UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESPECIALIZACIÓN EN BIOQUIMÍCA CLÍNICA
FACULTAD DE QUÍMICA
SISTEMA PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE LA FAMILIA
CHIMALHUACÁN
UNIDAD DE ESPECIALIDADES MÉDICAS CHIMALHUACÁN

CONFORMACIÓN DE UNA COHORTE DE PACIENTES CON DIABETES TIPO 2 EN EL MUNICIPIO DE CHIMALHUACÁN: EVALUACIÓN BIOQUÍMICA Y MORFOMETRÍCA

TESINA

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE:

ESPECIALIZACIÓN EN BIOQUÍMICA CLÍNICA

PRESENTA:

Q.F.B. LUZ MARÍA BECERRA TOSTADO

TUTOR: **DRA. MARTA ALICIA MENJÍVAR IRAHETA**

MÉXICO, D.F. **2015**

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESPECIALIZACIÓN EN BIOQUIMÍCA CLÍNICA
FACULTAD DE QUÍMICA
SISTEMA PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE LA FAMILIA
CHIMALHUACÁN
UNIDAD DE ESPECIALIDADES MÉDICAS CHIMALHUACÁN

CONFORMACIÓN DE UNA COHORTE DE PACIENTES CON DIABETES TIPO 2 EN EL MUNICIPIO DE CHIMALHUACÁN: EVALUACIÓN BIOQUÍMICA Y MORFOMETRÍCA

TESINA

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE:

ESPECIALIZACIÓN EN BIOQUÍMICA CLÍNICA

P R E S E N T A:

Q.F.B. LUZ MARÍA BECERRA TOSTADO

TUTOR: DRA. MARTA ALICIA MENJÍVAR IRAHETA

MÉXICO, D.F. **2015**

AGRADECIMIENTOS.

Quisiera expresar mi agradecimiento a la Dra. Marta Alicia Menjívar Iraheta, por encaminarme en el desarrollo de este trabajo, gracias por su ayuda.

A todas las personas que hicieron posibles este proyecto, gracias por su apoyo y enseñanza: Maestra María Ángeles Granados Silvestre, Dra. Guadalupe Ortiz López, Maestra Isela Montúfar Robles, Dr. Arturo Orea Tejeda y EBC. Lina Romero Guzmán.

A mis compañeros que dieron un toque de alegría y juventud a este viaje: Narda, Hugo y Omar.

A la UNEME, en especial a la Maestra Helena García Rodríguez, por su invaluable apoyo.

A Q.F.B. Briseis Gómez Fernández de todo corazón, gracias por tu trabajo, por estar conmigo, por tu confianza y cariño.

Gracias Miguelito por ser quien eres, por todo tu amor y tu entusiasmo que favoreció para que terminara este trabajo.

Miguel, gracias por tu paciencia y tu inagotable apoyo.

Me han sucedido cosas muy buenas, pero lo mejor que pudo pasarme es ser madre de una pequeña que me apoyo en este proyecto, te amo Angélica, gracias por tu ayuda.

DEDICATORIA.

A la memoria de mi madre……

I N D IC E

LISTA DE ABREVIATURAS……. i

RESUMEN…… v

1. INTRODUCCIÓN…….. 1

1.1. CHIMALHUACÁN……. 1

1.2. DELIMITACIÓN TERRITORIAL……..……. 2

1.3. INMIGRACIÓN…….. 4

1.4. ASPECTOS SOCIODEMOGRÁFICOS…… 6

1.4.1. EDUCACIÓN…… 6

1.4.2. PAVIMENTACIÓN…… 7

1.4.3. ELECTRIFICACIÓN……. 8

1.4.4. AGUA POTABLE……. 8

1.4.5. DRENAJE……. 9

1.4.6. ALUMBRADO PÚBLICO…… 9

1.4.7. LIMPIA Y RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS……. 9

1.4.8. VIVIENDA……. 10

1.4.9. MEDIO AMBIENTE, E IMGEN URBANA……. 11

1.4.10. ECONOMIA……..……. 13

1.4.11. EMPLEO Y SALARIO……. 16

1.4.12. SALUD…… 17

2. DIABETES MELLITUS…… 21

2.1. DEFINICION…….. 21

2.1.1. CLASIFICACIÓN DE LA DIABETES……..…… 21

2.1.2. DIABETES TIPO 2…….. 22

2.1.3. RESISTENCIA A LA INSULINA…… 23

2.1.4. COMPLICACIONES DE LA DIABETES…….…….…….…….. 23

2.2. INSULINA, ESTRUCTURA, BIOSINTESIS Y SECRECIÓN……. 24

2.2.1. INSULINA……... 24

2.2.2. ESTRUCTURA…….. 25

2.2.3. BIOSINTESIS……. 26

2.2.4. SECRECIÓN…….. 27

2.3. HOMEOSTASIS DE LA GLICEMIA PLASMÁTICA…… 29

2.4. EPIDEMIOLOGIA MUNDIAL Y NACIONAL DE LA DIABETES……..… 31

2.5. FACTORES DE RIESGO DE LA DM2…… 32

3. JUSTIFICACIÓN……. 33

4. OBJETIVO GENERAL…..…….. 34

4.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS……... 34

5. MÉTODOLOGÍA…….…… 35

5.1. DISEÑO DE ESTUDIO…….. 35

5.2. POBLACIÓN DE ESTUDIO…….. 35

6. CRITERIOS DE SELECCIÓN…….. 36

6.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN…… 36

6.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN…….. 36

6.3. CRITERIOS DE ELIMINACIÓN……..…… 36

7. DATOS ANTROPOMETRICOS…..…… 37

8. ANALISIS ESTADISTICO……..……... 37

9. MATERIAL Y EQUIPO……... 38

9.1. DETERMINACIONES BIOQUÍMICAS……. 38

10. RESULTADOS…….. 39

11. DISCUSIÓN DE RESULTADOS……. 45

12. CONCLUSIÓN…… 50

12.1. PERSPECTIVA…….. 50

13. BIBLIOGRAFIA……... 51

14. ANEXOS……..... 56

LISTA DE ABREVIATURAS

ABREVIATURA	SIGNIFICADO
ADA	Asociación Americana de Diabetes, por sus siglas en inglés.
ADP	Adenosín Difosfato
AGL	Ácidos Grasos Libres.
ALB	Albúmina.
ALT	Alanino aminotransferasa.
AST	Aspartato aminotransferasa.
ATP	Adenosín Trifosfato.
AU	Ácido úrico.
BD	Bilirrubina Directa.
BI	Bilirrubina Indirecta.
BT	Bilirrubina Total.
Ca^{+2}	Símbolo del Calcio.
CA	Cintura Abdominal.
CAPA	Centro de A tención para las Adicciones.
CAECCHS	Centro de Atención a Enfermedades Crónico Degenerativas de Chimalhuacán.
CEMEES	Centro Mexicano de Estudios Económicos y Sociales
CEAPS	Centro de Atención Primaria a la Salud.
CISAME	Centro de Integración y Salud Mental.
CDC	Centro de Desarrollo Comunitario

CREA	Creatinina.
CT	Colesterol Total.
Cys	Cisteína.
DCCT	Estudio de Control y Complicaciones de la Diabetes.
DE	Desviación Estándar.
DIF	Desarrollo Integral de la Familia
DM	Diabetes Mellitus.
DT2	Diabetes Tipo 2.
dL	Decilitro.
EDTA	Ácido etilendiaminotetraacético.
ECV	Enfermedades Cardiovasculares.
FR	Factores de riesgo
GLUT 2	Transportador de glucosa 2
H	Hombre
HDL	Lipoproteína de alta densidad.
Hb	Hemoglobina
Hb A1c	Hemoglobina Glicosilada
ICC	Índice Cintura Cadera
IGECEM	Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México.
IMC	Índice de Masa Corporal
IFG	Alteración de glicemia en ayuno.
IGA	Intolerancia a la glucosa de ayuno

IGT	Intolerancia a la glucosa.
Km	Kilómetros
Km^2	Kilómetros cuadrados
LDL	Lipoproteína de baja densidad.
LDH	Lactato deshidrogenasa
m	Metros
m^2	Metros cuadrados
mg	Miligramo
mm de Hg	Milímetros de mercurio
M	Mujer
msnm	Metros sobre el nivel del mar
NGSP	Programa de Normalización Nacional de hemoglobina glicosilada.
nm	Nanómetros
OMS	Organización Mundial de la Salud
PA	Presión arterial
PAD	Presión arterial diastólica
PAS	Presión arterial sistólica
PC2 y PC3	Endopeptidasas
Pp	Polipéptido pancreático
K^+	Símbolo de Potasio
PT	Proteínas totales
RI	Resistencia a la acción de la Insulina

SM	Síndrome Metabólico
TG	Triglicéridos
UNEME	Unidad de Especialidades Médicas
VLDL	Lipoproteína de muy baja densidad

RESUMEN.

La diabetes se perfila como una de las grandes epidemias del siglo XXI. Aumenta su prevalencia sobre todo a expensas de la DT2. Las previsiones de la OMS para el año 2030 son de 366 millones de diabéticos en todo el mundo y es probable que esta cifra aumente. En el Estado de México se observó que la principal causa de muerte es la DM (17.98%), que se caracteriza por originar graves daños microvasculares y macrovasculares, que conducen a una mala calidad de vida y muerte prematura.

El objetivo del estudio fue la conformación de una cohorte de pacientes con DT2 en el municipio de Chimalhuacán, realizado en la UNEME. Debido a que en Chimalhuacán se asientan comunidades procedentes de distintos puntos de la República, donde se calcula que cada año llegan hasta 50 mil nuevos residentes, es una comunidad representativa de México, para buscar la susceptibilidad a desarrollar diabetes. Se incluyeron 390 personas, las cuales se dividió en dos grupos: no diabéticos (190) y diabéticos (200), se calculó el IMC, CA, ICC, PA, glucosa, perfil renal, perfil de lípidos y perfil hepático.

La edad de los participantes fue entre 18 y 82 años, el 54.8% son mujeres diabéticas y el 43.2% son hombre diabéticos; del origen de los participantes se determinó que el Distrito Federal (35,38%) y el Estado de México (27,2%) han sido los lugares de los que más han llegaron a Chimalhuacán. Es interesante notar que en ambos grupos se encontró que presentan un alto porcentaje de sobrepeso y obesidad, medido con IMC, CA, ICC.

En el grupo de diabéticos las pruebas que tuvieron una significancia estadística comparado con el grupo control fueron: Glucosa, Urea, CREA, CT, TG, LDL, VLDL, y en el grupo de no diabéticos fueron AU y ALB. Este estudio refleja que el grupo de diabéticos no lleva un buen control de la enfermedad, que se corrobora con la concentración HbA1c, lo cual conlleva a la aparición de las complicaciones secundarias de la Diabetes.

En el grupo de no diabéticos existen factores de riesgo como glucosa alterada en ayuno, alto sobrepeso, obesidad, dislipidemias y riesgo de padecer ECV, que interactúan con su estilo de vida, que los predispone a desarrollar DT2 en un futuro, por lo que será muy interesante el seguimiento de esta cohorte.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. CHIMALHUACÁN

El nombre del municipio de Chimalhuacán, que proviene de los vocablos del Náhuatl Chimalli (escudo), hua (donde) y can (lugar); lo que se traduce como "Lugar de los poseedores de escudos o rodelas", debe su nombre al cerro Chimalhuachi; que parece rodela vuelta hacia abajo. **[1].**

Chimalhuacán fue fundado en 1259 por tres jefes hermanos llamados Huauxomatl, Chalchiutlatonac y Tlatzcantecuhtli. Los jefes o tlatoani y su gente eran originarios de Tula, otra parte era del pueblo de Culhuacán. Hablaban las lenguas chichimeca y mexicana por ser descendientes de acolhuas y mexicanos; con el tiempo prevaleció la lengua náhuatl o mexicana y las costumbres se unificaron. **[2,6].**

De acuerdo a los resultados del censo de población y vivienda del INEGI 2010, Chimalhuacán, cuenta con una población de 614, 453 habitantes; de los cuales 49.19 %, son hombres y 50.81 %, son mujeres. **[6, 7, 8].**

Prodigo desde su historia, Chimalhuacán se transforma para dar paso a un municipio nuevo que desde la década de los setentas recibe mexicanos de todos los rincones de la patria poblando los terrenos desecados del ex lago de Texcoco, las faldas del cerro Chimalhuache y sus lomas, pasando de un pueblo ribereño, rural y agrícola a ser un municipio popular, que ha avanzado aceleradamente para convertirse en una ciudad, que amalgama la tradición heredada de sus antepasados con el pujante anhelo de su sociedad para enfrentar los nuevos retos

que la dinámica social, el entorno metropolitano y la globalización; nos presenta, para alcanzar el progreso que nos hemos exigido en el proyecto de construcción de un Nuevo Chimalhuacán. **[6].**

1.2. DELIMITACIÓN TERRITORIAL

Chimalhuacán se localiza en la parte central del Valle de México, en la zona oriente del Estado de México y al oriente del Distrito Federal; colinda al norte con el municipio de Texcoco, al sur con los municipios de La Paz y Nezahualcóyotl, al oriente con los municipios de Chicoloapan y Texcoco, y al poniente con Nezahualcóyotl. El territorio que ocupa actualmente es de 73,63 km^2 de superficie, lo que representa el 0,2% de la superficie total del Estado de México.

El municipio se divide territorialmente por 1 cabecera municipal, 3 villas, 5 barrios antiguos, 33 barrios nuevos, 43 colonias, 13 fraccionamientos, 9 parajes, 2 ejidos y 2 zonas comunales urbanizadas, que en total suman 111 comunidades. **[1,2, 6,8].**

Chimalhuacán forma parte de seis municipios pobres en la zona oriente del Valle de México.

La pobreza es la calamidad mayor que lacera a nuestra sociedad, y de ella se derivan muchas otras consecuencias. La causa fundamental de la pobreza es la mala distribución del ingreso nacional, y esto ocurre no sólo entre clases sociales, y genera inequidad social, sino en el plano geográfico, da origen a inequidad regional, que se manifiesta en la coexistencia de zonas de alta marginación que coexisten en una sociedad con otras altamente desarrolladas. Éste fenómeno se

manifiesta en México en los llamados cinturones de miseria que rodean a las principales urbes. En esos asentamientos de pobres se registra el desempleo y los más bajos salarios; predomina el sector informal; el déficit de vivienda es muy alto; hay poca atención a la educación, a la cultura y el deporte, y una insuficiente asignación de presupuesto público, para la provisión de los servicios públicos básicos.

Hay que tomar en cuenta también otros factores que, aunque asociados a la pobreza, ejercen una influencia directa importante; entre otros, deben considerarse el político y el ambiental. Una persona que vive en un ambiente menos contaminado y sucio no sólo será más sana físicamente, sino también vivirá más feliz. **[3].**

El Estado de México se encuentra inserto en la dinámica nacional que forma parte de un mundo globalizado, por lo que el municipio de Chimalhuacán, al formar parte de los 125 municipios de la entidad, que se ubica en el territorio metropolitano de la ciudad más importante del país, como lo es el Distrito Federal, capital de nuestra república, es condicionante para la formulación de políticas locales íntimamente ligadas en el contexto estatal y por ende nacional, que requiere una visión vanguardista, apegada a la visión que se enmarca en el sistema estatal de planeación democrática.**[4].**

El municipio de Chimalhuacán, por su ubicación territorial ya referida y por razones de justicia y humanidad, merece acelerar su grado de desarrollo, porque si bien se han superado serias deficiencias de infraestructura, es importante resaltar que el

municipio mantenía un atraso de 50 años, por lo que se requiere consolidar su desarrollo, para abatir el grado de marginación que le ha impedido alcanzar el grado de crecimiento y desarrollo de los demás municipios metropolitanos y otorgar mejores expectativas de vida a los Chimalhuacanos. **[6].**

1.3. INMIGRACIÓN

El elevado crecimiento demográfico de Chimalhuacán en las últimas cuatro décadas se ha debido, principalmente, a la ola inmigratoria. Al iniciarse el proceso de conurbación de la Zona Oriente del Estado de México, el municipio se convirtió en destino de alta atracción para una población campesina inmigrante que se iba asentando en forma totalmente irregular, sin planeación urbana alguna.

Por la gran cantidad de migrantes que fueron asentándose en este territorio, de manera desordenada y caótica, sin vivienda, sin servicios y víctimas de continuos y crecientes abusos, la situación hizo crisis antes y con mayor fuerza que en otros municipios. Una serie de organizaciones sociales, de carácter bastante diversos por su origen, principios y metas, decidieron crear, empujadas por circunstancias, una gran coalición para buscar unidas el progreso de su municipio, dando origen así a lo que se ha denominado Proyecto Nuevo Chimalhuacán. **[4].**

El incremento del fenómeno migratorio se presenta a partir de la década de 1960-1970 donde se registra una tasa migratoria del orden de 3.45 % anual, que significa que al municipio llegaron 2,469 habitantes, para la década de 1970–1980 el municipio registró una tasa anual de crecimiento del 7.87 %, recibiendo 14,820 habitantes; al iniciarse el proceso de conurbación al Distrito Federal, de la zona

oriente del Estado de México, convirtiéndose en un destino de alta atracción, para migrantes provenientes principalmente del Distrito Federal y de algunos estados de la república, como son: Oaxaca, Puebla, Veracruz, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Chiapas y Guanajuato; para la década de 1980–1990, el proceso migratorio presenta un decremento del 27.4 % con respecto al decenio anterior, que era del 51.28 % y para el quinquenio 1990 –1995, la tasa migratoria es de 5.82 %, sensiblemente a la baja pero aun continua siendo de alta atracción, actualmente y de acuerdo a los indicadores del INEGI, en una revisión cuantitativa, con relación al Censo de Población y Vivienda del 2005, que arrojó una cantidad de 525, 389 habitantes, nos muestra una tasa de crecimiento anual del 3.39 % en los últimos 5 años referenciados, lo que quiere decir que siguiendo esa tendencia de crecimiento, para el año 2013, se tiene una población estimada de 667,874 habitantes.

El porcentaje de población que habla lengua indígena, de carácter plural étnico, han ido perdiendo presencia en el territorio municipal.

En el municipio, propiamente se carece de población rural, en virtud de que la mancha urbana, ha consumido las localidades que anteriormente guardaban estas características. En la actualidad, aunque existe el Ejido de Santa María Chimalhuacán y la Zona Urbana San Agustín; propiamente se ha ido agotando la superficie disponible para el cultivo, siendo integrado a la dinámica del crecimiento urbano, quedando una superficie mínima que se destina a actividades agrícolas; sin embargo la población que realiza actividades agrícolas, ya no depende

directamente de esta actividad como fuente de ingresos y, al estar inmersa en el territorio urbano, carece de las particularidades de este tipo de poblaciones.

La superficie territorial del área del Ejido de Santa María Chimalhuacán que fue integrada por decreto al territorio municipal del municipio de Chimalhuacán, propiamente lo ha ido consumiendo la mancha urbana y ahora la problemática, además de ser la regularización de la tenencia de la tierra, también será la dotación de servicios de infraestructura urbana para este sector de la población**. [4,5].**

1.4. ASPECTOS SOCIODEMOGRÁFICOS

1.4.1. EDUCACIÓN

Datos retomados que registra el IGECEM, para 2011-2012 (fin de curso), el municipio contaba con un total de 678 escuelas, de las cuales 253 son escuelas de nivel preescolar, 225 de nivel primarias, 112 de nivel secundarias, 44 de nivel Media superior, 3 de nivel superior y 41 de otras escuelas**.[8].**

En educación el problema sigue siendo grave y constituye uno de los retos más serios a que se enfrenta la política del Nuevo Chimalhuacán, toda vez que casi 70% de las personas entre 15 y 24 años de edad no van a ninguna escuela, lo que podría explicarse por su incorporación temprana al mercado laboral, los bajos ingresos familiares o la insuficiente oferta educativa en nivel medio superior, tanto en calidad de espacios educativos como en el tipo de carrera que se ofrecen. El hecho real es que la mayoría de quienes estudian lo hacen en otras localidades,

lo cual vuelve más difícil terminar una carrera por el alto costo del transporte. El problema es, pues, gigantesco y complejo, por lo que, no obstante los avances conseguidos, aún subsiste un enorme rezago educativo. **[4].**

La primera escuela de nivel superior que se fundó en Chimalhuacán fue la Normal Ignacio Manuel Altamirano en 1995, en la actualidad imparte seis carreras, **[5].** Por gestión municipal, la Universidad Nacional Autónoma de México instaló en 2008 un Centro Universitario de Educación a Distancia, que inició actividades con una matrícula de 119 alumnos, inscritos en la carrera de Psicología, Economía, Trabajo Social, Derecho y Ciencias de la Comunicación. Por otra parte, con financiamiento municipal se equipó con tecnología de punta un Centro de Lenguas Extranjeras (CELE) en el cual, además, otras licenciaturas como Informática, Comunicaciones y Periodismo. En el mismo año 2008 se creó también el Instituto Tecnológico de Chimalhuacán, poco después el Centro Universitario UNAM y, en 2012, la UAEM campus Chimalhuacán. La oferta de carreras impartidas en instituciones oficiales pasó de sólo una en 2000 a 25 en 2012, en seis instituciones distintas. En materia magisterial se estableció el Centro de Maestros en septiembre de 2011. **[4].**

1.4.2. PAVIMENTACIÓN

El Municipio contaba aproximadamente con 4000 calles, de las cuales, en el año 2000 sólo 200 estaban pavimentadas. Del año 2000 al 2009 se asfaltaron 32.5 km. Aún después de tales avences, en el año 2009 quedaban todavía 3,300 calles sin pavimentar.

1.4.3. ELECTRIFICACIÓN

En cuanto a electrificación de vivienda, en agosto de 2000 había 99,318 servicios, y para agosto de 2008 había aumentado a 112,875. Acorde a los datos del IGECEN el municipio dispone de 144,923 servicios. El servicio es prestado ahora por la Comisión Federal de Electricidad con participación activa de los Comités Ciudadanos y de la Comisión de Electrificación Estatal. **[4,5,8].**

1.4.4. AGUA POTABLE

Con la llegada del Nuevo Chimalhuacán se regularizó el servicio de agua potable. Se perforaron 12 nuevos pozos profundos que proporcionan un gasto promedio de 815.6 litros por segundo cada uno, es decir, un caudal total de 1,766.6 litros por segundo, suficientes para brindar el servicio a una población que supera los 734´405,000 habitantes. Con los nuevos pozos se incrementó la necesidad de almacenamiento, en vista de lo cual se gestionaron y construyeron 17 nuevos tanques con una capacidad total de 45,340 metros cúbico. También fue necesario gestionar la red de distribución y conducción primaria, que se incrementó en los mismos 12 años en 949.17 km.

En el año 2014 se instalaron 21 mil 700 m lineales de tuberías, se realizó la construcción de tanques de almacenamiento Niño Artillero y Yautlalli. Recientemente se inició la edificación de ambos sistemas hidráulicos. **[4,5].**

1.4.5. DRENAJE

Para el año 2012, Chimalhuacán contaba con una red de drenaje de 1,265 km. La insalubridad provocada por la falta de drenaje era causa de múltiples enfermedades, impregnaba de un olor desagradable el aire y creaba un ambiente sucio y deprimente, que impactaba en el estado mental y en la calidad de vida de los habitantes. Para introducir el sistema de drenaje en Ejido Santa María se inició la construcción de un cárcamo, una planta de tratamiento de aguas negras y colectores, para empezar con la instalación de redes de drenaje para 20 mil vecinos.

1.4.6. ALUMBRADO PÚBLICO

Para el 2012, estaba ya cubierto 100% de las zonas regulares dentro de los límites urbanos con un total de 23,132 postes; se instalaron, además, luminaria en zonas tales como unidades deportivas, plazas públicas y panteones entre otras, lo que permite brindar mayor seguridad a la población y disminuir la incidencia de delitos cometidos al amparo de la oscuridad. **[4,5].**

1.4.7. LIMPIA Y RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

La carencia de recursos para el servicio de limpia, la falta de unidades de recolección, barrido y un sitio para la disposición final de residuos sólidos urbanos impedían la recolección eficaz de basura doméstica y el mantenimiento de la limpieza en las vialidades principales por unidades oficiales, con el resultado de que el municipio era un enorme basurero, un gran foco de infección alimentado

por la acumulación de desechos en la vía pública. Actualmente el parque vehicular de este departamento es de 45 unidades recolectoras. El gobierno municipal, en coordinación con el estatal, está trabajando a marchas forzadas para la apertura de un relleno sanitario ajutado a las especificaciones técnicas establecidas para este tipo de instalaciones, que se ubicará en el paraje Corte Escalerilla, Ejido de Santa María, a 5km al sur de la carretera federal México-Texcoco. En la actualidad, el departamento de limpia cuenta con dos brigadas integradas por 41 personas, que realiza la limpieza de aproximadamente 15 km al día entre delegaciones, escuelas, panteones, etcétera; además de 42 boteros realizan el barrido manual de las avenidas principales, aproximadamente 42 km al día. Con el incremento de las unidades recolectoras, la contratación de brigadas de limpieza y la renta de un trascabo tipo oruga, los servicios de recolección de desechos domiciliares, intituciones de gobierno y centros comerciales experimentaron un muy serio reforzamiento, al mismo tiempo que se mejoró el mantenimiento a vialidades principales y el saneamiento del tiradero municipal. **[4,5].**

1.4.8. VIVIENDA

La emigración de la población rural hacia la zona Metropolitana del Valle de México, necesaria consecuencia de poderosas fuerzas estructurales que impelen al campesinado a desplazarse a las grandes urbes, ha provocado en Chimalhuacán un crecimiento tan acelerado, que inevitablemente sobrepasa la capacidad de las autoridades para garantizar adecuadas condiciones de bienestar. Esto ha derivado en asentamientos humanos desordenados e irregulares que dificultan el control de la oferta de suelo y vivienda y originan cinturones de miseria

y pobreza extrema, tanto que, persiste el problema de los fraccionadores clandestinos que operan fuera del proyecto de urbanización y del control oficial. La venta ilegal de terrenos inapropiados para la urbanización dificulta enormemente la dotación de servicios e infraestructura urbana.

De todo el territorio municipal 78%, (600 hectáreas) es de uso urbano; subsisten áreas para uso agrícola (78 hectáreas) y para la industria extractiva (25 hectáreas), una pequeña superficie es ocupada por el lago Nabor Carrillo (10 hectáreas) y por la Unidad Deportiva de Tlatel Xochitenco (28 hectáreas). El resto son pastizales, magueyeras y tiradero a cielo abierto. Por su geomorfología, el territorio puede agruparse en tres partes: planicie (68 %), Cerro El Chimalhuache (21%) y zona baja (11%); el Cerro de El Chimalhuache tiene una altitud de 2,540 msnm, y según las normas, después de la cota 2,260 msnm el terreno no es apto para uso habitacional; sin embargo, debido a la altísima presión poblacional sobre la tierra hay asentamientos por arriba de esta cota, por lo menos hasta los 2,300 msnm. Y es que se trata de terrenos de más bajo costo, al alcance de los ingresos de los más pobres con necesidad de vivienda, carencia que Chimalhuacán es muy aguda. **[4,5].**

1.4.9. MEDIO AMBIENTE, E IMAGEN URBANA

En lo concerniente al medio ambiente, el rezago es enorme. Por ejemplo, la Organización Mundial de la Salud (OMS), recomienda una superficie de 9 m^2 de áreas verdes por habitante; el Distrito Federal y municipios conurbados registran un promedio de tan sólo 1.94 m^2 y aun así, Chimalhuacán es, quizá, el peor de los

casos: de acuerdo con el Uso de Suelo y Reserva Territorial, únicamente 14.2% de la superficie del municipio está cubierta por vegetación natural; el restante 85.8% corresponde a asentamientos habitacionales, equipamiento urbano, vialidades e industria. Es pues, Chimalhuacán, en su mayor parte, una inmensa planicie cubierta con asfalto, concreto hidráulico y grises construcciones de tabique, sin un solo árbol como consecuencia del carácter extremadamente salino del suelo, antiguo lecho del extinto lago de Texcoco y, además, debido a las restricciones en la disponibilidad de agua. Tanto la generación de oxígeno como el confort y esparcimiento de sus habitantes, hacen indispensable y urgente expandir la cubierta vegetal.

La ubicación geográfica y la actividad económica del municipio lo sitúan en la categoría de los de alto nivel de contaminación del aire, ya desde el Plan de Desarrollo Municipal 2000-2003 se contemplaron acciones de prevención, recuperación, rehabilitación y restauración del medio ambiente. Para ese fin se han incorporado estudiantes de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Chapingo, quienes elaboraron el proyecto de “Rehabilitación del Cerro Chimalhuache”.

También con el afán de recuperar y dar nuevo lustre a la identidad de los chimalhuacanos apoyándose en sus raíces históricas, el ayuntamiento acordó erigir a la entrada del municipio una monumental escultura, al que se ha llamado “El Guerrero Chimalli”. Esta emblemática escultura, símbolo de la unidad cultural de los chimalhuacanos, quienes se identifican a sí mismos como los antiguos productores de escudos para los ejércitos de la triple alianza encabezada por los

aztecas, se encuentra en el cruce de las avenidas Ampliación Bordo de Xochiaca y Las Torres, zona famosa hasta hace poco por sus frecuentes inundaciones, los basureros a cielo abierto y los miasmas fétidos del Río de la Compañía, mácula del Estado de México y del país entero, plagas todas ellas que están pasando, poco a poco, a formar parte de un pasado de ignominia e insensibilidad social que, dentro de poco, nadie querrá recordar. **[4].**

1.4.10. ECONOMÍA

Aunque en los últimos años se han desarrollado fuertemente la construcción y los servicios como salud y educación, Chimalhuacán sigue basando su economía principalmente en el comercio, toda vez que el sector primario, principalmente la actividad agrícola, ha ido reduciéndose conforme avanza el proceso de urbanización; por otra parte, no se ha logrado desarrollar el sector industrial, motivo por el cual la mayoría de la población se ve obligada a buscar empleo fuera del municipio, el cual se encuentra a grandes distancias, lo que representa gastar tiempo y dinero en transporte público y Chimalhuacán sigue siendo una “ciudad dormitorio”; la población económicamente activa que registra el censo de población y vivienda 2010, es de 246,100; de los cuales 94.3 % está ocupada y el 5.7 % está desocupada. Aun cuando el porcentaje de desocupados de la población económicamente activa, parece bajo, contrasta con los 450,454 habitantes mayores de 12 años que por su situación económica dependen de tan solo un 48.49 % de población activa, con ocupación. Por ello, se plantea la lucha por un parque industrial que dé empleo a 40 mil personas. **[4,5, 6,8].**

Refiriéndonos de manera más pormenorizada al sector primario, el censo económico 2009 del INEGI registró 18 actividades en total, no obstante lo cual, este sector registra la menor participación en la dinámica económica local. De todas formas, existe un buen potencial de desarrollo en estas actividades, sólo que necesitan ser promovidas mediante políticas públicas desde el municipio, aprovechando las áreas aún no urbanizadas para impulsar la acuacultura, la cría de especies menores, o, como recientemente se ha venido haciendo, un programa de agricultura urbana. En lo que hace al sector secundario, hay establecidas 1,899 unidades económicas manufactureras que representan 3.9% del total de las existentes en el Estado de México; se registran un total de 5,694 personas ocupadas en este sector, el 1.1% del total (529,321). La cifra revela un altísimo grado de atomización de esta actividad en diminutas unidades productivas, que, por lo mismo, resultan ineficaces para competir por los mercados. Esta dispersa estructura industrial constituida por micro y pequeñas empresas, se dedican principalmente a las siguientes actividades: textil (maquila de ropa, estopa, hilado, fibras y tejidos en general); fabricación de materiales de construcción (tabique, láminas de cartón para techumbre, tubo de concreto, tinacos de fibra de vidrio); industria alimentaria (molienda de nixtamal, tortillerías, panaderías, elaboración de botanas y agua purificada); fabricación de productos metálicos (estructuras metálicas, armado de bicicletas, camas metálicas, cocinas, tanques y calderas); fabricación artículos ornamentales (velas y figuras de resina).

El sector terciario (servicios y comercio) representa la principal actividad económica del municipio: poco más de la mitad de la población (53 %), se emplea

en actividades de pequeño comercio: tiendas de abarrotes, misceláneas, papelerías, librerías, puestos de revistas y periódicos, ferreterías, tlapalerías y vidrierías, carnicerías y expendios de frutas y verduras. De acuerdo con los registros municipales, cada mes se abren alrededor de 300 nuevos establecimientos en el comercio formal, pero el 50% cierra en muy breve tiempo. Este fenómeno deja ver claramente la urgente necesidad de fomentar la creación de empresas de mayor envergadura, que den empleo a la gran población desocupada o subocupada que vive en Chimalhuacán. Del total de comerciantes radicados en el municipio, 54% ofrecen sus productos en puestos semifijos, 20% en puestos ambulantes y 12% en fijos. El 86.9% correspondió a microempresas, esto es, a establecimientos de uno a 10 trabajadores. **[4].**

De acuerdo con datos de la Dirección de Ingresos, en Chimalhuacán operan 62 mercados públicos, pero de acuerdo con el IGECEM operan 65, que en conjunto suman aproximadamente 6,500 locales. Existen al menos 10 organizaciones o instancias que agrupan a todos estos mercados.

Finalmente, en el rubro de servicios existen 5,447 unidades económicas, que emplean a 12,072 personas. Gracias a las obras de infraestructura y a la mejora en las condiciones generales del municipio, las inversiones de empresas especializadas en el comercio al menudeo se han ido incrementando paulatinamente. Existen registrados 44 establecimientos de este tipo, con el consiguiente beneficio al consumidor, aunque por otra parte esto ha provocado que el comercio en pequeño comience a resentir los estragos de la competencia ruinosa que les hacen las cadenas comerciales nacionales y extranjeras. **[4,8].**

1.4.11. EMPLEO Y SALARIO

De acuerdo con la encuesta realizada por el Centro Mexicano de Estudios Económicos y Sociales (CEMEES), existe una preocupante precariedad en las condiciones laborales en Chimalhuacán, pues no es fácil encontrar empleo bien remunerado; apenas 30.7% de la población ocupada trabaja dentro del municipio; el resto lo hace en la Ciudad de México u otros municipios mexiquenses. Chimalhuacán no está capacitado para ofrecer empleos de buena calidad: sólo 40% de los empleados son fijos, mientras que fuera de Chimalhuacán lo son el 52.6%. Por otra parte, los gastos colaterales para el 80% de quienes trabajan fuera llegan hasta los 50 pesos en transporte y los 26 pesos en alimentación, lo que les deja apenas el equivalente a dos salarios mínimos, esto es, aproximadamente 120 pesos diarios para el gasto familiar, a esto se añade el tiempo de transportación, que en el 45% de los casos es de tres horas con 20 minutos, que sumadas a jornadas laborales de 12 horas o más, dan por resultado una sobreexplotación, improductiva en buena parte, de la mano de obra. El trabajador solamente tiene tiempo para llegar a casa, comer, asearse y descansar. No es de extrañar que, en este ambiente, las familias se desintegren y se genere una situación propicia para la vagancia juvenil, el pandillerismo y la delincuencia. Además, esto mismo crea que se incuben muchos padecimientos de tipo mental asociados con la pobreza y la desintegración familiar. De los trabajadores que laboran dentro del municipio (30.7%), únicamnete 12% de ellos tienen un empleo fijo; 80% perciben menos de tres salarios mínimos, y 48% no llega ni a dos minisalarios.

Finalmente, en cuanto al sector informal, el estudio realizado por el CEMEES, reveló que el 65% de la población (dentro y fuera del municipio) perciben una situación de incertidumbre en su situación laboral, debido a la ausencia de un contrato de trabajo que respalde y garantice sus derechos laborales (salud, seguridad, vacaciones, horario de trabajo, etcétera), lo que hace que los empleos sean de alta precariedad. Dentro del municipio, 80.6% no cuentan con un contrato de trabajo, y fuera de él, el 59.2% se encuentran en esa situación, lo que da a este último sector una pequeña ventaja en cuanto a seguridad laboral y goce de prestaciones de ley. En promedio, sólo uno de cada tres trabajadores del municipio cuenta con un contrato de trabajo, lo que explica la propensión de muchos a buscar el sustento de sus familias en el sector informal. **[4].**

1.4.12.SALUD

En el año 2000, había en el municipio un hospital de los llamados “90 camas”, la Unidad Médico Familiar Núm. 84 y la Clínica Núm. 189 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS); en ese mismo año, ya con el Nuevo Chimalhuacán en el poder municipal, se construyó la Unidad Médica Familiar del Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios (ISSEMYM); y para el 2012 se fundaron siete centros de salud. Asimismo, había una sola ambulancia para el traslado de los enfermos y ahora existen seis.

Las actividades directamente relacionadas con la salud están a cargo del Desarrollo Integral de la Familia (DIF), municipal y de la Dirección de Salud, que se coordinan con las instituciones estatales y federales respectivas. El DIF en

particular ha incrementado su actividad principalmente mediante tres mecanismos: los centros de especialidad, los centros de desarrollo comuniarios (CDC) y los laboratorios y unidades móviles. A pesar de todos estos esfuerzos, la demanda en servicios de salud sigue estando insatisfecha.

Hablando de los centros de especialidad: cuando inició el Nuevo Chimalhuacán no había ninguno en el municipio, y fue hasta el 17 de marzo de 2005 cuando de creó el primero, al que se llamó Centro de Rehabilitación e Integración Social (CRIS), cuya tarea era atender a personas discapacitadas. Actualmente existen ocho unidades de este tipo que ofrecen consulta general, rehabilitación especializada, terapias físicas, atención psicológica, entre otras. Además, existen el Centro de Atención a Enfermedades Crónico Degenerativas de Chimalhuacán (CAECCHS), Unidades de Especialidad Médica y Asistencia Social ZUE, Policlínica, Hospital Materno-infantil “Vicente Ramón Guerrero Saldaña Chimalhuacán” esta unidad hospitalaria permitirá disminuir los índices de mortalidad durante el embarazo y el parto; y una Unidad de Especialidades Médicas (UNEME) que incluye al Centro de Integración y Salud Mental (CISAME), institución que incluye consulta ambulatoria para pacientes con problemas psicológicos y/o transtornos mentales; cuenta con áreas para tratamiento médico, psicológico, social y psiquiátrico; brinda servicio de prevención y atención además de apoyo psicológico, psiquiátrico y social a pacientes y familiares.

Así mismo el municipio cuenta con el laboratorio clínico, la Clínica de Displasias y el Centro de Atención para las Adicciones (CAPA). Los Centros de Atención Primaria a la Salud (CEAPS), de los cuales hay dos terminados y en

funcionamiento y uno más en proceso de construcción. Su importancia radica en que ofrecen servicios de sala de expulsión y atención las 24 horas del día, además de otros servicios como urgencias, análisis de laboratorio, ultrasonido y rayos X y finalmente se está construyendo el área de equinoterapia que requiere de mayor inversión por lo especializado del personal, el equipo y las instalaciones requeridos. **[4].**

En lo que hace a los CDC, antes del 2000 había únicamente uno, actualmente hay 14. **[5].**

De una importancia difícil es la formación de nuevos médicos para responder a las demandas de una población tan grande. A este respecto, y a instancias del gobierno municipal, el 27 de mayo de 2010 la Universidad Autónoma del Estado de México creó, por acuerdo de su Consejo Universitario, la Unidad Académica Profesional Chimalhuacán. El 31 de mayo de 2012 fue anunciada la creación de la Facultad de Medicina en dicha unidad académica, la cual se termino a principios del mes de agosto de 2014 para que 200 estudiantes iniciaran sus estudios, que además será la primera en todo el Valle de México, pues la UAEM cuenta sólo con una en Toluca. **[4,5].**

El perfil epidemiológico que hoy caracteriza a nuestro país está dominado por enfermedades crónico-degenerativas como la Diabetes Mellitus (DM), que se asocia a las condiciones de vida de la sociedad, **[13].**

Según la NOM-015-SSA2-2010, la DM ocupa el primer lugar en número de defunciones por año, lo cual es un problema de salud pública grave.

De acuerdo a la ENSANUT 2012 respecto a la proporción de adultos con diagnóstico médico previo por entidad federativa, se observó que el Estado de México es uno de los estados con mayor prevalencia de diabetes.

Así mismo El Instituto de Salud del Estado de México (ISEM), ha reportado que la principales causas de mortalidad en edad reproductiva es la DM y que el17.98**%** mueren a causa de la misma, **[27].**

Debido a que la población tiene una percepción inadecuada y desconocimiento de los riesgos que se pueden presentar en la diabetes, el gobierno municipal de Chimalhuacán en conjunto con la UNAM, están desarrollando programas que podrían beneficiar en un futuro a la población en la prevención y tratamiento de esta enfermedad.

Dada la importancia de la Diabetes tipo 2 que se observa hoy en día en México, el presente trabajo describe el comportamiento de esta enfermedad en el municipio de Chimalhuacán.

2. DIABETES MELLITUS

2.1. DEFINICIÓN

En sus orígenes, el término “diabetes mellitus” (DM), fue puramente descriptivo y bajo él se agrupaba un conjunto de síntomas (poliuria, polidipsia y pérdida de peso) que previsiblemente seguía un curso catastrófico. La palabra diabetes procede del griego diabetes, que a su vez deriva de *dia*- (‘a través de’) y *báino* (‘andar’, ‘pasar’). En patología empieza a usarse en el siglo I d. de C. por Areteo de Capadocia, que emplea diabetes en el sentido etimológico del tránsito o paso para referirse a la excesiva eliminación de orina que, a su vez, fue el primer síntoma conocido de la enfermedad. El término DM fue acuñado por el médico inglés Thomas Willis en 1674, y aludía al color amarillento de la orina como miel disuelta en una gran proporción de agua y más o menos dulce al paladar **[9].**

Se define la DM como un grupo de enfermedades metabólicas cuyo común denominador es la hiperglucemia producida por un déficit en la secreción o en la acción de la insulina o ambos. La hiperglucemia crónica de la diabetes se asocia, a largo plazo, con daño, disfunción y fallo de varios órganos, especialmente los ojos, los riñones, los nervios, el corazón y los vasos sanguíneos **[10].**

2.1.1. CLASIFICACIÓN DE LA DIABETES MELLITUS

La mayoría de los casos de diabetes pueden ser incluidos en dos categorías etiopatogénicas fundamentales: la diabetes tipo 1 (que se presenta el 5-10% de la población diabética), originada por un déficit absoluto en la producción de insulina, y la DT2, la más prevalente (alrededor del 90-95% de todos los casos de diabetes

en Europa, Estados Unidos y Canadá). Del resto de grupos de diabetes destacan diabetes gestacional y el de los defectos genéticos, y entre ellos, el conocido como diabetes tipo MODY. **[9, 10, 12, 14, 15].**

2.1.2. DIABETES TIPO 2

La diabetes tipo 2 (DT2), es un tipo de diabetes en la que se presenta resistencia a la insulina y en forma concomitante una deficiencia en su producción, puede ser absoluta o relativa. Los pacientes suelen ser mayores de 30 años cuando se hace el diagnóstico, son obesos y presentan relativamente pocos síntomas clásicos **[12, 16].**

2.1.3. RESISTENCIA A LA INSULINA

Una característica de la DT2, es la denominada “resistencia a la insulina” (RI). Clínicamente, la RI, es un estado patológico en la cual las células que ordinariamente responden a la insulina dejan de hacerlo; en consecuencia, se genera una disminución en el transporte de glucosa inducido por insulina hacia el interior de las células blanco (ej. Adipocitos, células del músculo esquelético). Además se produce un aumento en la producción endógena de glucosa y alteraciones en el metabolismo de lípidos en tejido adiposo y hepático; esto implica que se requieran concentraciones de insulina superiores a las fisiológicas para mantener la homeostasis de la glucosa plasmática **[21].**

2.1.4. COMPLICACIONES DE LA DIABETES

Además, hay que tener en cuenta la importancia de las complicaciones macrovasculares y microvasculares de la diabetes puesta de manifiesto por los siguientes datos:

- Retinopatía diabética.
- Nefropatía diabética.
- Esclerosis aortica.
- Infarto al miocardio.
- Angina de pecho.
- Cataratas.
- Hipertensión.
- Artropatías.
- El mayor porcentaje de amputaciones no traumáticas de extremidades inferiores se produce en personas diabéticas.
- La diabetes incrementa de dos a cuatro veces la muerte por Enfermedades Cardiovasculares (ECV).
- Neuropatía diabética.

Incrementando el riesgo de enfermedades potencialmente mortales como ciertos tipos de cáncer, accidentes cerebrovascular, insuficiencia renal y posiblemente, trastorno del estado de ánimo y demencia, que conducen a una mala calidad de vida, muerte prematura, reducción de la esperanza de vida al nacer y de la esperanza de vida ajustada por salud, **[9, 24].**

2.2. INSULINA, ESTRUCTURA, BIOSINTESIS Y SECRECIÓN

2.2.1. INSULINA

La insulina, una hormona polipeptídica, actúa principalmente sobre las células musculares, hepáticas y del tejido adiposo estimulando la síntesis de glucógeno, grasa y proteínas, mientras que inhibe la degradación de estos combustibles metabólicos. Además estimula la captación de glucosa de la mayoría de las células con la destacable excepción de las células del cerebro y las células hepáticas. Junto con el glucagón que tiene un efecto opuesto, la insulina actúa para mantener el nivel apropiado de glucosa sanguínea. **[17].**

2.2.2. ESTRUCTURA

La insulina es una proteína formada por dos cadenas peptídicas A y B de 21 y 30 aminoácidos unidas, mediante enlaces covalentes, por dos puentes bisulfuro entre los residuos Cys A7- Cys B7 y Cys A20 – Cys B19 y un puente intracatenario que conecta las cisteínas en posición A6 y A11, y que es segregada por las células β del islote pancreático, su peso molecular es de 5,808 Daltons, **(Figura 1) [9,33].**

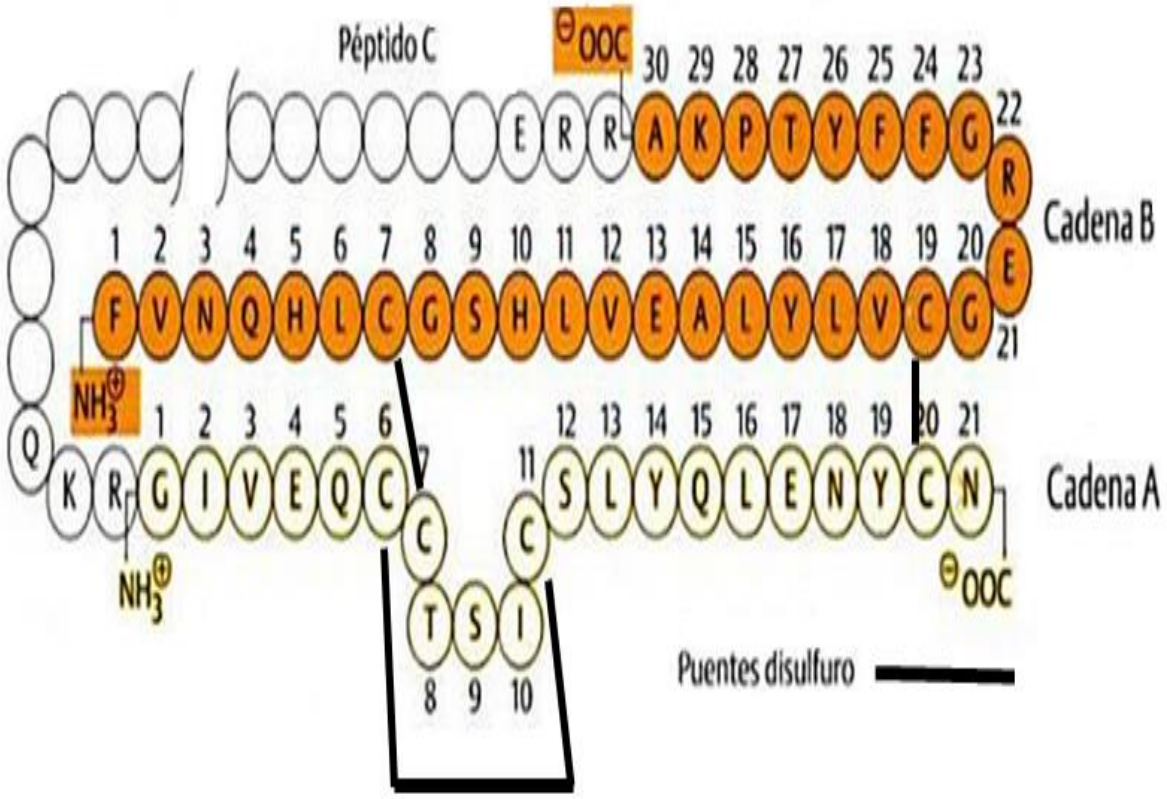


Figura 1. Estructura de la Insulina. Tomada y modificada de: Koolman J. 2004 [19]. Está formada por una cadena A de péptidos con 21 aminoácidos, una cadena B con 30 aminoácidos, un enlace disulfuro en la cadena A y dos enlaces disulfuro entre las dos cadenas.

2.2.3. BIOSINTESIS

La insulina se sintetiza en las células beta de los islotes de Langerhans del páncreas, a partir de una cadena de 110 aminoácidos llamada preproinsulina con un peso molecular de 11,500 Daltons, que ingresa a la luz del retículo endoplasmico rugoso. A partir de esta cadena se forma otra cadena denominada proinsulina, formada de 86 aminoácidos con un peso molecular de 900 Daltons, compuesta por insulina y el péptido C, que se transporta al aparato de Golgi, donde se almacena. Las endopeptidasas PC2 y PC3 eliminan de la molécula los aminoácidos 31, 32, 64 y 65 y separan el péptido C de la insulina.

En el interior del gránulo la insulina cristaliza en hexámeros, para lo que necesita zinc y un medio ácido que facilita la formación de cristales y la conversión de proinsulina a insulina. La insulina y el péptido C se almacenan en gránulos de las células β para su secreción. A la circulación se liberan volúmenes equimolares de insulina y péptido C **[9,18, 33].**

2.2.4. SECRECIÓN

El proceso de secreción de insulina está regulado mediante señales generadas por nutrientes, neurotransmisores y hormonas. Entre los nutrientes la glucosa es el principal regulador fisiológico de la secreción de insulina **[9]**. La glucosa penetra en las células β mediante un transportador tipo GLUT 2, que permite la entrada rápida de la misma a concentraciones fisiológicas. En el interior de la célula sufre una fosforilación a glucosa 6 fosfato mediante una glucoquinasa. La glucosa 6 fosfato es el paso inicial del metabolismo de la glucosa, cuya finalidad es la producción de adenosín trifosfato (ATP). El incremento ATP/ADP cierra los canales de K^+ dependientes de ATP, de forma que el k^+ se acumula en el interior de la célula, lo que produce la despolarización de la membrana celular, con lo que se abren sus canales de Ca^{+2} y la entrada de dicho catión en la célula, que estimula vesículas intracelulares que contienen insulina para que se fusionen con la membrana plasmática y liberen la insulina mediante exocitosis (**Figura 2).** La secreción de insulina también es estimulada por el aumento de la concentración plasmática de aminoácidos, AGL y cuerpos cetónicos **[9,16, 20].**

SECRECIÓN DE INSULINA

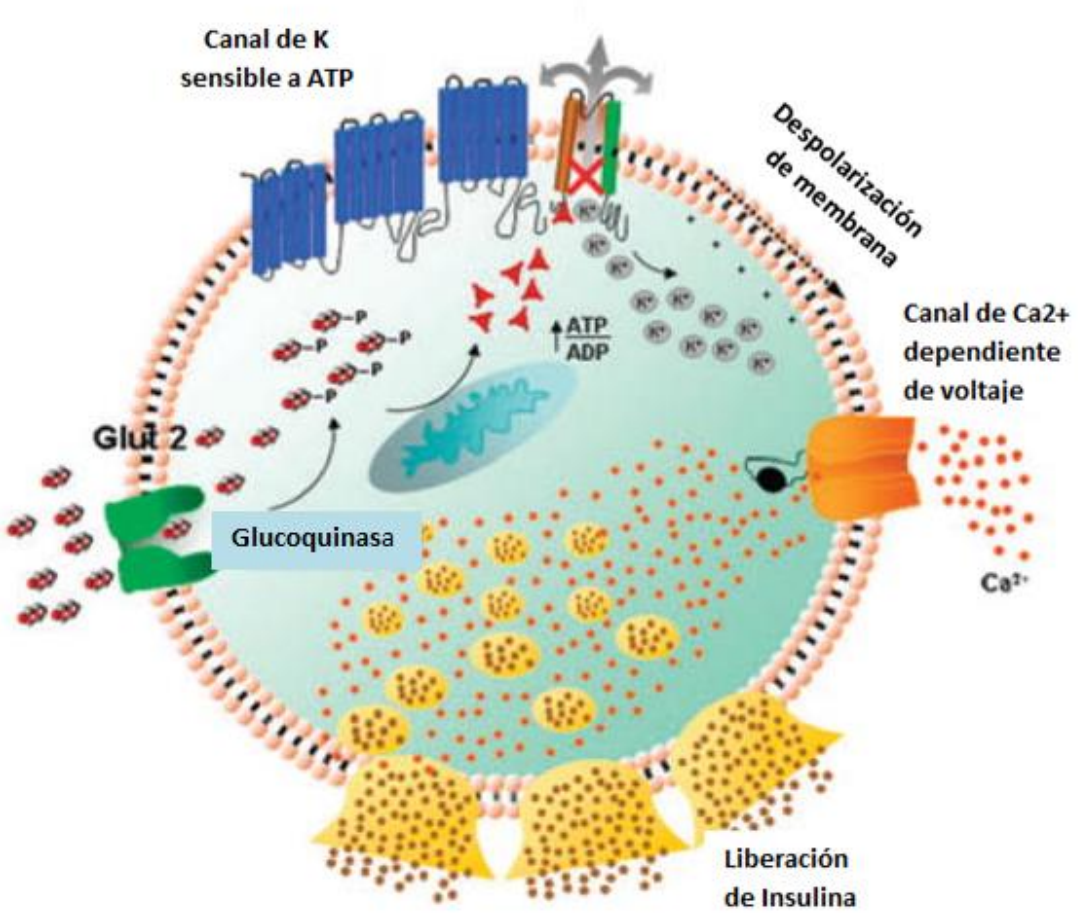


Figura 2. Secreción de insulina. Tomada y modificada de: Sattiraju S 2008 [25]. 1) Un aumento de la glucosa en sangre hace que entre más glucosa a las células β de los islotes de Langerhans, lo que da por resultado 2) Aumento de la producción de ATP. 3) Esto cierra canales de K^+, de modo que los iones k^+ no pueden abandonar la célula. 4) Esto produce una despolarización, que 5) Abre canales de Ca^{2+} sensibles a voltaje, lo que permite la entrada de Ca^{2+} hacia el citoplasma. 6) El Ca^{2+} estimula vesículas intracelulares que contienen insulina para que se fusionen con la membrana plasmática y liberen la insulina mediante exocitosis.

2.3. HOMEOSTASIS DE LA GLICEMIA PLASMÁTICA.

La homeostasis de la glucosa en ayuno es consecuencia de un fino equilibrio entre su producción endógena (glucogenólisis y gluconeogénesis) y su captación periférica para su almacenamiento o la producción de energía (glucogénesis, lipogénesis y glicolisis, respectivamente). Por otro lado, la homeostasia de la glucosa postprandial depende además, de su absorción intestinal. Esta homeostasis, es regulada principalmente por dos hormonas con efecto antagonista: la insulina y el glucagón. Por un lado, la insulina induce un efecto anabólico, promoviendo la captación periférica e la glucosa dentro el tejido insulinodependiente como: músculo esquelético, el hígado y el tejido adiposo, activando la glucogénesis y lipogénesis. Mientras que el glucagón, induce un efecto catabólico, activando la glucogenólisis y la gluconeogénesis, lo que resulta en la liberación de glucosa al torrente sanguíneo **[21].**

HOMEOSTASIS DE LA GLICEMIA PLASMÁTICA

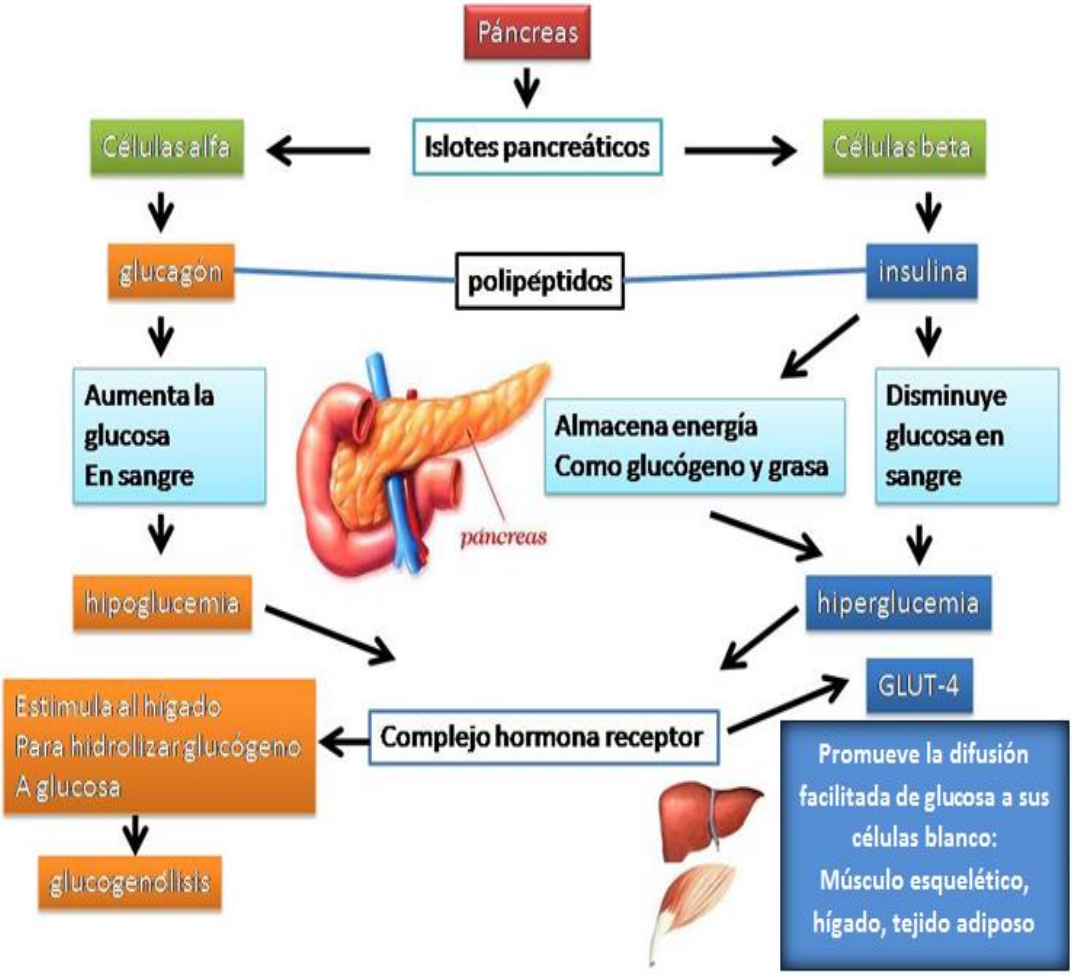


Figura 3. Homeostasis de la Glicemia Plasmática. Mapa conceptual sobre el origen, células blanco y función. Tomada de: Castro G S 2013 [22]. Cuando la glucemia plasmática disminuye, las células α pancreáticas secretan glucagón al torrente sanguíneo el cual en hígado promueve la producción y liberación de glucosa activando la glucogenólisis y gluconeogénesis, reestableciendo, de esta manera, la glicemia plasmática. Al aumentar la glicemia plasmática, las células β pancreáticas secretan insulina, esta a su vez actúa sobre sus tejidos blanco promoviendo la captación de glucosa y a su vez, reestableciendo los niveles de glucosa a valores fisiológicos **[21].**

2.4. EPIDEMIOLOGIA MUNDIAL Y NACIONAL DE LA DIABETES

La diabetes se perfila como una de las grandes epidemias del siglo XXI. Aumenta considerablemente su prevalencia sobre todo a expensas de la DT2, que representa del 90 al 95% de todos los casos de diabetes. Según la OMS, en el año 2002 existían 3,000 personas con diabetes por cada 100,000 habitantes, y se producen 190 casos nuevos al año. Las previsiones de la OMS para el año 2030 son de 366 millones de diabéticos en todo el mundo. Según la Federación International de Diabetes (IDF), se estima que el número de individuos con diabetes se incrementará desde los 240 millones del año 2007 hasta los 380 millones que habrá en el año 2025 y para el 2030 serán 439 millones, lo que representa el 7.7% de la población adulta de 20 a 79 años de edad en el mundo, **[9, 24].**

De acuerdo a los resultados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 (ENSANUT), la prevalencia nacional de diabetes mellitus en hombres y mujeres adultos de más de 20 años fue de 9.2%, lo que representa 3.6 millones de casos prevalentes de los cuales 77% contaba con diagnóstico médico previo. La prevalencia fue ligeramente mayor en mujeres (7.8%) respecto a los hombres (7.2%) **[14, 26].**

2.5. FACTORES DE RIESGO DE LA DT2

Los factores de riesgo asociados con DT2 son **[12, 23, 30, 34, 38]:**

- Sobrepeso y obesidad.
- Sedentarismo.
- Familiares de primer grado con diabetes.
- >45 años de edad.
- Las mujeres con antecedentes de productos macrosómicos (>4 kg) y/o con antecedentes obstétricos de diabetes gestacional.
- Mujeres con antecedente de ovarios poliquísticos.
- Hipertensión arterial (≥140/90).
- Dislipidemias (colesterol HDL ≤35 mg/dl, triglicéridos ≥250 mg/dl).
- IMC ≥ 25Kg /m^2.
- ICC >0,90 y 0,85 para hombres y mujeres, respectivamente.
- Peso corporal excesivo (especialmente alrededor de la cintura).
- A1C ≥ 6.5%.
- Otras condiciones clínicas asociadas con resistencia a la insulina (acantosis nigricans).
- Trastornos en la tolerancia a la glucosa: IGT o IFG, en exámenes previos.
- Bajo nivel de actividad.
- Dieta deficiente.
- Antecedentes de complicaciones cardiovasculares.
- Pertenecer a un grupo étnico con alta prevalencia.

3. JUSTIFICACIÓN

El municipio de Chimalhuacán, Estado de México, es un área cerca de la zona metropolitana, en el que se asientan comunidades en condiciones precarias y donde más de la mitad de la población se encuentra en situación de pobreza, procedentes de distintos puntos de la República, donde se calcula que cada año llegan hasta 50 mil nuevos residentes, por lo que es una comunidad representativa de México (es un mosaico del país), para buscar la susceptibilidad a padecer diabetes.

En el Estado de México la principal causa de muerte es la diabetes mellitus (17.98%), clasificada como una enfermedad crónico degenerativa y reducir este tipo de enfermedad es uno de los desafíos para las instituciones de salud.

Derivado de la trascendencia y el impacto de esta enfermedad crónica, se requiere la conformación de una cohorte de pacientes con DT2 en Chimalhuacán que permita el estudio metabólico y genético de esta enfermedad, y donde también se puedan implementar proyectos de intervención que ayuden a proporcionar una mejor calidad de vida a estos pacientes.

4. OBJETIVO GENERAL

Conformar una cohorte de pacientes con DT2 en el municipio de Chimalhuacán.

4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el estado metabólico de la población de estudio, mediante pruebas bioquímicas (glucosa, Urea, CREA, CT, TG, AU, CT, LDL, HDL, VLDL, ALT, AST, LDH, PT, ALB, BT, BD y Hb A1c) y mediciones morfométricas.
- Analizar factores de riesgo para DT2 en la población de Chimalhuacán.

5. METODOLOGIA

5.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio de cohorte en la población adulta de Chimalhuacán, en el Estado de México.

5.2. POBLACIÓN DE ESTUDIO

El muestreo fue por conveniencia, por el tipo de estudio no requirió cálculo del tamaño de la muestra. La población fue reclutada a través de una invitación a la población de Chimalhuacán, en la que se solicitó que todas las personas adultas diabéticas fueran acompañadas con un familiar adulto no diabético en el periodo de 17 de Septiembre al 17 de Octubre de 2013 a la UNEME.

6. CRITERIOS DE SELECCIÓN

6.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

- Diabéticos acompañados con un familiar no diabético.
- Que vivan en Chimalhuacán, en el estado de México.
- Tener un ayuno mínimo de 10 a 12 horas.
- Sin restricción de género.
- Firmar consentimiento informado.

6.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Menores de edad.
- Los adultos que no quieran participar.
- Embarazadas.
- Personas que no firmen la carta de consentimiento.
- Personas que no sean familiares.

6.3. CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

- Muestras insuficientes.
- Muestras no identificadas.

7. DATOS ANTROPOMETRICOS

La presión arterial (PA), se evaluó mediante baumanómetro digital modelo: HEM-631-INT. A cada participante se le medió la cintura, la cadera en centímetros (cm), el peso en kilogramos (kg) y la talla en metros (m), para calcular el índice de masa corporal (IMC), e índice cintura cadera (ICC).

8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados de las variables bioquímicas se procesaron en el paquete estadístico SPSS versión 21. Se utilizó la t de Student-test para comparar las variables y las pruebas AU, Glucosa, TG, Urea, VLDL, BD y ALT se transformaron, cuando era necesario. CREA, BT, BI, AST, ALB y PT se compararon utilizando la prueba no paramétrica de Mann-Whitney, porque la normalidad no podían ser asumida.

9. MATERIAL Y EQUIPO

Se empleó Equipo Hitachi Roche: Modular EVO (Enzimático colorimétrico) (**Figura 4**). Controles: Nivel bajo, normal y alto, Calibradores kit de reactivo marca Roche.

Figura 4. Modular EVO ISE 900 P800. Hitachi Roche.

9.1. DETERMINACIONES BIOQUÍMICAS

Para las determinaciones bioquímicas, a los participantes se les pidió un ayuno de 10 a 12 horas, a los cuales se tomaron dos tubos de sangre venosa, uno tubo con EDTA y otro sin anticoagulante. Se determinó la concentración sérica por el método enzimático-colorimétrico de: Glucosa, AU, CT, TG, HDL, LDL, VLDL, PT, ALB, CREA, BT, BD y BI. La concentración de AST, ALT, LDH, Hb A1c y Urea fue medido por método fotométrico, turbidimétrico y cinético, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

10. RESULTADOS

La toma de muestra se llevó a cabo en el Municipio de Chimalhuacán, Estado de México, en el laboratorio de la UNEME. **(Figura 5).**

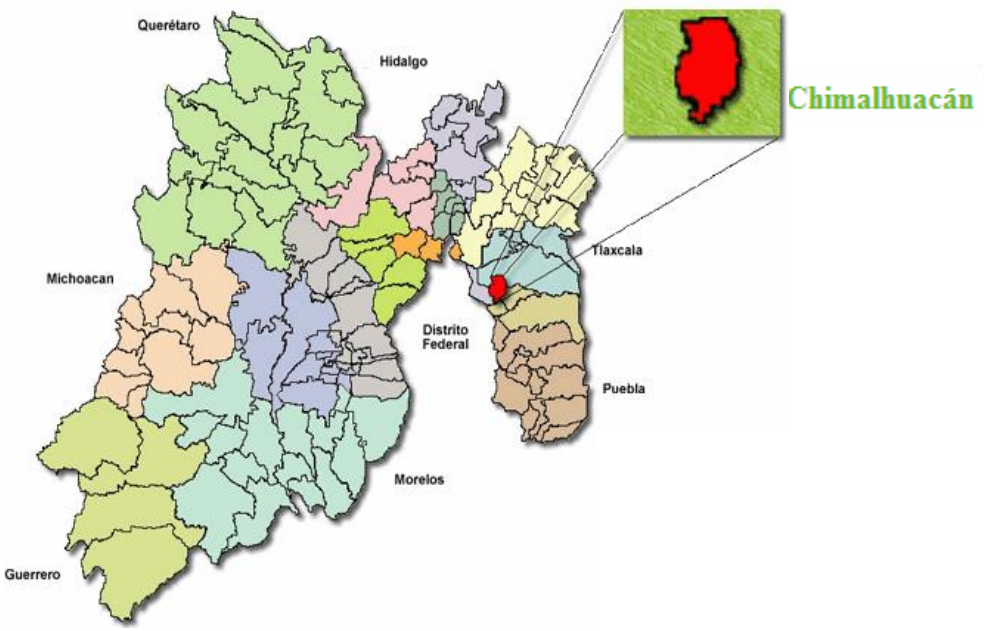
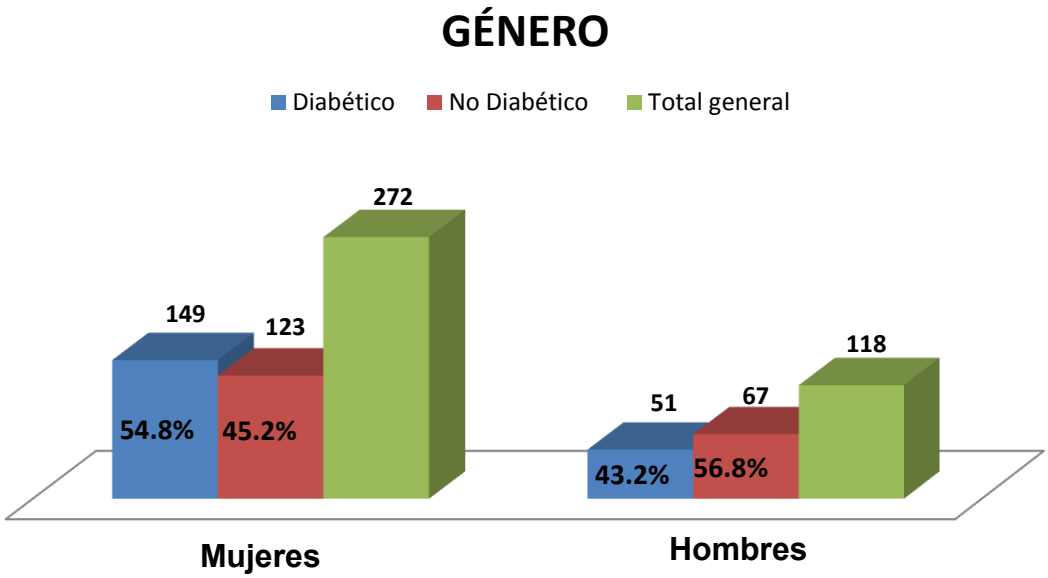


Figura 5. Muestra la ubicación de Chimalhuacán, en el Estado de México.

En el presente estudio se reclutaron 390 adultos, de los cuales el 30.3% fueron hombres y 69.7% mujeres, de acuerdo a ENSANUT (2012) es superior la participación de la mujer que la del hombre, 195 tenían el diagnóstico previo de diabetes y 195 eran familiares no diabéticos de los participantes, la edad de los integrantes oscilo entre 18 y 82 años.

De las 272 mujeres participantes, 149 (54.8%), corresponde a pacientes diabéticas y 123 (45.2%), no diabéticas. El total de hombres que participaron fue de 118, de los cuales 51 (43.2%) son diabéticos y 67 (56.8%) son participantes no diabéticos.



Gráfica 10.1. Representación del género

De acuerdo al origen del fenómeno migratorio encontramos que los participantes procedían de diferentes estados de la república, siendo el Distrito Federal el principal sitio de procedencia con 35.38%, los nativos del Estado de México corresponden al 27.2%, estas frecuencias concuerdan con lo reportado en ENSANUT 2012 **[26]. (Tabla 10.1).**

Tabla 10.1. Procedencia de los participante en el estudio

Estado de origen	**Total (Participantes)**	**(%)**
Aguascalientes	1	0.26
Chiapas	3	0.77
Distrito Federal	138	35.38
Durango	1	0.26
Guerrero	12	3.07
Guanajuato	9	2.3
Hidalgo	12	3.08
Jalisco	4	1.03
México	106	27.2†
Michoacán	6	1.54
Morelos	1	0.26
Oaxaca	31	7.95
Puebla	18	4.62
Querétaro	4	1.03
San Luis Potosí	6	1.54
Tamaulipas	3	0.77
Tlaxcala	4	1.03
Veracruz	13	3.33
Zacatecas	5	1.28
(en blanco)*	13	3.33
TOTAL	**390**	**100**

***** Pacientes que no contestaron en el cuestionario.
† El 18.87% son nacidos en Chimalhuacán.

Las características antropométricas de los 390 participantes se presentan en la tabla 10.2. La población se dividió en dos grupos: No diabéticos y diabéticos.

Ambos grupos presentan un alto porcentaje de sobrepeso y obesidad tomando en cuenta el IMC, así como los parámetros de CA e ICC, los cuales fueron superiores a los valores de referencia. En cuanto a la PA, el grupo de los diabéticos presentó valores significativamente más altos que los no diabéticos, en el momento de la cita.

Tabla 10.2. Variables antropométricas de la población general.

Variable	**No Diabéticos n=190**	**Diabéticos n=200**	**Valor de Referencia**
	IMC (Kg/m^2)		
Bajo peso	n=3(1.6) 17.4± 0.36		**≤ 18.49**
Peso normal	n=51(26.8) 22.8±1.5	n=52(26.0) 23.2±1.4	**18.5-24.99**
Sobrepeso	n=73(38.4) 27.7±1.4	n=77(38.5) 27.5±1.4	**25-29.99**
Obesidad	n=63(33.2) 34.3±3.3	n=71(35.5) 33.9±3.6	**≥30**
	CA (cm)		
Hombres	96.34±13	97 ±7.9	**<90**
Mujeres	96±12.4	98.7±12.3	**<80**
	ICC		
Hombres	0.92±0.06	0.96±0.05	**<0.9**
Mujeres	0.89 ±0.06	0.92±0.05	**<0.85**
	PA (mmHg)		
PAS	115.9±14.6	127.6±19*	**≤140**
PAD	73.3±9.5	77±10*	**≤90**

Datos en %, Media ± DE, IMC, índice de masa corporal; CA, Cintura abdominal; ICC, índice cintura cadera; PA, PAS, PAD; presión arterial, presión arterial sistólica, presión arterial diastólica. *p<0,05 comparación entre participantes no diabéticos y diabéticos.

Las variables bioquímicas se reportan en la tabla 10.3. Las pruebas que mostraron significancia estadística en el grupo de diabéticos fueron: Glucosa, Urea, CREA, CT, TG, LDL, VLDL, observándose que las concentraciones son mayores que en el grupo no diabético, en el caso del AU y la ALB las concentraciones son mayores en el grupo no diabético como se muestra en la tabla de comparación.

Tabla 10.3. Variables bioquímicas de la población adulta clasificadas en no diabéticos y diabéticos.

Variable	No Diabéticos	Diabéticos	Valores de referencia	p
Glucosa (mg/dL)	90±10	180±77	70-100	($1x10^{-7}$)*
Urea (mg/dL)	26±9	36±27	16.6-48.5	($1x10^{-7}$)*
CREA(mg/dL)	0.84(0.74-0.88)	0.85(0.77-0.9)	0.50-0.90	(0.005)*
Á Ú (mg/dL)	5.5±1.5	5±1.7	3.40-7.00	($1.7x10^{-4}$)*
CT (mg/dL)	176±36	194±47	<200	($2.1\ x10^{-5}$)*
TG (mg/dL)	167±148	205±126	<150	($1.1\ x10^{-5}$)*
LDL (mg/dL)	112±30	123±39	<130	($1\ x10^{-3}$)*
HDL (mg/dL)	43±11	43.5±12	Hombres > 40 Mujeres > 50	0.503
VLDL (mg/dL)	33±30	41 ±25	5-40	($1x10^{-5}$)*
BD (mg/dL)	0.16±0.14	0.14±0.07	0.10-1.20	0.598
BT(mg/dL)	0.51(0.39-0.73)	0.51(0.38-0.67)	0.0-1.10	0.438
BI (mg/dL)	0.4(0.3-0.55)	0.4(0.3-0.5)	0.10-1.00	0.194
ALB (mg/dL)	4.4(4.2-4.6)	4.2(4.0-4.4)	3.97-4.94	($1x10^{-7}$)*
P T (mg/dL)	7.0(6.0-7.3)	7.0(6.7-7.3)	6.6-8.7	0.335
LDH (U/L)	323±53	330 ±63	240-480	0.242
AST (U/L)	19.7(6.6-25)	20.4(15.8-27.5)	4-40	0.698
ALT (U/L)	28±22	26 ±14	10-50	0.731

Se utilizó media ± DE y mediana (percentil 25-75). *p<0,05 comparación entre participantes no diabéticos y diabéticos.

En la tabla 10.4 se muestran algunos factores de riesgo para ambos grupos, como glucosa alterada en ayuno (GAA), dislipidemia, CA, PA y Hb A1c, mayor al punto de corte.

Tabla 10.4. Factores de Riesgo de la población de estudio.

Prueba	No diabéticos (%)	Diabéticos (%)	Valores de referencia	Referencia
GAA	16,8		100 a 125 mg/dL	ADA
Hipercolesterolemia	22,6	39,0	CT > 200 mg/dL	NOM-037-SSA2-2002
Hipertrigliceridemia	40,0	60,0	TG >150 mg/dL	NOM-037-SSA2-2002
Hipoalfalipoproteinemia	24,0	22,5	HDL < 35 mg/dL	NOM-037-SSA2-2002
Colesterol LDL	26,0	36,5	LDL > 130 mg/dL	NOM-037-SSA2-2002
CA Hombres	67,2	78,4	> 90 cm	NOM-015-SSA2-2010
CA Mujeres	91,0	95,0	> 80 cm	
PAD	7,4	10,5	≤ 90 mm de Hg	NOM-030-SSA2-2009
PAS	5,8	26,0	≤ 140 mm de Hg	NOM-030-SSA2-2009
HbA1c		9,3	≤ 6,5	ADA

Datos en %, GAA, glucosa alterada en ayuno; CA, Cintura abdominal; PAD, PAS, presión arterial diastólica, presión arterial sistólica; ADA, Asociación de Diabetes Americana, entre participantes no diabéticos y diabéticos.

11. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

En este estudio para la conformación de una cohorte se reclutaron un total de 390 individuos, de los cuales 195 personas se asumían no diabéticas y 195 diabéticas, sin embargo al realizar las pruebas bioquímicas se determinó que 5 (2,6 %), de los participantes no diabéticos presentaron una glucosa plasmática en ayuno mayor al punto de corte recomendado por la ADA que es ≤126 mg/dL. El estudio se dividió en dos grupos: 190 no diabéticos y 200 diabéticos. Encontramos que el 100% de los no diabéticos refiere que tiene algún familiar con diabetes y el 81.5 % de diabéticos tienen algún familiar con antecedentes de diabetes. Es interesante hacer notar que en el grupo de no diabéticos las personas refirieron presentar dolor de huesos, colitis, gastritis, asma, pancreatitis, depresión, ansiedad, vista borrosa, además que presentan hiperuricemia, por la parte del grupo de diabéticos refirieron que además de los síntomas de los no diabéticos presentan osteopenia, depresión, neuropatía, retinopatía y daño renal que son complicaciones de la diabetes.

De acuerdo con las mediciones antropométricas del grupo de no diabéticos se encontró que presentan Factores de Riesgo (FR), para el desarrollo de Síndrome Metabólico (SM) el cual predispone al desarrollo de ECV y DT2, entre estos factores se encuentran el sobrepeso y obesidad, medido con el IMC, así, tenemos que más del 70% de la población en estudio tienen sobrepeso y obesidad. El 67.2% de los hombres y el 91% de mujeres tienen obesidad central, medido como CA. Existen evidencias como las mencionadas por Crepaldi, et al. **[34]**, donde informa que los adultos con obesidad muestran un riesgo de presentar ECV y que

el componente “esencial” es la obesidad central, medida mediante el perímetro de la cintura.

En el grupo de diabéticos se encontró también un alto porcentaje de sobrepeso y obesidad con más del 70%, de los cuales el 78.4% fue para hombres y un 95% para mujeres con obesidad central, lo que indica que además tienen factores de riesgo para desarrollar ECV. Para los pacientes que no presentaron sobrepeso y obesidad en ambos grupos no se descarta que presenten riesgo a su salud aunque su IMC sea bajo lo cual puede deberse al tiempo de evolución de la enfermedad. Sin embargo, observamos que presentan valores de CA alto, esto está acorde con lo que refiere Crepaldi, et al. **[34]**, ya que sus hallazgos sugieren que el perímetro de la cintura podría resultar altamente útil como índice de adiposidad; para medir el perímetro de la cintura tan sólo se requiere una medición sencilla, mientras que para calcular el IMC es necesario medir el peso y la altura y realizar cálculos. Además Eckel, et al. **[35]**, citan que el IMC no es una medida fiable de obesidad, por ejemplo, en personas ancianas, debido a los cambios de altura que acompañan a la edad avanzada y a la diferencia en la proporción entre la masa de tejidos adiposos y magros en comparación con la de los jóvenes adultos. También se ha demostrado que, en personas con el mismo IMC, quienes tienen un perímetro de cintura mayor corren un mayor riesgo de enfermedad cardiaca que quienes tienen la cintura más pequeña, debido a que tienen una mayor cantidad de tejido adiposo abdominal. Este tejido adiposo es el factor clave de riesgo del SM. Por lo tanto queda claro que la medición del perímetro de la

cintura y el IMC no predicen por igual el riesgo de trastornos metabólicos. El perímetro de la cintura es el mejor de los dos.

El ICC en el grupo de no diabéticos fue de 0,92 y 0,89, en el grupo de diabéticos fue de 0,96 y 0,92 para hombres y mujeres respectivamente, estos resultados son mayores al punto de corte recomendado por la OMS **[36]**, que indica que debe estar entre 0,90 y 0,85; lo que es un factor de riesgo para desarrollar ECV para ambos grupo, esto concuerda con lo reportado por Olguín, et al. **[37]**, que menciona que la circunferencia de la cintura es un indicador del tejido adiposo en la cintura y en el área abdominal; la circunferencia de cadera es un indicador del tejido adiposo que está sobre los glúteos y la cadera. Por lo tanto, el cociente provee un índice de distribución de adiposidad relativa en los adultos: cuanto más alto sea el cociente, mayor será la proporción de adiposidad abdominal y un alto riesgo de desarrollar ECV, que coincide con lo reportado por Gómez, et al, que definen los factores de riesgo en adultos. **[39].**

En cuanto a las pruebas bioquímicas encontramos para el grupo de no diabéticos que el 16,8% presentan una glucosa alterada en ayunas, debido a que la glucosa plasmática en ayuno se comparó con el punto de corte recomendado por la ADA, cuyo valor es de 100 a 125 mg/dL, que aunado al sobrepeso y obesidad que presentan se sugiere que es una población de riesgo para desarrollar diabetes, como lo marca la NOM-015-SSA2-2010, que indica que el sobrepeso y la obesidad son factores de riesgo para la diabetes y otras enfermedades crónicas. Además se encontró que el 22.6% presenta hipercolesterolemia, (CT> 200mg/dL); 40% hipertrigliceridemia (TG > 150mg/dL); 24% hipoalfalipoproteinemia (HDL< 35

mg/dL); 26 % con LDL > 130 mg/dL, acorde al punto de corte de NOM-037-SSA2-2002, factores que aumentan la probabilidad de padecer igualmente diabetes y ECV **[40].**

Para la población no diabética en el perfil renal se encontró que algunas personas presentaban alteraciones en las pruebas de urea (1.6%), creatinina (2.6%), AU (15.8%), y PAD (7.4%), PAS (5.8%) con valor superior como lo marca la NOM-030-SSA2-2009 **[41],** cuyo valor debe estar entre ≤90/140 mm de Hg; lo que nos indica que esta población aunque no tiene diabetes si puede presentar otro tipo de patologías toda vez que en este grupo se observó que el 15.8% tenían AU mayor al valor de referencia, propuesto por el laboratorio. Estudios en diferentes poblaciones muestran que la hiperuricemia se relaciona con la presencia de SM, como lo muestra Campos, et al. **[42].**

En el perfil hepático se realizaron las determinaciones de BD, BT, BI, ALB, PT, LDH, AST y ALT, para este grupo de no diabéticos no existieron alteraciones en estos parámetros, pero debido a que existen FR como la dislipidemia y obesidad, estos pueden influir a desarrollar hígado graso, esto concuerda con lo reportado por Méndez, et al. **[43],** que muestra que existen cambios muy bien definidos que desencadenan el daño citopático, tales como la acumulación de lípidos dentro de los hepatocitos, principalmente en forma de triglicéridos, y que en torno a la distribución de grasa corporal, la relación cintura/cadera es uno de los factores que más influyen en el incremento del riesgo relativo de desarrollar esteatosis hepática.

En el grupo de diabéticos se obtuvo concentraciones séricas de glucosa desde 60-374 mg/dL, en el perfil renal las pruebas de urea (13.5%), creatinina (22.0%), AU (11.5%), PAD (10.5%) y PAS (26%), el porcentaje de personas que presentaron alteraciones fue más elevado en comparación con los no diabéticos, lo que nos indica que en esta población están apareciendo las complicaciones secundarias de la diabetes. Se conoce que la hipertensión acelera el progreso de la aparición de la enfermedad renal y los valores de glucosa aumenta el riesgo de que una persona con diabetes sufra insuficiencia renal, **[44].**

Este grupo presento un 39% de personas con hipercolesterolemia, (CT> 200mg/dL); 60% con hipertrigliceridemia (TG > 150mg/dL); 22.5% con hipoalfalipoproteinemia (HDL< 35 mg/dL) y 36.5% con LDL > 130 mg/dL, lo que implica también una probabilidad alta de padecer ECV. Estos resultados en conjunto sugieren que este grupo no tiene un buen control de la enfermedad, lo que puede corrobarse con la prueba de hemoglobina glicosilada, ya que esta ofrece una visión de los niveles de glucemia de los últimos 120 días y refleja el control o descontrol de un paciente diabético, así este grupo en promedio tiene un 9.3% de HbA1c cifra muy superior a la sugerida por la ADA, que indica que un paciente con buen control glucémico debe presentar una HbA1c <7%. López, et al. **[45]**, indica que los valores de hemoglobina glicosilada tienen relación directa con el desarrollo de enfermedades micro/macrovasculares, en esta población observamos que ya se presentan complicaciones secundarias y que el 31.5% ya tiene complicaciones como la nefropatía diabética, la retinopatía y la neuropatía diabética debido a un insuficiente control metabólico.

12. CONCLUSIÓN.

Como resultado de la investigación es posible concluir que los pacientes diabéticos en esta población no llevan un buen control de la enfermedad, que se corrobora con la alta concentración de HbA1c, lo cual lleva a la aparición de las complicaciones secundarias de la diabetes.

Por otro lado en la población no diabética existen factores de riesgo como glucosa alterada en ayunas, sobrepeso, obesidad y dislipidemias para desarrollar diabetes en un futuro, por lo que será muy interesante el seguimiento de esta cohorte.

12.1. PERSPECTIVAS

Se espera que con esta cohorte se profundice en el conocimiento de factores genéticos y ambientales (analizar la composición de grupo de alimentos, estilo de vida, etcétera), que puedan predisponer al desarrollo de la DT2, lo cual podría beneficiar en un futuro a la población en la prevención y tratamiento de esta enfermedad en el municipio de Chimalhuacán.

13. BIBLIOGRAFÍA

1. Bando Municipal De Chimalhuacán, Estado de México. 2014: 9, 15.
2. Chimalhuacán, Historia de nuestro municipio. 2014. Disponible en : http://www.chimalhuacan.gob.mx/historia.php
3. Pérez A. Marginación urbana, El caso del oriente mexiquense. México: Porrúa; 2010: 10,13-16.
4. Pérez A. Marginación urbana, El caso del oriente mexiquense. México: Porrúa; 2014: 194-199, 204, 215-216, 220-223,226, 228-232, 234-238, 241-244, 254-262, 264-269.
5. Segundo Informe de Gobierno, 2014. Telésforo García Carreón Presidente Municipal Constitucional de Chimalhuacán: 6-7,11, 15-16, 20-24.
6. Plan de Desarrollo Municipal de Chimalhuacán 2013-2015:15-19, 26-28.
7. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Censo de Población y Vivienda 2010.
8. Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral el Estado de México (IGECEM); 2013: 2,6-8.
9. Jara A. Endocrinología. 2ª Ed. Madrid-México: Médica Panamericana; 2011: 617- 625, 638-661.
10. American Diabetes Association. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus Diabetes Care. 2013; 36 (1): S67-S74.
11. Guía Práctica Clínica GPC. Diagnóstico y Tratamiento de la Diabetes Mellitus tipo 2. Evidencia y Recomendaciones. IMSS-XXX-XX. Actualización 2012: 10-11.

12. NORMA Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-2010. Para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus.
13. Programa Nacional de Salud. Por un México sano: construyendo alianzas para una mejor salud. México: 2007-2012: 7,17, 28-29.
14. Guía Práctica Clínica sobre Diabetes tipo 2.España: 2008: 38-39.
15. Bustillo E, Pérez Y, Pérez R, Brito A, González A, García J. Prevalencia de diabetes mellitus y de la glucemia alterada en ayunas en un área de la Ciudad de Sancti Spíritus. Cuba: 2010.
16. Fox S. Fisiología Humana. 12ª Ed. México: Mac Graw Hill; 2011: 670-678.
17. Voet D, Voet J. Bioquímica. 3a Ed. Argentina: Panamericana; 2006: 1108.
18. Mendoza N. Farmacología Médica. México: Panamericana; 2008:379-381.
19. Koolman J, Heinrich K Bioquímica texto y atlas. 3ª Ed. España: Panamericana; 2004: 77.
20. Vélez H. Endocrinología. 6a Ed. Colombia: Corporación para investigaciones biológicas; 2004: 248.
21. Méndez H. Polimorfismos genéticos asociados a diabetes tipo 2: Revisión bibliográfica. México: UNAM; 2013: 30.
22. Castro S. Fisiología. 2013. Disponible en: http://sebasjimmy.blogspot.mx/2013_01_01_archive.html.
23. American Diabetes Asociation. Las nuevas recomendaciones para la práctica clínica sobre diabetes. 2013. Disponible en: www.intramed.ned/contenidover.asp?contenidoID=78712.

24. Sistema nacional de Vigilancia Epidemiológica. Subsecretaria de prevención y promoción de Salud, Boletín Epidemiológico Diabetes Mellitus Tipo 2, Primer trimestre 2013: 1- 25.
25. Sattiraju S, Reyes S, Kane C, Terzic A. K_{ATP} Channel pharmacogenomics: from bench to bedside. Clinical Pharmacologi & Therapeutics, 2008. 83 (2): 354-357.
26. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (Resultados Nacionales) 2012: 108-115.
27. Instituto de Salud del Estado de México. 2012.Disponible en internet: http://salud.edomexico.gob.mx/html/article.php?sid=205
28. García H. Evaluación molecular de los genes nkx2.2, nkx6.1 y kir6.2 en pacientes diabéticos tipo 2. Tesis, México: UNAM; 2010: 46.
29. González L, Flores V, Vélez M. Valoración de factores de riesgo para DM2 en una comunidad semiurbana de la ciudad de México. Rev Enferm IMSS 2004; 12 (2): 65-70.
30. Aguilar C. Diabetes Mellitus tipo II, Nivel de conocimiento, apoyo familiar en control metabólico de pacientes del Cessa de tierra colorada. Tesis, México: UNAM; 2009: 15-16.
31. Gavilán E, Goitia J, Irala R, Luzuriaga G, Rodríguez S, Costa A, Brandan C. Valoración del índice cintura-cadera y su correlación con el riesgo cardiovascular en un hospital de la ciudad Corrientes. Servicio de Cardiología Hospital Escuela J. de San Martín. Argentina. Disponible en: http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2002/03-Medicas/M-057.pdf

32. González C, Simental L, Elizondo S, Sánchez J, Gutiérrez G, Guerrero F. Prevalencia del síndrome metabólico entre adultos mexicanos no diabéticos, usando las definiciones de la OMS, NCEP-ATPIIIa e IDF. *Rev Med Hosp Gen Mex, 2008;* 71 (1): 11-19.
33. Mánica E. Valores de péptido C en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 de reciente diagnóstico. Tesis, México: UNAM; 2013:12.
34. Crepaldi G. Maggi S. El síndrome metabólico: contexto histórico. Diabetes Voice. 2006; 51:5-10.
35. Eckel R. Grundy S. Insensibilidad a la insulina y obesidad: la causa subyacente. Diabetes Voice. 2006; 51: 28-30.
36. World Health Organization; WHO, Definition, Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus and its Complications, Department of Noncommunicable Disease. Surveillance Geneva, Editor 1999: 33.
37. Olguín Z. Relación del índice cintura cadera e índice de masa corporal con periodontitis crónica en diabéticos de la Ciudad de Actopan Hidalgo. Tesis, México: UAEH; 2008: 3-4.
38. Zimmet P, Alberti G, Shaw J. Nueva definición mundial de la FID del síndrome metabólico: argumentos y resultados. Diabetes Voice. 2005; 50 (3): 31-33.
39. Gómez A, Rangel L, Álvarez C. Estudio transversal para evaluar el riesgo cardiovascular en los hijos de padres con diabetes mellitus o hipertensión arterial. Semergen. 2012; 38 (5):278-284.
40. NORMA Oficial Mexicana NOM-037-SSA2-2002. Para la prevención, tratamiento y control dislipidemias.

41. NORMA oficial Mexicana NOM-030-SSA2-2009. Para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial sistémica.
42. Campos M, Oliart M, Méndez G, Angulo O. Síndrome Metabólico y su correlación con los niveles séricos de urea, creatinina y ácido úrico en adultos de Veracruz, México. Rev Biomed 2010; 21:67-75.
43. Méndez N, Chávez N, Uribe M. Hígado graso no alcohólico. Nuevos conceptos, México. Rev Invest Clín 2004; 56(1): 72-82.
44. National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. La enfermedad renal en personas con diabetes. 2014. Disponible en internet: www.kidney.niddk.nih.gov/spanish/index_sp.aspx.
45. López E, Oliveira M, Arenas A, Maciá C. Gutiérrez B, Gacimartín M, Venta R. Boletín Informativo. Hemoglobina glicosilada: nuevas indicaciones en la diabetes, 2013; 13 (1): 1-4.

14. A N E X O S

14.1. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.

"Conformación de una cohorte de pacientes con Diabetes tipo 2 en el municipio de Chimalhuacán: Evaluación Bioquímica, Morfometríca y Molecular"

Nombre del participante:_____ __**Edad:**_____

Dirección:_____

Unidades Participantes:
Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química.
Hospital Juárez de México.
Unidad de Especialidades Médicas UNEME, Chimalhuacán.
Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia DIF, Chimalhuacán.

Propósito y antecedentes
Se solicita su participación en este proyecto de investigación, cuyo objetivo principal es profundizar en el conocimiento de factores genéticos que puedan predisponer al desarrollo de la **Diabetes mellitus**, que es una enfermedad que se caracteriza por un aumento de glucosa en sangre y que repercute en una disminución de la calidad de vida de las personas. En este estudio participan la Dra. Marta Menjívar de la **Facultad de Química de la UNAM**, el **Hospital Juárez de México** y la **Unidad de Especialidades Médicas UNEME**, de Chimalhuacán. Es posible que de su participación en este estudio no obtenga un beneficio directo. Sin embargo la identificación de posibles factores genéticos relacionados con la diabetes podría beneficiar en un futuro a otros pacientes que la padecen y contribuir a un mejor conocimiento y tratamiento de esta enfermedad. Su participación en el estudio es totalmente voluntaria, y si usted decide no participar recibirá todos los cuidados médicos que usted precise y la relación con el equipo médico que le atiende no va a verse afectada.
Se le pedirá su consentimiento para que con su sangre se hagan 3 cosas:
1. Que acepte que en el ADN de su sangre se estudien los genes especificados en el estudio "Evaluación de marcadores genéticos de riesgo para desarrollar diabetes tipo 2 en población del municipio de Chimalhuacán", que pueden estar involucrados en la enfermedad que usted padece.

2. Es probable que en un futuro se descubran nuevos genes relacionados con la "Diabetes", por ello se le solicita que autorice al investigador a almacenar su muestra para el estudio de otros genes que se puedan descubrir en el futuro. Si usted acepta autorizar este almacenamiento, se eliminarán de la muestra todos los vínculos con su identidad, antes de guardarla, y no será posible

llegar a conocer su identidad a partir de ella. Esta muestra sólo se utilizará para estudiar genes importantes implicados en la Diabetes y no se realizarán otros estudios con ella.

3. Usted puede también aceptar que en dicha muestra descodificada se realicen otros estudios genéticos de otras patologías diferentes.
Usted puede aceptar que sólo se estudien en su muestra de sangre los genes expresados en el punto 1.
Usted puede aceptar las propuestas de los puntos 1 y 2.
Usted puede aceptar todas las propuestas.
Usted puede decidir no aceptar ninguna de ellas.
Si usted acepta sólo los estudios genéticos descritos en el punto 1, su muestra se destruirá después de completar la prueba. Si usted acepta que se guarde esa muestra para futuros estudios como se describe en el punto 2, el investigador garantizará que guardará y utilizará la muestra hasta que ya no quede más ADN. Una vez desvinculada la muestra no podrá ser destruida, pero no se podrá relacionar con usted.
Usted debe otorgar su consentimiento informado por escrito, indicando qué parte del estudio genético acepta y firmando este documento, antes de la obtención del ADN.

Procedimiento

Si acepto a participar en la toma de muestras, tendrá lugar lo siguiente:

- Me examinarán físicamente, tomarán mis medidas de peso, estatura, cintura y cadera para determinar mi Índice de Masa Corporal (IMC).
- Me someteré a un análisis de laboratorio en el cual me harán una extracción de sangre (el equivalente a 2 tubos de 5mL cada uno). Se me extraerá la sangre para evaluar mi nivel de glucosa, creatinina, colesterol, triglicéridos, ácido úrico, colesterol de baja densidad, colesterol de alta densidad, alanino aminotransferasa, aspartato aminotransferasa, lactato deshidrogenasa, proteínas totales, albúmina, bilirrubinas y examinarán la presencia de genes de predisposición a la diabetes tipo 2.
- Me pedirán que mantenga un ayuno de al menos 12 horas antes de la toma de muestra.
- Me pedirán que responda a un cuestionario para evaluar mis hábitos alimenticios, nivel de estrés y actividad física. En el mismo cuestionario me pedirán algunos datos personales y antecedentes de enfermedades.

Riesgos y molestias
Los riesgos de la extracción de sangre incluyen molestias temporales ocasionadas por la punción con la aguja y hematomas.
Beneficios
Después de la extracción de sangre me serán entregados los resultados Bioquímicos (Glucosa, colesterol, triglicéridos, ácido úrico, creatinina, colesterol de baja densidad, colesterol de alta densidad, alanina aminotransferasa, aspartato aminotransferasa, lactato deshidrogenasa, proteínas totales, albúmina, bilirrubinas) y será de mi conocimiento si soy diabético, propenso a la diabetes o una persona sana.

Confidencialidad

No se revelará la identidad de las personas que participen en el estudio en ningún informe o publicación que se genere a partir de este trabajo.

Consentimiento

1. Yo _____ declaro bajo mi responsabilidad que he leído la hoja de información sobre el estudio y acepto participar en este estudio genético.

2. Se me ha entregado una copia de este consentimiento informado, fechado y firmado. Se me han explicado las características y el objetivo del estudio genético y los posibles beneficios y riesgos que puedo esperar. Se me ha dado tiempo y oportunidad para realizar preguntas. Todas las preguntas fueron respondidas a mi entera satisfacción.

3. Sé que se mantendrá en secreto mi identidad y que se identificará mi sangre y mis muestras de ADN con un número codificado.

4. Soy libre de retirarme del estudio genético en cualquier momento por cualquier motivo, sin tener que dar explicación y sin que repercuta negativamente sobre mi tratamiento médico futuro. Tras ello se procederá a la destrucción de la muestra codificada. Si se hubiera retirado previamente el vínculo de identificación de la muestra, no se podrá relacionar conmigo, de forma que no se podrá destruir.

Punto 1. Yo DOY **/** No DOY mi consentimiento voluntariamente para que se pueda realizar el estudio genético referente a la "Diabetes" en mi muestra de ADN.

Punto 2. Yo DOY **/** No DOY mi consentimiento voluntariamente para que se guarde mi muestra de ADN, con desvinculación de la identidad. Esto permitirá la realización de nuevas pruebas en el futuro cuando se tengan más conocimientos sobre los genes relacionados con la "Diabetes".

Punto 3. Yo DOY **/** No DOY mi consentimiento voluntariamente para que en mi muestra de ADN desvinculada se puedan realizar futuros estudios en otras enfermedades.

Si deseo participar debo firmar a continuación.

_____

Nombre del participante

_____ _____

Firma del participante dd-mmm-aaaa

Fecha

Nombre del testigo:	
Firma:	Fecha: _____ dd-mmm-aaaa
Dirección:	Relación con el participante:

Nombre del testigo:	
Firma:	Fecha: _____ dd-mmm-aaaa
Dirección:	Relación con el participante:

_____

Nombre escrito de la persona que explica el consentimiento

_____ _____

Firma de la persona que explica el consentimiento dd-mmm-aaaa

Fecha

14.2. CUESTIONARIO

Conformación de una cohorte de pacientes con diabetes tipo 2 en el municipio de Chimalhuacán: Evaluación bioquímica, morfometríca y molecular

Datos personales:

Nombre: _____Edad:_____ Fecha de nacimiento: _____
Ocupación: _____Estado Civil: _____Género:_____
Dirección: _____Escolaridad:_____
Origen étnico: _____

Datos antropométricos:

Peso :_____kg Talla:_____ m IMC:_____
Cintura: _____cm Cadera: _____cm ICC:_____
Tensión arterial: _____
Destrostix: _____

Enfermedades:

Diabetes:_____ Hipertensión:_____ Hiperlipidemia:_____
Otra_____

Antecedentes heredofamiliares:

¿Tiene o tuvo algún familiar directo con diabetes mellitus?_____

Recordatorio de 24 horas

Después de que se levantó, ¿qué fue lo primero que comió o bebió?	¿Qué fue lo que comió o bebió a la hora de la comida?	¿Qué fue lo que comió o bebió a la hora de la cena y antes de acostarse?	¿Comió o bebió algún alimento entre comidas? ¿Comió algo en otro lugar?

14.3. DETERMINACIONES BIOQUÍMICAS

14.3.1 Glucosa

Debido al oxígeno del aire, la glucosa se oxida a gluconolactona bajo la acción de la glucosaoxidasa (GOD). Se forma peróxido de hidrógeno que, en presencia de la peroxidasa (POD), oxida la 4-aminofenazona y el fenol a 4-(p-benzoquinona-monoimino)-fenazona. La intensidad del colorante rojo es directamente proporcional a la concentración de glucosa que se mide fotométricamente.

14.3.2. Hemoglobina glicosilada

Hemoglobina A1c

La determinación de HbA1c se basa en el inmunoensayo turbidimétrico de inhibición para sangre completa hemolizada.

- Muestra y adición de R1 (tampón/anticuerpo). La glucohemoglobina (HbA1c) en la muestra reacciona con el anticuerpo anti- HbA1c para formar complejos solubles antígeno-anticuerpo. Debido a que existe un único punto específico de fijación para el anticuerpo anti- HbA1c en la molécula de HbA1c, no se forman complejos insolubles.
- Adición de R2 (tampón/polihapteno) e inicio de reacción:

  Los polihaptenos reaccionan con los anticuerpos anti- HbA1c excesivos y forman un complejo anticuerpo-polihapteno insoluble que puede ser determinado turbidimétricamente.

Hemoglobina

La hemoglobina liberada en la muestra hemolizada se convierte a un derivado que posee el espectro de absorción característico y puede ser medido bicromáticamente.

El resultado final se expresa como HbA1c en % y se calcula a partir del cociente HbA1c/Hb de la manera siguiente:

HbA1c porcentual según el DCCT/NGSP): HbA1c (%)= (HbA1c/Hb) x 91,5 + 2,15.

14.3.3. Urea

La urea es hidrolizada por la ureasa a CO_3^{2-} y amoníaco. A continuación, el amoniaco formado reacciona con el α-cetoglutarato y el dinucleótido de nicotinamida y adenina en su forma reducida (NADH) bajo la acción de la ureasa/glutamato-deshidrogenasa (GLDH) para obtener glutamato y dinucleótido de nicotinamida y adenina en su forma oxidada (NAD+). La reacción de la absorbancia debida al consumo del NADH se mide cinéticamente.

14.3.4. Creatinina

Es una prueba cinética colorimétrica. En una solución alcalina, la creatinina forma un complejo amarillo-anaranjado con el picrato. La tasa de formación del colorante es proporcional a la concentración de creatinina en la muestra.

14.3.5. Ácido Úrico

Es una prueba colorimétrico enzimático. La uricasa despliega al ácido úrico en peróxido de hidrógeno y alantoína, el peróxido reacciona en presencia de peroxidasa (POD), N-etil-N-(2-hidroxi-3-sulfopropil)-3-metilanilina y 4-aminofenazona y forma un colorante de quinona-diimina. La intensidad del color rojo formado es proporcional a la concentración de ácido úrico y se determina fotométricamente.

14.3.6. Colesterol Total

El colesterol se determina enzimáticamente mediante la colesterolesterasa y la colesteroloxidasa. Los ésteres de colesterol se desdoblan por la acción de la colesterolesterasa a colesterol libre y ácidos grasos. La colesteroloxidasa cataliza entonces la oxidación del colesterol a colest-4-en-3-ona y peróxido de hidrógeno.

Bajo la acción catalítica de la peroxidasa, el peróxido de hidrógeno formado reacciona con 4-aminofenazona y fenol para formar un colorante rojo. La intensidad cromática es directamente proporcional a la concentración de colesterol y puede medirse fotométricamente.

14.3.7. Triglicéridos

La determinación de los triglicéridos se basa en un test enzimático colorimétrico. Este método emplea una lipasa lipoproteica obtenida de microorganismos para hidrolizar completa y rápidamente triglicéridos a glicerol, con la oxidación posterior a dihidroxiacetonafosfato y peróxido de hidrógeno. El peróxido de hidrógeno

formado reacciona bajo la acción catalítica de la peroxidasa con la 4-aminofenazona y 4-clorofenol para formar un colorante rojo en una reacción de punto final. La intensidad cromática del colorante rojo es directamente proporcional a la concentración de triglicéridos y puede medirse fotométricamente.

14.3.8. Lipoproteína de alta densidad (HDL)

La cuantificación de HDL se basa en un examen colorimétrico enzimático homogéneo. En presencia de iones de magnesio, el sulfato de dextrano forma complejos hidrosolubles, selectivamente con LDL, VLDL y quilomicrones resistentes contra las enzimas modificadas con polietilenglicol (PEG). La concentración del colesterol HDL se determina enzimáticamente mediante la colesterolesterasa y colesteroloxidasa acopladas con PEG a los grupos amínicos. La colesterolesterasa provoca el desdoblamiento de los ésteres del colesterol a colesterol libre y ácidos grasos. En presencia de oxígeno, el colesterol es oxidado por la colesteroloxidasa a Δ^4-colestenona y peróxido de hidrógeno. Bajo la acción catalítica de la peroxidasa, el peróxido de hidrógeno formado reacciona con 4-aminoantipirina y N-(2-hidroxi-3-sulfopropilo)-3,5-dimetoxianilina sódica (HSDA), para formar un colorante purpúreo azul. La intensidad del colorante es directamente proporcional a la concentración de colesterol que se mide fotométricamente.

14.3.9. Lipoproteína de baja densidad (LDL)

La cuantificación de LDL se basa en un examen colorimétrico enzimático homogéneo. Este método para la determinación directa del colesterol LDL emplea la solubilización micelar selectiva del colesterol LDL por un detergente no iónico y la interacción de un compuesto de azúcar y lipoproteínas (VLDL y quilomicrones). La colesterolesterasa provoca el desdoblamiento de los ésteres de colesterol a colesterol libre y ácidos grasos. En presencia de oxígeno, el colesterol es oxidado por la colesteroloxidasa a Δ^4-colestenona y peróxido de hidrógeno. Bajo la acción catalítica de la peroxidasa, el peróxido de hidrógeno formado reacciona con 4-aminoantipirina y HSDA para formar un colorante purpúreo azul. La intensidad del colorante es directamente proporcional a la concentración del colesterol que se mide fotométricamente a 585 nm.

14.3.10. Bilirrubina directa

Se determina mediante una prueba colorimétrica. El ácido sulfanílico diazotizado (producido por la reacción del nitrito de sodio acidificado con el ácido sulfanílico) reacciona con la bilirrubina para formar una azobilirrubina. En la prueba de la bilirrubina directa, sólo la bilirrubina conjugada reacciona con el ácido sulfanílico diazotizado. La intensidad cromática del colorante azoico rojo es directamente proporcional a la concentración de bilirrubina directa (conjugada) que se mide fotométricamente.

14.3.11. Bilirrubina total

Es una prueba colorimétrica. En la cual el uso de detergente permite acelerar la reacción y prevenir la precipitación de proteínas. En un medio con un pH ácido, la bilirrubina se acopla muy rápidamente al diazorreactivo tetrafluoroborato de 2,5-diclorofenildiazonio (DPD) y forma la azobilirrubina. El detergente provoca la liberación de la bilirrubina indirecta. En un medio fuertemente ácido que contiene sal DPD, la bilirrubina total se acopla a la azobilirrubina correspondiente. La intensidad cromática del pigmento azoico rojo formado es directamente proporcional a la concentración de la bilirrubina total y puede ser determinada fotométricamente.

14.3.12. Proteínas totales

La determinación de proteínas totales se realiza mediante una prueba colorimétrica. En solución alcalina, el cobre bivalente reacciona con el enlace peptídico de las proteínas formando el característico complejo de biuret purpúreo. Con tartrato sódico-potásico se impide la precipitación de hidróxido de cobre y con yoduro potásico se inhibe la autorreducción del cobre. La intensidad cromática es directamente proporcional a la concentración de proteínas y puede medirse fotométricamente.

14.3.13. Albúmina

La determinación de albúmina se realiza por colorimetría con determinación del punto final. Con un pH de 4,1 la albúmina tiene un carácter suficientemente catiónico como para formar un compuesto con el colorante aniónico verde de bromocresol formando un complejo azul verdoso. La intensidad del colorante azul verdoso es directamente proporcional a la concentración de albúmina que se mide fotométricamente.

14.3.14. Lactato deshidrogenasa

Es una prueba que se determina por UV según un método estandarizado por la Sociedad Alemana de Química Clínica. La lactatodeshidrogenasa (LDH), cataliza la conversión de piruvato a lactato. NADH se oxida a NAD. La velocidad de reacción de NADH, directamente proporcional a la actividad de LDH, se mide fotométricamente.

14.3.15. Aspartato aminotransferasa

Es una prueba que se determina por UV según un método estandarizado por la Federación Internacional de Química Clínica (IFCC).

$$\alpha\text{-cetoglutarato} + \text{L-aspartato} \xrightleftharpoons{\text{AST}} \text{L-glutamato} + \text{oxaloacetato}$$

La AST cataliza esta reacción de equilibrio. El incremento de oxaloacetato se determina en la reacción indicadora que es catalizada por la malato-deshidrogenasa (MDH).

$$\text{oxaloacetato} + \text{NADH} + \text{H}^+ \xrightarrow[\text{MDH}]{} \text{L-malato} + \text{NAD}$$

NADH se oxida a NAD^+. La tasa de disminución de NADH, que se mide fotométricamente, es directamente proporcional a la tasa de formación de oxaloacetato y con ello, a la actividad de la AST.

14.3.16. Alanina aminotransferasa

Es una prueba que se determina por UV según un método estandarizado por la IFCC.

$$\alpha\text{-cetoglutarato} + \text{L-alanina} \xrightarrow[\text{ALT}]{} \text{L-glutamato} + \text{piruvato}$$

La ALT cataliza esta reacción de equilibrio. El aumento de piruvato se determina en la reacción indicadora que es catalizada por la LDH.

$$\text{piruvato} + \text{NADH} + \text{H}^+ \xrightarrow[\text{LDH}]{} \text{L-lactato} + \text{NAD}^+$$

NADH se oxida a NAD^+. La tasa de disminución de NADH, que se mide fotométricamente, es directamente proporcional a la tasa de formación del piruvato y con ello, a la actividad de la ALT.