasculares, enfermedad respiratoria crónica y algunos tipos de cáncer, las cuales constituyen hoy día la principal causa de muerte en el mundo (Organización Mundial de la Salud, 2018). México ocupa el sexto lugar a nivel mundial de prevalencia por DM (no tasas de DM), el primer lugar en mortalidad en América Latina y el tercer en el mundo (Barquera S. , 2016).

### **3.2.6 Tendencia de la diabetes mellitus en México**

La prevalencia de DM en México ha aumentado durante las últimas décadas. Pues la alimentación no saludable, la inactividad física, consumo de tabaco y alcohol, antecedente familiar son factores de riesgo que inciden en el desarrollo de la DM2 (Genetic Alliance, 2009). La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición-Medio Camino (ENSANUT-MC) (2016)

presenta el escenario donde se exponen datos recientes de diagnóstico previo médico de diabetes. La ENSANUT-MC 2016 presenta datos confiables, pero de medio camino.

Los resultados de la ENSANUT-MC 2016 sobre DM:

- Las mujeres reportaron mayores valores de diabetes (10.3%) que los hombres (8.4%). Esta tendencia se observó tanto en localidades urbanas (10.5% en mujeres y 8.2% en hombres) como en rurales (9.5% en mujeres, 8.9% en hombres).
- La mayor prevalencia de diabetes se observa entre los hombres de 60 a 69 años (27.7%), y las mujeres de este mismo grupo de edad (32.7%).

Los adultos que reportaron un diagnóstico médico previo de diabetes, se observó:

- Que el (87.7%) de los adultos con diabetes recibe un tratamiento para controlar la diabetes, cifra que aumentó ligeramente de la cifra de (85%) en 2012.
- El uso de insulina como tratamiento aumentó de (6.5%) en 2012 a (11.1%) en 2016, así como el uso conjunto de insulina y medicamentos orales (6.6% en 2012 a 8.8% en 2016).
- Sólo 2 de cada 10 adultos con diabetes se realizó una revisión de pies en el último año (20.9%), esto es, en (21.1%) de las mujeres y (20.5%) de los hombres.
- Las complicaciones reportadas por los adultos diabéticos fueron: visión disminuida (54.5%), daño en la retina (11.2%), pérdida de la vista (9.9%) y úlceras en los pies (9.1%) en una de cada 10 personas diagnosticadas. Las amputaciones se observaron en (5.5%).
- Como complicaciones adicionales se reportó ardor, dolor o pérdida de sensibilidad en la planta de los pies en 4 de cada 10 diabéticos (41.2%), mientras que 2 de cada 10 no pueden caminar más de 6 minutos sin sentir fatiga (20.4%).
- El (46.4%) de los adultos con diabetes no realiza alguna medida preventiva para retrasar o evitar complicaciones (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición MC, 2016b).

### 3.2.7 Panorama en factores de riesgo en diabetes mellitus tipo 2

En este apartado se presentan datos descriptivos de manera general de los diagnosticados por DM2<sup>12</sup>. Se utilizó información de la ENSANUT (2012), ya que la ENSANUT-MC (2016), no tiene datos de diagnóstico previo de DM2 del Estado de Guerrero, Chiapas y Oaxaca. El interés es presentar un escenario general de los diagnosticados con DM2 por sexo en México. Así mismo, su relación con los factores de riesgo: consumo de alcohol, consumo de tabaco, inactividad física, consumo de alimentos saludables y no saludables e índice de masa corporal (IMC).

Utilizando el paquete estadístico SPSS se realizó la prueba (chi-cuadrado) en las siguientes relaciones. En la figura 10, se puede observar que hay una relación lineal entre la variable consumo de alcohol y diagnosticado con DM2, pues con un nivel de confianza del 95% y con un margen de error del 5%, se hizo una prueba de independencia:

Ho: hay independencia vs Ha: no hay independencia

Cuya evaluación es la siguiente: “si el P-Valor es mayor 0.05, se acepta el Ho, es decir, no hay relación lineal entre las variables estudiadas. Bajo el contexto del presente trabajo, se pudo observar que el P-Valor entre las variables consumo de alcohol y diagnosticados con DM2 es de 0.001 el cual es inferior a 0.05, por lo tanto, se rechaza el Ho. Al aceptarse la Ha, hay una relación lineal entre las variables observadas. Un 52% de diagnosticados con DM2 no consumen alcohol; sin embargo, un 48% si lo consume.

Se observa, que hay una relación lineal entre la variable consumo de tabaco y diagnosticado con DM2, pues con un nivel de confianza del 95% y con un margen de error del 5%, se hizo una prueba de independencia:

Ho: hay independencia vs Ha: no hay independencia

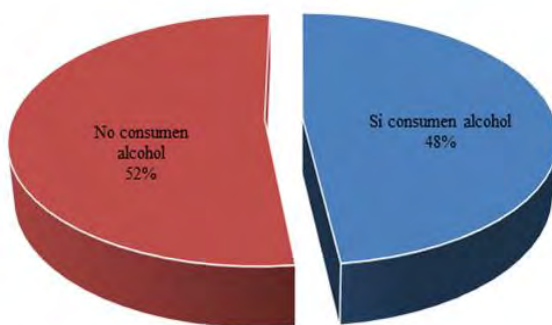
Se pudo observar que el P-Valor entre las variables consumo de tabaco y diagnosticados con DM2 es de 0.001 el cual es inferior 0.05, por lo tanto, se rechaza la Ho. Al aceptarse la Ha, hay una relación lineal entre las variables observadas. Un 67% de diagnosticados con DM2 no consumen tabaco, y al respecto un 33% si consume (figura 11).

---

<sup>12</sup> Para obtener los diagnosticados por DM2 en la ENSANUT 2012, se omitió los datos de diabetes gestacional, y se asume que tenemos diagnosticados (auto-reporte) por DM2, pues en México 95% de diagnosticados son por DM2, pero no se descarta que haya diabetes tipo Moby.

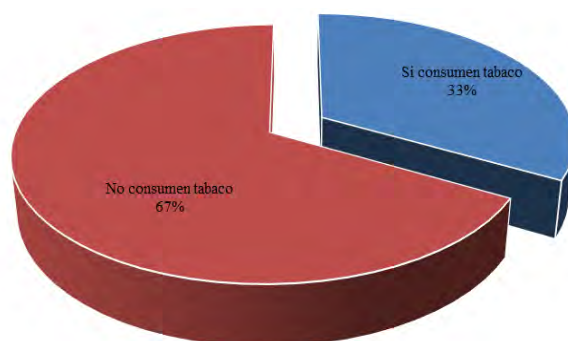


**Figura 10. Porcentaje de diagnosticados por DM2 según prevalencia de consumo de alcohol**



Fuente: Elaboración propia con datos de la ENSANUT 2012.

**Figura 11. Porcentaje de diagnosticados por DM2 según la prevalencia de consumo de tabaco**

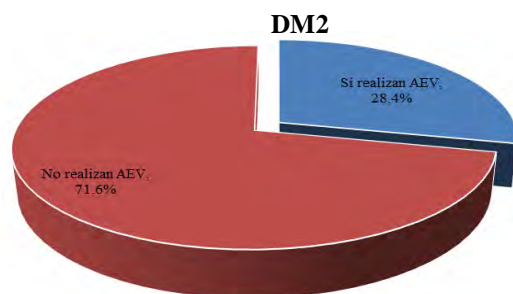


Fuente: Elaboración propia con datos de la ENSANUT 2012.

Hay una relación lineal entre la variable esfuerzo físico vigoroso<sup>13</sup> y diagnosticado con DM2, pues con un nivel de confianza del 95% y con un margen de error del 5%. Se observa que el P-Valor entre las variables esfuerzo vigoroso y diagnosticados con DM2 es de 0.001 el cual es inferior 0.05, por lo tanto, se rechaza la  $H_0$ . Al aceptarse la  $H_a$ , hay una relación lineal entre las variables observadas. Un 71.6% de diagnosticados por DM2 no realizan actividad que requiera de un esfuerzo vigoroso en ningún día a la semana.; y un 28.4% sí realizan actividad que requiera de un esfuerzo físico vigoroso en por lo menos un día a la semana (figura 12).

<sup>13</sup> Las actividades vigorosas hacen que la persona se agite y respire con mucha más dificultad de lo normal y estas actividades pueden ser: aeróbicas (correr, andar en bicicleta rápidamente, nadar constantemente), subir escaleras, levantar pesas, cavar, trabajo agrícola como cosechar, trabajo de albañilería, jugar básquetbol, jugar fútbol; por lo menos 10 minutos continuos de cualquier actividad ya mencionada (Hallal, et al., 2012; Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 2012a).

**Figura 12. Porcentaje de actividad que requiere de un esfuerzo vigoroso\*<sup>AEV</sup> en diagnosticados por**



Fuente: Elaboración propia con datos de la ENSANUT 2012.

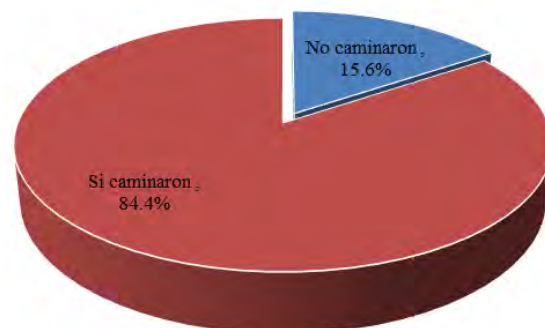
\* (AEV) Actividad Esfuerzo Vigoroso  $\geq 150$  min/semana (ENSANUT, 2012).

Así mismo, se aprecia que hay una relación lineal entre la variable “en 7 días caminaron 10 minutos” y “diagnosticados por DM2”, pues con un nivel de confianza del 95% y con un margen de error del 5%, se hizo una prueba de independencia:

Ho: hay independencia vs Ha: no hay independencia

Cuya evaluación es la siguiente: “si el P-Valor es mayor 0.05, se acepta la Ho, es decir, no hay relación lineal entre las variables estudiadas. Bajo el contexto del presente trabajo, se pudo observar que el P-Valor entre las variables “caminaron en 7 días por lo menos diez minutos” y “diagnosticados por DM2” de 0.001 el cual es inferior 0.05, por lo tanto, se rechaza la Ho. Al aceptarse la Ha, hay una relación lineal entre las variables observadas. Un 84.8% de diagnosticados por DM2 si caminaron en 7 días por lo menos 10 minutos, no obstante, un 15.6% no caminaron en 7 días por lo menos diez minutos (figura 13).

**Figura 13. Porcentaje de diagnosticados por DM2, que en los últimos 7 días caminaron por lo menos 10 minutos**



Fuente: Elaboración propia con datos de la ENSANUT 2012.

También, hay una relación lineal entre la variable frecuencia de consumo de alimentos recomendables, y no recomendables con diagnosticados por DM2, pues con un nivel de confianza del 95% y con un margen de error del 5% se hizo una prueba de independencia:

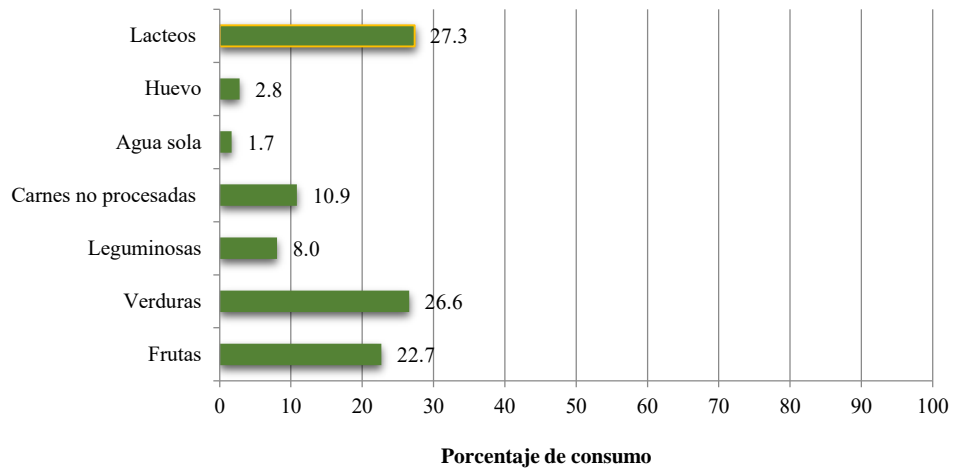
Ho: hay independencia vs Ha: no hay independencia

Cuya evaluación es la siguiente: “si el P-Valor es mayor 0.05, se acepta la Ho, es decir, no hay relación lineal entre las variables estudiadas. Bajo el contexto del presente trabajo, se pudo observar que el P-Valor entre las variables frecuencia de consumo de alimentos recomendables, no recomendables y diagnosticados con DM2 es de 0.001 el cual es inferior 0.05, por lo tanto, se rechaza la Ho.

Al aceptarse la Ha, hay una relación lineal entre las variables observadas. Un 27.3% consumen lácteos (queso, yogurt, leche sin azúcar adicionada) un 26.6% consumen verduras (lechuga, espinacas, jitomate, brócoli, zanahoria, elote, calabaza), 22.7% consume frutas (plátano, piña, naranja, guayaba, manzana, papaya, sandía), y un 1.7% consume agua simple o sola (figura 14).

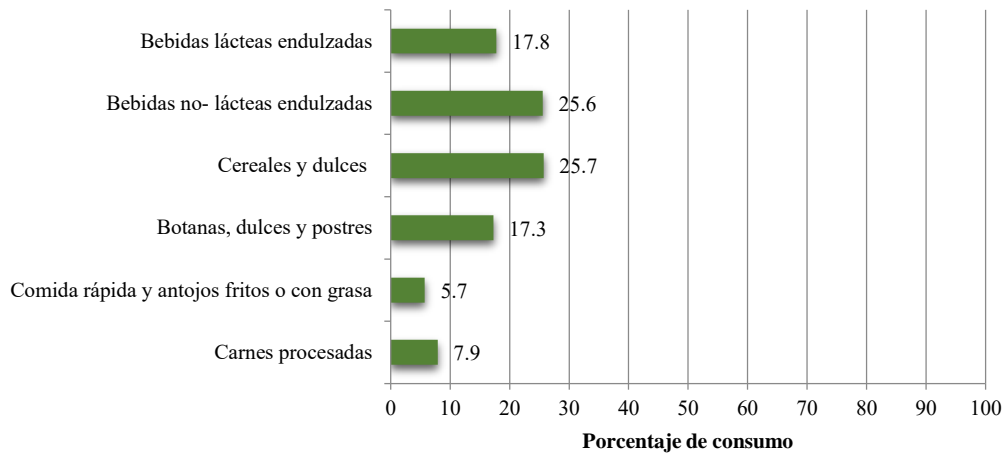
El porcentaje de consumo de alimentos no recomendables que consumen los diagnosticados por DM2. Un 25.7% consumen cereales y dulces (hojuelas de maíz con azúcar o chocolate, arroz inflado endulzado, galletas dulces, pastelillos industrializados, pan de dulce, pasteles) un 25.6% consumen bebidas no-lácteas endulzadas (café y té con azúcar, atole con agua, agua de frutas, fermentado lácteo, aguas industrializadas y refrescos), 17.8% consumen bebidas lácteas endulzadas (leche con azúcar o chocolate, yogurt para beber, atole con leche y azúcar), 17.3% consume botanas, dulces y postres (helados, paletas, dulces macizos, frituras de maíz, fruta en almíbar), un 7.9% consume carnes procesadas (salchicha, jamón, mortadela, longaniza y chorizo) y un 5.7% en consumo de comida rápida, antojos fritos o con grasa (Hamburguesa, pizza, hot-dog, quesadillas y sopes fritos, tamales) (figura 15).

**Figura 14. Porcentaje de consumo de alimentos recomendables de los diagnosticados por DM2**



Fuente: Elaboración propia con datos de la ENSANUT 2012.

**Figura 15. Porcentaje de consumo de alimentos no recomendables de los diagnosticados por DM2**



Fuente: Elaboración propia con datos de la ENSANUT 2012.

Con base a lo anterior, los grupos de alimentos recomendables y no recomendables se observan a detalle en la tabla 7, se muestra una clasificación de 13 grupos de alimentos de acuerdo a sus características nutrimentales, estos grupos incluyen 7 grupos de alimentos recomendables, y 6 no recomendables para el consumo cotidiano (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición MC, 2016c).

**Tabla 7. Grupo de alimentos recomendables y no recomendables**

<b>Grupo de alimento</b>	<b>Alimentos incluidos</b>	<b>Categoría</b>
Frutas	Plátano, piña, naranja, guayaba, manzana, papaya, sandía	Alimentos recomendables para consumo cotidiano
Verduras	Lechuga, espinacas, jitomate, brócoli, zanahoria, elote, calabaza	
Leguminosas	Frijol, lenteja, habas amarillas, alubias	
Carnes no procesadas	Carne de pollo, res, cerdo, pescado y mariscos	
Agua sola	Agua sola	
Huevo	Huevo solo o en guisados	
Lácteos	Queso, yogurt, leche sin azúcar adicionada	
Carnes procesadas	Salchicha, jamón, mortadela, longaniza y chorizo	Alimentos no recomendables para consumo cotidiano
Comida rápida y antojitos mexicanos fritos o con grasa	Hamburguesa, pizza, hot-dog Quesadillas y sopes fritos, tamales	
Botanas, dulces y postres	Helados, paletas, dulces macizos, frituras de maíz, fruta en almíbar	
Cereales dulces	Hojuelas de maíz con azúcar o chocolate, arroz inflado endulzado, galletas dulces, pastelillos industrializados, pan de dulce, pasteles	
Bebidas no-lácteas endulzadas	Café y té con azúcar, atole con agua, agua de frutas, fermentado lácteo, aguas industrializadas y refrescos	
Bebidas lácteas endulzadas	Leche con azúcar o chocolate, yogurt para beber, atole con leche y azúcar	

Fuente: (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición MC, 2016c).

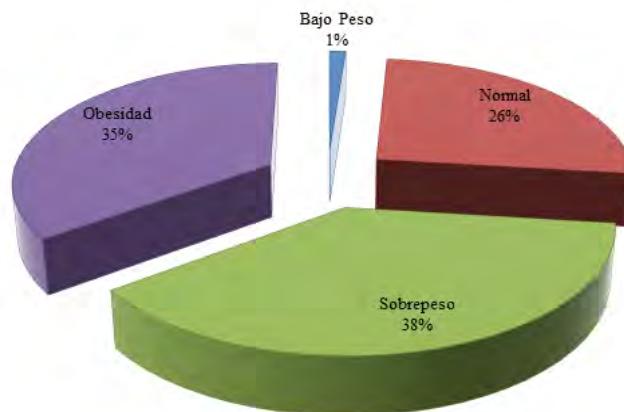
Del mismo modo, hay una relación lineal entre la variable categoría del índice de masa corporal (IMC) con los diagnosticados por DM2, pues con un nivel de confianza del 95% y con un margen de error del 5% se hizo una prueba de independencia:

Ho: hay independencia vs Ha: no hay independencia

Cuya evaluación es la siguiente: “si el P-Valor es mayor 0.05, se acepta la Ho, es decir, no hay relación lineal entre las variables estudiadas. Bajo el contexto del presente trabajo, se pudo observar que el P-Valor entre las variables frecuencia de consumo de alimentos recomendables, no recomendables y diagnosticados con DM2 es de 0.001 el cual es inferior 0.05, por lo tanto, se rechaza la Ho. Al aceptarse la Ha, hay una relación lineal entre las variables observadas. Un 38% de diagnosticados por DM presenta sobrepeso (25-29.9

kg/m<sup>2</sup>), y un 35% son obesos ( $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>), un 26% tiene peso normal (18.5–24.9 kg/m) y un 1% tiene bajo peso ( $<18.5$  kg/m<sup>2</sup>) (figura 16).

**Figura 16. Diagnosticados por DM2, según la categoría de IMC\***



Fuente: Elaboración propia con datos de la ENSANUT 2012.

\* La clasificación utilizada para categorizar el IMC fue descrita por la OMS.

En consecuencia a lo anterior, la información de obesidad y sobrepeso en los diagnosticados por DM2, se obtuvieron por medidas de dimensiones del cuerpo (antropometría). Se consideraron como datos válidos todos aquellos valores de talla entre 1.3 y 2.0 m, y los valores de índice de masa corporal (IMC) entre 10 y 58 kg/m<sup>2</sup>. La clasificación utilizada para categorizar el IMC fue descrita por la Organización Mundial de la Salud (OMS) que propone cuatro categorías: bajo peso  $<18.5$  kg/m<sup>2</sup>, normal 18.5–24.9 kg/m<sup>2</sup>, sobrepeso 25–29.9 kg/m<sup>2</sup>, y obesidad  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 2012b).

Los datos descriptivos presentados de los diagnosticados por DM2 en relación con los factores de riesgo permitieron conocer un escenario general que se presenta en la población mexicana.

### **3.3 Mecanismos en el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2**

Aproximadamente 18 millones de personas mueren cada año por DM2, enfermedades cardiovasculares e hipertensión arterial (Tabish, 2007). El desarrollo de estas enfermedades está asociado por la inactividad física, y alimentación no saludable (Dávila-Torres, González-Izquierdo, & Barrera-Cruz, 2015). El consumo de tabaco y alcohol aumenta el riesgo de DM, así como enfermedades cardiovasculares (Wannamethee, Sharper, & Lennon, 2004). Sin

embargo, la variable edad es fundamental para el desarrollo de ECNT, puesto a la edad de 45 a 55 años de edad se incrementa el riesgo de padecer algún padecimiento. El antecedente familiar respecto a una enfermedad, eleva el riesgo de padécela a futuro, sumándole factores de riesgo (Gregg, et al., 2005).

Así mismo, los patrones alimentarios y la reducción en la actividad física están influyendo como factores exógenos en el desarrollo de la DM2, pues de alguna manera influye la urbanización y la economía de la región o país (Ezzati, Vander-Hoorn, Rodgers, Lopez, & Mathers, 2003; Lo, et al., 2014). La DM se asocia con el consumo elevado de azúcar y la fructuosa (Yudkin, 1972; Stanhope & Havel, 2009; Bray, Popkin, & Barry, 2014), inactividad física, consumo de tabaco (Goodarz, 2009; Maddatu, Anderson-Baucum, & Evans-Molina, Smoking and the risk of type 2 diabetes”,*Translational Research*, 2017) consumo de alcohol (Kao, Puddey, Boland, Watson, & Brancati, 2001; Solís, Alonso, & López, Prevalencia en consumo de alcohol, 2009) y con la obesidad (Fabricatore, et al., 2011; Felber & Golay, 2002; Ye, 2013). En este sentido, tanto la obesidad como la glucosa alta son causas prevenibles de morbilidad mortalidad por DM (Goodarz, 2009).

Así mismo, la edad y el sexo, son factores importantes para el desarrollo de la DM, las mujeres son más vulnerables por cuestiones biológicas (una de ellas la DMG<sup>14</sup>) y a mayor edad es mayor la probabilidad de que aparezcan enfermedades (Jousilahti, Vartiainen, Tuomilehto, & Puska, 1999; Durstine, Gordon, Wang, & Luo, 2003).

Los individuos que consumen de uno a dos porciones al día de bebidas artificiales azucaradas (ASBs), se encuentran en el quintil bajo reduciendo el riesgo (relative risk [RR] 1.26 [95% CI 1.12–1.41]) (Vasanti, Malik, Schulze, & Hu, 2006). En Estados Unidos de 1960 al 2006 el consumo de bebidas azucaradas (SSB) aumentó de 64.4 a 141.7 kcal/ por personas, lo que representó un doble aumento causando sobrepeso y obesidad (Popkin, Patterns of beverage use across the lifecycle, 2010). Un mayor consumo de SSB está asociado al desarrollo del síndrome metabólico<sup>15</sup> y a la DM2 (Malik, et al., 2004). La prevalencia de la DM2 se asocia en la edad adulta, con la inactividad física y la dieta occidentalizada (rica en azúcares, grasas

---

<sup>14</sup> Diabetes Mellitus Gestacional, algunas mujeres la desarrollan durante el embarazo (García-Sancho, 2013).

<sup>15</sup> Grupo de condiciones que ponen en riesgo de desarrollar una enfermedad cardíaca o DM2. Estas condiciones son: Hipertensión arterial. Glucosa (un tipo de azúcar) alta en la sangre (García-Sancho, 2013).

animales, almidones refinados, carbohidratos y carnes) (Oggioni, Lara, Wells, Soroka, & Siervo, 2014).

La incidencia de la DM2 en la población mexicana es multifactorial con componentes importantes tales como los procesos relacionados con la urbanización acelerada, crecimiento económico y probables tendencias genéticas; la evidencia muestra una influencia mayor de elementos como cambios en el patrón consumo alimentario y la inactividad física (Hernández-Ávila, Gutiérrez, & Reynoso-Noverón, 2013). Así mismo, la DM es una enfermedad que se origina por la combinación de diversos factores; la edad, la obesidad, inactividad física, alimentación inadecuada, los antecedentes familiares y algunos factores genéticos (Córdova-Villalobos, 2008; González-Villalpando, Dávila-Cervantes, Zamora-Macorra, Trejo-Valdivia, & González-Villalpando, 2014a; Instituto Nacional de Salud Pública, 2015).

Como se ha dicho anteriormente, la obesidad y la inactividad física constituyen factores de riesgo modificables para la DM2 (Bastidas, García-Bañuelos, Rincón-Sánchez, & Panduro-Cerda, 2001). Cerca del 40% de la población mexicana tiene niveles de colesterol HDL <35 mg/dL, 24.3% tiene los triglicéridos en ayunas >200mg/dL, y el 10% tiene hipercolesterolemia<sup>16</sup>.

La prevalencia de la obesidad aumentó de 21.4% en 1993, a 23.7% en el año 2000; el 24% consume tabaco con regularidad, y el 13% tienen la costumbre en el pasado, y el tabaquismo es más frecuente entre los diabéticos 34% (López-Alvarego & González-García, 2001), según la ENSANUT 2016 la población mexicana masculina adulta en cuanto al sobrepeso y obesidad aumentó en zonas rurales (de 61.1% en 2012 a 67.5% en 2016) mientras que se estabilizó en zonas urbanas, en las que se mantiene en un nivel elevado (69.9%) (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición MC, 2016d). Así mismo, el consumo de tabaco, las dietas nocivas, la inactividad física y el uso nocivo del alcohol, se deben en gran parte al rápido proceso de urbanización y los modos de vida del siglo XXI, se ha reflejado en las enfermedades no transmisibles (Organización Mundial de la Salud, 2018).

---

<sup>16</sup> Aumento de la cantidad normal de colesterol en la sangre (García-Sancho, 2013).



A continuación se abordarán los mecanismos que condicionan el desarrollo de la DM2, como lo es el sexo, la edad, zona de residencia, antecedente de por padres con DM2, consumo de tabaco y alcohol, inactividad física, índice de masa corporal y alimentación no saludable.

### **3.3.1 Sexo**

La diabetes en la población mexicana se inclina hacia el sexo femenino, pues la prevalencia de diabetes en México pasó de 9.2% en 2012 a 9.4% en 2016, esto en base a un diagnóstico previo de la enfermedad. Las mujeres reportan mayores valores de diabetes (10.3%) que los hombres (8.4%), la tendencia se observa tanto en localidades urbanas (10.5% en mujeres y 8.2% en hombres) como en rurales (9.5% en mujeres, 8.9% en hombres) (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición MC, 2016a). Al respecto la mayor prevalencia de diabetes se presentó entre los hombres de 60 a 69 años (27.7%), y las mujeres de este mismo rango de edad (32.7%) y de 70 a 79 años (29.8%) (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición MC, 2016a).

Mundialmente, la prevalencia de diabetes es similar en hombres y mujeres, pero es ligeramente mayor en varones mayores de 60 años y en mujeres en edades mayores. En general, la prevalencia de diabetes es mayor en hombres que en mujeres, pero existen más mujeres que hombres con diabetes. Esto se explicaría por la combinación de dos hechos: el mayor número de mujeres de edad avanzada en relación a los varones, y el incremento de la prevalencia de diabetes con la edad (Mechanick, Apovian, & Hamdy, 2012). En países en desarrollo, los diagnosticados con diabetes se localizan en el rango de los 45 a 64 años de edad. En los países desarrollados, en cambio, la mayor parte de los casos de diabetes se hallan por encima de los 64 años. Las proyecciones para el año 2030 entre los mayores de 64 años estiman que estas cifras ascenderán a 82 millones en países en desarrollo y 48 millones en países desarrollados (Mechanick, Apovian, & Hamdy, 2012).

Las mujeres son mayormente susceptibles a desarrollar DM2, dado que el factor de riesgo más prominente, que es la obesidad, es más común en las mujeres que en los hombres (Kautzky-Willer, Harreiter, & Pacini, 2016). Otro punto que se alude es que los trastornos alimentarios son más comunes en las mujeres que en los hombres. Estos se caracterizan principalmente por periodos en que se come descontroladamente, o lo contrario, no comer por el temor obsesivo de aumentar de peso (American Diabetes Association, 2014a).

Las mujeres tienen más riesgo de desarrollar DM2 por situaciones específicas como puede ser la desvestaja social, que se presenta por las escasas oportunidades en el escenario social, económico y cultural; no obstante, ha ganado terreno en diversos ámbitos de la vida política, social, económica y cultural (Ramos & Alexanderson-Rosas, 2017). El aspecto psicológico es un factor predominante en las mujeres, ya que, están expuestas a mayores niveles de estrés, tensión, ansiedad y depresión que aumentan la secreción de hormonas como adrenalina, noradrenalina y cortisol, las cuales incrementan la concentración de glucosa en sangre (Kautzky-Willer, Harreiter, & Pacini, 2016; Ramos & Alexanderson-Rosas, 2017). Además, en el embarazo las hormonas causan resistencia a la insulina y desarrollan diabetes gestacional, un padecimiento que desaparece con el nacimiento del bebé, pero quienes llegan a padecerla tienen un 30% a 70% de presentar después DM2 (Ramos & Alexanderson-Rosas, 2017).

Dicho lo anterior se suma, que las mujeres que atraviesan por la menopausia concluyen su vida reproductiva, que generalmente se caracteriza por que los ovarios dejan de producir las hormonas estrógeno y progesterona. Al presentarse menos progesterona en el organismo aumenta la sensibilidad hacia la insulina, lo que facilita a las células del organismo captar la glucosa que produce el cuerpo. Y al reducir los estrógenos aumenta la resistencia a la insulina, lo que impide a las células nutrirse y eleva los niveles de azúcar en la sangre (Ramos & Alexanderson-Rosas, 2017).

### **3.3.2 Edad**

La edad de las personas es importante en relación con las enfermedades, pues, se recomienda pruebas anuales de detección de diabetes después de los 45 años (American Diabetes Association, 2017a). La edad y el desarrollar enfermedades dependen de diversos factores para predecir con precisión la enfermedad. Una combinación de factores individuales de salud y un estilo de vida pueden influir en la progresión de la afección (American Diabetes Association, 2017a).

Hay personas que tienen diabetes durante años antes de ser diagnosticadas, causando una gran variación entre la edad de inicio y la edad de diagnóstico (Biggers, 2017). Así pues, la variable edad y la DM2, son importantes a mayor edad, ya que, se aumenta el riesgo de DM2, enfermedades del corazón y derrames (American Diabetes Association, 2017a). La DM2

aparece en la edad madura, pasados los 45 años de edad (American Diabetes Association, 2017a), no obstante, hay diagnósticos de DM2 a más temprana edad asociadas por la obesidad. No se puede cambiar la edad, pero se pueden tomar medidas para comer saludable, y realizar actividad física (American Diabetes Association, 2017a).

### **3.3.3 Zona de residencia**

La zona de residencia (rural, urbana y metropolitana) en relación con la DM2, se explica que en zonas urbanas se observa el dominio de alimentos refinados, industrializados y de origen animal con elevadas cantidades de grasa, sal y azúcar. En tanto, en zonas rurales aún predominan alimentos realizados con maíz, frijol y chile (Osorio-Garcia, López- Sánchez, Ramírez-Valverde, & Gutiérrez-Rangel, 2015). La zona urbana presenta un estilo de vida sedentario; es decir baja actividad física (Pan, Malik, & Hu, 2012). El efecto de la urbanización es una transición epidemiológica hacia tasas crecientes de obesidad y DM2 (Goryakin, Rocco, & Suhrcke, 2017). En zonas rurales, con frecuencia se diagnostica en forma tardía la DM2 y entre el 30% y 50% de las personas desconocen que la padecen (Barceló & Rajpathak, 2001).

### **3.3.4 Antecedente de los padres y genética**

Se ha propuesto que en países como México, la prevalencia de DM2 es un indicador del impacto de cambios ambientales en poblaciones con predisposición genética (Kahn, Vicent, & Doria, 2006; Rull, et al., 2005). Según datos de la ENSANUT 2012 en términos del antecedente familiar con DM2 el 54.46% de los diabéticos reportó que su madre o padre tienen o tuvieron diabetes, lo que contrasta con 34.81% entre los no diabéticos (Hernández-Ávila, Gutiérrez, & Reynoso-Noverón, 2013). Cuando se exponen aspectos genéticos de la diabetes, se explica que a diferencia de algunos rasgos hereditarios, al parecer no se hereda la diabetes es un patrón (American Diabetes Association, 2013), no obstante, algunas personas son más propensas a desarrollar diabetes que otras. Estudios de gemelos han arrojado resultados que los factores genéticos desempeñan un papel importante en el surgimiento de la DM2 (American Diabetes Association, 2013). Es decir, no bastan los factores genéticos; en una prueba donde los gemelos tienen genes idénticos, cuando uno de los gemelos tiene DM2, el riesgo del otro es, 3 de 4 (American Diabetes Association, 2013).

La susceptibilidad genética o factores de riesgo en una persona con diagnóstico de DM2, se es difícil saber si en su caso fue por el antecedente familiar o factores de riesgo; lo probable es que se participen ambos. Es posible retardar o prevenir la DM2 realizando ejercicio y teniendo un peso corporal saludable (American Diabetes Association, 2013). La DM2 puede depender de factores de riesgo, que incluyen: no antecedentes de DM2 en la familia: habría una probabilidad de 11% de DM2 hasta los 70 años (American Diabetes Association, 2013). Se alude que el riesgo de desarrollar DM2, en un niño es mayor cuando es la madre la que tiene DM2 (American Diabetes Association, 2013). Si un padre con DM2 (recibió el diagnóstico antes de los 50 años) tiene la probabilidad de 14% de tener DM2 (American Diabetes Association, 2013), si ambos padres tienen DM2, el riesgo de tener DM2 es de 45% (riesgo total) (American Diabetes Association, 2013).

Referente a la genética de la DM2 se explica que hay hipótesis que sugieren que el aumento de la DM2 en México se asocia con la ascendencia amerindia (Cañizales, et al., 2007) y española (Lorenzo, et al., 2001). El incremento de la DM2 ha motivado el desarrollo de cuatro hipótesis para explicar la etiología del padecimiento:

- a) Genotipo ahorrativo (*Thrifty gene*): esta hipótesis plantea la presencia de genes resistentes a la insulina que, durante periodos de ayuno, estimulan el almacenamiento de energía en forma de grasa y son dañinos en contexto de sobreabundancia energética y sedentarismo (Neel, 1962).
- b) El fenotipo ahorrativo (*Thrifty phenotype*): hipótesis en la que carencias alimentarias en la vida fetal y posnatal activan mecanismos de ahorro de nutrientes, así como una reprogramación relacionada con la duración y la etapa de la desnutrición (Hales & Barker, 1992).
- c) Genotipo no tan ahorrativo (*Not-so Thrifty gene*): hipótesis que sostiene que la conservación de masa muscular durante periodos de hambruna se relaciona con la degradación de proteínas y resistencia a la insulina (Reaven, 1998).
- d) Comida genéticamente desconocida (*Genetically unknown foods*): hipótesis que asocia la rapidez de los cambios en la alimentación con DM2 (Baschetti, 1998).

Sin embargo, deducir la etiopatogenia<sup>17</sup> de la DM2 es compleja, los avances en la genética hacen difícil su origen por las interacciones gen-gen y gen-ambiente<sup>18</sup>. Hay poblaciones genéticamente heterogéneas como la mexicana, donde la gran mayoría de la población es mestiza y presentan genes amerindios un 56%, un caucásico 41% y africanos un 3% (Bonilla, 2017). La población mexicana es mestiza y está determinada por su composición étnica, sus alelos<sup>19</sup> de riesgo de contribución amerindia parecen ejercer un efecto mayor sobre el riesgo de enfermedad de DM2 al compararlos con el riesgo que aportan los alelos de susceptibilidad descritos para las poblaciones europeas (Tusié, Gamboa, Chagoya, & Salinas, 2012).

Como ya se mencionó la hipótesis del genotipo ahorrador propone que el diabético depende de una carga genética materna diabetógena<sup>20</sup> acompañado de gran peso al nacer, indicando que éstos niños susceptibles son más eficientes para acumular nutrientes, esto es parte de los efectos de factores de riesgo en las primeras edades, e incluso gestacionales en el desarrollo de DM2.

La baja tasa de obesidad en grupos étnicos aislados nativos, pasan a desarrollar obesidad y DM2 convirtiéndose es una enfermedad moderna, y las poblaciones indígenas norteamericanas desarrollan enfermedades cardiovasculares como obesidad, hipercolesterolemia, hipertensión arterial y DM (Burrows & Geiss, 2000). Así mismo, los aborígenes norteamericanos presentan obesidad y DM2, ya que adoptaron estilos de vida característicos de países occidentales, y menciona que mientras un grupo indígena esté más alejado por su ubicación geográfica estarán obligados a efectuar actividad física lo que conlleva a bajas concentraciones de insulina plasmática, lo que refleja baja prevalencia de DM2 en esa población (Santos, et al., 2001). La occidentalización de los grupos ha permitido que incorporen alimentos industrializados y medios de transporte entre otros elementos, a la carga genética que poseen, se mezclan y desencadenan el desarrollo de diferentes enfermedades (González-Castell, González-Cossío, Barquera, & Rivera, 2007).

---

<sup>17</sup> Hace referencia a las causas y mecanismos de cómo se produce una enfermedad (García-Sancho, 2013).

<sup>18</sup> El gen-gen son los portadores de la información genética que se encarga de transmitir la herencia a los descendientes. Y gen-ambiente refiere a una persona con alguna enfermedad que transmitirá a su descendencia, pero se detona en medida que la descendencia está expuesta a inadecuados estilos de vida, situación geográfica, o condición social.

<sup>19</sup> En Biología, un alelo una de las formas alternativas que presenta un gen (partícula de material genético), que ocupa la misma posición en cada par de cromosomas homólogos, se diferencia en su secuencia y que se puede manifestar en modificaciones concretas de la función de ese gen.

<sup>20</sup> El embarazo es un fenómeno diabetógena que favorece la hiperglucemia y agrava la diabetes preexistente (García-Sancho, 2013).

### 3.3.5 Tabaco y alcohol

Se han propuesto múltiples mecanismos de causalidad en la DM2, incluyendo que la exposición al tabaco (Facchini, Hollenbeck, Jeppesen, Chen, & Reaven, 1992) y alcohol (Avogaro & Tiengo, 1993) provocado directamente la resistencia a la insulina<sup>21</sup>. El consumo de tabaco es un factor de riesgo para la DM2 (Eliasson, 2003; Goodarz, 2009; Seet, et al., 2012). El aumento de número acumulado de cigarrillos fumados es un riesgo para desarrollar DM2 (Keith, et al., 2016), esta idea ha sido apoyada por varios meta-análisis (Will, Bodenmann, Ghali, Faris, & Cornuz, 2007; Maddatu, Anderson-Baucum, & Evans-Molina, 2017). El consumo de tabaco es la principal causa evitable de morbilidad y mortalidad en los Estados Unidos y es un importante factor de riesgo independiente para la enfermedad cardiovascular (Ezzati, Hoorn, Rodgers, Lopez, & Mathers, 2003). El riesgo de desarrollar una enfermedad cardiovascular aumenta en gran medida en los adultos con DM y tabaquismo en comparación con los adultos sin diabetes mellitus (Stamler, J, Vaccaro, & Neaton, 1993; Haire, 1999).

Estudios han analizado que tomar alcohol moderadamente tiene poco efecto en el control de la glucosa en la sangre y no tiene un efecto negativo en el riesgo de enfermedades del corazón. Las personas con DM deben seguir las mismas pautas que las que no tienen DM si optan por beber alcohol: las mujeres no deben tomar más de un trago al día, en el caso de los hombres no deben tomar más de dos tragos al día (un trago equivale a una cerveza de 12 onzas, una copa de 5 onzas de vino o 1 ½ onza de alcohol destilado ya sea vodka, whiskey, gin) (American Diabetes Association, 2017c). El alcohol en mayores cantidades incrementa la estimulación a la secreción de insulina reduciendo la gluconeogénesis<sup>22</sup> en el hígado y causa resistencia a la insulina, produciendo tanto oxidación de la glucosa<sup>23</sup> como almacenamiento, lo cual incrementa el riesgo mayor de complicaciones severas (Boden, Chen, Desantis, White, & Mozzoli, 1993).

---

<sup>21</sup> La hormona insulina ayuda a controlar el nivel de azúcar (glucosa) en la sangre. La resistencia a la hormona insulina que genera un aumento del azúcar en la sangre (García-Sancho, 2013).

<sup>22</sup> Es una ruta metabólica anabólica mediante la cual se produce glucosa a partir de precursores no glucosídicos, tales como son el lactato, piruvato, glicerol o cualquiera de los intermediarios del ciclo de Krebs (García-Sancho, 2013).

<sup>23</sup> Cuando se oxida en el cuerpo en el proceso llamado metabolismo, la glucosa produce dióxido de carbono, agua, y algunos compuestos de nitrógeno, y en el proceso, proporciona energía que puede ser utilizada por las células. El rendimiento energético es de aproximadamente 686 kilocalorías (2.870 kilojulios) por mol, que se puede usar para hacer trabajo o ayudar a mantener el cuerpo caliente (García-Sancho, 2013).

Concerniente en México, el consumo de tabaco y de alcohol son variables de control que condicionan el estado de salud de una persona. Su consumo influye más en hombres que en mujeres en zonas urbanas, posiblemente por la aceptación social en México (López-Carmona, Ariza-Andraca, Cuauhtémoc, & Rodríguez-Moctezuma, 2003). Son factores de riesgo para el desarrollo de DM, en el caso del alcohol, más de dos copas al día en hombres y más de una en mujeres ya se considera nocivo para la salud (Feillin, Reid, & O'Connor, 2000; Gunzerath, Faden, Zakhari, & Warren, 2004). El número de cigarrillos no es un factor que establece el grado nocivo al fumar, basta con fumar para tener riesgo (Will, Bodenmann, Ghali, Faris, & Cornuz, Active Smoking and the Risk of Type 2 diabete, 2007).

Entre los años 2000 y 2012 se observó una ligera reducción en el porcentaje total de adultos que consumen tabaco<sup>24</sup>, en el año 2000 fue de 22.3%, en el 2006 de 19.0% y para 2012 de 19.9% (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 2012a). Para los mismos años se observó un aumento en el porcentaje total de adultos que consumen alcohol, en el año 2000 fue de 39.7%, para 2006 disminuyó a 34.1% y para 2012 aumento a 53.9% (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 2012a).

### **3.3.6 Inactividad física**

La actividad física (AF) se ha establecido como un factor de protección y control para la DM2 (Aune, Norat, Leitzmann, Tonstad, & Vatten, 2015). Varios estudios (Shaten, Smith, Kuller, & Neaton, 1993; Bastidas, García-Bañuelos, Rincón-Sánchez, & Panduro-Cerda, 2001; Colberg, et al., 2010) asocian la alta inactividad física con el desarrollo DM. A pesar de que hay un componente genético relevante en la determinación de DM, se pueden prevenir a través de cambios de estilo de vida, tales como la práctica de la AF (Barreto, et al., 2005). La actividad física se refiere a cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que exija gasto de energía. La inactividad física es el cuarto factor de riesgo en lo que respecta a la mortalidad mundial (6% de las muertes registradas en todo el mundo) (Organización Mundial de la Salud, 2017).

Estudios demuestran que las personas con DM2 y que hacen ejercicio físico regularmente y siguen un plan de alimentación saludable mejoran sus niveles de azúcar en la sangre y reducen sus dosis de medicamentos (Regensteiner, et al., 1995; Garrow & Summerbell, 1995;

---

<sup>24</sup> Medido, como haber fumado 100 cigarrillos o más en la vida o consumo de tabaco al momento de la entrevista.

Bastidas, García-Bañuelos, Rincón-Sánchez, & Panduro-Cerda, 2001). La AF incrementa la captación de glucosa a través de mecanismos independientes de insulina y también aumenta la sensibilidad a la insulina, probablemente por mecanismos que involucran directamente la reposición del glucógeno consumido durante el ejercicio (The diabetes prevention program research group , 1999). Hay una asociación del tiempo dedicado a ver T.V con las enfermedades cardiovasculares, pues estar sentado frente a una T.V más de tres horas o un tiempo más prolongando por día incrementa el riesgo de la DM2, debido a la inactividad física (Grontved, Frank, & Hu, 2011).

Los cambios en la economía alimentaria mundial han reflejado un consumo de alimentos energéticos de alto contenido en grasas saturadas, las cuales se combinan con la disminución del gasto energético que conlleva un modo de vida sedentario y transporte motorizado (Bell, GE, & Popkin, 2002), aparatos que ahorran trabajo en el hogar, disminución gradual de las tareas manuales físicamente exigentes en el trabajo, y dedicación preferente del tiempo de ocio a pasatiempos que no exigen esfuerzo físico (Gortmaker, et al., 1996; Donnelly, Jacobsen, Heelan, Seip, & Smith, 2000).

Los efectos de la actividad física (AF) sobre el metabolismo de la glucosa y los lípidos<sup>25</sup> han sido comprobados, y se considera como medida preventiva de la DM2 (Bastidas, García-Bañuelos, Rincón-Sánchez, & Panduro-Cerda, 2001). Si a la AF se le suma la obesidad ya son factores de riesgo modificables para DM2; pues el ejercicio incrementa la captación de glucosa a través de mecanismos independientes de insulina y también aumenta la sensibilidad a la insulina (Hawkins, et al., 1997; Albright, et al., 2000).

Respecto a México, se sugieren recomendaciones para diagnosticados por DM2. Una AF y plan nutricional saludable (Bonvecchio-Arenas, et al., 2015). La actividad física regular reduce el riesgo de padecer depresión, enfermedades cardiovasculares, hipertensión y diabetes (Organización Mundial de la Salud, 2017). La inactividad física es considerada como uno de los factores de riesgo de mortalidad más importantes en México, y está asociada con la aparición y falta de control de diversas enfermedades crónicas como obesidad, hipertensión, DM, dislipidemias, osteoporosis y cánceres (Stevens, et al., 2005; Haskell, et

---

<sup>25</sup> Los lípidos, son un grupo de compuestos químicamente diversos, solubles en solventes orgánicos (como cloroformo, metanol o benceno), y casi insolubles en agua. La mayoría de los organismos, los utilizan como reservorios de moléculas fácilmente utilizables para producir energía (aceites y grasas).



al., 2007). La inactividad física influye en el estilo de vida urbano; ya que en la mayoría de los hogares se tiene la disponibilidad de televisión, computadora y automóvil; se han incrementado elevadores y escaleras eléctricas en centros comerciales y edificios, por lo que disminuye el nivel de actividad física (French, Story, & Jeffery, 2001; Colunga-Leos, 2005). Se estimó que, en adultos mexicanos de 20 a 69 años de edad, la prevalencia de inactividad física aumentó significativamente de 11.2% en el 2006 a 16.5 en el 2012 (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 2012a). El indicador de sedentarismo que evalúa el tiempo frente a una pantalla, en el grupo de adolescentes (de 15 a 18 años) un 36.1% reportó haber pasado un máximo de dos horas diarias frente a una pantalla, mientras que 63.9% refirió pasar más de dos horas diarias; en los adultos (de 20 a 69 años de edad) reportaron un 51.4% de haber pasado hasta dos horas diarias frente a una pantalla, mientras que 48.6% pasó más de dos horas diarias (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 2012a).

### **3.3.7 Obesidad**

Actualmente la prevalencia de la obesidad es un problema mundial (Tsai, Williamson, & Glick, 2011; Arora, 2012). El peso y la masa corporal son fundamentales para el aumento de la incidencia de la DM (Al-Goblan, Mohammed, Muhammad, & Khan, 2014). En Estados Unidos más de un tercio (34%) de los adultos son obesos (definido como índice de masa corporal  $> 30 \text{ kg} / \text{m}^2$ ), y más del 11% de las personas de  $\geq 20$  años tiene diabetes (Tsai, Williamson, & Glick, 2011). La obesidad y la DM2 están asociados con resistencia a la insulina. La mayoría de las personas obesas, a pesar de ser resistentes a la insulina, no desarrollan hiperglucemia (Roder, Porte, Schwartz, & Kahn, 2015), así mismo, son enfermedades crónicas que van en aumento en todo el mundo. El paso de la obesidad a la diabetes se hace por un defecto progresivo en la secreción de insulina, junto con un aumento progresivo de la resistencia a la insulina. Tanto la resistencia a la insulina y la secreción de insulina defectuosa aparecen prematuramente las personas obesas, y ambos empeoran de manera similar a la diabetes (Eckel, et al., 2011). Un aumento en la obesidad, preferentemente visceral<sup>26</sup>, así como los depósitos de grasa ectópicos, se asocia específicamente con resistencia a la insulina (Golay & Ybarra, 2005; Eckel, et al., 2011).

---

<sup>26</sup> La grasa visceral es aquella que se encuentra en la zona del abdomen y rodea los órganos internos que allí se encuentran (García-Sancho, 2013).

Por lo que se refiere a México, la obesidad es el principal factor de riesgo para desarrollar enfermedades crónicas en los adultos como DM2, hipertensión, hiperlipidemia, enfermedad cardiovascular, cáncer, hiperinsulinemia, hiperglucemia posprandial<sup>27</sup>, dermatopatías y alteraciones tanto hepatobiliares, como pancreáticas (López-Alvarego & González-García, 2001; Hodge, Courten, & Zimmet, 2001; Felber & Golay, 2002; Ye, 2013).

La obesidad se relaciona con las ECNT, pues, estas son parte del perfil de morbilidad y de causas de muerte en México (Rivera, et al., 2002; Barquera & Tolentino, 2005; Stevens, et al., 2008).

Las proyecciones de las prevalencias de enfermedades cardiovasculares (ECV), y la DM2, se observa que entre las mujeres del grupo etario 50-54, alrededor de 6 de cada 100 con peso normal y 11 por cada 100 con obesidad tendrían ECV en el año 2050. Para las edades 75-79, cerca de 18 por cada 100 con peso normal y 27 de cada 100 con obesidad tendrían ECV en el año 2050 (Lozano-Keymolen, 2016). La DM2, es mayor en mujeres con obesidad, pero, las mujeres con peso normal manifiestan elevadas prevalencias de la enfermedad. Para el año 2050, entre mujeres de las edades 50-54, alrededor de 23 por cada 100 con peso normal y 25 de cada 100 con obesidad tendrían DM2 (Lozano-Keymolen, 2016). Y entre mujeres del grupo etario 75-79, la proyección indica que 26 de cada 100 con peso normal y 35 por cada 100 con obesidad tendrían DM2 (Lozano-Keymolen, 2016). El comer fuera de casa, ser sedentario y consumo de comida rápida, son factores que han ocasionado sobrepeso y obesidad en la población (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 2012b).

### **3.3.8 Alimentación o patrón de consumo**

La epidemiología mundial de la diabetes está cambiando rápidamente como resultado de la difusión de hábitos nutricionales occidentalizados y sedentarismo, adicionalmente se sabe que los factores ambientales y socioeconómicos están asociados a la prevalencia internacional de diabetes (Cheng, Imperatore, & Geiss, 2013; Caroline, et al., 2015). La dieta rica en carbohidratos se ha convertido en un hábito en las sociedades modernas a pesar de la reducción de las necesidades energéticas diarias de 3000-2200 kcal (Oggioni, Lara, Wells, Soroka, & Siervo, 2014). Mundialmente la preferencia de un alto consumo de calorías o

---

<sup>27</sup> Es una condición caracterizada por aumentos rápidos y elevados de glucosa en la sangre (García-Sancho, 2013).

dietas altas en grasas saturadas<sup>28</sup>, aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades asociadas con trastornos metabólicos tales como la obesidad y diabetes (Gómez & Latorre, 2010).

El exceso de consumo de comida rápida (hamburguesas, salchichas, papas fritas, frituras de maíz, refrescos) en grandes porciones favorece al desarrollo de obesidad y ha enfermedades asociadas (DM2, hipertensión, hipercolesterolemia<sup>29</sup>, enfermedades vasculares y coronarias y hígado graso) (Hu, 2011).

El nulo consumo de frutas y verduras se reducen las defensas del organismo, pues la mayor parte de los antioxidantes que combaten contra los radicales libres que estresan las células del cuerpo se encuentran en estos alimentos (Leather, 1995). Pues los cambios en la dieta están relacionados con la urbanización, en el caso de habitantes rurales tienden a ser más autosuficientes en la obtención de alimentos y tienden a consumir dietas tradicionales que son altos en granos, frutas y verduras y baja en grasas (Oggioni, Lara, Wells, Soroka, & Siervo, 2014). En áreas urbanas, se tienden a confiar más en las fuerzas externas, es decir, compra de alimentos procesados (Popkin, 1993; Drewnowski & Popkin, 1997; Oggioni, Lara, Wells, Soroka, & Siervo, 2014). Junto con estos cambios, los grupos que se desplazan desde las zonas rurales a las zonas urbanas experimentan un aumento de la ingesta de energía, azúcar, granos refinados y grasas (Monteiro, et al., 1992; Solomons & Gross, 1995; Oggioni, Lara, Wells, Soroka, & Siervo, 2014).

En relación con México, el patrón de consumo alimentario<sup>30</sup> (PCA) ha presentado un proceso de transición, influido por hábitos, costumbres e ingreso, así como por la diversidad y la calidad nutricional de los alimentos. El PCA, está condicionado por una multiplicidad de factores: económicos, físicos (entorno regional), tecnológicos y socioculturales, donde tanto el factor económico como el alimentario dependen de la estructura y de características climatológicas y culturales de cada región (Fuentes & Soto, 1993; Torres & Trápaga, 2001). La dieta básica del mexicano incluye: maíz, frijol y el trigo (Martínez-Jasso & Villezca-Becerra, 2005). Sin embargo, han modificado los hábitos de consumo de manera que se ha abandonado la dieta tradicional, ya que la disponibilidad de cereales, raíces, tubérculos y

---

<sup>28</sup> Grasa saturada, ha sido asociada al colesterol LDL (lipoproteínas de baja densidad, por sus siglas en inglés), uno de los factores de riesgo en el desarrollo de la enfermedad coronaria, pues elevan los niveles de colesterol en sangre (García-Sancho, 2013).

<sup>29</sup> La hipercolesterolemia consiste en la presencia de colesterol en sangre por encima de los niveles considerados normales (García-Sancho, 2013).

<sup>30</sup> Concebido como el conjunto de productos que un individuo, familia o grupo consumen de manera cotidiana, de acuerdo a un promedio habitual de frecuencia estimado en por lo menos una vez al mes (Torres & Trápaga, 2001).

leguminosas (frijol) ha disminuido, de 1961 a 1974 se presentó una disminución de 5.4% kcal/persona/día, de 1975 a 1987 bajo a 4.5% y de 1988 a 2009 descendió aún más a 3.4 kcal/persona/día (Moreno-Altamirano, et al., 2015). Y se ha adoptado el consumo de carbohidratos simples o azúcares refinados, grasas saturadas y aceites vegetales (Popkin, 2006; Moreno-Altamirano, et al., 2015; Panorama de la Seguridad Alimentaria en América Latina y el Caribe, 2017).

En el siglo XXI se presentan tres características básicas del PCA; la primera, variaba entre regiones y grupos sociales por depender de la desigual distribución del ingreso en el país; segunda, se halla en un estado de transición latente, ya que enfrenta cambios (que tienen que ver con la dinámica de la industria alimentaria y la globalización de los mercados) cada vez más rápidos en la calidad, cantidad y forma de preparar alimentos; y tercera, hay un desequilibrio, a pesar de que supera los requerimientos calóricos mínimos, sobrepasando las recomendaciones nutricionales en algunos alimentos, mientras que en otros es deficiente (Torres & Trápaga, La alimentación de los mexicanos en la alborada del tercer milenio, 2001). La diversificación de la dieta en zonas rurales, ha aumentado el consumo de alimentos de origen animal e industrializado, lo cual lo asemeja a zonas urbanas. Esto ha llevado al desarrollo de ECNT, antes típicas sólo de las ciudades (Tenahua & Grajales, 2011).

El patrón de consumo alimenticio está en transición, aunque sigue presente la tortilla de maíz, pero se integran productos externos en lo urbano la hamburguesa y la pizza (Torres, 2003). El consumo de refrescos y bebidas azucaradas es uno de los principales factores para un aumento exponencial de enfermedades como la obesidad y DM2 (Rivera-Domanoco, Velazco, & Carriedo, 2014). Se estima que 1.7 millones de muertes debido a enfermedades cardiovasculares, éstas podrían haberse evitado con la ingesta de frutas y verduras fueran las adecuadas (Organización Mundial de la Salud, 2017).

El Instituto Nacional de Salud Pública, indica que México en las últimas dos décadas, el consumo de frutas y verduras ha descendido un 30%. El desplazo de frutas y verduras, y el consumo frecuente de comida rápida, en grandes porciones, provee elevadas cantidades de sal, azúcar, grasa y bajo contenido de nutrientes, lo cual contribuye al exceso del consumo energético y al desarrollo de enfermedades crónicas no trasmisibles (Hu, 2011).

## **Conclusión**

La DM en el contexto internacional y nacional aumentará su prevalencia, pues en el caso de México, este padecimiento se está presentando en edades jóvenes, pero en el grupo etario de 50 años y más se concentran más los diagnosticados por DM2. Los factores de riesgo que incrementa el desarrollo de DM, es la alimentación no saludable, la inactividad física, consumo de tabaco y de alcohol, el antecedente familiar. La literatura explica que la edad y el sexo son variables determinísticas (no modificables), pues en la edad adulta se detonan enfermedades. En el caso de las mujeres, tienen más riesgo de desarrollar DM por condiciones biológicas y sociales. No obstante, el autocuidado y el tomar eficazmente el medicamento, puede retardar la aparición de la DM2, o en su defecto tener un control adecuado.

**CAPÍTULO IV.  
MODELAMIENTO DE LA DIABETES  
MELLITUS TIPO 2 EN FUNCIÓN DE LOS  
FACTORES DE RIESGO**

## 4.1 Introducción

En el presente apartado se desarrolló una serie de modelos con la finalidad de encontrar el más adecuado para predecir el grado de incidencia de DM2, a partir de las variables sexo, edad, zona de residencia, antecedente de los padres de DM2, consumo actual de tabaco, consumo actual de alcohol, tipo de actividad física y tipo de alimentación.

## 4.2 Delimitación del problema

De acuerdo a los objetivos y a la hipótesis, y con base al marco conceptual, el fenómeno de la DM2 va estar en función de procesos relacionados con urbanización acelerada, crecimiento económico y probables tendencias genéticas. La evidencia muestra una influencia mayor de elementos como cambios de patrón de consumo alimenticio y reducción en la actividad física (Hernández-Ávila, Gutiérrez, & Reynoso-Noverón, 2013). La diabetes es una enfermedad que se origina por la combinación de diversos factores; la edad, la obesidad, el sedentarismo, la alimentación inadecuada, los antecedentes familiares (Córdova-Villalobos, 2008; Instituto Nacional de Salud Pública, 2015; González-Villalpando, Dávila-Cervantes, Zamora-Macorra, Trejo-Valdivia, & González-Villalpando, 2014a). En México la obesidad y la inactividad física constituyen factores de riesgo modificables para DM2 (Bastidas, García-Bañuelos, Rincón-Sánchez, & Panduro-Cerda, 2001). El consumo de tabaco, las dietas nocivas, la inactividad física y el uso nocivo del alcohol, se deben en gran parte al rápido proceso de urbanización y los modos de vida del siglo XXI, se ha reflejado en las ECNT (Organización Mundial de la Salud, 2018).

La función de la diabetes mellitus tipo 2 (DM2):

$$P(Y) = F(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9) \quad (1)$$

Dónde:

- F función de la ecuación
- P(Y) es la probabilidad de tener DM2
- $X_1$  es el sexo de los diagnosticados por DM2
- $X_2$  es la edad de los diagnosticados por DM2 (> 20 años)
- $X_3$  es la zona de residencia de los diagnosticados por DM2
- $X_4$  es el antecedente de los padres de DM2
- $X_5$  consumo actual de tabaco de los diagnosticados por DM2

- $X_6$  consumo actual de alcohol de los diagnosticados por DM2
- $X_7$  es el tipo de actividad física de los diagnosticados por DM2
- $X_8$  categoría de Índice de Masa Corporal (ISM) de los diagnosticados por DM2
- $X_9$  es el tipo de alimentación de los diagnosticados por DM2

Dicha información se obtuvo de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT 2012). A partir de su base de datos “Adultos de 20 o más años de edad” con la variable a301 que refiere: ¿Algún médico le ha dicho que tiene diabetes o el azúcar alto en la sangre? Esta pregunta se localiza en el cuestionario (individual\_Adultos), sección III llamada Diabetes Mellitus (ENSANUT, 2012). Para obtener la DM2 se tuvo que filtrar la variable a301, omitiendo la diabetes gestacional. En el registro, entraban las mujeres que algún médico le había diagnosticado diabetes durante el embarazo, los objetivos de esta investigación no contemplan este tipo de diabetes.

Las variables consumo de alcohol y consumo de tabaco y antecedente de DM2 de padre y madre se encuentran en la base de datos “Adultos de 20 o más años de edad”. Para conocer el tipo de alimentación de los diagnosticados de DM2 se cruzaron las bases de datos “Adultos de 20 o más años de edad” con “Nutrición y distribución de alimentos”, el mismo caso para conocer la actividad física se cruzaron las bases “Adultos de 20 o más años de edad” con “Actividad física adultos”.

### 4.3 Formulación matemática

Desde el contexto de la regresión lineal múltiple, el modelo a estimar sería de la siguiente forma (Walpole, Myers, Myers, & Ye, 2012).

$$\hat{Y} = \hat{B}_0 + \hat{B}_1X_1 + \hat{B}_2X_2 + \hat{B}_3X_3 + \hat{B}_4X_4 + \hat{B}_5X_5 + \hat{B}_6X_6 + \hat{B}_7X_7 + \hat{B}_8X_8 + \hat{B}_9X_9 + e_i \quad (2)$$

Donde:

$\hat{B}_i$  Son los parámetros a estimar, tal que  $i = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$  y  $9$ .

$e_i$  Es el margen de error que no puede ser explicado por el modelo.



#### 4.4 Estimación de modelo

Si la prevalencia de DM2 es una variable aleatoria discreta (v.a.d.) (Wackerly, Mendenhall III, & Schaffer, 2010):

$$Y \sim \text{v. a. d.}; \text{ tal que } Y = \{0,1\} \quad (3)$$

Aunado a lo anterior,  $Y$  pertenece a la familia exponencial, se asume que  $F_Y(y; \Theta)$  es una función de distribución que depende de un único parámetro, donde su función de densidad se expresa de la siguiente forma (Tussel, 2007).

$$F_Y(y; \theta) = e^{a(\theta)b(y)+c(\theta)+d(y)} \quad (4)$$

Esto debe ocurrir sobre el soporte  $Y$ , y que no depende de  $\Theta$ . En el caso de distribuciones depende de  $K$  parámetros  $\Theta$ , se tiene que (Canavos, 2007).

$$F_Y(Y, \theta) = \exp \left\{ \sum_{i=1}^K a_i(\theta)b_i(Y) + c_i(\theta) + d_i(Y) \right\} \quad (5)$$

Al ser  $Y$  una función de distribución de la familia exponencial, la media  $\mu$  de la distribución depende de las variables independientes  $X$ , a través de la siguiente expresión (McCullagh & Nelder, 1983).

$$E(Y) = \mu = g^{-1}(X\beta) \quad (6)$$

Bajo estos contextos,  $Y$  debe ser ajustado a través de los Modelos Lineales Generalizados (GLM), los cuales son una extensión de los modelos lineales que permiten utilizar distribuciones no normales de la variable respuesta.

Los GLM tienen tres componentes: el primero, la distribución de  $Y$ ; el segundo, la función de enlace; y el tercero, la función offset (Cayuela, 2004). Partiendo de estos tres componentes,  $Y$  se comportaría y se modelaría de la siguiente manera. Si  $Y$  toma valor de 0 y 1, esta puede modelarse de tres formas: logit, probit y gaussiano.

$$Y = (0, 1), \quad \text{donde } 0 = \text{no DM2} \text{ y } 1 = \text{con DM2}$$

Es de decir:

Si  $Y \sim B(n, p)$  donde existe  $n$  ensayos con  $p$  éxitos, entonces el fenómeno de la prevalencia DM2 tiene dos eventos (Mayer & Prado-Campos, 1973):

- 1 ser diagnosticado con DM2, por tanto, es la probabilidad de éxito.
- 0 no ser diagnosticado con DM2, por tanto, es la probabilidad de fracaso.

Con base en lo anterior, su función de probabilidad sería la siguiente (Montgomery & Runger, 2007):

$$f(Y) = \binom{n}{k} p^k (1 - p)^{n-k} \quad (7)$$

Tal que:

- k es el número de ensayos con éxito.
- n es el total de ensayos.

Donde su valor esperado y su varianza son de la siguiente forma:

**Valor esperado**

$$E(Y) = np$$

**varianza**

$$\text{Var}(Y) = np(1 - p)$$

Desde el contexto de la linealidad, Y se podrían modelar a través de la regresión logit y porbit.

En la regresión logit su expresión algebraica es la siguiente (Fox, 2010):

$$\ln\left(\frac{1-p}{p}\right) = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i ; i = 1,2,3, \dots, n \quad (8)$$

Donde:

- $\beta_0$  y  $\beta_i$  son los parámetros a estimar a través de máxima verosimilitud.
- $\beta_0$  es la probabilidad de éxito del evento cuando  $x_i$  permanecen constantes.
- $\beta_i$  es la variación porcentual que experimenta la probabilidad de éxito del evento, ante un cambio en  $x_i$ .

Despejando la probabilidad de éxito (p):

$$P(Y) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i)}} \quad (10)$$

En la regresión probit su expresión algebraica es la siguiente (Spermann, 2009):

$$Y = \Phi \left( \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i \right); \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (11)$$

Mediante un sistema de matrices, la probabilidad de éxito del evento sería de la siguiente forma:

$$\Phi^{-1}(Y) = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i; \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (12)$$

Donde:

- $\Phi^{-1}(Y)$  es la probabilidad de normalidad cuando se tiene un éxito.
- $\beta_0$  y  $\beta_i$  son los parámetros a estimar a través de máxima verosimilitud.
- $\beta_0$  es la probabilidad de éxito del evento cuando  $x_i$  permanecen constantes.
- $\beta_i$  es la variación porcentual que experimenta la probabilidad de éxito del evento, ante un cambio en  $x_i$ .

#### 4.4.1 Procesos Gaussianos

Los procesos gaussianos se definen como una distribución de probabilidad sobre funciones aleatorias, los cuales obedecen a una variable respuesta  $Y$  desequilibrada. Sobre colecciones infinitas de variables (funciones), tal que cualquier subconjunto de variables aleatorias finitas tiene una distribución gaussiana multivariable. La distribución gaussiana es la más conocida y utilizada en la probabilidad (Morales, 2015).

$$P(Y|\mu, \sigma^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right) = N(Y|\mu, \sigma^2) \quad (13)$$

Donde:

- $E(x) = \mu$  es el valor esperado.
- $\text{Var}(x) = \sigma^2$  es la varianza.
- $\sigma$  es la desviación estándar.

La suma de las gaussianas también es un gaussianas:

$$\sum_{i=1}^n y_i \sim N\left(\sum_{i=1}^n \mu_i, \sum_{i=1}^n \sigma^2\right), y_i \sim N(\mu, \sigma^2) \quad (14)$$

Conforme aumenta la sumatoria, la suma de variables aleatorias independientes (no necesariamente gaussianas con varianza finita) tienden a una gaussianas (Teorema del Limite Central) (Morales, 2015).

#### 4.4.2 Propiedades de la regresión gaussianas

Se escala una gaussianas, también es una gaussianas:

$$y_i \sim N(\mu, \sigma^2)$$

$$wy \sim N(w\mu, w^2\sigma^2)$$

La distribución gaussianas se puede extender hacia gaussianas multivariadas. Si se tiene un vector medio  $\mu \in R^n$  y matriz de covarianza  $\Sigma$  de  $n \times n$  que es simétrica definida positiva ( $x^T Ax > 0$  y todos sus eigenvalores son positivos) (Morales, 2015).

Las distribuciones gaussianas multivariadas son útiles para modelar colecciones finitas de variables continuas.

$$p(x; \mu, \Sigma) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{n}{2}} |\Sigma|^{\frac{1}{2}}} \exp\left(-\frac{1}{2}(x - \mu)^T \Sigma^{-1}(x - \mu)\right) \quad (15)$$

En general la definición de una distribución gaussianas multivariable es:

Donde:

- $X$  es un vector de variables.
- $\Sigma$  Es una matriz de covarianza.

Los procesos gaussianos son una extensión hacia colecciones infinitas de variables. Las extensiones permiten pensar en los procesos gaussianos como distribuciones, no sólo sobre vectores aleatorios sino sobre distribuciones de funciones aleatorias (Ibragimov & Rozanov, 1978).

Para especificar una distribución de probabilidad, necesitamos asociarle una densidad de probabilidad a cada posible función  $h$  (Wschebor & One-Paramete, 2001).

Una forma natural es hacer una correspondencia entre la función y su vector  $\vec{h}$ ,  $\vec{h} = N(\mu, \sigma^2 I)$ :

$$p(h) = \prod_{i=1}^m \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}(h(x_i) - \mu_i)^2\right) \quad (16)$$

Esto nos permite asociar distribuciones de probabilidades sobre funciones de dominios finitos usando una distribución multivariable gaussiana finita, sobre funciones de salida  $h(x_1), \dots, h(x_m)$  en un número finito de puntos de entrada  $x_1, \dots, x_m$ .

Un proceso gaussiano es un proceso estocástico tal que cualquier subconjunto de variables aleatoria finita tiene una distribución gaussiana multivariable.

Desde el contexto lineal, la regresión gaussiana se expresa de la siguiente forma:

$$E(y) = \beta_0 + \sum_{i:1}^n \beta_i X_i ; i = 1, 2, \dots, n \quad (17)$$

Tal que:

$$\begin{aligned} E(y; \mu, \Sigma) &= \frac{1}{(2\pi)^{\frac{n}{2}} |\Sigma|^{\frac{1}{2}}} \exp p(x; \mu, \Sigma) \\ &= \frac{1}{(2\pi)^{\frac{n}{2}} |\Sigma|^{\frac{1}{2}}} \exp\left(-\frac{1}{2}(x - \mu)^T \Sigma^{-1} (x - \mu)\right) \\ &= \Phi\left(\beta_0 + \sum_{i:1}^n \beta_i X_i\right) \end{aligned} \quad (18)$$

Donde (Wschebor & One-Paramete, 2001):

$$\begin{aligned} P(y; \mu, \Sigma) = P(a \leq y \leq b) &= P\left(\frac{a-\mu}{\sigma} \leq y \leq \frac{b-\mu}{\sigma}\right) = \Phi(b) - \Phi(a) \\ Z &= \Phi\left(\beta_0 + \sum_{i:1}^n \beta_i X_i\right) \end{aligned} \quad (19)$$

Por lo tanto:

$$Z_T \sim P(y) = \Phi^{-1}(E(y)) = \beta_0 + \sum_{i:1}^n \beta_i X_i \quad (20)$$

Donde:

$$\Phi^{-1}[E(y)] = P(y) \quad (21)$$

Por tanto:

$$\Phi^{-1}[E(y)] = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \dots + \beta_9 X_9 \quad (22)$$

$$\Phi^{-1}[E(y)] \sim Z_T$$

Con base en lo anterior, el fenómeno de la prevalencia de diabetes en los adultos mayores mexicanos tiene dos eventos: éxito (diagnosticados por DM2) y fracaso (no diagnosticado por DM2), por tanto, dicho fenómeno se puede predecir a través de tres modelos de regresión: Probit, Logit y gaussiano. Se va a buscar el modelo más adecuado.

#### **4.4.3 Construcción de la base de datos, factores de riesgo en la DM2**

Con base a lo anterior, la base de datos “Factores de riesgo en la DM2” se utilizó en los modelos Probit, Logit y gaussiano. Esta base de datos se construyó a partir de diagnosticados de diabetes (auto-reporte) que contiene la ENSANUT 2012. En los siguientes puntos se explica cómo se construyó la base de datos “Factores de riesgo en la DM2”. Se utilizó el componente de salud (base, adultos de 20 años y más), para conocer el número de diagnosticados por DM.

- Se usó la variable [a301] (¿Algún médico le ha dicho que tiene diabetes o el azúcar alta en la sangre?) se observó 69 millones 889 mil 616 casos.
- Sin embargo, de los 69 millones 889 mil 616 casos, los que auto-reportaron haber dicho que algún médico les dijo que sí que tienen diabetes o azúcar alta en la sangre son 6 millones 406 mil 568; no obstante un 63 millones 483 mil 048 auto-reportaron que ningún médico les ha dicho que tienen diabetes o azúcar alta en la sangre.
- De los 6 millones 406 mil 568 que auto-reportaron haber dicho que algún médico les dijo que sí tienen diabetes o azúcar alta en la sangre; este número de diagnosticados por diabetes se contempla la diabetes gestacional, pues así está estructurada la base de datos (Adultos.sav).
- Partiendo de esto, se filtró la variable [a303] que se nombra (¿Algún médico le ha diagnosticado diabetes durante alguno de sus embarazos?). Pues 23 mil 8378 mujeres

contestaron que durante su embarazo presentaron diabetes, estos se restaron a los 69 millones 889 mil 616 casos, quedando 69 millones 651 mil 238 casos.

- Teniendo 69 millones 651 mil 238 casos, se observa que 6 millones 168 mil 190 son diagnosticados por DM2 y no diagnosticados por DM2 son 63 millones 483 mil 048.
- Se asume que los 6 millones 168 mil 190 son diagnosticados por DM2, omitiendo a la diabetes gestacional nos estamos que dando con los diagnosticados por DM2, pues la DM2 es la que prevalece en los adultos mayores mexicanos en un 90%; sin embargo no se descarta la posibilidad que haya diabetes tipo 1 o diabetes Moby.
- Teniendo 6 millones 168 mil 190 de diagnosticados por DM2, y estando en el componente de salud (base, adultos de 20 años y más) se asoció la variable de [a301] con: sexo, edad, consumo actual de tabaco y alcohol, antecedente del padre y la madre con DM2, y estrato de urbanidad.
- Posteriormente, el componente de salud (base, adultos de 20 años y más) se unió con el componente de nutrición (base, frecuencia de consumo adultos) se asoció la variable de [a301] con: alimentos\_recom (variable recodificada) con valores: Alimentación recomendable para consumo cotidiano, y Alimentación no recomendable para consumo cotidiano. Se recodificó esta variable con base al consumo de alimentos que proponen en la ENSANUT (2016), tiene una clasificación de 13 grupos de alimentos de acuerdo a sus características nutrimentales, estos grupos incluyen 7 grupos de alimentos recomendables, y 6 no recomendables para el consumo cotidiano (tabla 7, citada en pág. 66).
- Después, el componente de Salud (base, adultos de 20 años y más) se unió con el componente de actividad física (base, actividad física y adultos) y se asoció la variable de [a301] con: la variable Whocat, que tiene los valores inactivos, moderadamente activos y activos. De acuerdo con la OMS (2010), clasifica la actividad física en tres categorías: inactiva (menos de 30 minutos al día), moderadamente activa (menos de 60 minutos por día y al menos 30 minutos por día), y activa (al menos 60 minutos por día). Son recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud que se propusieron en Ginebra, Suiza (World Health Organization, 2017).
- Al tener 8.9% (6 millones, 168 mil, 190) de diagnosticados por DM2 y 91.1% (63 millones, 483 mil, 048) sin DM2, ya cruzadas las bases se obtuvo la información de

los diagnosticados y no diagnosticados por DM2 con las variables: sexo, edad, zona de residencia, antecedente de los padres por DM2, consumo actual de tabaco, consumo actual de alcohol, tipo de actividad física, categoría IMC y tipo de alimentación.

- Los 69 millones 651 mil 238 entrevistados a analizar, se trasladaron a Excel, estos casos tienen las mismas variables: sexo, edad, zona de residencia, antecedente de los padres por DM2, consumo actual de tabaco, consumo actual de alcohol, tipo de actividad física, categoría IMC y tipo de alimentación.
- Sin embargo, existían observaciones con missing y fueron omitidas; pues no se puede predecir el fenómeno (tipo de respuesta: no contestaban). Para la construcción del modelo no es adecuado, que haya missing (respuestas sin contestar), ya que se produciría un sesgo y este causaría una lectura de parámetros que no estimaría el comportamiento del fenómeno. Si se incluiría este sesgo ya mencionado se tendría que tener tres posibles variables respuestas (con DM2; Sin DM2; y los que no contestan); sin embargo, omitiendo los que no contestaron aumentamos la probabilidad del éxito del análisis del fenómeno.
- No obstante, se tuvieron que omitir esos casos (no contestaron) dando como resultado 3 mil 129 casos (contemplando diagnosticados por DM2 y no diagnosticados por DM2) de los cuales 556 son diagnosticados por DM2 y 2 mil 573 no son diagnosticados.
- Es decir, 3 mil 129 casos es el 100%; 556 presentan diagnóstico por DM2, representa un 17.8%; y 2 mil 573 casos sin DM2, representa un 82.2%. Con estas observaciones, en el fenómeno de la DM2 predomina el fracaso (no diagnosticados por DM2) por ello se recurre a un modelo gaussiano, porque no existe un equilibrio entre el éxito y el fracaso. Y el modelo logit y probit deben tener una variable respuesta equilibrada.

Explicado, la construcción de la base de datos (Factores de riesgo en la DM2), se pasará a describir las variables predictoras del fenómeno.

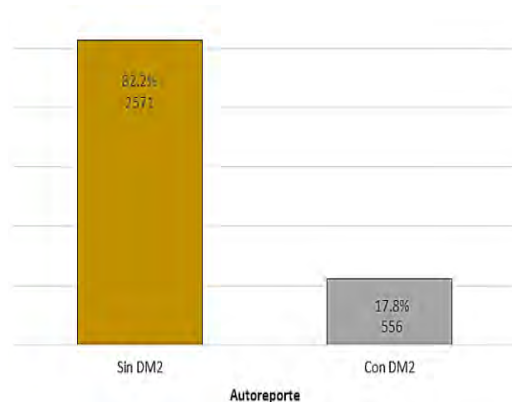


#### 4.5. Análisis descriptivo de las variables

En este apartado se realizará una descripción de la variable respuesta respecto con las variables dependientes. Anteriormente se mencionó como se construyó la base de datos “Factores de riesgo en la DM2” para esta tesis.

Con el interés de predecir como los factores de riesgo como elementos explicativos de la prevalencia de DM2 impactan en los adultos mexicanos. Se puede visualizar que, de las 3,127 observaciones obtenidas en la base, un 82.2% no se auto-reportaron con DM2, sin embargo 17.8% si presentan DM2 (figura 17).

**Figura 17. Diagnosticados y no diagnosticados por autoreporte de DM2**

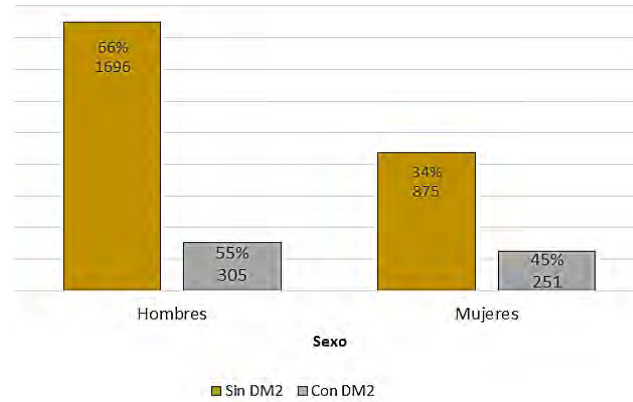


Fuente: Base de datos “Factores de riesgo en la DM2”, construida a partir de la ENSANUT 2012.

Conocido el porcentaje de observaciones con y sin DM2. En la figura 18 se aprecia cuantos pertenecen al sexo masculino y femenino. En el caso de los no diagnosticados (por auto-reporte) un 66% son hombres y 34% son mujeres. Lo que respecta a los diagnosticados por DM2 55% es de hombres y 45% son mujeres.

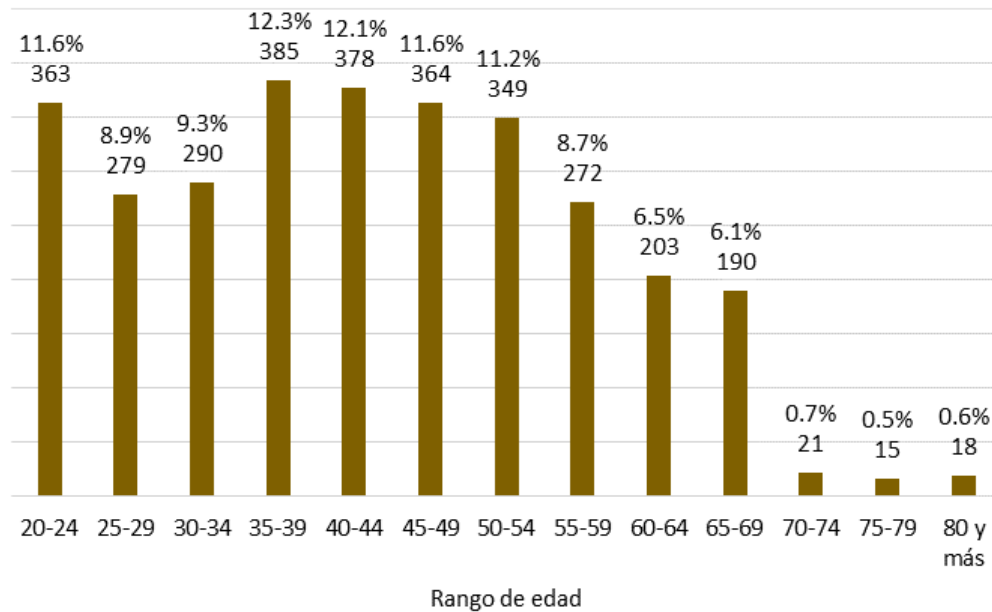
La edad promedio de las observaciones es de 43.2 años, teniendo como edad mínima 20 años y máxima de 93. La moda es de 49 años de edad, el 12.3% pertenece al rango de edad de 35 a 39 años es el más alto, el 12.1% corresponde al rango de 40 a 44 años, el 11.6% concierne al rango de 45 a 49 años y los rangos después de los 70 años va disminuyendo el número de observaciones (figura 19).

**Figura 18. Diagnosticados y no diagnosticados por DM2 según su sexo**



Fuente: Base de datos “Factores de riesgo en la DM2”, construida a partir de la ENSANUT 2012.

**Figura 19. Diagnosticados y no diagnosticados por DM2, según su rango de edad**



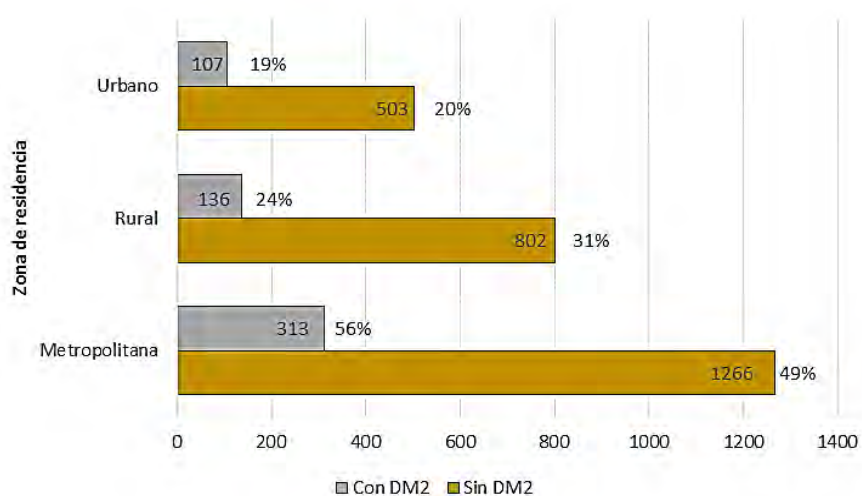
Fuente: Base de datos “Factores de riesgo en la DM2”, construida a partir de la ENSANUT 2012.

Respecto a la zona de residencia de diagnosticados y no diagnosticado por DM2, un 56% de observaciones con DM2 pertenece a un área metropolitana, un 24% está en una localidad rural y un 19% en localidad urbana. En cambio, un 49% de no diagnosticados por DM2 se encuentra en una zona metropolitana, un 31% está en una localidad rural y un 20% en la urbana (figura 20).

El antecedente familiar de las observaciones con y sin DM2, se puede comparar que un 58% sin DM2 tienen padres sin diabetes, pero un 35.6% de diagnosticados por DM2 tienen padres sin diabetes. Un 11% de las personas que no presentan DM2 tienen un padre con DM2; No obstante, un 13% de personas con DM2, tienen un padre con DM2.

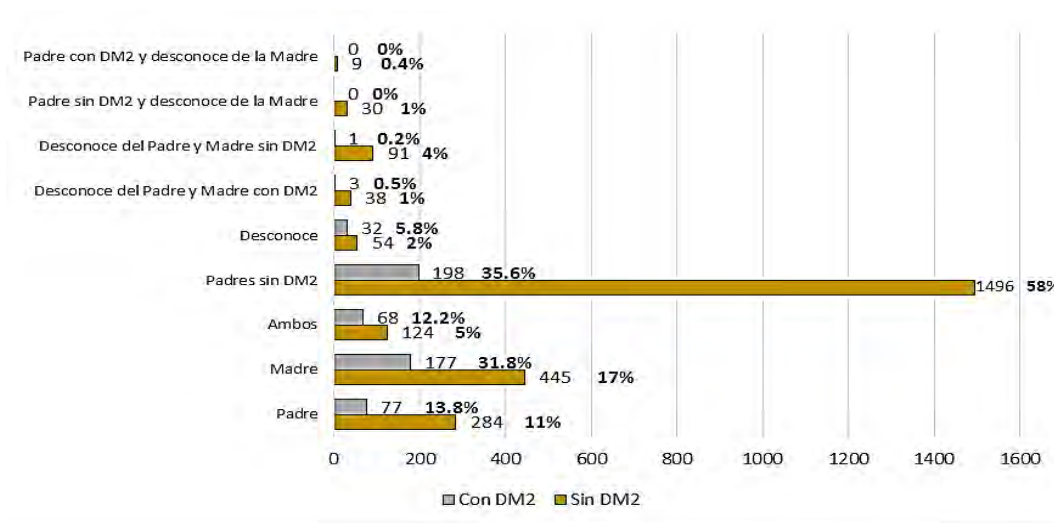
En el caso de la madre con DM2, un 17% de diagnosticados que no tienen DM2 tienen su madre diabética; las personas que tienen DM2, un 31.8% tiene una madre diabética (figura 21).

**Figura 20. Diagnosticados y no diagnosticados por DM2 según zona de residencia**



Fuente: Base de datos “Factores de riesgo en la DM2”, construida a partir de la ENSANUT 2012.

**Figura 21. Diagnosticados y no diagnosticados por DM2, según el antecedente de los padres por DM2**

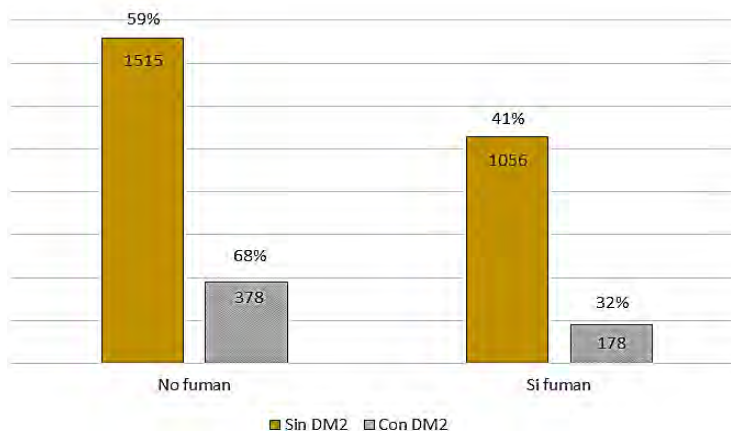


Fuente: Base de datos “Factores de riesgo en la DM2”, construida a partir de la ENSANUT 2012.

En la figura 22, se visualiza el consumo de tabaco de las observaciones que no tienen DM2 y las que si presentan DM2. Un 59% de personas que no presentan DM2 no fuman, pero 41% si fuman. En las personas que, si tienen DM2, un 68% no fuman; sin embargo, un 32% si fuman.

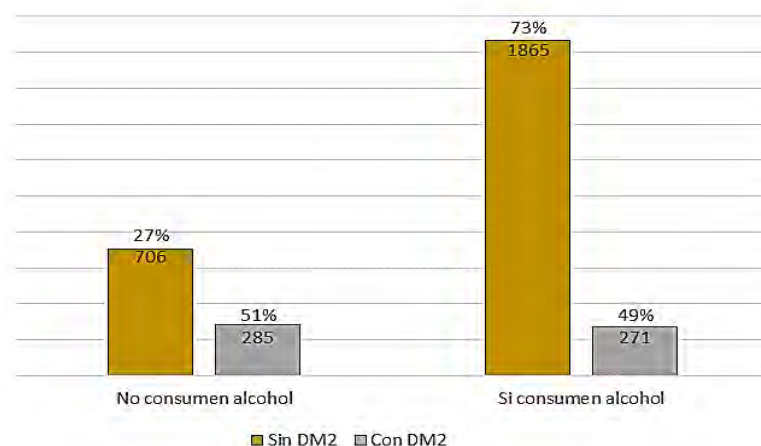
El consumo de alcohol de las observaciones que no tienen DM2 y las que si presentan DM2. Un 27% de personas que no presentan DM2 no consumen alcohol, pero 73% si lo consumen. En las personas que, si tienen DM2, un 51% no consumen alcohol, sin embargo, un 49% si lo consumen (figura 23).

**Figura 22. Diagnosticados y no diagnosticados por DM2, según consumo actual de tabaco**



Fuente: Base de datos “Factores de riesgo en la DM2”, construida a partir de la ENSANUT 2012.

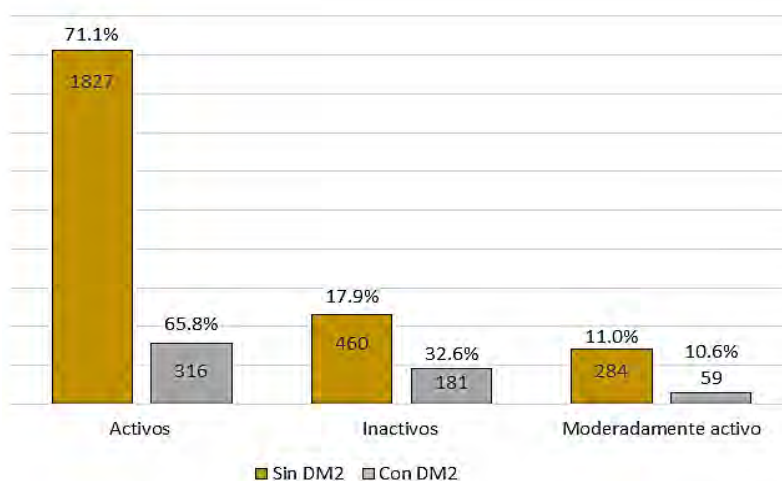
**Figura 23. Diagnosticados y no diagnosticados por DM2, según consumo actual de alcohol**



Fuente: Base de datos “Factores de riesgo en la DM2”, construida a partir de la ENSANUT 2012.

La actividad física que presentan las observaciones que no tienen DM2 y las que si padecen DM2. Un 71.1% de personas que no presentan DM2 son activos, un 17.9% son inactivos y moderadamente activos un 11.0%. En las personas que, si tienen DM2, un 65.8% son activas, un 17.9% son inactivas y moderadamente activas un 10.6% (figura 24).

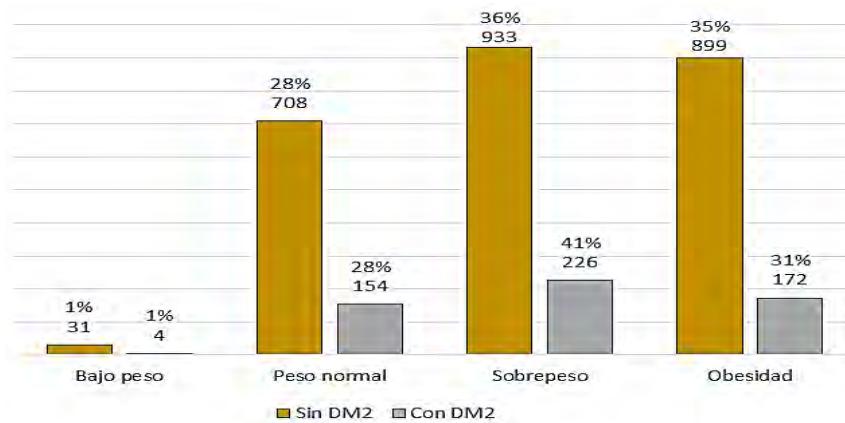
**Figura 24. Diagnosticados y no diagnosticados por DM2, según su actividad física**



Fuente: Base de datos “Factores de riesgo en la DM2”, construida a partir de la ENSANUT 2012.

El Índice de Masa Corporal (ISM) que presentan las observaciones que no tienen DM2 y las que si padecen DM2. Un 1% de personas que no presentan DM2 tienen bajo peso, un 28% presentan peso normal, un 36% tienen sobrepeso y 35% poseen obesidad. Con relación a los diagnosticados con DM2, 1% presenta bajo peso, un 28% tiene peso normal, un 41% poseen sobrepeso y un 31% son obesos (figura 25).

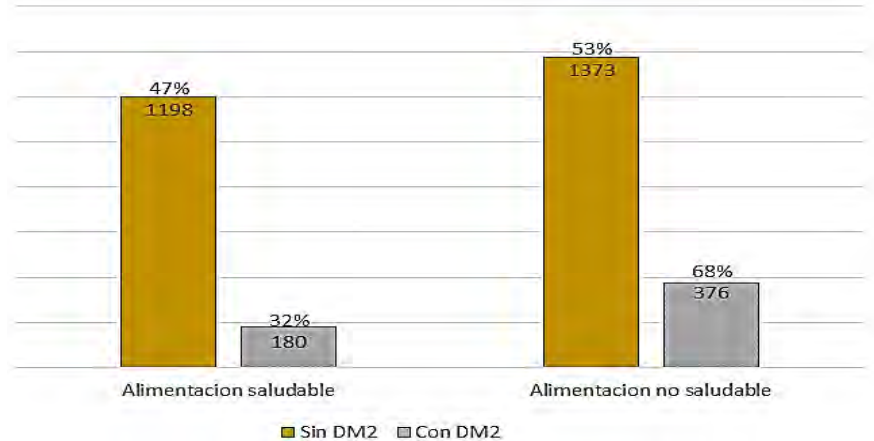
**Figura 25. Diagnosticados y no diagnosticados por DM2, según su Índice de Masa Corporal (IMC)**



Fuente: Base de datos “Factores de riesgo en la DM2”, construida a partir de la ENSANUT 2012.

En la figura 26, se visualiza tipo de alimentación de las observaciones que no tienen DM2 y las que si padecen DM2. Un 47% de personas que no presentan DM2 tienen una alimentación saludable, un 53% presenta una alimentación no saludable. Por lo que se refiere, a los diagnosticados con DM2, un 32% tiene una alimentación saludable y un 68% presenta una alimentación no saludable.

**Figura 26. Diagnosticados y no diagnosticados por DM2, según su tipo de alimentación**



Fuente: Base de datos “Factores de riesgo en la DM2”, construida a partir de la ENSANUT 2012.

En consecuencia, con la descripción de variables de la base de datos “Factores de riesgo en la DM2”, se procederá a realizar las distintas corridas para modelar la variable DM2.

#### 4.5.1 Selección del modelo

Con base en lo anterior, en esta sección se realizan las corridas de las distintas distribuciones en las que se puede modelar la variable respuesta (DM2), estas distribuciones corresponden al modelamiento logit, probit y gaussiano, desde un contexto nominal y ordinal, tomando como base un nivel de confianza  $(1 - \alpha)$  al 0.95 y un nivel de significancia del  $(\alpha)$  al 0.05.

En virtud de lo señalado en la tabla 8 se puede observar lo siguiente, en el modelo logit nominal las variables X3 (zona de residencia), X8 (categoría ISM) y X5 (consumo actual de tabaco) opción si no son significativas para predecir la DM2, pues el P-valor de estas variables se encuentra por arriba del nivel de significancia (0.05). Por otro lado, en el modelo logit ordinal, las variables X5 y X8 tampoco son significativas para predecir la DM2, ya que al igual que el modelo logit nominal el P-valor de ambas se encuentra por arriba del nivel de

significancia. Aunado a esto, el AIC del modelo logit ordinal presenta mejor ajuste, ya que, es inferior al modelo logit nominal.

**Tabla 8. Modelamiento logit nominal-ordinal**

Modelo logit nominal	Modelo logit ordinal
Call: glm(formula = Y ~ X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9, family = binomial, data = Diabetes)	Call: glm(formula = Y ~ X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9, family = binomial, data = Diabetes0)
Deviance Residuals: Min 1Q Median 3Q Max -2.2787 -0.5818 -0.3381 -0.1690 2.8595	Deviance Residuals: Min 1Q Median 3Q Max -2.3034 -0.5831 -0.3413 -0.1703 2.8407
Coefficients: Estimate Std. Error z value Pr(> z )	Coefficients: Estimate Std. Error z value Pr(> z )
(Intercept) -5.073813 0.714230 -7.104 1.21e-12 ***	(Intercept) -6.970025 0.459186 -15.179 < 2e-16 ***
X1Mujer 0.644902 0.112508 5.732 9.92e-09 ***	X1M 0.643664 0.112394 5.727 1.02e-08 ***
X2 0.079192 0.004624 17.125 < 2e-16 ***	X2 0.079153 0.004617 17.143 < 2e-16 ***
X3 0.125788 0.064570 1.948 0.0514	X3 0.126574 0.064522 1.962 0.0498 *
X4 -0.393895 0.040156 -9.809 < 2e-16 ***	X4 -0.395877 0.040141 -9.862 < 2e-16 ***
X5Si -0.037244 0.115792 -0.322 0.7477	X5 0.041285 0.115678 0.357 0.7212
X6Si -0.543444 0.111207 -4.887 1.02e-06 ***	X6 0.543870 0.111023 4.899 9.65e-07 ***
X7 0.353939 0.061366 5.768 8.04e-09 ***	X7 0.354003 0.061334 5.772 7.85e-09 ***
X8obesidad 0.431968 0.628565 0.687 0.4919	X8 -0.043902 0.066228 -0.663 0.5074
X8Peso normal 0.547639 0.629872 0.869 0.3846	X9 0.702212 0.112177 6.260 3.85e-10 ***
X8Sobrepeso 0.635002 0.627217 1.012 0.3113	Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
X9saludable -0.707229 0.112376 -6.293 3.11e-10 ***	(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1	Null deviance: 2927.2 on 3126 degrees of freedom
(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)	Residual deviance: 2257.6 on 3117 degrees of freedom
Null deviance: 2927.2 on 3126 degrees of freedom	AIC: 2277.6
Residual deviance: 2254.7 on 3115 degrees of freedom	
AIC: 2278.7	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 9, se puede apreciar que, en el modelo probit nominal las variables X4 (antecedente de los padres de DM2), X8 obesidad, X8 Peso Normal, X8 Sobrepeso (categoría ISM) no son significativas para predecir la DM2, pues el P-valor de estas variables se encuentra por

arriba del nivel de significancia (0.05). No Obstante, en el modelo probit ordinal, las variables X5 (consumo actual de tabaco) y X8 (categoría ISM) no son significativas para predecir la DM2, ya que al igual que el modelo probit nominal el P-valor de ambas se encuentra por arriba del nivel de significancia. Aunado a esto, el AIC del modelo probit ordinal presenta mejor ajuste que el nominal, pues es más bajo.

**Tabla 9. Modelamiento probit nominal-ordinal**

Modelo probit nominal	Modelo probit ordinal
<pre> call: glm(formula = Y ~ X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9,       family = binomial(link = "probit"), data = Diabetes) Deviance Residuals:       Min       1Q   Median       3Q      Max -2.2439  -0.5970  -0.3289  -0.1273   3.0382 Coefficients:               Estimate Std. Error z value Pr(&gt; z ) (Intercept)  -2.903213   0.384206  -7.556 4.14e-14 *** X1Mujer      0.369538   0.063318   5.836 5.34e-09 *** X2           0.044602   0.002501  17.837 &lt; 2e-16 *** X3           0.080608   0.036081   2.234 0.0255 * X4          -0.221349   0.022222  -9.961 &lt; 2e-16 *** X5Si         0.005230   0.064597   0.081 0.9355 X6Si        -0.301457   0.063262  -4.765 1.89e-06 *** X7           0.204567   0.034933   5.856 4.74e-09 *** X8obesidad  0.217601   0.337201   0.645 0.5187 X8Peso normal 0.287282   0.337959   0.850 0.3953 X8Sobrepeso 0.327518   0.336509   0.973 0.3304 X9saludable -0.394829   0.062266  -6.341 2.28e-10 *** Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 (Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)       Null deviance: 2927.2  on 3126  degrees of freedom Residual deviance: 2248.3  on 3115  degrees of freedom AIC: 2272.3 </pre>	<pre> call: glm(formula = Y ~ X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9,       family = binomial(link = "probit"), data = DiabetesO) Deviance Residuals:       Min       1Q   Median       3Q      Max -2.2693  -0.5990  -0.3351  -0.1275   3.0080 Coefficients:               Estimate Std. Error z value Pr(&gt; z ) (Intercept)  -3.917903   0.250027 -15.670 &lt; 2e-16 *** X1M          0.369190   0.063263   5.836 5.35e-09 *** X2           0.044601   0.002498  17.854 &lt; 2e-16 *** X3           0.079977   0.036048   2.219 0.0265 * X4          -0.223129   0.022218 -10.043 &lt; 2e-16 *** X5          -0.003478   0.064552  -0.054 0.9570 X6           0.302476   0.063183   4.787 1.69e-06 *** X7           0.204107   0.034918   5.845 5.06e-09 *** X8          -0.026512   0.037104  -0.715 0.4749 X9           0.390939   0.062163   6.289 3.20e-10 *** Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 (Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)       Null deviance: 2927.2  on 3126  degrees of freedom Residual deviance: 2250.9  on 3117  degrees of freedom AIC: 2270.9 </pre>

Fuente: Elaboración propia.



Se puede visualizar en la tabla 10 lo siguiente, en el modelo gaussiano nominal las variables X5 opción si, X8 obesidad, X8 Peso Normal, X8 Sobrepeso (categoría ISM) no son significativas para predecir la DM2, pues el P-valor de estas variables se encuentra por arriba del nivel de significancia (0.05). En cambio, en el modelo gaussiano ordinal, las variables X5 (consumo actual de tabaco), y X8 (categoría ISM) no son significativas para predecir la DM2, ya que al igual que el modelo gaussiano nominal el P-valor de ambas se encuentra por arriba del nivel de significancia. Aunado a esto, el AIC del modelo gaussiano ordinal presenta mejor ajuste que el nominal, pues es inferior.

**Tabla 10. Modelamiento gaussiano nominal-ordinal**

Modelo Gaussiano nominal	Modelo Gaussiano ordinal
<pre> call: glm(formula = Y ~ X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9, family = gaussian(link = "identity"), data = Diabetes) </pre>	<pre> call: glm(formula = Y ~ X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9, family = gaussian(link = "identity"), data = Diabetes) </pre>
<pre> Deviance Residuals:     Min       1Q   Median       3Q      Max -0.72331 -0.22366 -0.09361  0.06785  1.05106 </pre>	<pre> Deviance Residuals:     Min       1Q   Median       3Q      Max -0.73117 -0.22355 -0.09518  0.06569  1.04447 </pre>
<pre> Coefficients:             Estimate Std. Error t value Pr(&gt; t ) (Intercept) -0.1550170  0.0681824  -2.274  0.0231 * X1Mujer      0.0703995  0.0132416   5.317 1.13e-07 *** X2           0.0089672  0.0004577  19.590 &lt; 2e-16 *** X3           0.0146600  0.0072245   2.029  0.0425 * X4          -0.0414353  0.0042769  -9.688 &lt; 2e-16 *** X5Si         0.0043083  0.0130625   0.330  0.7416 X6Si        -0.0796729  0.0140006  -5.691 1.38e-08 *** X7           0.0490485  0.0076278   6.430 1.47e-10 *** X8obesidad   0.0292973  0.0591032   0.496  0.6201 X8Peso normal 0.0405475  0.0593429   0.683  0.4945 X8Sobrepeso  0.0529631  0.0590391   0.897  0.3697 X9Saludable -0.0788227  0.0123943  -6.360 2.32e-10 *** </pre>	<pre> Coefficients:             Estimate Std. Error t value Pr(&gt; t ) (Intercept) -0.4099849  0.0477721  -8.582 &lt; 2e-16 *** X1M          0.0699968  0.0132400   5.287 1.33e-07 *** X2           0.0089737  0.0004578  19.602 &lt; 2e-16 *** X3           0.0149550  0.0072223   2.071  0.0385 * X4          -0.0416180  0.0042750  -9.735 &lt; 2e-16 *** X5          -0.0042218  0.0130640  -0.323  0.7466 X6           0.0801065  0.0139924   5.725 1.13e-08 *** X7           0.0491270  0.0076286   6.440 1.38e-10 *** X8          -0.0044768  0.0075704  -0.591  0.5543 X9           0.0788689  0.0123955   6.363 2.27e-10 *** --- Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 </pre>
<pre> (Dispersion parameter for gaussian family taken to be 0.1182101) </pre>	<pre> (Dispersion parameter for gaussian family taken to be 0.1182399) Null deviance: 457.14 on 3126 degrees of freedom </pre>

Null deviance: 457.14 on 3126 degrees of freedom	Residual deviance: 368.55 on 3117 degrees of freedom
Residual deviance: 368.22 on 3115 degrees of freedom	AIC: 2209.8
AIC: 2211	

Fuente: Elaboración propia.

Ya realizado las corridas de las distribuciones para modelar la variable (DM2), con el modelamiento logit, probit y gaussiano, desde un contexto nominal y ordinal tomando como base un nivel de confianza  $(1 - \alpha)$  al 0.95 y un nivel de significancia del  $(\alpha)$  al 0.05. Se ha observado que las variables X5 (consumo actual de tabaco), X8 (categoría ISM) en los tres modelos ordinales no son significativas para predecir la DM2. En los modelos nominales tanto en el logit y gaussiano no son significativas las variables X5 (consumo actual de tabaco), X8 (categoría ISM) en el probit X8 también es una variable no significativa.

En la tabla 11, se puede observar que el Gaussiano ordinal presenta mejor ajuste, esto se puede corroborar a través del AIC (Criterio de Información Akaike), el cual va a evaluar tanto el ajuste del modelo a los datos como la complejidad del mismo.

$$AIC = 2p - 2Lm$$

Donde:

- Lm es la verosimilitud del modelo actual.
- p es el número de parámetros estimados.

Cuando más pequeño es el AIC mejor es el ajuste. Es muy útil para comparar modelos similares con distintos grados de complejidad o modelos iguales (mismas variables) pero con funciones de vínculos distintos.

A través de la tabla 11, el AIC del modelo Gaussiano ordinal es el más inferior de todos los demás, por tanto, es el de mejor ajuste.

Con base a la tabla 12, se puede observar que las variables X5 (consumo actual de tabaco) y X8 (categoría ISM) no son significativas para predecir DM2, pues tienen un P – Valor (0.7466 y 0.5543) por arriba del 0.05.

**Tabla 11. AIC de los modelos nominal-ordinal Logit, Probit y Gaussiano**

Logit nominal  2278.7	Logit ordinal  2277.6
Probit nominal  2272.3	Probit ordinal  2270.9
Gaussiano nominal  2211	Gaussiano ordinal  2209.8

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 12. Modelo Gaussiano ordinal**

```
Call:
glm(formula = Y ~ X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9,
family = gaussian(link = "identity"), data = DiabetesO)
Deviance Residuals:
Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.73117  -0.22355  -0.09518   0.06569   1.04447
Coefficients:
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -0.4099849  0.0477721  -8.582 < 2e-16 ***
X1M          0.0699968  0.0132400   5.287 1.33e-07 ***
X2           0.0089737  0.0004578  19.602 < 2e-16 ***
X3           0.0149550  0.0072223   2.071  0.0385 *
X4          -0.0416180  0.0042750  -9.735 < 2e-16 ***
X5          -0.0042218  0.0130640  -0.323  0.7466
X6           0.0801065  0.0139924   5.725 1.13e-08 ***
X7           0.0491270  0.0076286   6.440 1.38e-10 ***
X8          -0.0044768  0.0075704  -0.591  0.5543
X9           0.0788689  0.0123955   6.363 2.27e-10 ***
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Dispersion parameter for gaussian family taken to be 0.1182399)
Null deviance: 457.14 on 3126 degrees of freedom
Residual deviance: 368.55 on 3117 degrees of freedom
AIC: 2209.8
```

Fuente: Elaboración propia.

Partiendo de esto y sacando las variables X5 (consumo actual de tabaco) y X8 (categoría ISM), el modelo sería se la siguiente forma:

**Tabla 13. Modelo Gaussiano ordinal sin X5 y X8**

```

Call:
glm(formula = Y ~ X1 + X2 + X3 + X4 + X6 + X7 + X9, family = gaussi
an(link = "identity"),
  data = Diabeteso)
Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.73576 -0.22318 -0.09513  0.06688  1.03831
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -0.4286969  0.0388437 -11.036 < 2e-16 ***
X1M          0.0695409  0.0131641   5.283 1.36e-07 ***
X2           0.0089590  0.0004547  19.701 < 2e-16 ***
X3           0.0150420  0.0071843   2.094  0.0364 *
X4          -0.0416717  0.0042729  -9.753 < 2e-16 ***
X6           0.0794994  0.0137950   5.763 9.07e-09 ***
X7           0.0490711  0.0076230   6.437 1.40e-10 ***
X9           0.0788551  0.0123914   6.364 2.26e-10 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Dispersion parameter for gaussian family taken to be 0.1181815)
Null deviance: 457.14 on 3126 degrees of freedom
Residual deviance: 368.61 on 3119 degrees of freedom
AIC: 2206.2

```

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 13, se puede ver que el intercepto X1M (sexo), X2 (edad), X3 (Zona de residencia), X4 (antecedente de los padres de DM2), X6 (consumo actual de alcohol), X7 (actividad física) y X9 (tipo de alimentación) son significativas dentro del modelo, pues el P-valor de todas ellas está por debajo del nivel de significancia ( $\alpha = 0.05$ ), por tanto, la expresión algebraica del modelo de Regresión Gaussiano Ordinal sería la siguiente:

$$P[E(\hat{Y})] = -0.429 + 0.069X_{1M} + 0.009X_2 + 0.015X_3 - 0.042X_4 + 0.079X_6 + 0.049X_7 + 0.079X_9 \quad (23)$$

Tal que:

$$0 \leq P[E(\hat{Y})] \leq 1$$

Es decir, cual es la probabilidad de tener DM2, dado que inciden las variables X1M, X2, X3, X4, X6, X7 y X9.

- Si la  $P[E(\hat{Y})] = 1$ , persona con DM2
- Si la  $P[E(\hat{Y})] \sim 1$ , existe alto riesgo de desarrollar DM2
- Si la  $P[E(\hat{Y})] \sim 0$ , existe bajo riesgo de desarrollar DM2
- Si la  $P[E(\hat{Y})] = 0$ , persona no DM2

Con base en lo anterior, en el siguiente apartado se hace un análisis de grado de significancia de los parámetros del modelo.

#### 4.5.2 Grado de significación de los parámetros

Con base a la tabla 14, se puede observar que todos los parámetros son significativos para predecir DM2, pues se encuentran dentro de sus intervalos de confianza, con un nivel de confianza al 0.95 y un nivel de significancia del 0.05.

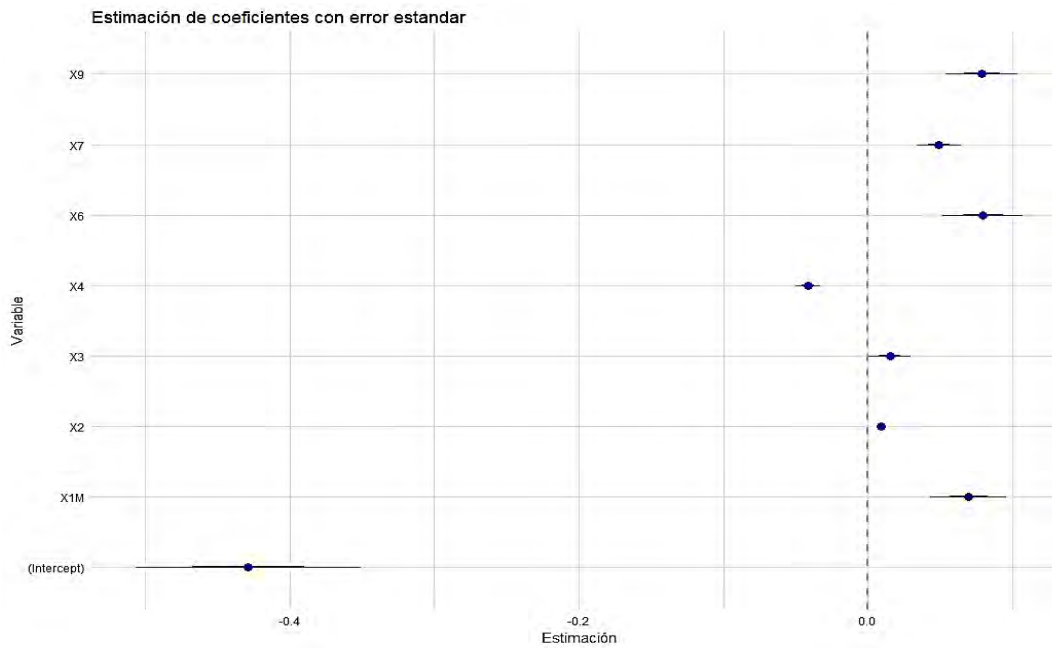
**Tabla 14. Intervalos de confianza de los parámetros del modelo con un nivel de confianza de 0.95**

Parámetros	Valor de parámetros	Límite Inferior	Límite Superior
$\hat{\beta}_0$	-0.42869	-0.50482	-0.35256
$\hat{\beta}_{1M}$	0.06954	0.04373	0.09534
$\hat{\beta}_2$	0.00896	0.00806	0.00985
$\hat{\beta}_3$	0.01504	0.00096	0.02912
$\hat{\beta}_4$	-0.04167	-0.05004	-0.03329
$\hat{\beta}_6$	0.07949	0.05246	0.10653
$\hat{\beta}_7$	0.04907	0.03413	0.06401
$\hat{\beta}_9$	0.07885	0.05456	0.10314

Fuente: Elaboración propia.

Esto se puede corroborar a través de la figura 27, en la cual se puede observar que todos los parámetros se localizan dentro de sus intervalos de confianza.

**Figura 27. Intervalos de confianza de los parámetros estimados con un nivel de confianza del 0.95**



Fuente: Elaboración propia.

Con base en lo anterior, en la siguiente sección se procede a la validación del modelo, es decir, este debe cumplir con los supuestos de inferencia: no colinealidad entre las variables independientes, y el grado de ajuste del modelo.

#### 4.6 Viabilidad del modelo

El presente modelo es de carácter ordinal, por tanto debe cumplir con dos supuestos, la no colinealidad entre las variables independientes y el grado de ajuste. La colinealidad es un problema del análisis de regresión que consiste en que los predictores del modelo están relacionados constituyendo una combinación lineal (Peña D. , 1987).

Esto tiene consecuencias fundamentales en el modelo de regresión: si los predictores se encuentran en combinación lineal, la influencia de cada uno de ellos en el criterio no puede distinguirse al quedar solapados unos con otros; no se presenta una explicación del fenómeno en cuestión; los pronósticos no son fiables, puesto que otra combinación de predictores introducida en el modelo variaría el orden, produce predicciones en el criterio contradictorias (Peña D. , 1987).

En los métodos basados en la correlación entre variables explicativas, hay un método que consiste en calcular los llamados “factores de inflación de varianza” o VIF’s definidos como:

$$VIF_j = \frac{1}{1-R_j^2} \quad (24)$$

Donde:

$R_j^2$  es el coeficiente de determinación de la regresión del j-ésimo regresor sobre el resto.

El criterio de evaluación de colinealidad la prueba de hipótesis es la siguiente:

Ho: colinealidad vs. Ha: no hay colinealidad

Si el VIF es mayor a 10 unidades de cada variable independiente, va existir colinealidad, es decir se aprueba la Ho.

**Figura 28. Hipótesis Vif (modelo8)**

X1	X2	X3	X4	X6	X7	X9
1.056549	1.086794	1.041866	1.011181	1.090043	1.014166	1.001383

Fuente: Elaboración propia.

Bajo criterio, en la figura 28, se puede observar que el VIF de cada una de las variables independientes que explican a la variable DM2 se encuentra por debajo de las 10 unidades, por tanto, se aprueba la Ha, es decir no hay colinealidad entre las variables independientes.

La devianza de un GLM se define como el grado de variabilidad de los datos debe comparar la devianza con el modelo nulo con la devianza residual. Esto es una medida en cuanto el modelo conserva la variabilidad de los datos, lo que es lo mismo:

Donde:

- Devianza del modelo nulo es de 457.14 unidades
- Devianza de los residuales es de 368. 61 unidades

Sustituyendo en la ecuación (25), se tiene que:

$$D^2 = \left[ \frac{457.14 - 368.61}{457.14} \right] * 100 = 19.37$$

Con base en lo anterior, la ecuación que predice la DM2 conserva el 19.37% de la variabilidad de los datos.

$$P[E(\hat{Y})] = -0.429 + 0.069X_1M + 0.009X_2 + 0.015X_3 - 0.042X_4 + 0.079X_6 + 0.049X_7 + 0.079X_9 \quad (26)$$

Con un nivel de confianza del 0.95, con un nivel de significancia del 0.05, y cumpliendo con el supuesto de no colinealidad entre las variables independientes ( $X_1M$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_6$ ,  $X_7$  y  $X_9$ ), la ecuación 26 explica en un 19.37% la dinamica de riesgo de contraer DM2.

#### 4.7 Análisis de resultados

El análisis de resultado del presente modelo se basa en la interpretación de los parametros de la siguiente expresión algebraica:

$$P[E(\hat{Y})] = -0.429 + 0.069X_1M + 0.009X_2 + 0.015X_3 - 0.042X_4 + 0.079X_6 + 0.049X_7 + 0.079X_9$$

Si  $X_1M$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_6$ ,  $X_7$  y  $X_9$  permanecen constantes.

$$P[E(\hat{Y})] = -0.429 + 0.069(0) + 0.009(0) + 0.015(0) - 0.042(0) + 0.079(0) + 0.049(0) + 0.079(0)$$

Es decir:

$$P[E(\hat{Y})] = -0.429$$

En terminos de la distribución normal:

$$Z_g = \text{normal} \{P[E(\hat{Y})]\} = \text{normal} \{-0.429\} = 0.3339$$

La probabilidad de desarrollar DM2 es de 0.3339, es decir, si no intervienen las variables explicativas, cualquier individuo de los entrevistados tiene un nivel de riesgo de desarrollar DM2 del 33.39%, con nivel de confianza del 0.95.

Al respecto, se puede observar en este parametro un factor genético. La literatura explica que hay un factor genético en los mexicanos, pues hay variantes de la población indígena que da una mayor predisposición a padecer una enfermedad metabólica como la diabetes (Bonilla, 2017). La variante genética llamado haplotipo, esta compuesto por cinco cambios en un gen llamado SLS16A11. Este haplotipo, se encontró asociado a una predisposición de diabetes en la población mexicana. El haplotipo, explica el 20% de la prevalencia de DM2 en la población mexicana (Bonilla, 2017).

Si  $X_1M = 1$  y  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_6$ ,  $X_7$  y  $X_9$  permanecen constantes, la probabilidad de desarrollar DM2 es de 0.3594, es decir, si el entrevistado es mujer, tiene un nivel de riesgo de desarrollar DM2 del 35.94%, con un nivel de confianza del 0.95.



$$P[E(\hat{Y})] = -0.429 + 0.069(1) + 0.009(0) + 0.015(0) - 0.042(0) + 0.079(0) + 0.049(0) + 0.079(0)$$

Es decir:

$$P[E(\hat{Y})] = -0.360$$

En terminos de la distribución normal:

$$Z_M = \text{normal} \{P[E(\hat{Y})]\} = \text{normal} \{-0.360\} = 0.3594$$

Si se parte del supuesto de que la probabilidad de riesgo es para de los entrevistados sin importar el sexo es de 0.3339, y de las mujeres es de 0.3594, entonces la tasa de riesgo de las mujeres con respecto a los hombres es de 7.63%.

$$\text{Tr} = \frac{Z_M}{Z_g} = \frac{0.3594}{0.3339} = 1.0763$$

Las mujeres son mayormente susceptibles a desarrollar DM2 pues se argumenta que:

- El factor de riesgo más prominente en las mujeres es la obesidad, es más común que en los hombres (Kautzky-Willer, Harreiter, & Pacini, 2016).
- Los trastornos alimentarios son más comunes en las mujeres, estos se caracterizan principalmente por periodos en que se come descontroladamente, o lo contrario, no se come por el temor de aumentar de peso (American Diabetes Association, 2017c).
- Así mismo, las mujeres tienen mayor susceptibilidad de desarrollar DM2, por desventajas sociales, que se presenta por las escasas oportunidades en el escenario social, económico y cultural; no obstante, ha ganado terreno en diversos ámbitos de la vida política, social, económica y cultural (Ramos & Alexanderson-Rosas, 2017).
- El aspecto psicológico es un factor predominante en las mujeres, pues, están expuestas a mayores niveles de estrés, tensión, ansiedad y depresión que aumentan la secreción de hormonas como adrenalina, noradrenalina y cortisol, las cuales incrementan la concentración de glucosa en sangre (Ramos & Alexanderson-Rosas, 2017; Kautzky-Willer, Harreiter, & Pacini, 2016).
- En el embarazo las hormonas causan resistencia a la insulina y desarrollan diabetes gestacional, un padecimiento que desaparece con el nacimiento del bebé, pero quienes llegan a padecerla tienen un 30% a 70% de presentar después DM2 (Ramos & Alexanderson-Rosas, 2017).

- Además, las mujeres que atraviesan por la menopausia concluyen su vida reproductiva, generalmente se caracteriza por que los ovarios dejan de producir las hormonas estrógeno y progesterona. Al presentarse menos progesterona en el organismo aumenta la sensibilidad hacia la insulina, lo que facilita a las células del organismo captar la glucosa que produce el cuerpo. Y al reducir los estrógenos aumenta la resistencia a la insulina, lo que impide a las células nutrirse y eleva los índices de azúcar en la sangre (Ramos & Alexanderson-Rosas, 2017).

Si  $X_2 = 1$ , y  $X_1, X_3, X_4, X_6, X_7$  y  $X_9$  permanecen constantes, la probabilidad de desarrollar DM2 es de 0.3372, es decir, si interviene la edad para desarrollar DM2, los individuos entrevistados van a presentar un nivel de riesgo de 33.72%, con un nivel de confianza del 0.95.

$$P[E(\hat{Y})] = -0.429 + 0.069(0) + 0.009(1) + 0.015(0) - 0.042(0) + 0.079(0) + 0.049(0) + 0.079(0)$$

Es decir:

$$P[E(\hat{Y})] = -0.420$$

En terminos de la distribución normal:

$$Z_E = \text{normal} \{P[E(\hat{Y})]\} = \text{normal} \{-0.420\} = 0.3372$$

Por cada año transcurrido, la probabilidad de riesgo de los entrevistados para desarrollar DM2 es de aproximadamente 0.98% es decir del 1%.

$$Tr = \frac{Z_E}{Z_g} = \frac{0.3372}{0.3339} = 1.0098$$

La edad en relación con la DM2, se argumenta que:

- A mayor edad, aumenta el riesgo de DM2, y de enfermedades del corazón y derrames (American Diabetes Association, 2017a).
- La DM2 aparece en la edad madura, pasados los 45 años de edad (Standards of Medical Care in Diabetes, 2017), no obstante, hay diagnósticos de DM2 a más temprana edad asociadas con la obesidad y la inactividad física.
- La edad no se puede cambiar, pero se pueden tomar medidas para tener una alimentación saludable, y realizar actividad física (American Diabetes Association, 2017a).

Si  $X_3 = 1, 2, \text{ ó } 3$ . y  $X_2, X_1M, X_4, X_6, X_7$  y  $X_9$  permanecen constantes la probabilidad de desarrollar DM2 con base a la zona de residencia, su interpretación es la siguiente:

- Si  $X_3 = 1$  (Zona Rural), la probabilidad de desarrollar DM2 es de 0.3394, es decir, si el entrevistado tiene como lugar de residencia la zona rural, su nivel de riesgo de desarrollar DM2 va a hacer de 33.94%, con un nivel de confianza del 0.95.

$$P[E(\hat{Y})] = -0.429 + 0.069(0) + 0.009(0) + 0.015(1) - 0.042(0) + 0.079(0) + 0.049(0) + 0.079(0)$$

es decir:

$$P[E(\hat{Y})] = -0.414$$

En terminos de la distribución normal:

$$Z_E = \text{normal} \{P[E(\hat{Y})]\} = \text{normal} \{-0.414\} = 0.3394$$

- Si  $X_3 = 2$  (Zona Urbana), la probabilidad de desarrollar DM2 es de 0.3449, es decir, si el entrevistado tiene como lugar de residencia la zona urbana, su nivel de riesgo de desarrollar DM2 va a hacer de 34.49%, con un nivel de confianza del 0.95.

$$P[E(\hat{Y})] = -0.429 + 0.069(0) + 0.009(0) + 0.015(2) - 0.042(0) + 0.079(0) + 0.049(0) + 0.079(0)$$

es decir:

$$P[E(\hat{Y})] = -0.399$$

En terminos de la distribución normal:

$$Z_E = \text{normal} \{P[E(\hat{Y})]\} = \text{normal} \{-0.399\} = 0.3449$$

- Si  $X_3 = 3$  (Zona Metropolitana), la probabilidad de desarrollar DM2 es de 0.3504, es decir, si el entrevistado tiene como lugar de residencia la zona metropolitana, su nivel de riesgo de desarrollar DM2 va a hacer de 35.04%, con un nivel de confianza del 0.95.

$$P[E(\hat{Y})] = -0.429 + 0.069(0) + 0.009(0) + 0.015(3) - 0.042(0) + 0.079(0) + 0.049(0) + 0.079(0)$$

es decir:

$$P[E(\hat{Y})] = -0.384$$

En terminos de la distribución normal:

$$Z_E = \text{normal} \{P[E(\hat{Y})]\} = \text{normal} \{-0.384\} = 0.3504$$

Con base en la tabla 15 y partiendo desde el contexto de riesgo genético, se puede observar que los individuos que tiene como lugar de origen la zona metropolitana, presentan el mayor riesgo de desarrollar DM2 con respecto a las demas zonas (rural y urbano).

**Tabla 15. Tasa de riesgo por lugar de residencia**

Zuna Rural	$Tr = \frac{Z_R}{Z_g} = \frac{0.3394}{0.3339} = 1.0164$
Zona Urbana	$Tr = \frac{Z_R}{Z_g} = \frac{0.3449}{0.3339} = 1.0329$
Zona Metropolitana	$Tr = \frac{Z_R}{Z_g} = \frac{0.3504}{0.3339} = 1.0491$

Fuente: Elaboración propia.

La zona de residencia (rural, urbana y metropolitana) en relación con la DM2, al respecto se explica que:

- En zonas urbanas se observa el dominio de alimentos refinados, industrializados y de origen animal con elevadas cantidades de grasa, sal y azúcar. En tanto, en zonas rurales aún predominan alimentos realizados con maíz, frijol y chile (Torres & Trápaga, 2001).
- La zona urbana presenta un estilo de vida sedentario; es decir baja en actividad física (Pan, Malik, & Hu, 2012).
- El efecto de la urbanización es una transición epidemiológica hacia tasas crecientes de obesidad y DM2 (Goryakin, Rocco, & Suhreke, 2017).
- En zonas rurales, con frecuencia se diagnostica en forma tardía la DM2 y entre el 30% y 50% de las personas desconocen que la padecen (Barcelo & Rajpathak, 2001).

Si  $X_4 = 1, 2, \text{ ó } 3$ . y  $X_1, X_2, X_3, X_6, X_7$  y  $X_9$  permanecen constantes la probablilidad de desarrollar DM2 con base a la zona de residencia, su interpretación es la siguiente:

- Si  $X_4 = 1$  (Padre), la probabilidad de desarrollar DM2 es de 0.3482, es decir, si el entrevistado tiene su padre con DM2, su nivel de riesgo de desarrollar DM2, su nivel de riesgo de desarrollar DM2 va a hacer de 34.82%, con un nivel de confianza del 0.95.

$$P[E(\hat{Y})] = -0.429 + 0.069(0) + 0.009(0) + 0.015(0) - 0.042(1) + 0.079(0) + 0.049(0) + 0.079(0)$$

es decir:

$$P[E(\hat{Y})] = -0.39$$

En terminos de la distribución normal:

$$Z_E = \text{normal} \{P[E(\hat{Y})]\} = \text{normal} \{-0.39\} = 0.3482$$

- Si  $X_4 = 2$  (Madre), la probabilidad de desarrollar DM2 es de 0.3631, es decir, si el entrevistado tiene su madre con DM2, su nivel de riesgo de desarrollar DM2, su nivel de riesgo de desarrollar DM2 va a hacer de 36.31%, con un nivel de confianza del 0.95.

$$P[E(\hat{Y})] = -0.429 + 0.069(0) + 0.009(0) + 0.015(0) - 0.042(2) + 0.079(0) + 0.049(0) + 0.079(0)$$

es decir:

$$P[E(\hat{Y})] = -0.35$$

En terminos de la distribución normal:

$$Z_E = \text{normal} \{P[E(\hat{Y})]\} = \text{normal} \{-0.35\} = 0.3631$$

- Si  $X_4 = 3$  (Ambos padres), la probabilidad de desarrollar DM2 es de 0.3782, es decir, si el entrevistado tiene ambos padres con DM2, su nivel de riesgo de desarrollar DM2, va a hacer de 37.82%, con un nivel de confianza del 0.95.

$$P[E(\hat{Y})] = -0.429 + 0.069(0) + 0.009(0) + 0.015(0) - 0.042(3) + 0.079(0) + 0.049(0) + 0.079(0)$$

es decir:

$$P[E(\hat{Y})] = -0.31$$

En terminos de la distribución normal:

$$Z_E = \text{normal} \{P[E(\hat{Y})]\} = \text{normal} \{-0.31\} = 0.3782$$

Con base en la tabla 16 y partiendo desde el contexto de riesgo genético, se puede observar que los individuos que tienen ambos padres con DM2, presentan el mayor riesgo de desarrollar DM2 con respecto a los demás antecedentes (padre y madre).

**Tabla 16. Tasa de riesgo por antecedente de los padres de DM2**

Padre	$Tr = \frac{A_R}{Z_g} = \frac{0.3482}{0.3339} = 1.0428$
Madre	$Tr = \frac{A_R}{Z_g} = \frac{0.3631}{0.3339} = 1.0874$
Ambos padres	$Tr = \frac{A_R}{Z_g} = \frac{0.3782}{0.3339} = 1.1326$

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a los antecedentes de los padres con DM2 se alude que:

- La American Diabetes Association (2013) cuando se exponen aspectos genéticos de la diabetes, explica que a diferencia de algunos rasgos hereditarios, al parecer no se hereda la diabetes es un patrón. No obstante, algunas personas son más propensas a desarrollar diabetes que otras. Estudios de gemelos han arrojado resultados que los factores genéticos desempeñan un papel importante en el surgimiento de la DM2. Es decir, no bastan los factores genéticos; en una prueba donde los gemelos tienen genes idénticos, cuando uno de los gemelos tiene DM2, el riesgo del otro es, 3 de 4 (American Diabetes Association, 2013).
- La susceptibilidad genética o factores de estilos de vida en una persona con diagnóstico de DM2, es difícil saber si en su caso fue por el antecedente familiar o por factores de riesgo; lo probable es que se deba a ambos. Estudios han demostrado que es posible retardar o prevenir la DM2 realizando ejercicio físico y teniendo un peso corporal saludable (American Diabetes Association, 2013).
- La DM2 puede depender de diversos factores de riesgo, que incluyan: antecedentes de DM2 en la familia; pero, hay una probabilidad de 11% de DM2 hasta los 70 años (American Diabetes Association, 2013).
- Científicos aluden que el riesgo de desarrollar DM2 en un niño, es mayor cuando la madre la tiene DM2 (American Diabetes Association, 2013).
- Si un padre con DM2 (recibió el diagnóstico antes de los 50 años) tiene la probabilidad de 14% de tener DM2 el hijo (American Diabetes Association, 2013).

- Si ambos padres tienen DM2, el riesgo de tener DM2 el hijo es de 45% (riesgo total) (American Diabetes Association, 2013).

Si  $X_6 = 1$ , ó  $2$ . y  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_7$  y  $X_9$  permanecen constantes la probabilidad de desarrollar DM2 con el consumo de alcohol, su interpretación es la siguiente:

- Si  $X_6 = 1$  (No consumen alcohol), la probabilidad de desarrollar DM2 es de 0.3631, es decir, si el entrevistado no consume alcohol, su nivel de riesgo de desarrollar DM2 va a hacer de 36.31%, con un nivel de confianza del 0.95.

$$P[E(\hat{Y})] = -0.429 + 0.069(0) + 0.009(0) + 0.015(0) - 0.042(0) + 0.079(0) + 0.049(1) + 0.079(0)$$

es decir:

$$P[E(\hat{Y})] = -0.35$$

En terminos de la distribución normal:

$$Z_E = \text{normal} \{P[E(\hat{Y})]\} = \text{normal} \{-0.35\} = 0.3631$$

- Si  $X_6 = 2$  (Consumen alcohol), la probabilidad de desarrollar DM2 es de 0.3935, es decir, si el entrevistado consume alcohol, su nivel de riesgo de desarrollar DM2 va a hacer de 39.35%, con un nivel de confianza del 0.95.

$$P[E(\hat{Y})] = -0.429 + 0.069(0) + 0.009(0) + 0.015(0) - 0.042(0) + 0.079(0) + 0.049(2) + 0.079(0)$$

es decir:

$$P[E(\hat{Y})] = -0.27$$

En terminos de la distribución normal:

$$Z_E = \text{normal} \{P[E(\hat{Y})]\} = \text{normal} \{-0.27\} = 0.3935$$

Con base en la tabla 17 y partiendo desde el contexto de riesgo genético, se puede observar que los individuos que consumen alcohol, presentan el mayor riesgo de desarrollar DM2 con respecto a los que no consumen.

**Tabla 17. Tasa de riesgo por consumo de alcohol**

No consumen alcohol	$Tr = \frac{C_A}{Z_g} = \frac{0.3631}{0.3339} = 1.0874$
Consumen alcohol	$Tr = \frac{C_A}{Z_g} = \frac{0.3935}{0.3339} = 1.1784$

Fuente: Elaboración propia

El consumo de alcohol en relación con la DM2, se explica que:

- El consumir alcohol puede hacer que la glucosa en la sangre aumente o disminuya, pues el alcohol tiene calorías. Se recomienda beber ocasionalmente y solo cuando el nivel de azúcar en la sangre esté controlado (Howard, Arnsten, & Gourevitch, 2004).
- El consumo excesivo de alcohol aumenta el riesgo de pre-diabetes y DM2 en los hombres y en mujeres. El alto consumo de alcohol aumenta el riesgo de regulación anormal de la glucosa en los hombres. En las mujeres, las asociaciones son más complejas: mayor riesgo con una alta ingesta de alcohol (Cullmann, Hilding, & Östenson, 2012).
- El alcohol tiene efectos diabetogénicos en personas con diabetes mellitus tipo 2 que incluye aumento de la obesidad, la inducción de pancreatitis, alteraciones en el metabolismo de los carbohidratos y de la glucosa presentándose periodos de hipoglicemia cuando se consume alcohol en forma excesiva y existen largos periodos de ayuno a causa de la ingesta, sin embargo puede también producir hiperglicemia cuando se consume en menores cantidades o para acompañar los alimentos (Díaz-Martínez, et al., 2009)
- El consumo de alcohol es elevado en población adulta, es frecuente que las personas con diabetes mellitus tipo 2 continúen consumiendo alcohol y cuando el consumo es excesivo puede producir largos periodos de hipoglucemia, o si el consumo es moderado pero frecuente puede producir hiperglicemia lo cual incrementará las complicaciones afectando su calidad de vida (American Diabetes Association, 2014b).

Si  $X_7 = 1, 2, \text{ ó } 3$ . y  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_6$  y  $X_9$  permanecen constantes la probabilidad de desarrollar DM2 con base a la actividad física (AF), su interpretación es la siguiente:



- Si  $X_7 = 1$  (AF, activo), la probabilidad de desarrollar DM2 es de 0.3519, es decir, si el entrevistado tiene una actividad física activa, su nivel de riesgo de desarrollar DM2 va a hacer de 35.13%, con un nivel de confianza del 0.95.

$$P[E(\hat{Y})] = -0.429 + 0.069(0) + 0.009(0) + 0.015(0) - 0.042(0) + 0.079(0) + 0.049(1) + 0.079(0)$$

es decir:

$$P[E(\hat{Y})] = -0.38$$

En terminos de la distribución normal:

$$Z_E = \text{normal} \{P[E(\hat{Y})]\} = \text{normal} \{-0.38\} = 0.3519$$

- Si  $X_7 = 2$  (AF, moderada), la probabilidad de desarrollar DM2 es de 0.3707, es decir, si el entrevistado tiene actividad física moderada, su nivel de riesgo de desarrollar DM2 va a hacer de 37.07%, con un nivel de confianza del 0.95.

$$P[E(\hat{Y})] = -0.429 + 0.069(0) + 0.009(0) + 0.015(0) - 0.042(0) + 0.079(0) + 0.049(2) + 0.079(0)$$

es decir:

$$P[E(\hat{Y})] = -0.33$$

En terminos de la distribución normal:

$$Z_E = \text{normal} \{P[E(\hat{Y})]\} = \text{normal} \{-0.33\} = 0.3707$$

- Si  $X_7 = 3$  (AF, no activa), la probabilidad de desarrollar DM2 es de 0.3897, es decir, si el entrevistado tiene actividad física no activa, su nivel de riesgo de desarrollar DM2 va a hacer de 38.97%, con un nivel de confianza del 0.95.

$$P[E(\hat{Y})] = -0.429 + 0.069(0) + 0.009(0) + 0.015(0) - 0.042(0) + 0.079(0) + 0.049(3) + 0.079(0)$$

es decir:

$$P[E(\hat{Y})] = -0.28$$

En terminos de la distribución normal:

$$Z_E = \text{normal} \{P[E(\hat{Y})]\} = \text{normal} \{-0.28\} = 0.3897$$

Con base en la tabla 18 y partiendo desde el contexto de riesgo genético, se puede observar que los individuos que tienen actividad física no activa, presentan el mayor riesgo de desarrollar DM2 con respecto a las otras dos actividades (activa y moderada).

**Tabla 18. Tasa de riesgo por actividad física**

AF, activa	$Tr = \frac{AF_R}{Z_g} = \frac{0.3519}{0.3339} = 1.0353$
AF, moderada	$Tr = \frac{AF_R}{Z_g} = \frac{0.3707}{0.3339} = 1.0906$
AF, no activa	$Tr = \frac{AF_R}{Z_g} = \frac{0.3897}{0.3339} = 1.1465$

Fuente: Elaboración propia.

La inactividad física en relación con la DM2, se argumenta que:

- La inactividad física es considerada como uno de los factores de riesgo de mortalidad más importantes en México, y está asociada con la aparición y falta de control de diversas enfermedades crónicas como obesidad, hipertensión, DM2, dislipidemias, osteoporosis y cánceres (Stevens, et al., 2005; Haskell, et al., 2007).
- Sin embargo, la inactividad física es un factor de riesgo modificable para la DM2; pues el ejercicio incrementa la captación de glucosa a través de mecanismos independientes de insulina y también aumenta la sensibilidad a la insulina (Hawkins, et al., 1997; Albright, et al., 2000; Bastidas, García-Bañuelos, Rincón-Sánchez, & Panduro-Cerda, 2001).
- La inactividad física influye en el estilo de vida urbano; ya que en la mayoría de los hogares se tiene la disponibilidad de televisión, computadora y automóvil; se han incrementado elevadores y escaleras eléctricas en centros comerciales y edificios, por lo que disminuye el nivel de actividad física (French, Story, & Jeffery, 2001; Colunga-Leos, 2005).
- No obstante, la actividad física incrementa la captación de glucosa a través de mecanismos independientes de insulina y también aumenta la sensibilidad a la insulina (Albright, et al., 2000; Bastidas, García-Bañuelos, Rincón-Sánchez, & Panduro-Cerda, 2001).
- Recomendaciones a mexicanos diagnosticados por DM2 se sugiere AF y plan nutricional saludable (Aguilar-Salinas, et al., 2003).

Si  $X_9 = 1$  ó  $2$ . y  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_6$  y  $X_7$  permanecen constantes la probabilidad de desarrollar DM2 con base al tipo de alimentación (TA), su interpretación es la siguiente:

- Si  $X_9 = 1$  (alimentación saludable), la probabilidad de desarrollar DM2 es de 0.3631, es decir, si el entrevistado tiene alimentación saludable, su nivel de riesgo de desarrollar DM2 va a hacer de 36.31%, con un nivel de confianza del 0.95.

$$P[E(\hat{Y})] = -0.429 + 0.069(0) + 0.009(0) + 0.015(0) - 0.042(0) + 0.079(0) + 0.049(0) + 0.079(1)$$

es decir:

$$P[E(\hat{Y})] = -0.35$$

En terminos de la distribución normal:

$$Z_E = \text{normal} \{P[E(\hat{Y})]\} = \text{normal} \{-0.35\} = 0.3631$$

- Si  $X_9 = 2$  (alimentación no saludable), la probabilidad de desarrollar DM2 es de 0.3935, es decir, si el entrevistado tiene alimentación no saludable, su nivel de riesgo de desarrollar DM2 va a hacer de 39.35%, con un nivel de confianza del 0.95.

$$P[E(\hat{Y})] = -0.429 + 0.069(0) + 0.009(0) + 0.015(0) - 0.042(0) + 0.079(0) + 0.049(0) + 0.079(2)$$

es decir:

$$P[E(\hat{Y})] = -0.27$$

En terminos de la distribución normal:

$$Z_E = \text{normal} \{P[E(\hat{Y})]\} = \text{normal} \{-0.27\} = 0.3935$$

Con base en la tabla 19 y partiendo desde el contexto de riesgo genético, se puede observar que los individuos que tienen un tipo de alimentación no saludable, presentan el mayor riesgo de desarrollar DM2 con respecto a la alimentación saludable.

**Tabla 19. Tasa de riesgo por tipo de alimentación**

TA, saludable	$Tr = \frac{TA_R}{Z_g} = \frac{0.3631}{0.3339} = 1.0682$
TA, no saludable	$Tr = \frac{TA_R}{Z_g} = \frac{0.3935}{0.3339} = 1.1576$

Fuente: Elaboración propia.

La alimentación no saludable en relación con la DM2, se expone que:

- La prevalencia de la DM2 se asocia con la dieta occidentalizada, rica en azúcares, grasas animales, almidones refinados, carbohidratos y carnes (Oggioni, Lara, Wells, Soroka, & Siervo, 2014).
- La dieta rica en carbohidratos se ha convertido en un hábito en las sociedades modernas a pesar de la reducción de las necesidades energéticas diarias 3000-2200 kcal (Oggioni, Lara, Wells, Soroka, & Siervo, 2014).
- Mundialmente la preferencia de un alto consumo de calorías o dietas altas en grasas saturadas<sup>31</sup>, aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades asociadas con trastornos metabólicos tales como la obesidad y diabetes (Gómez & Latorre, 2010).
- El bajo consumo de frutas y verduras reducen las del organismo, pues la mayor parte de los antioxidantes que combaten contra los radicales libres que estresan las células del cuerpo se encuentran en estos alimentos (Leather, 1995).
- La conjunción de factores como la sal, azúcares y grasas se encuentran en la comida rápida, está no supone ningún peligro si se consume ocasionalmente, el consumo regularmente, puede dañar la salud (Odegaard, Koh, Yuan, Gross, & Pereira, 2012).

#### 4.7.1 Escenarios

A través de la construcción del modelo gaussiano ordinal, y con base a la ecuación (23) y a partir de la interpretación de los parámetros se crearon dos posibles escenarios en los cuales corresponde al perfil de la muestra entrevistada, tanto en hombres como en mujeres. El escenario uno corresponde a hombres y mujeres en situación de vida no saludable y el escenario dos corresponde en situación de vida saludable en hombres y mujeres.

#### Ecuación

$$P[E(\bar{Y})] = -0.43 + 0.07XM + 0.01X_2 + 0.02X_3 - 0.04X_4 + 0.08X_6 + 0.05X_7 + 0.08X_9$$

---

<sup>31</sup> Grasa saturada, ha sido asociada al colesterol LDL (lipoproteínas de baja densidad, por sus siglas en inglés), uno de los factores de riesgo en el desarrollo de la enfermedad coronaria, pues elevan los niveles de colesterol en sangre (García-Sancho, 2013).

## Escenario 1

### Caso 1.1 Vida no saludable

Escenario uno, en el caso de los hombres tienen estas características: 24 años de edad (promedio de edad de hombres en México), residen en una zona metropolitana, presentan antecedentes de DM2 en ambos padres, consume alcohol, presentan inactiva física y su alimentación no es saludable.

$$\text{Hombres} \left\{ \begin{array}{llll} X_M = \underline{0} & X_2 = \underline{24} \text{ años} & X_3 = 1/2/\underline{3} & X_4 = 1/2/\underline{3}/4 \\ X_6 = \underline{1}/2 & X_7 = 1/2/\underline{3} & X_9 = 1/\underline{2} & \end{array} \right.$$

$$P[E(\bar{Y})] = (-0.43 + 0.07(0) + 0.01(24) + 0.02(3) - 0.04(3) + 0.08(1) + 0.05(3) + 0.08(2))$$

- 0.08, los hombres tienen un 53.1% de desarrollar DM2, interviniendo todos los factores de riesgo.

Escenario uno, en el caso de las mujeres tienen estas características: 24 años de edad (promedio de edad en mujeres en México), residen en una zona metropolitana, presentan antecedentes de DM2 en ambos padres, consume alcohol, presentan inactiva física y su alimentación no es saludable.

$$\text{Mujeres} \left\{ \begin{array}{llll} X_M = \underline{1} & X_2 = \underline{24} \text{ años} & X_3 = 1/2/\underline{3} & X_4 = 1/2/\underline{3}/4 \\ X_6 = \underline{1}/2 & X_7 = 1/2/\underline{3} & X_9 = 1/\underline{2} & \end{array} \right.$$

$$P[E(\bar{Y})] = (-0.43 + 0.07(1) + 0.01(24) + 0.02(3) - 0.04(3) + 0.08(1) + 0.05(3) + 0.08(2))$$

- 0.15, las mujeres tienen un 55.9% de desarrollar DM2, interviniendo todos los factores de riesgo.

## Escenario 2

### Caso 1.2 Vida saludable

Escenario dos, en el caso de los hombres tienen estas características: 24 años de edad (promedio de edad de hombres en México), residen en una zona rural, no presentan antecedentes de DM2 en ambos padres, no consume alcohol, realizan actividad física y su alimentación es saludable.

$$\text{Hombres} \left\{ \begin{array}{llll} X_M = \underline{0} & X_2 = \underline{24} \text{ años} & X_3 = \underline{1/2/3} & X_4 = 1/2/3/\underline{4} \\ X_6 = 1/\underline{2} & X_7 = \underline{1/2/3} & X_9 = \underline{1/2} & \end{array} \right.$$

$$P[E(\hat{Y})] = (-0.43 + 0.07(0) + 0.01(24) + 0.02(1) - 0.04(4) + 0.08(2) + 0.05(1) + 0.08(1))$$

- 0.01, los hombres tienen un 47.6% de desarrollar DM2, sin que intervenga ningún factor de riesgo.

Escenario dos, en el caso de las mujeres tienen estas características: 24 años de edad (promedio de edad de hombres en México), residen en una zona rural, no presentan antecedentes de DM2 en ambos padres, no consume alcohol, realizan actividad física y su alimentación es saludable.

$$\text{Mujeres} \left\{ \begin{array}{llll} X_M = \underline{1} & X_2 = \underline{24} \text{ años} & X_3 = \underline{1/2/3} & X_4 = 1/2/3/\underline{4} \\ X_6 = 1/\underline{2} & X_7 = \underline{1/2/3} & X_9 = \underline{1/2} & \end{array} \right.$$

$$P[E(\hat{Y})] = (-0.43 + 0.07(1) + 0.01(24) + 0.02(1) - 0.04(4) + 0.08(2) + 0.05(1) + 0.08(1))$$

- las mujeres tienen un 47.6% de desarrollar DM2, sin que intervenga ningún factor de riesgo.

## **Conclusiones**

Las variables que inciden en el desarrollo de la DM2, que se identificaron mediante el modelo gaussiano construido. El sexo femenino tiene mayor probabilidad de desarrollar DM2, en relación con los hombres; a mayor edad se incrementa el riesgo de DM2; en la zona de residencia urbana y metropolitana influyen en la DM2; el antecedente de ambos padres incrementa la probabilidad de DM2; el consumo de alcohol influye en la DM2; la inactividad física y la alimentación no saludable incrementan la probabilidad de padecer DM2.

## CONCLUSIONES FINALES

México ha tenido un cambio en sus padrones de morbilidad y de mortalidad, es decir pasamos de altas defunciones por enfermedades transmisibles contagiosas y parasitarias a un mayor peso relativo de enfermedades crónicas-degenerativas no transmisibles como cardiovasculares, hipertensión, cánceres y diabetes mellitus tipo 2, de acuerdo con los procesos de transición demográfica y epidemiológica que se presentan. El declive de la mortalidad ha dado como resultado que la esperanza de vida aumente, debido a que las tasas de mortalidad por enfermedades trasmisibles se han reducido y controlado. En 1930, el promedio de esperanza de vida en México era de 34 años, para el sexo femenino 35 años y para el masculino de 33 años. Al 2016 este indicador fue de 78 años para mujeres y 73 años para los hombres, es decir más del doble (Castellanos, 2018).

Pues, en las últimas décadas el aumento de la prevalencia de DM2, ha sido uno de los principales problemas de salud pública que se está enfrentado a nivel mundial. En México, la DM2 es uno de los problemas más graves de salud que enfrenta, pues, depende de que tanto incidan los factores de riesgo; ya que, el tener una vida saludable previene o retarda el desarrollo de la DM2. Así mismo, se hizo un recorrido por la literatura médica, y de estudios de población que aluden que el no detectar a tiempo el diagnóstico de DM2 en una persona le puede perjudicar gravemente su salud, sumándole los factores de riesgo. Tomando de esta forma los factores como elementos explicativos del aumento de la prevalencia de DM2

El aumento de factores de riesgo en las enfermedades crónicas no trasmisibles, la tendencia se eleva en las prevalencias de DM2 e hipertensión arterial, en cohortes de 60 a 69 años de edad; no obstante, hay aumentos en cohortes más jóvenes. Esto puede ser un condicionante para incrementar la prevalencia de DM2 reduciendo esperanza de vida, lo que ocasionaría restar años en convivencia familiar, laboral; o quedar con alguna discapacidad.

Puesto que, la DM2, es una enfermedad crónica-degenerativa que constituye un problema sanitario que se deriva de la creciente prevalencia, que ocasiona la mayor proporción de costos en sistema de salud y social. Sin embargo, en la actualidad el ser mujer, el tener edad avanzada, el residir en zona urbana, el tener padres con DM2, consumir alcohol, inactividad física, obesidad y tener una alimentación no saludable, son factores para desarrollar DM2.



En este sentido, el modelo que se realizó mediante los factores de riesgo para explicar la DM2, ofrece una ilustración del comportamiento del fenómeno. La utilidad de este modelo se basa en los siguientes matices:

- Ayuda explicar la dinámica de la DM2 con respecto a los factores de riesgo.
- Sirve como una ilustración del concepto de DM y los factores de riesgo.
- Refleja los aspectos esenciales del fenómeno de la DM2 y factores de riesgo de forma simplificada.

Con base en lo anterior y debido a la complejidad que tiene el fenómeno de la DM2 en función de los factores de riesgo, se tomó como elemento el modelamiento gaussiano, pues la variable respuesta, se ajusta al modelo probabilístico de un gaussiano. Entre los resultados obtenidos se destaca lo siguiente:

- Con base a la Organización Mundial de la Salud (2018) y la American Diabetes Association (2017b) para explicar el concepto de DM2, y de factores de riesgo, que se explican con la variables sexo, edad, zona de residencia, antecedentes de los padres, consumo de tabaco, consumo de alcohol, inactividad física, índice de masa corporal y alimentación no saludable (Wannamethee, Sharper, & Lennon, 2004; Córdova-Villalobos, 2008; Hernández-Ávila, Gutiérrez, & Reynoso-Noverón, 2013; González-Villalpando, Dávila-Cervantes, Zamora-Macorra, Trejo-Valdivia, & González-Villalpando, 2014a; Licea-Puig, Bustamante-Tejido, & Lemane-Pérez, 2008; Trindade, Dos Santos, Dalva de Barros, & Silvia, 2014).

Al aplicar la técnica de modelos lineales generalizados, los resultados obtenidos en la construcción del modelo gaussiano fueron los siguientes:

- Primero se realizaron corridas de las distintas distribuciones en las que se puede modelar la variable respuesta (DM2), estas distribuciones corresponden al modelamiento logit, probit y gaussiano, desde un contexto nominal y ordinal, tomando como base un nivel de confianza  $(1 - \alpha)$  al 0.95 y un nivel de significancia del  $(\alpha)$  al 0.05.
- El modelo de regresión Gaussiano Ordinal fue el de mejor ajuste, se puede ver que el intercepto  $X_{1M}$  (sexo),  $X_2$  (edad),  $X_3$  (Zona de residencia),  $X_4$  (antecedente de los padres de DM2),  $X_6$  (consumo actual de alcohol),  $X_7$  (actividad física) y  $X_9$  (tipo de

alimentación) son significativas dentro del modelo, pues el P-valor de todas ellas está por debajo del nivel de significancia ( $\alpha = 0.05$ ).

- La probabilidad de tener DM2, dado que inciden las variables X1M, X2, X3, X4, X6, X7 y X9.
- Todos los parámetros son significativos para predecir DM2, pues se encuentran dentro de sus intervalos de confianza, con un nivel de confianza al 0.95 y un nivel de significancia del 0.05.

Con referencia a estos resultados se puede decir que:

- La probabilidad de desarrollar DM2 es de 33.39%, es decir, si no intervienen las variables explicativas, en cualquier individuo de los entrevistados.
- La probabilidad de desarrollar DM2 es de 35.94%, es decir, si el entrevistado es mujer.
- La probabilidad de riesgo es para de los entrevistados sin importar el sexo es de 33.39%, y que de las mujeres es de 39.94%, entonces la tasa de riesgo de las mujeres con respecto a los hombres es de 7.63%.
- La probabilidad de desarrollar DM2 es de 33.72%, es decir, si interviene la edad para desarrollar DM2. Por cada año transcurrido, la probabilidad de riesgo de los entrevistados para desarrollar DM2 es de aproximadamente 0.98% es decir del 1%.
- Los individuos que tiene como lugar de origen la zona metropolitana, presentan el mayor riesgo de desarrollar DM2 con respecto a las demas zonas (rural y urbano).
- Los individuos que tienen ambos padres con DM2, presentan el mayor riesgo de desarrollar DM2 con respecto a los demás antecedentes (padre y madre).
- Los individuos que consumen alcohol, presentan el mayor riesgo de desarrollar DM2 con respecto a los que no consumen.
- Los individuos que tienen actividad física no activa, presentan el mayor riesgo de desarrollar DM2 con respecto a las otras dos actividades (activa y moderada).
- Los individuos que tienen un tipo de alimentación no saludable, presentan el mayor riesgo de desarrollar DM2 con respecto a la alimentación saludable.

Los factores de riesgo como elementos explicativos de la prevalencia de la DM2, son de suma importancia para retardar o controlar el desarrollo temprano de DM2. Pues algunos son

factores que se pueden modificar. Sin embargo, la cuestión genética es fundamental, pues la población mexicana, donde genéticamente es heterogénea, donde la gran mayoría de la población es mestiza (genes amerindios 56%, caucásicos 41% y africanos 3%), estudios han mostrado que las poblaciones de origen africano y amerindio tienen las prevalencias más elevadas en la diabetes (Bonilla, 2017).

También el contexto influye, ya que, el sistema de salud en la población mexicana tiene rezagos significativos en tres indicadores centrales: calidad, equidad y cobertura financiera (Lomelí, 2012). Así mismo, el avance tecnológico médico, ha incrementado la calidad de las personas con DM2; pero, el diagnóstico tardío, la falta de información de cuidados y medicación, y el precario sistema de salud, han llevado el incremento de la prevalencia de DM2 (Licea-Puig & González-Calero, 2013).

La aportación que hace esta tesis mediante la ecuación, es la probabilidad de riesgo a partir de la genética y de la intervención los factores de riesgo; es decir, se calculó el riesgo de desarrollar DM2 desde un contexto genético el cual hace falta determinar y trabajar en genes que intervienen en la diabetes de la población mexicana. Así mismo, se aporta y se añade a lo que explica la literatura, que la edad es la variable que condiciona la DM2, aunado a esto, si se suman los malos hábitos al estilo de vida la DM2 se detona.

### **Limitaciones de la tesis**

La encuesta que se utilizó fue la ENSANUT y es información (auto-reporte de diabetes) del año 2012. Así mismo, el modelo que se realizó es probabilístico en el cual existe un nivel de confianza al 95%, sin embargo, está presente el nivel de significancia del 5%; es decir, que de acuerdo al modelo el 95% de los entrevistados se deberían comportar con base a la ecuación y el 5% salen fuera de ese comportamiento. Faltaría agregar más variables, las cuales permitieran dar mayor claridad y especificidad al tema. Finalmente este trabajo da hincapié para que posteriormente se realicen estudios a mayor profundidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aceves, M., Llauradó, E., Tarro, L., Sólà, R., & Giralt, M. (2016). Obesity-promoting factors in Mexican children and adolescents: challenges and opportunities. *Global Health Action, 9*, 29625-29636.
- Aguilar-Salinas, C., Velazquez-Monroy, O., Gómez-Pérez, F., Gonzalez-Chávez, A., Esqueda, A., Molina-Cuevas, V., . . . Tapia-Conyer, R. (2003). Characteristics of patients with type 2 diabetes in México: Results from a large population-based nationwide survey. *PubMed*, 2021-2026.
- Aguirre, A. (2009). La morbilidad infantil y la morbilidad materna en el siglo XXI. *Papeles de Población*.
- Albright, A., Franz, M., Hornsby, G., Kriska, A., Marrero, D., Ullrich, I., & L, V. (2000). Exercise and type 2 diabetes”, *Medicine and Science in Sports and Exercise. PubMed*, 1345-1360.
- Al-Goblan, A., Mohammed, A., Muhammad, Z., & Khan, J. (2014). Mechanism linking diabetes mellitus and obesity. *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Retrieved 04 06, 2018, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4259868/>
- Alonso-Cisneros, I. (2014). *Modelos matemáticos para la diabetes (Tesis de Maestría)*. Universidad de Cantabria, Cantabria, España.
- American Diabetes Association. (2013). Aspectos genéticos de la diabetes. *ADA*. Retrieved 04 16, 2018, from <http://www.diabetes.org/es/informacion-basica-de-la-diabetes/aspectos-geneticos-de-la-diabetes.html>
- American Diabetes Association. (2014a). La mujer y la diabetes. *ADA*. Recuperado el 21 de 10 de 2018, de <http://www.diabetes.org/es/vivir-con-diabetes/tratamiento-y-cuidado/mujeres/la-mujer-y-la-diabetes.html>
- American Diabetes Association. (2014b). Trastornos alimentarios. *WHO*.
- American Diabetes Association. (2017a). Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. Report of the expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. Retrieved 11 24, 2017, from <http://care.diabetesjournals.org/content/20/7/1183>
- American Diabetes Association. (2017b). *Standards of Medical Care in Diabetes*. Retrieved 01 02, 2018, from THE JOURNAL OF CLINICAL AND APPLIED RESEARCH AND EDUCATION: [http://care.diabetesjournals.org/content/diacare/suppl/2016/12/15/40.Supplement\\_1.DC1/D\\_C\\_40\\_S1\\_final.pdf](http://care.diabetesjournals.org/content/diacare/suppl/2016/12/15/40.Supplement_1.DC1/D_C_40_S1_final.pdf)
- American Diabetes Association. (2017c). Bebidas alcohólicas. *ADA*. Retrieved 05 19, 2018, from <http://www.diabetes.org/es/alimentos-y-actividad-fisica/alimentos/que-voy-a-comer/la-eleccion-de-alimentos-saludables/bebidas-alcoholicas.html>
- Ameth, E. (2014). La reforma laboral empeoró el empleo formal. *Revista Forbes*. Retrieved 01 05, 2016, from <http://www.forbes.com.mx/reforma-laboral-empeoro-el-empleo-formal/>
- Anuario de Morbilidad. (2017). *Anuario de Morbilidad 1984-2017*. Recuperado el 23 de 09 de 2017, de Dirección General de Epidemiología: <http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/anuarios.html>
- Arora, S. (2012). Base molecular de la resistencia a la insulina y su relación con el síndrome metabólico. *InTech Europa*. Retrieved 04 03, 2018, from <http://www.intechopen.com/books/insulin-resistance/molecular-basis-of-insulin-resistance-and-its-relation-to-metabolic-syndrome>
- Arredondo, A., & Barcelo, A. (2007). The Economic Burden of Out-of-Pocket Medical Expenditures for Patients Seeking Diabetes Care in Mexico. *Diabetología*, 36-435.
- Aune, D., Norat, T., Leitzmann, M., Tonstad, S., & Vatten, L. (2015). La actividad física y el riesgo de diabetes tipo 2: una revisión y dosis-respuesta meta-análisis sistemático. *Eur J Epidemiol*, 529-542.

- Avogaro, A., & Tiengo, A. (1993). Alcohol, glucose metabolism and diabetes. *Diabetes Metabolism Research and Reviews*. Retrieved 05 12, 2018, from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/dmr.5610090205>
- Barceló, A., & Rajpathak, S. (2001). Incidence and prevalence of diabetes mellitus in the America. *PubMed*, 300-308. Retrieved 04 04, 2018, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11774801>
- Barouki, R., Gluckman, P., Grandjean, P., Hanson, M., & Heindel, J. (2012). Developmental origins of non-communicable disease: Implications for research and public health. *Environmental Health*, 11(1), 322-342.
- Barquera, S. (2003). Prevención de la diabetes: Un problema mundial. *Salud Pública*, 413-414.
- Barquera, S. (2015). Diabetes en México: epidemiología, entorno y bases para un apolítica del estado enfocada en la prevención. *Rev Epidemiología*.
- Barquera, S. (2016). Asumiendo el control de la diabetes México 2016. *Fundación Midete*. Retrieved 02 24, 2018, from [http://oment.uanl.mx/wp-content/uploads/2016/11/FMidete\\_Asumiendo-Control-Diabetes-2016.pdf](http://oment.uanl.mx/wp-content/uploads/2016/11/FMidete_Asumiendo-Control-Diabetes-2016.pdf)
- Barquera, S., & Tolentino, L. (2005). Geografía de las enfermedades asociadas con la nutrición en México. *Papeles de Población*, 11(43), 133-149.
- Barraza-Lloréns, M., Guajardo-Barrón, V., Picó, J., García, R., Hernández, C., Mora, F., . . . Urtiz, A. (2015). Carga económica de la diabetes mellitus en México, 2013. *Fundación Mexicana para la Salud*.
- Barreto, S., Pinheiro, A., Sichieri, R., Monteiro, C., Batista, M., & Filho, M. (2005). Análise da estratégia mundial para alimentação, Atividade Física y Salud, da Organização Mundial da Saúde. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 14(1). Retrieved 04 23, 2018, from [http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1679-49742005000100005](http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742005000100005)
- Baschetti, R. (1998). Diabetes epidemic in newly westernized populations: is it due to thrifty genes or to genetically unknown foods. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 91(2), 622-625.
- Bastidas, B., García-Bañuelos, J. J., Rincón-Sánchez, A. R., & Panduro-Cerda, A. (2001). Actividad física y diabetes mellitus tipo 2. *Centro Universitario de Ciencias de la Salud de Guadalajara*, 111(99), 49-56. Retrieved 04 02, 2018, from <http://www.redalyc.org/pdf/142/14239908.pdf>
- Beaglehole, R., & Lefèbvre, P. (2004). Actuemos ya! contra la Diabetes. *OMS-FID*.
- Bell, A., GE, K., & Popkin, B. (2002). The road to obesity or the path to prevention: motorized transportation and obesity in China. *PubMed*, 277-283. Retrieved 04 11, 2018, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11943837>
- Bermúdez-Lacayo, J., Aceituno-Vidaur, N., Álvarez-Oviedo, G., Giacaman-Abudoj, L., Silva-Cárcamo, H., & A., S. (2016). Comorbilidades en los Pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2 del Instituto Nacional del Diabético. *Archivos de medicina*.
- Biggers, A. (2017). Type 2 diabetes: What is the average age of onset. *MedicalNewsToday*. Retrieved 10 10, 2018, from <https://www.medicalnewstoday.com/articles/317375.php>
- Boden, G., Chen, X., Desantis, R., White, J., & Mozzoli, M. (1993). Effects of ethanol on carbohydrate metabolism in the elderly Diabetes. *PubMed*, 28-34.
- Bolaños-Rios, P. (2009). Evolución de la hábitosalimentarios-de la salud a la enfermedad por medio de la alimentación. *tcasevilla*, 956-972. Retrieved 02 03, 2016, from [http://www.tcasevilla.com/archivos/evolucion\\_de\\_los\\_habitos\\_alimentarios\\_de\\_la\\_salud\\_a\\_la\\_enfermedad\\_por\\_medio\\_de\\_la\\_alimentacion.pdf](http://www.tcasevilla.com/archivos/evolucion_de_los_habitos_alimentarios_de_la_salud_a_la_enfermedad_por_medio_de_la_alimentacion.pdf)
- Boletín epidemiológico. (2016). Boletín epidemiológico tipo 2 -cierre 2016. *Secretaria de Salud*. Retrieved 09 02, 2016, from <https://www.gob.mx/salud/documentos/boletin-diabetes-tipo-2-cierre-2016>
- Bonilla, A. (2017). Variantes genéticas de alto impacto en desarrollo de enfermedades metabólicas. *Agencia Informatica CONACyT*. Retrieved 03 22, 2018, from <http://www.conacytprensa.mx/index.php/ciencia/salud/13413-detectan-variantes-geneticas-alto-impacto-en-desarrollo-de-enfermedades-metabolicas>
- Bonnefond, A., Froguel, P., & Vaxillaire, M. (2010). The emerging genetics of type 2 diabetes. *Trends Mol Med*, 407-416.

- Bonvecchio-Arenas, A., Fernández-Gaxiola, A., Plazas-Belausteguigoitia, M., Kaufer-Horwitz, M., Pérez-Lizaur, A., & Rivera-Dommarco, A. (2015). Guías alimentarias y de actividad física en el contexto de sobrepeso y obesidad en la población mexicana. *INSP*. Retrieved 04 06, 2018, from <https://www.insp.mx/eppo/blog/3878-guias-alimentarias.html>
- Bray, G., Popkin, A., & Barry, M. (2014). Dietary Sugar and Body Weight: have we reached a crisis in the epidemic of obesity and diabetes. *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Retrieved 04 25, 2018, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24652725>
- Burrows, N., & Geiss, L. (2000). Prevalence of diabetes among native Americans and Alaska natives, 1990-1997. *Diabetes Care*, 1786-1790.
- Bustos, A. (2013). Estimación markoviana del tamaño y de las estructuras de una población. Realidad, Datos y Espacio. *Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 25-39.
- Câmara-Soares, A. L., Moura Araújo, M., Freire de Freitas, R. W., Zanetti, M. L., César de Almeida, P., & Coelho Damasceno, M. M. (2014). Factores de riesgo para Diabetes Mellitus Tipo 2 en universitarios: asociación con variables sociodemográficas. *Rev. Latino-Am*, 484-490.
- Canavos, G. (2007). *Probabilidad y Estadística - Aplicaciones y Métodos*. México: McGraw-Hill.
- Cantú, P. (2014). Lifestyle in patients with type 2 Diabetes mellitus. *Rev Enfermería*. Retrieved 01 05, 2017, from <http://dx.doi.org/10.15517/revenf.v0i27.15996>
- Cañizales, S., Aguilar, C., Ortíz, G., Rodríguez, M., Villareal, M., Coral, R., & Tusié, M. (2007). Association of PPARG2 Pro12Ala Variant with Larger Body Mass Index in Mestizo and Amerindian Populations of Mexico. *Human Biology*, 79(1), 111-119.
- Cárdenas, R. (2001). *Las causas de muerte en México*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Caroline, S., Fox, S., Hill, G., Anderson, C., Bray, A., & Burke, L. (2015). Update on Prevention of Cardiovascular Disease in Adults With Type 2 Diabetes Mellitus in Light of Recent Evidence: A Scientific Statement From the American Heart Association and the American Diabetes Association. *American Diabetes Association*, 1777-1803. Retrieved 04 11, 2018, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4876675/>
- Cartas-Fuentevilla, G., Mondragón-Ríos, R., & Álvarez-Gordillo, G. (2011). Diabetes Mellitus II. *Población y Salud en Mesoamérica*, 9(1), 1-21 . Retrieved 01 23, 2016, from <http://www.redalyc.org/pdf/446/44618728005.pdf>
- Castellanos, I. (2018). El envejecimiento poblacional: diagnóstico para la región de América Latina y el Caribe. *Vejez y pensiones en México*. Retrieved 10 27, 2018, from [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/281922/2\\_CAP\\_TULO\\_1\\_AL\\_4.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/281922/2_CAP_TULO_1_AL_4.pdf)
- Castro-Gómez, S. (2010). Historia de la gobernabilidad, Razón de Estado, Liberalismo y Neoliberalismo Michel Foucault. *Rev Hist Colomb*. Retrieved 02 13, 2016, from <https://sinismos.files.wordpress.com/2012/11/52157693-castro-gomez-santiago-historia-de-la-gubernamentalidad.pdf>
- Caughey, G., Vitry, A., Gilbert, A., & Roughead, E. (2008). Prevalence of comorbidity of chronic diseases in Australia. *BMC Public Health*.
- Cayuela, L. (2004). *Modelos lineales generalizados (GLM)*. España: Universidad de Granada.
- Cheng, Y., Imperatore, G., & Geiss, L. (2013). Cambios seculares en la prevalencia por edad de la diabetes entre los adultos de Estados Unidos: 1988-2010. *Diabetes Care*, 2690-2696.
- Chesnais, J. (1983). La transition démographique, étapes, formes, implications économiques. *PUF/INED*, 580-591.
- Colberg, S., Albright, A., Blissmer, B., Braun, B., Chasan-Taber, L., Fernhall, B., . . . Sigal, R. (2010). Exercise and type 2 diabetes: American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. Exercise and type 2 diabetes. *PubMed*. Retrieved 04 21, 2018, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21084931>
- Collí-Novelo, L. (2003). Redes de Atención primaria de la Salud. *Rev Salud*, 159-175.
- Colunga-Leos, L. (2005). Obesidad y sedentarismo en población rural y urbana. *Universidad Autónoma de Nuevo León*.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política del Desarrollo Social. (2012). Informe de Pobreza en México. *CONEVAL*. Retrieved 08 11, 2015, from [http://www.coneval.gob.mx/Informes/Pobreza/Informe%20de%20Pobreza%20en%20Mexico%202012/Informe%20de%20pobreza%20en%20M%C3%A9xico%202012\\_131025.pdf](http://www.coneval.gob.mx/Informes/Pobreza/Informe%20de%20Pobreza%20en%20Mexico%202012/Informe%20de%20pobreza%20en%20M%C3%A9xico%202012_131025.pdf)

- Corbacho-Armas, K., Palacios-García, N., & Vaiz-Bonifaz, R. (2009). Conocimiento y práctica de estilos de vida en pacientes con diabetes mellitus. *Rev enferm Herediana*. Retrieved 10 21, 2015, from [http://www.upch.edu.pe/faenf/images/pdf/Revistas/2009/enero/ART4\\_CORBACHO.pdf](http://www.upch.edu.pe/faenf/images/pdf/Revistas/2009/enero/ART4_CORBACHO.pdf)
- Córdova-Villalobos, J. Á. (2008). Plan de Prevención y Tratamiento de las Enfermedades Crónicas: Sobrepeso, riesgo cardiovascular y diabetes mellitus, 2007-2012 y Sistema de Indicadores de Diabetes en México. *Revista de Endocrinología y Nutrición*, 16(3), 104-107.
- Cosío de Zavala, M. E. (2011). Demografía, pobreza, desigualdades, Capítulo 2, in Los desafíos del desarrollo en América latina. Dinámicas socioeconómicas y políticas públicas. *Institut des Amériques*, 83-110.
- Cullmann, M., Hilding, A., & Östenson, C. (2012). Alcohol consumption and risk of pre-diabetes and type 2 diabetes development in a Swedish population. *PubMed*, 441-452.
- Dávila-Cervantes, C., Botero, M., & Gloria, L. (2011). Diabetes en México y Colombia: Análisis de la tendencia de años de vida perdidos, 1998-2007. *Rev. Salud Pública*, 13(4), 560-571. Retrieved 08 27, 2017, from <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revsaludpublica/article/view/18928/37998>
- Dávila-Torres, J., González-Izquierdo, J. d., & Barrera-Cruz, A. (2015). Panorama de la obesidad en México. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 53(2), 241-249. Retrieved 05 02, 2017, from <http://www.redalyc.org/pdf/4577/457744936020.pdf>
- Díaz-Martínez, L., Día- Martínez, A., Hernández-Ávila, C., Fernández-Varela, H., Solís-Torres, C., & Narro-Robles, J. (2009). El consumo riesgoso y dañino de alcohol y sus factores predictivos en adolescentes. *Salud Mental*, 447-458.
- Donnelly, J., Jacobsen, D., Heelan, K., Seip, S., & Smith, S. (2000). The effects of 18 months of intermittent vs. continuous exercise on aerobic capacity, body weight and composition, and metabolic fitness in previously sedentary, moderately obese females. *PubMed*, 566-572.
- Drewnowski, A., & Popkin, B. (1997). La transición nutricional: tendencias en la dieta mundial. *Nutr. Rev*, 31-43.
- Durstine, J., Gordon, B., Wang, Z., & Luo, X. (2003). Chronic disease and the link to physical activity. *Journal of Sport and Health Science*, 2(1), 3-11. Retrieved 05 15, 2017, from <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-sport-and-health-science/most-cited-articles>
- Eckel, R., Steven, M., Kahn, E., Ferrannini, B., Goldfine, M., & David, S. R. (2011). Obesity and Type 2 Diabetes: What Can Be Unified and What Needs to Be Individualized. *Diabetes Care*, 1424-1430. Retrieved 04 12, 2018, from <http://care.diabetesjournals.org/content/34/6/1424>
- Eliasson, B. (2003). El hábito de fumar y la diabetes y los avances en las enfermedades cardiovasculares. *Epub*, 306-321.
- Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas. (1993). Datos y recursos. *INSP*. Recuperado el 21 de 08 de 2017, de <https://datos.gob.mx/busca/dataset/encuesta-nacional-de-enfermedades-cronicas-1993-enec93>
- Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. (2012a). *Resultados Principales*. Recuperado el 17 de 03 de 2016, de Encuesta Nacional de Salud y Nutrición: [https://ensanut.insp.mx/resultados\\_principales.php](https://ensanut.insp.mx/resultados_principales.php)
- Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. (2012b). Resultados Nacionales. *Instituto Nacional de Salud Pública*. Recuperado el 12 de 08 de 2015, de <https://ensanut.insp.mx/informes/ENSANUT2012ResultadosNacionales.pdf>
- Encuesta Nacional de Salud y Nutrición MC. (2016a). *Últimas cifras de diabetes en México – ENSANUT MC 2016*. Retrieved 12 5, 2016, from Observatorio Mexicano de Enfermedades No Transmisibles: <http://oment.uanl.mx/ultimas-cifras-de-diabetes-en-mexico-ensanut-mc-2016/>
- Encuesta Nacional de Salud y Nutrición MC. (2016b). Resultados de la ENSANUT MC 2016. *Instituto Nacional de Salud Pública*. Retrieved 12 14, 2016, from <https://www.insp.mx/avisos/4576-resultados-ensanut-mc-2016.html>
- Encuesta Nacional de Salud y Nutrición MC. (2016c, Octubre 31). Informe final de resultados. *Intituto Nacional de Salud Pública*, 1-151. Retrieved 11 25, 2016, from <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/209093/ENSANUT.pdf>

- Encuesta Nacional de Salud y Nutrición MC. (2016d). Cifras de Sobrepeso y Obesidad en México- ENSANUT MC 2016. *INSP*. Retrieved 03 15, 2018, from <http://oment.uanl.mx/cifras-de-sobrepeso-y-obesidad-en-mexico-ensanut-mc-2016/>
- Escobedo-De la Peña, J., Buitrón-Granados, L. V., Ramírez-Martínez, J. C., Chavira-Mejía, R., Schargrotsky, H., & Champagne, B. M. (2011, septiembre-octubre). Diabetes en México. Estudio CARMELA. *Interamerican heart*, 79(5), 424-431. Retrieved 03 01, 2018, from <http://www.interamericanheart.org/images/CARMELAdiabetesmexicoSPA.pdf>
- Escolar-Pujolar, A. (2009). Determinantes sociales frente a estilos de vida en la diabetes mellitus de tipo 2 en Andalucía ¿la dificultad para llegar a fin de mes o la obesidad? *Gaceta Sanitaria*, 23(5), 427-432. Retrieved 08 11, 2015, from [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0213-91112009000500012](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0213-91112009000500012)
- Espinoza-González, L. (2004). Cambios del modo y estilo de vida. *Revista Cubana*, 41(3), 41-43. Retrieved 12 05, 2015, from [http://www.bvs.sldcu/revistas/est/vol41\\_3\\_04/est09304.htm](http://www.bvs.sldcu/revistas/est/vol41_3_04/est09304.htm)
- Ezzati, M., Vander-Hoorn, S., Rodgers, A., Lopez, A., & Mathers, C. (2003). Estimates of global and regional potential health gains from reducing multiple major risk factors. *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Recuperado el 15 de 01 de 2018, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12892956>
- Ezzatti, M., Vander-Hoorn, S., Lopez, A., Danaei, G., Rodgers, A., Mathers, C., & Murray, C. (2006). Comparative Quantification of Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Risk Factors. *The World Bank*, 241-376.
- Fabricatore, A., Wadden, T., Ebbeling, C., Thomas, J., Stallings, V., Schwartz, S., & Ludwig, D. (2011). Targeting dietary fat and glycemic load in the treatment of obesity and type 2 diabetes: A randomized controlled trial. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 92(1), 37-45.
- Facchini, F., Hollenbeck, C., Jeppesen, J., Chen, Y., & Reaven, G. (1992). Resistencia a la insulina y el tabaquismo. *The Lancet*, 1128-1130.
- Feillin, D., Reid, M., & O'Connor, P. (2000). Screening for alcohol problems in primary care. *Arch Intern Med*, 1977-1989.
- Feinstein, A. (1970). The pre-therapeutic classification of co-morbidity in chronic disease. *Journal of Chronic Diseases*, 23(7), 455-468.
- Felber, J., & Golay, A. (2002). Pathways from obesity to diabetes”, *International Journal of Obesity. PubMed*, 39-45. doi:10.1038/sj.ijo.0802126
- Foucault, M. (2002). Reseña-Microfísica del poder. *journals*. Retrieved 02 01, 2016, from <https://journals.openedition.org/polis/8074?lang=en>
- Fox, J. (2010). Logit and Probit Models. *Socialsciences*. Retrieved 10 09, 2018, from <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Courses/SPIDA/logit-models-notes.pdf>
- Freidson, E. (1978). La profesión Médica. *Educ. méd*, 13(2), 215-232.
- French, S., Story, M., & Jeffery, R. (2001). Environmental influences on eating and physical activity. *Annual Review of Public Health*, 309-335.
- Friedmann, H., & McMichael, P. (1989). Agriculture and the State System: The Rise and Decline of National Agricultures, 1870 to the Present. *Sociologia Ruralis*, 93-117.
- Fuentes, L., & Soto, C. (1993). Capacidad de acceso a los alimentos básicos, en los sistemas de abasto alimentario en México Frente al reto de la globalización de los mercados. *UNAM*, 103-140.
- Gamba, G. (2015). Enfermedades crónico-degenerativas: el caso de hipertensión arterial. *Seminario sobre salud-Colegio Nacional*, 1(23).
- García-Sancho, M. (2013). *El diccionario de términos médicos de la Real Academia Nacional de Medicina*. Recuperado el 02 de 03 de 2017, de Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4730543>
- Garrow, J., & Summerbell, C. (1995). Meta-analysis: effect of exercise, with or without dieting, on the body composition of overweight subject. *Eur.J Clin Nutr*, 1-10.
- Gebel, E. (2011). How Diabetes Differs for Men and Woman. *Revista Healthy Living*. Retrieved 02 14, 2016, from <http://www.diabetesforecast.org/2011/oct/how-diabetes-differs-for-men-and-women.html>



- Genetic Alliance. (2009). The New York-Mid-Atlantic Consortium for Genetic and Newborn Screening Services. *Genetic Alliance*. Retrieved 04 21, 2018, from [www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK132207/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK132207/)
- Glaser, N., & Jones, K. (1996). Non-insulin dependent diabetes mellitus in children and adolescents. *Adv Pediatr*, 359-396.
- Golay, A., & Ybarra, J. (2005). Link between obesity and type 2 diabetes. *Clin Endocrinol Metab*, 649-663.
- Gómez, D., & Latorre, G. (2010). La transición en la epidemiología y Salud Pública ¿Explicación o condena? *Revista Facultad Nacional de Salud Pública Medellín*. Retrieved 04 15, 2018, from <http://saludpublicavirtual.udea.edu.co/cvsp/La%20noción%20de%20Transición%20en%20Epidemiología.pdf>
- Gómez-Arias, R. (2003). La transición en la epidemiología y Salud Pública ¿Explicación o condena? *Revista Facultad Nacional de Salud Pública Medellín*. Retrieved 05 12, 2018, from <http://saludpublicavirtual.udea.edu.co/cvsp/La%20noción%20de%20Transición%20en%20Epidemiología.pdf>
- Gómez-Pérez, R. (2013). Cambio en el estilo de vida en Diabetes tipo 2: una leyenda urbana. *Rev Endocrinología*.
- González, M. (2017). Factores asociados a nefropatía en diabeticos de 40 a 79 años. *Universidad de la Lonja*. Retrieved 09 08, 2018, from <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18339/1/NEFROPATIA%20DIABETICA.pdf>
- González-Castell, D., González-Cossío, T., Barquera, S., & Rivera, J. (2007). Alimentos industrializados en la dieta de los preescolares mexicanos. *Centro de Investigación en Nutrición y Salud INSP*, 49(5).
- González-Villalpando, C., Dávila-Cervantes, C. A., Zamora-Macorra, M., Trejo-Valdivia, B., & González-Villalpando, M. E. (2014a). Risk factors associated to diabetes in Mexican population and phenotype of the individuals who will convert to diabetes. *Salud Pública*, 317-322. Retrieved 04 21, 2018, from <http://www.scielosp.org/pdf/spm/v56n4/v56n4a5.pdf>
- Goodarz, D. (2009). Hypothetical mid-life interventions in women and risk of type 2 diabetes. *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Recuperado el 17 de 02 de 2018, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3526834/>
- Gortmaker, S., Must, A., Sobol, A., Peterson, K., Colditz, G., & Dietz, W. (1996). Television viewing as a cause increasing obesity among children in the United States, 1986–1990. *Arch Ped Adolesc Med*, 356–362.
- Goryakin, Y., Rocco, L., & Suhreke, M. (2017). The contribution of urbanization to non-communicable diseases: Evidence from 173 countries from 1980 to 2008. *Econ Hum Biol*, 151-163.
- Goryakin, Y., Rocco, L., & Suhreke, M. (2017). The contribution of urbanization to non-communicable diseases: Evidence from 173 countries from 1980 to 2008. *Econ Hum Biol*, 151-163.
- Gregg, E., Cheng, Y., Cadwell, B., Imperatore, G., Williams, D., Flegal, K., . . . Williamson, D. (2005). Secular trends in cardiovascular disease risk factors according to body mass index in United States adults. *PubMed*, 1868–1874. Retrieved 04 01, 2018, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15840861>
- Grøntved, A., Frank, B., & Hu, F. (2011). Television Viewing and Risk of Type 2 Diabetes, Cardiovascular Disease, and All-Cause Mortality A Meta-analysis. *US National Library of Medicine National Institutes of Health*, 2448–2455. Retrieved 04 10, 2018, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4324728/>
- Guerrero, L., & León, A. (2010). Estilo de vida y salud. *Educere*, 14(48), 13-19. Retrieved 02 21, 2016, from <file:///C:/Users/Proa/Downloads/Estilo%20de%20vida%20y%20salud.pdf>
- Gunzerath, L., Faden, V., Zakhari, S., & Warren, K. (2004). National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism Report on Moderate Drinking. *PubMed*, 829-847. Retrieved 04 11, 2018, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15201626>

- Gutham, J. (2007). The Polanyian Way? Voluntary Food Labels as Neoliberal Governance. *Antipode*, 39(3), 456-478.
- Gutiérrez, J., Rivera-Dommarco, J., Shamah-Levy, T., Villalpando-Hernández, S., Franco, A., & Cuevas-Nasu, L. (2012). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 - Resultados Nacionales. *Instituto Nacional de Salud Pública*.
- Haire, D. (1999). Smoking and diabetes. *Diabetes Care*, 1887-1898.
- Hales, J., & Barker, D. (1992). Type 2 (non insulin dependent) diabetes mellitus: the thrifty phenotype hypothesis. *Diabetologia*, 35(1), 595-601.
- Hallal, P., Andersen, L., Bull, F., Guthold, R., Haskell, W., & Ekelund, U. (2012). Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *American Academy of Pediatric*.
- Halter, J., Musi, N., McFarland, F., Crandall, J., Goldberg, A., Harkless, L., . . . Hugh, K. (2014). Diabetes and Cardiovascular Disease in Older Adults: Current Status and Future Directions. 63(8), 2578-2589. Obtenido de *Diabetes Care*.
- Haskell, W., Lee, I., Pate, R., Powell, K., Blair, S., & Franklin, B. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*, 1423-1434.
- Hawkins, M., Barzilai, N., Liu, R., Hu, M., Chen, W., & Rosstti, L. (1997). Role of the glucosamine pathway in fat-induced insulin resistance. *J Clin Invest*, 2173-2182.
- Hernández, A., Singh, P., Andino, C., Ulloa, C., Daneri, A., & Flores, Z. E. (2015). Caracterización de hábitos relacionados con enfermedades crónicas en población universitaria de Honduras. *Revista cubana de Salud Pública*.
- Hernández-Ávila, M., Gutiérrez, J. P., & Reynoso-Noverón, N. (2013). Diabetes mellitus in Mexico. Status of the epidemic. *Salud pública Méx*, 55(2). Retrieved 01 16, 2018, from [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:aEmTIECe1HUJ:www.scielo.org.mx/scielo.php%3Fscript%3Dsci\\_arttext%26pid%3DS003636342013000800009+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:aEmTIECe1HUJ:www.scielo.org.mx/scielo.php%3Fscript%3Dsci_arttext%26pid%3DS003636342013000800009+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx)
- Hodge, A., Courten, M., & Zimmet, P. (2001). Obesity and type 2 diabetes mellitus en Peter Bjorntop . *West Sussex*, 351-364.
- Howard, A., Arnsten, J., & Gourevitch, M. (2004). Effect of alcohol consumption on diabetes mellitus: a systematic review. *PubMed*, 211-219.
- Hu, F. (2011). Globalization of diabetes. The role of diet, lifestyle, and genes. *Diabetes Care*, 34(6), 1249-1257.
- Ibarra de Suarez, E. (2002). *Años de vida productiva perdidos por complicaciones crónicas de diabetes mellitus en la población económicamente activa (Tesis de maestría)*. UANL, Nuevo León, México.
- Ibragimov, I., & Rozanov, Y. (1978). Gaussian Random Processes. *Rev Springer* , 45-62.
- Informe Mundial sobre la Diabetes. (2016). Diabetes Mundial. OMS. Retrieved 08 19, 2018, from <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254649/9789243565255-spa.pdf;jsessionid=A0F8D635E0390E53FB9ADE76E7339088?sequence=1>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2016a). Principales causas de mortalidad por residencia habitual. *INEGI*. Retrieved 11 21, 2016, from <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/vitales/mortalidad/tabulados/ConsultaMortalidad.asp>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2016b). *Registros administrativos-Mortalidad*. Retrieved 01 05, 2017, from INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017c). Encuesta Intercensal 2015, número de habitantes. *INEGI*. Retrieved 11 19, 2017, from <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/habitantes.aspx?tema=P>
- Instituto Nacional de Salud Pública. (2013). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012-Resultados Nacionales*. Recuperado el 24 de 10 de 2015, de INSP: <https://www.insp.mx/>
- Instituto Nacional de Salud Pública. (2015). Diabetes en México. *INSP*. Retrieved 04 01, 2018, from <https://www.insp.mx/avisos/3652-diabetes-en-mexico.html>
- International Diabetes Federation. (2015). IDF diabetes atlas - 7th edition. *IDF*. Retrieved 06 21, 2018, from <http://www.diabetesatlas.org/>

- Inzucchi, S., & Sherwin, R. (2005). The prevention of type 2 diabetes mellitus. *Endocrinol Metab Clin North Am*, 199-219. Retrieved 02 17, 2018, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15752928>
- Jousilahti, P., Vartiainen, E., Tuomilehto, J., & Puska, P. (1999). Sex, Age, Cardiovascular Risk Factors, and Coronary Heart Disease. A Prospective Follow-Up Study of 14 786 Middle-Aged Men and Women in Finland. *Aha Journals*, 99, 1165-1172. Retrieved 04 28, 2018, from <http://circ.ahajournals.org/content/99/9/1165>
- Kahn, R., Vicent, D., & Doria, A. (2006). Genetics of non-insulin-dependent (type II) diabetes mellitus. *Annual Review of Medicine*, 47(1), Annual Review of Medicine.
- Kahn, S., Hull, R., & Utzschneider, K. (2006). Mechanisms linking obesity to insulin resistance and type 2 diabetes. *Nature International Journal of science*.
- Kamal-Bahl, S., Pantely, S., Pyenson, B., & Alexander, C. (2006). Employer-paid nonmedical costs for patients with diabetes and end-stage renal disease. *Preventing Chronic Disease*, 86-120.
- Kao, W., Puddey, I., Boland, L., Watson, R., & Brancati, F. (2001). Alcohol Consumption and the Risk of Type 2 Diabetes Mellitus. *Am J Epidemiol*, 748-753. Retrieved 03 14, 2018, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19114388>
- Kautzky-Willer, A., Harreiter, J., & Pacini, G. (2016). Sex and Gender Differences in Risk, Pathophysiology and Complications of Type 2 Diabetes Mellitus. *PubMed*. doi:10.1210/er.2015-1137
- Keith, R., Mahmoud, A., Carruba, C., Natasha, J., McEvoy, J., Bhatnagar, A., . . . Defilippis, A. (2016). Tobacco Use, Insulin Resistance, and Risk of Type 2 Diabetes: Results from the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *Library of Medicine National Institutes of Health*, 402-428.
- Kjellstro, T., & Rosenstock, L. (1990). The role of environmental and occupational hazards in the adult health transition. *PubMed*, 188-196. Retrieved 05 13, 2018, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2238699>
- Kumate, J. (2002). La transición epidemiológica del siglo XX: ¿vino nuevo en odres viejos. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*, 45(3), 97-103.
- Kuri-Morales, P., & Chávez-Cortés, C. (2012). La transformación del sistema y los espacios de la salud pública. *Órgano Oficial de la Academia Nacional de Medicina*, 509-517.
- Laurell, A. (2015). Three decades of Neoliberalism in México: The Destruction of Society. *PubMed*, 246-264. Retrieved 03 06, 2016, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25813500>
- Laux, G., Kuehlein, T., Rosemann, T., & Szecsenyi, J. (2008). Multimorbidity patterns in primary care based on episodes of care: results from the German CONTENT project. *BMC Health Serv Res*, 8-14.
- Leather, S. (1995). Fruit and vegetables: consumption patterns and health consequences. *British Food Journal*, 97(7), 10-17.
- Licea-Puig, M. E., & González-Calero, T. M. (2013). Estrategias para la prevención de la diabetes mellitus. *Rev Centro de Atención al Diabético*.
- Licea-Puig, M., Bustamante-Tejjido, M., & Lemane-Pérez, M. (2008). Diabetes tipo 2 en niños y adolescentes. *Rev Endocrinología*, 1-33. Retrieved 02 21, 2017, from [http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/diabetes/diabetes\\_tipo\\_2\\_en\\_ni%Do%20los\\_y\\_adolescentes.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/diabetes/diabetes_tipo_2_en_ni%Do%20los_y_adolescentes.pdf)
- Lo, E., Hamel, D., Jen, Y., Lamontagne, P., Martel, S., Steensma, C., & Steel, R. (2014). Projection scenarios of body mass index (2013-2030) for Public Health Planning in Quebec. *BMC Public Health*, 14, 996-1009.
- Lomelí, L. (2012). Los sistemas públicos de salud en México: necesidad social y viabilidad económica de transitar de la segmentación a la cobertura universal. *Rev Facmed*. Retrieved 01 11, 2016, from [http://www.facmed.unam.mx/deptos/salud/censenanza/plan2010/spyc/tema13/bibliografia\\_complementaria\\_13b.pdf](http://www.facmed.unam.mx/deptos/salud/censenanza/plan2010/spyc/tema13/bibliografia_complementaria_13b.pdf)
- López, M., Chiñas, H., & Rodríguez, L. (2012). Ponderación de los factores de riesgo para Diabetes mellitus tipo 2 en un consultorio de medicina familiar. *Medigraphic*, 38-42. Retrieved 02 17, 2017, from <http://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=33909>

- López-Alvarego, J., & González-García, C. (2001). Enfermedades asociadas a la obesidad. *Revista de Endocrinología y Nutrición*, 77-85.
- López-Carmona, J., Ariza-Andraca, M., Cuauhtémoc, R., & Rodríguez-Moctezuma, J. (2003). Construcción y validación inicial de un instrumento para medir el estilo de vida en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. *Salud Pública en México*, 50-63.
- Lorenzo, C., Serrano, M., Martínez, M., Gabriel, R., González, C., Stern, M., & Hafner, S. (2001). Was the historic Contribution of Spain to Mexican Gene Pool Partially Responsible for the Higher Prevalence of Type 2 Diabetes in Mexican-Origin Populations. *Diabetes Care*, 24(12), 2059-2064.
- Lozano-Keymolen, D. (2016). *Prospectiva al 2050 de la esperanza de vida, morbilidad y mortalidad por enfermedades crónicas no transmisibles relacionadas con la obesidad en adultos mexicanos (Tesis doctoral)*. COLMEX, Mexico.
- Lusti, N., & Székely, M. (1997). México: Evolución económica, pobreza y desigualdad. *Rev Alternativas y Capacidades*. Retrieved 01 12, 2016, from [http://www.alternativasycapacidades.org/sites/default/files/biblioteca\\_file/M%C3%A9xico%20Evoluci%C3%B3n%20econ%C3%B3mica,%20pobreza%20y%20desigualdad.pdf](http://www.alternativasycapacidades.org/sites/default/files/biblioteca_file/M%C3%A9xico%20Evoluci%C3%B3n%20econ%C3%B3mica,%20pobreza%20y%20desigualdad.pdf)
- Maddatu, J., Anderson-Baucum, E., & Evans-Molina, C. (2017). Smoking and the risk of type 2 diabetes. *PubMed*, 101-107. Retrieved 04 25, 2018, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28336465>
- Mahon, M., Haynes, A., Ratman, N., Grant, M., Carne, C., & Jones, T. D. (2004). Increase in type 2 diabetes in children and adolescents in Western Australia. *Med Aust*, 459-461.
- Malik, S., Wong, N., Franklin, S., Kamath, T., L'Italien, G., Pío, J., & Williams, G. (2004). Impact of the metabolic syndrome on mortality from coronary heart disease, cardiovascular disease, and all causes in United States adults. *PubMed*, 1245-1250. Retrieved 04 08, 2018, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15326067>
- Márquez-Rosa, S., Rodríguez, J., & De abajo, S. (2006). Sedentarismo y Salud en la diabetes: efectos beneficiosos de la actividad física. *Rev Actividad física y salud*, 1-13.
- Martínez-Jasso, I., & Villezca-Becerra, P. (2005). La alimentación en México-. *CIENCIA UAN*, 196-208.
- Massieu, Y. (2009). Cultivos y alimentos transgénicos en México El debate, los actores y las fuerzas sociopolíticas Argumentos. *Argumentos*, 22(59), 217-243. Retrieved 02 22, 2016, from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=59511412008>
- Mayer, P., & Prado-Campos, C. (1973). *Probabilidad y Aplicaciones Estadísticas*. Argentina: ADDISON-WESLEY.
- McCullagh, P., & Nelder, J. (1983). *Generalized Linear Models*. London / New York: Chapman and Hall.
- McMichael, P. (2009). A food regime análisis of the “world food crisis. *Agriculture and Human Values*, 281-295.
- Mechanick, J., Apovian, C., & Hamdy, O. (2012). Diabetes-specific nutrition algorithm: a transcultural program to optimize Diabetes and preDiabetes care. *Abbot a promise for life*, 180-194. Retrieved 03 11, 2018, from [http://www.sanutricion.org.ar/files/upload/files/Regionalizacion\\_Path\\_Fasciculo\\_1.pdf](http://www.sanutricion.org.ar/files/upload/files/Regionalizacion_Path_Fasciculo_1.pdf)
- Medina, C., Janssen, I., Campos, I., & Barquera, S. (2013). Physical inactivity prevalence and trends among Mexican adults: results from the National Health and Nutrition Survey (ENSANUT) 2006 and 2012. *BMC Public Health*, 13, 1063-1072.
- Medina, C., Tolentino-Mayo, L., López-Ridaura, R., & Barquera, S. (2017). Evidence of increasing sedentarism in Mexico City during the last decade: Sitting time prevalence, trends, and associations with obesity and diabetes. *Open Access Journal*. Retrieved 04 02, 2018, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5711014/pdf/pone.0188518.pdf>
- Mendez, M., & Popkin, B. (2004). Globalization, Urbanization and Nutritional Change in the Developing World. *Journal of Agricultural and Development Economics*, 1(2), 220-241.
- Meraz, L. (2012). Grupos de autoayuda para diabéticos en contexto rural: la participación de los enfermos. *Dimensión Antropológica*, 54, 71-87.

- Molena-Fernandes, C., Soares, R., Silva, M., & Nakamura, R. (2008). Los riesgos en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. *Rev Latino-am Enfermagem*.
- Monteiro, C., Benicio, M., Iunes, R., Gouveia, C., Taddei, J., & Cardoso, M. (1992). El estado nutricional de los niños brasileños: las tendencias de 1975 to 1989. *OMS*, 657-666.
- Montejo-Briceño, M. C. (2009). *Estilos de vida en diabéticos del Instituto Mexicano del Seguro Social: correlación con el modelo de Wallston (Tesis)*. Universidad Veracruzana, Veracruz, México.
- Montgomery, D., & Runger, G. (2007). *Applied Statistics and Probability for Engineers*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Morales, E. (2015). Procesos Gaussianos. *INAOE*. Retrieved 10 12, 2018, from [https://www.inaoep.mx/~bec/graphic\\_note.htm](https://www.inaoep.mx/~bec/graphic_note.htm)
- Moreno-Altamirano, L., Silberman, M., Hernández-Montoya, D., Capraro, S., Soto-Estrada, G., García-García, J., & Sandoval-Bosh, E. (2015). Diabetes tipo 2 y patrones de alimentación de 1961 a 2009: algunos de sus determinantes sociales en México. *Gaceta Medica de México*, 354-368. Retrieved 04 14, 2018, from [http://www.anmm.org.mx/GMM/2015/n3/GMM\\_151\\_2015\\_3\\_354-368.pdf](http://www.anmm.org.mx/GMM/2015/n3/GMM_151_2015_3_354-368.pdf)
- Najera-Media, O., Gonzalez-Torres, M., Rodríguez-Cruz, L., & Victorino, C. (2007). Sobre peso y obesidad en población adulta de dos centros comunitarios de salud de la Ciudad de México. *Revista Biomédica*, 154-160. Retrieved 09 21, 2015, from <http://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=21412>
- Neel, J. (1962). Diabetes Mellitus: A 'Thrifty' Genotype Rendered Detrimental by Progress. *American Journal of Human Genetic*, 14(4), 353-362.
- Nicholson, W. (2013). *Microeconomía Intermedia y su aplicación*. España: Área Universitaria.
- Norris, S., Zhang, X., & Anvenell, A. (2005). Eficacia a largo plazo de las intervenciones para bajar de peso en adultos con prediabetes: una revisión. *Am J Prev Med*, 126-139.
- Odegaard, A., Koh, W., Yuan, J., Gross, M., & Pereira, M. (2012). Western-style fast food intake and cardiometabolic risk in an Eastern country. *PubMed*, 182-188.
- Oggioni, C., Lara, J., Wells, J., Soroka, K., & Siervo, M. (2014). Shifts in population dietary patterns and physical inactivity as determinants of global trends in the prevalence of diabetes: an ecological analysis. *PubMed*, 1105-1111. doi:10.1016
- Olshansky, S., & Ault, A. (1986). The fourth stage of the epidemiologic transition: the age of delayed degenerative diseases. *The Milbank Quarterly*, 64(3), 355-391.
- Omran, A. (1971). The Epidemiologic Transition: A Theory of the Epidemiology of Population Change", *The Milbank Memorial Fund Quarterly*. 49(4), 509- 538.
- Omran, A. (1996). The epidemiologic transition in the Americas. *Rev Pan American Health Organization*.
- Omran, A. (1998). The epidemiologic transition theory revisited thirty years later. *World Health Stat*, 2(4), 99-119.
- Organización Mundial de la Salud. (2015). *Enfermedades cardiovasculares*. Recuperado el 21 de 02 de 2016, de WHO: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/index.html>
- Organización Mundial de la Salud. (2017). Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. *OMS*. Retrieved 04 11, 2018, from <http://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (2018). Enfermedades no transmisibles, Diabetes - Datos y cifras. *OMS*. Retrieved 07 02, 2018, from <http://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/noncommunicable-diseases>
- Organización Panamericana de la Salud. (2016). La carga económica de las enfermedades no transmisibles en la Region de las Americas. *Organización Panamericana de la Salud*. Recuperado el 14 de 12 de 2017, de <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2011/paho-policy-brief3-sp1.pdf>
- Ortiz, A., Vázquez, V., & Montes, M. (2005). La alimentación en México. Enfoques y visión a futuro Estudios Sociales. *Estudios Sociales*, 13(25), 8-34. Retrieved 01 03, 2016, from <http://www.redalyc.org/pdf/417/41702501.pdf>

- Osorio-García, N., López- Sánchez, H., Ramírez-Valverde, B., & Gutiérrez-Rangel, N. (2015). Producción de maíz y pluriactividad de los campesinos en el Valle de Puebla, México. *Nova scientia*, 7(14). Retrieved 05 02, 2018, from [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-07052015000200577](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052015000200577)
- Ospina-Botero, D. (1981). Modelos matemáticos elementales en proyecciones de población. *Revista colombiana de estadística*.
- Pan American Health Organization. (2007). Central America Diabetes Initiative. Survey of Diabetes, Hypertension, and Chronic Disease Risk Factors. Villa Nueva, Guatemala 2007. *WHO*. doi:92 75 07399 6
- Pan, A., Malik, V., & Hu, F. (2012). Exporting diabetes mellitus to Asia: the impact of Western-style fast food. *Circulation*, 163-165.
- Panorama de la Seguridad Alimentaria en América Latina y el Caribe. (2017). Programas de Nutrición; Seguridad Alimentaria y Nutricional. *Conductas saludables*. Retrieved 04 13, 2018, from <http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/34343>
- Pedraza, D. (2009). Obesidad y pobreza: marco conceptual para su análisis en Latinoamérica. *Saúde Soc*, 18(1), 103-117.
- Peña, D. (1987). *Estadística. Modelos y Métodos*. Madrid: Alianza.
- Peña, M., & Bacallao, J. (2005). La obesidad en la pobreza: un problema emergente en las Américas. *Rev Futuros*, 3(10). Retrieved 01 21, 2016, from [http://www.revistafuturos.info/futuros\\_10/](http://www.revistafuturos.info/futuros_10/)
- Pérez-Izquierdo, O., Nazar-Beutelspacher, A., Salvatierra-Izaba, B., Pérez-Gil, S., Rodríguez, L., Castillo-Burguete, M. T., & Mariaca-Méndez, R. (2012). Frecuencia del consumo de alimentos industrializados modernos en la dieta habitual de comunidades mayas en Yucatán, México. *Estudios Sociales*, 155-184. Retrieved 09 12, 2015, from <http://www.redalyc.org/pdf/417/41723281006.pdf>
- Pérez-Zaldivar, D. (2003). El sedentarismo comienza en la infancia. *Rev Trabajadores*, 1-8. Retrieved 01 05, 2016, from <http://scielo.sld.cu/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S1727-8120200500020000600028&lng=es&pid=S1727-81202005000200006>
- Popkin, B. (1993). Los patrones nutricionales y transiciones. *Popular. Prog. Rev*, 138-157.
- Popkin, B. (2006). Global nutrition dynamics: the world is shifting rapidly toward a diet linked with noncommunicable diseases. *J Clin Nutr*, 289-298.
- Popkin, B. (2010). Patterns of beverage use across the lifecycle. *Physiol Behav*, 4-9. Retrieved 03 27, 2018, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2849916/>
- Popper, K. (1991). Conjeturas y refutaciones, El desarrollo del conocimiento científico. *ResearchGate*. Retrieved 08 11, 2015, from [https://www.researchgate.net/publication/31834011\\_Conjeturas\\_y\\_refutaciones\\_el\\_desarrollo\\_del\\_conocimiento\\_cientifico\\_KR\\_Popper\\_tr\\_por\\_Nestor\\_Miguez](https://www.researchgate.net/publication/31834011_Conjeturas_y_refutaciones_el_desarrollo_del_conocimiento_cientifico_KR_Popper_tr_por_Nestor_Miguez)
- Principales causas de mortalidad-INEGI 2000, 2010 y 2015. (2015). Principales causas de mortalidad por residencia habitual, grupos de edad y sexo del fallecido. *INEGI*. Retrieved 02 23, 2017, from [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/vitales/mortalidad/tabulados/P\\_C.asp?t=14&c=11817](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/vitales/mortalidad/tabulados/P_C.asp?t=14&c=11817)
- Ramos, R., & Alexanderson-Rosas, G. (2017). En México hay más mujeres con diabetes que hombres, ¿qué es lo que influye? *OEI*. Retrieved 10 21, 2018, from <https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?En-Mexico-hay-mas-mujeres-con-diabetes-que-hombres-que-es-lo-que-influye>
- Ramos-Bueno, A. (2014). *Compresión o expansión de la diabetes e hipertensión arterial en adultos mexicanos en el siglo XXI (Tesis de Doctorado)*. COLMEX, México.
- Reaven, G. (1998). Hypothesis: muscle insulin resistance is the (“not so”) thrifty genotype. *Diabetologia*, 41(4), 482-484.
- Reddy, S. (2002). Cardiovascular diseases in the developing countries: dimensions, determinants. *Public Health Nutrition*, 5(1), 231-237.
- Regal-Ramos, R. (2014). Incapacidad laboral por diabetes mellitus: características epidemiológicas y complicaciones macro y microangiopáticas más frecuentes. *Medicina y seguridad en el*

- trabajo, 60(234). Recuperado el 07 de 12 de 2017, de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0465-546X2014000100009](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2014000100009)
- Regensteiner, J., Shetterly, S., Mayer, E., Eckel, R., Haskell, W., Baxter, J., & Hamman, R. (1995). Relationship between habitual physical activity and insulin area among individuals with impaired glucose tolerance. The San Luis Valley Diabetes Study. *PubMed*. Retrieved 04 12, 2018, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7497858>
- Revueltas, A. (1993). Las reformas del Estado en México: del Estado benefactor al Estado neoliberal. *Política y Cultura. Política y Cultura*, 215-229. Retrieved 09 02, 2015, from <http://www.redalyc.org/pdf/267/26700314.pdf>
- Reyes-Enríquez de Baldizón, S. E. (2008). Factores que intervienen a llevar estilos de vida saludables en el personal de enfermería en los servicios de medicina y cirugía de hombres y mujeres en el hospital san benito, petén. *Facultad de Ciencias Médicas*. Retrieved 08 01, 2015, from [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05\\_8580.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_8580.pdf)
- Riboli, E. (1996). Nutrition and cancer of the respiratory and digestive tract: results from observational and chemoprevention studies. *Int J Epidemiol*, 6-14.
- Rivera, J., Barquera, S., Campirano, F., Campos, I., Safdie, M., & Tovar, V. (2002). Epidemiological and nutritional transition in Mexico: rapid increase of non-communicable. *Public Health Nutrition*, 5(1), 113-122.
- Rivera-Domanoco, J., Velazco, A., & Carriedo, A. (2014). Consumo de refrescos, bebidas azucaradas y el riesgo de obesidad y diabetes. *Centro de Investigación en Nutrición y Salud- INSP*. Retrieved 04 07, 2018, from [https://www.paho.org/mex/index.php?option=com\\_docman&view=download&category\\_slug=presentaciones&alias=849-vfinal-consumo-de-bebidas-azucaradas&Itemid=493](https://www.paho.org/mex/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=presentaciones&alias=849-vfinal-consumo-de-bebidas-azucaradas&Itemid=493)
- Roder, M., Porte, D., Schwartz, R., & Kahn, S. (2015). Desproporcionadamente niveles de proinsulina elevadas reflejan el grado de alteración de la capacidad secretora de células B en pacientes con diabetes mellitus no insulino-dependiente. *J Clin Endocrinol Metab*, 604-608.
- Rodríguez, E. (2003). Obesidad: fisiología, etiopatogenia y fisiopatología. *Revista Cubana de Endocrinología*, 1561-2953. Retrieved 10 03, 2018, from [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-29532003000200006](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-29532003000200006)
- Rogers, R., & Hackenberg, R. (1987). Extending epidemiologic transition theory: A new stage. *Social Biology*, 234-243.
- Rubio, M., Salas-Salvadó, J., & Barbany, M. (2007). Consenso SEEDO 2007 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Esp Obes*, 7-48.
- Rull, J., Aguilar, C., Rojas, R., Ríos, J., Gómez, F., & Olaiz, G. (2005). Epidemiology of Type 2 Diabetes in México. *Archives Of Medical Research*, 36(1), 188-196.
- Salomon, A., & Murray, C. (2002). The epidemiological transition revisited: compositional models for causes of death by age and sex. *Population and Development Review*, 205-228.
- Sánchez-Castañeda, A. (2014). Los diez temas fundamentales de la reforma laboral en materia individual. *Libraryfes*. Retrieved 01 14, 2016, from <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/mexiko/10789.pdf>
- Santos, J., Pérez-Bravo, F., Carrasco, E., Calvillán, M., & Albala, C. (2001). Low prevalence of type 2 diabetes despite a high average body mass index in the Aymara natives from Chile. *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Retrieved 04 12, 2018, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11369169>
- Schmidhuber, J., & Prakash, S. (2007). The nutrition transition to 2030. Why developing countries. *Food Economics-Acta Agriculturae Scandinavica*, 2(3), 150-166.
- Seet, R., Loke, W., Khoo, C., Chew, S., Chong, W., & Quek, A. (2012). Los efectos agudos del tabaquismo sobre la resistencia a la insulina y la rigidez arterial en adultos jóvenes. *PubMed*, 195-200.
- Shaten, B., Smith, G., Kuller, L., & Neaton, J. (1993). Risk factors for the development of type 2 diabetes among men enrolled in the usual care group of the multiple risk factor intervention trial. *Diabetes Care*, 1131- 1339.

- Sherita, G., Wang, N., Klag, M., Meoni, L., & Brancati, F. (2004). Blood Pressure in Young Adulthood and the Risk of Type 2 Diabetes in Middle Age. *Diabetes Care*, 26(4), 1110-1115.
- Siede, J. (2007). Determinantes sociales de la salud y enfermedad. *PAHO*. Retrieved 02 06, 2016, from [http://www.paho.org/dor/images/stories/archivos/dominicana\\_determinantes.pdf](http://www.paho.org/dor/images/stories/archivos/dominicana_determinantes.pdf)
- Sierra, I., Mendivel, C., Hernández, B., Pérez, C., Díaz, A., & Márquez, G. (2005). Hacia el manejo práctico de la diabetes tipo 2. *Novonordisk*, 1-9.
- Soares, A., Moura-Araújo, M., Wagner, R., Freire de Freitas, J., Zanetti, 4. M., Almeida, P. C., & Coelho, M. M. (2014). Factores de riesgo para Diabetes Mellitus Tipo 2 en universitarios: asociación con variables sociodemográficas. *Rev. Latino-Am*, 484-490. Retrieved 04 25, 2017, from [http://www.scielo.br/pdf/rlae/v22n3/es\\_0104-1169-rlae-22-03-00484.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rlae/v22n3/es_0104-1169-rlae-22-03-00484.pdf)
- Solís, A. (2009). Prevalencia de consumo de alcohol en personas con diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2. *Revista Electrónica Aúde Mental Acool de Drogas*, 5(3). Retrieved 05 12, 2018, from <http://www.revistas.usp.br/smad/article/viewFile/38693/41542>
- Solís, A., Alonso, M., & López, K. (2009). Prevalencia en consumo de alcohol. *Revista Electrónica Aúde Mental Acool e Drogas*, 5. Retrieved 03 14, 2018, from <http://www.revistas.usp.br/smad/article/viewFile/38693/41542>
- Solomons, N., & Gross, R. (1995). Nutrición urbana en los países en desarrollo. *Nutr. Rev*, 90-95.
- Sotelo-Valencia, A. (2004). Desindustrialización y crisis del neoliberalismo. *Insumisos*.
- Soto-Estrada, G., Moreno-Altamirano, L., & Pahua-Díaz, D. (2016). Epidemiological overview of Mexico's leading causes of morbidity and mortality. *Rev. Fac. Med*, 59(16). Retrieved 09 18, 2018, from [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0026-17422016000600008](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422016000600008)
- Sowers, J., Epstein, M., & Frohlich, E. (2001). Diabetes; Hypertension, and Cardiovascular Disease. *Hypertension*, 17, 1053-1059.
- Spermann, A. (2009). The Probit Model. *Empiwifo*, 1-38.
- Spinaci, S., Currat, L., Shetty, P., Crowell, V., & J., K. (2006). Invertir en salud para el desarrollo: experiencias de seguimiento nacional y comisión sobre macroeconomía y salud. *Informe de la OMS*.
- Stamler, J., Vaccaro, O., & Neaton, J. (1993). Diabetes, otros factores de riesgo, y la mortalidad cardiovascular 12-yr para los hombres seleccionados en el ensayo de intervención múltiple factor de riesgo. *Cuidado de la diabetes*, 434-444.
- Stanhope, K., & Havel, P. (2009). Fructose consumption: considerations for future research on its effects on adipose distribution, lipid metabolism, and insulin sensitivity in humans. *PubMed*, 1236-1241. Retrieved 03 24, 2018, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19403712>
- Stevens, G., Díaz, R., Thomas, K., Rivera, J., Carvallo, N., Barquera, S., . . . Ezzati, M. (2005). Characterizing the Epidemiological transition in Mexico: National and Subnational burden of disease, injuries, and risk factors. *Plos Medicine*, 1530-1545.
- Stevens, J., Cai, J., Thun, E., Williamson, D., Thun, M., & Wood, J. (2008). The effect of age on the association between body-mass index and mortality. *American Journal of epidemiology*, 338, 1-7.
- Steyn, K., & Damasceno, A. (2006). Lifestyle and Related Risk Factors for Chronic Diseases. *Revista Disease and Mortality in Sub-Saharan Africa*. Retrieved 10 21, 2015, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK2290/>
- Tabish, A. (2007). Diabetes Becoming the Biggest Epidemic of the Twenty-first Century. *US National Library of Medicine, National Institutes of Health*. Recuperado el 18 de 03 de 2018, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3068646/>
- Taha, H. (2012). *Investigación de Operaciones*. Arkansas: Pearson.
- Tenahua, I., & Grajalés, I. (2011). Factores de riesgo para enfermedades crónicas no transmisibles en un contexto urbano. *Desarrollo Científ Enferm*, 19(8). Retrieved 04 17, 2018, from <http://www.index-f.com/dce/19pdf/19-269.pdf>
- The diabetes prevention program research group . (1999). The Diabetes prevention Program”, Design and methods for a clinical trial in the prevention of type 2 diabetes. *PubMed*, 623-634. Retrieved 04 11, 2018, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10189543>



- Torres, F. (2003). La alimentación de los mexicanos al final del milenio: de la diversidad a la homogeneidad regional. *CODHEM Revista de Información y Análisis del INEGI*, 54-61.
- Torres, F., & Trápaga, Y. (2001). La alimentación de los mexicanos en la alborada del tercer milenio. *UNAM*.
- Trindade, C., Dos Santos, L., Dalva de Barros, M., & Silvia, S. (2014). Factores de riesgo asociados a las enfermedades cardiovasculares en adultos. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 547-553.
- Tsai, A., Williamson, D., & Glick, H. (2011). El costo directo médica de sobrepeso y obesidad en los EE.UU.: una revisión sistemática cuantitativa. *Rev. Obes*, 51-60.
- Tuirán, R. (2002). Los desafíos demográficos de México en el siglo XXI. *Estepais*. Retrieved 08 21, 2015, from [http://archivo.estepais.com/inicio/historicos/138/13\\_poblacion\\_los%20desafios\\_tuiran.pdf](http://archivo.estepais.com/inicio/historicos/138/13_poblacion_los%20desafios_tuiran.pdf)
- Tusié, M., Gamboa, M., Chagoya, A., & Salinas, C. (2012). La arquitectura de la diabetes. *Revista Ciencia*. Retrieved 04 17, 2018, from [http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/63\\_1/PDF/03\\_739\\_Tusie\\_Arquitectura.pdf](http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/63_1/PDF/03_739_Tusie_Arquitectura.pdf)
- Tussel, F. (2007). Estadística Matemática. *Researchgate*.
- Ugalde, A., & Homedes, N. (2009). Reforma neoliberal de salud y reforma autóctona. El caso de América Latina. *SciELO*, 225-251.
- Uusitalo, U., Pietinen, P., & Puska, P. (2003). Dietary Transition in Developing Countries: Challenges for Chronic Disease Prevention. *OMS*.
- Vallin, J., & Meslé, F. (2004). Convergences and divergences in mortality. A new approach to health transition. *Demographic Research*, 2(2), 10-43.
- Vasanti, S., Malik, M., Schulze, B., & Hu, F. (2006). Intake of sugar-sweetened beverages and weight gain: a systematic review. *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Retrieved 04 12, 2018, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3210834/>
- Vera, M. (2000). Revisión crítica a la teoría de la transición epidemiológica. *Papeles de Población*, 6(25).
- Vilaça-Mendes, E. (2013). Redes de Atención de salud. *OPS-OMS*, 501-549. Retrieved 02 22, 2016, from <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/3147/LAS-REDES-DE-ATENCION-DE-SALUD-web3%5B1%5D.pdf?sequence=1>
- Villalobos-Hernández, A. (2014). *Gasto por diabetes en el sistema público de salud en México 2010-2030 (Tesis de Doctorado)*. COLMEX, México.
- Villalpando, S., Shamanh-Levy, T., Rojas, R., & Aguilar-Salinas, C. (2010). *Trends for type 2 diabetes and other cardiovascular risk factors in Mexico from 1993-2006*. *Salud Pública* (Vol. 52). México.
- Wackerly, D., Mendenhall III, W., & Schaffer, R. (2010). *Estadística matemática con aplicaciones*. México: Cengage Learning.
- Walpole, R., Myers, R., Myers, S., & Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. México: PEARSON EDUCACIÓN. Retrieved 06 12, 2018, from [https://verenciafunez94hotmail.files.wordpress.com/2014/08/8va-probabilidad-y-estadistica-para-ingenier-walpole\\_8.pdf](https://verenciafunez94hotmail.files.wordpress.com/2014/08/8va-probabilidad-y-estadistica-para-ingenier-walpole_8.pdf)
- Wannamethee, S., Sharper, A., & Lennon, L. (2004). Cardiovascular disease incidence and mortality in older men with diabetes and in men with coronary heart disease. *Heart*, 1398-1403.
- Welti, C. (1997). *Mortalidad. Capítulo IV en Demografía I*. México: MacArthur Foundation.
- Will, C., Bodenmann, P., Ghali, P., Faris, P., & Cornuz, J. (2007). Active Smoking and the Risk of Type 2 diabetes. *The Journal of the American Medical Association*, 2654-2664.
- World Health Organization. (2017). Informe sobre la salud en el Mundo. *WHO*. Retrieved 04 09, 2018, from <http://www.who.int/whr/es/>
- Wschebor, M., & One-Paramete, A. (2001). Gaussian Processes: Lectures on the Distribution of the Maximum. *Cmat*, 321-332.
- Ye, J. (2013). Mechanisms of insulin resistance in obesity. *Front Med*, 14-24. Retrieved 04 02, 2018, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3936017/>
- Yudkin, J. (1972). *Sweet and Dangerous*. New York. Houston, TX, U.S.A.

- Zavala de Cosio, M. E. (2014). La transición demográfica en México 1895-2010. *Hal, Archives-ouvertes*. Retrieved 11 04, 2016, from <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00968364/document>
- Zhang, P., Zhang, X., Betz-Brown, J., Vistisen, D., Sicree, R., Shaw, J., & Nichols, G. (2010). Economic impact of diabetes. *Diabetes Atlas*. Retrieved 12 09, 2017, from [http://www.diabetesatlas.org/sites/default/files/Economic%20impact%20of%20Diabetes\\_101123.pdf](http://www.diabetesatlas.org/sites/default/files/Economic%20impact%20of%20Diabetes_101123.pdf)

# **ANEXOS**

## ANEXO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Con base a la revisión de literatura se parte para la construcción de operacionalización de variables. A continuación se expondrán las variables que fueron utilizadas de la ENSANUT (2012).

	<b>VARIABLE</b>	<b>Valor</b>
<b>Y</b>	Diabetes mellitus tipo 2 (DM2)	1 Si 0 No
<b>X1</b>	Sexo	H Hombre M Mujer
<b>X2</b>	Edad	Edad > 20 años
<b>X3</b>	Zona de residencia	1 Rural 2 Urbano 3 Metropolitano
<b>X4</b>	Antecedente de los padres con DM2	1 Padre 2 Madre 3 Ambos 4 Padres sin DM2 5 Desconoce 6 Desconoce del Padre y Madre con DM2 7 Desconoce del Padre y Madre sin DM2 8 Padre sin DM2 y desconoce de la Madre 9 Padre con DM2 y desconoce de la Madre
<b>X5</b>	Consumo de tabaco	1 Si 2 No
<b>X6</b>	Consumo alcohol	1 Si 2 No
<b>X7</b>	Actividad física*	1 Activo 2 Moderadamente activo 3 Inactivos
<b>X8</b>	Categoría ISM	1 Bajo peso 2 Peso normal 3 Sobrepeso 4 Obesidad
<b>X9</b>	Tipo de alimentación	1 Saludable 2 No saludable

\*De acuerdo con la clasificación de la OMS (WHO, 2010), de actividad física la divide en: Inactivos (Menos de 30 minutos por día). Moderadamente activos (Menos de 60 minutos por día y al menos 30 minutos por día). Activos (Al menos 60 minutos por día). WHO (2010) Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud. Ginebra, Suiza.

## ANEXO 2. CÓDIGO EN R, MODELO GAUSSIANO ORDINAL

```
####-----MODELO GAUSSIANO ORDINAL-----#####

##==Librerias a utilizar==##
library(ggplot2)
library(MASS)
library(nortest)
library(car)
library(texreg)
library(coefplot)
library(effects)

##==Descrpcion de la informacion==###
Diabetes
barplot(table(DiabetesN$Y), main = "Diabeticos", col= c("blue", "red"))
pie(table(DiabetesN$X1),main = "Sexo",col= c("green", "grey"))
barplot(table(DiabetesN$X2),main = "Edad", col="6")
barplot(table(DiabetesN$X3),main = "Zona", col="4",horiz = TRUE)
barplot(table(DiabetesN$X4),main = "Antecedente de los padres con DM2",
col=c("6","2","10","3","8","7","11","21","4"))
pie(table(DiabetesN$X5),main = "Fuman actualmente",col= c("3", "4"))
pie(table(DiabetesN$X6),main = "Consumen alcohol actualmente",col= c("5", "6"))
barplot(table(DiabetesN$X7),main = "Actividad física", col=c("5", "6","7"),horiz = TRUE)
barplot(table(DiabetesN$X8),main = "Categoría ISM", col=c("5", "6","7","8"),horiz = TRUE)
barplot(table(Diabetes$X9),main = "Alimentación ", col=c("6","7"))

####-----Modelamiento-----#####

##--Logit nominal--##
modelo1<- glm(Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8+X9, data = Diabetes, family = binomial)
summary(modelo1)

##--Logit ordinal--##
modelo2<- glm(Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8+X9, data = DiabetesO, family = binomial)
summary(modelo2)

##--Probit nominal--##
modelo3<- glm(Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8+X9, data = DiabetesO, family = binomial(link =
"probit"))
summary(modelo3)

##--Probit ordinal--##
modelo4<- glm(Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8+X9, data = DiabetesO, family = binomial(link =
"probit"))
summary(modelo4)

##--Gaussiano nominal--##
modelo5<- glm(Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8+X9, data = Diabetes, family = gaussian(link =
"identity"))
summary(modelo5)

##--Gaussiano Ordinal--##
```

```

modelo6<- glm(Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8+X9, data = DiabetesO, family = gaussian(link =
"identity"))
summary(modelo6)

###----SELECCIONANDO EL MODELO6-----###

#--SACANDO A X5
modelo7<- glm(Y~X1+X2+X3+X4+X6+X7+X8+X9, data = DiabetesO, family = gaussian(link = "identity"))
summary(modelo7)

#--SACANDO A X8
modelo8<- glm(Y~X1+X2+X3+X4+X6+X7+X9, data = DiabetesO, family = gaussian(link = "identity"))
summary(modelo8)

###----VALIDACIÓN DEL MODELO6----#####

# Aproximación de ei a sus grados de libertad y de la ji- cuadrada
1-pchisq(368.61,3119)

# Prueba de normalidad
# no se aplica para variables ordinales y nominales

# Colinealidad
vif(modelo8)

# Intervalo de confianza al 95%
confint(modelo8)

# Grafico de coeficientes
coefplot(modelo8) +
  theme_minimal() +
  labs(title="Estimación de coeficientes con error estandar",
        x="Estimación",
        y="Variable",
        caption="Elaboración propia con datos del Diabetes tipo 2")

####=====Devianza=====#####
dev <- modelo8$deviance
nullDev <- modelo8>null.deviance
modelChi <- (nullDev - dev)/nullDev
modelChi

###---LECTURA DE PARAMETROS---#####

# GAUSSIANO(&(X))= -0.43 + 0.07XM + 0.01X2 + 0.02X3 - 0.04X4 +0.08X6 + 0.05X7 + 0.08X9

# PROBABILIDAD DE TENER DIABETES TIPO 2
Z<-pnorm(-0.43)
Z

#PROBABILIDAD DE TENER DIABATES Y SER MUJER
A<-(-0.43+0.07*1)
A
B<-pnorm(A)

```

B

#RIESGO DE MUJER

RM<-B/Z

RM

#PROBABILIDAD DE TENER DIABATES Y SER MAYOR DE 20 AÑOS

C<-(-0.43+0.01\*55)

C

D<-pnorm(C)

D

#--PROBABILIDAD DE TENER DIABETES POR ZONAS

# Rural

E<-(-0.43+0.02\*1)

E

F<-pnorm(E)

F

# Ciudad

G<-(-0.43+0.02\*2)

G

H<-pnorm(G)

H

# Metropolitana

I<-(-0.43+0.02\*3)

I

J<-pnorm(I)

J

#--PROBABILIDAD DE TENER DIABETES POR ANTECEDENTES

#PADRE

P<-(-0.43+0.04\*1)

P

P1<-pnorm(P)

P1

#MADRE

M<-(-0.43+0.04\*2)

M

M1<-pnorm(M)

M1

#AMBOS

AM<-(-0.43+0.04\*3)

AM

AM1<-pnorm(AM)

AM1

#--PROBABILIDAD DE TENER DIABETES POR ALCOHOL

#NO CONSUMEN

NC<-(-0.43+0.08\*1)

NC

NC1<-pnorm(NC)

NC1

#CONSUMEN

CS<-(-0.43+0.08\*2)

```
CS
CS1<-pnorm(CS)
CS1
```

```
#--PROBABILIDAD DE TENER DIABETES POR ACTIVIDAD FÍSICA
```

```
# ACTIVO
AC<-(-0.43+0.05*1)
AC
AC1<-pnorm(AC)
AC1
#MODERADO
MO<-(-0.43+0.05*2)
MO
MO1<-pnorm(MO)
MO1
#NO ACTIVO
AN<-(-0.43+0.05*3)
AN
AN1<-pnorm(AN)
AN1
```

```
#--PROBABILIDAD DE TENER DIABETES POR ALIMENTACION
```

```
#SALUDABLE
SA<-(-0.43+0.08)
SA
SA1<-pnorm(SA)
SA1
#NO SALUDABLE
NS<-(-0.43+0.08*2)
NS
NS1<-pnorm(NS)
NS1
```