



# BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

LICENCIATURA  
QUÍMICO FARMACOBIOLOGO  
DEPARTAMENTO DE ANALISIS CLÍNICOS  
Laboratorio Móvil de Ciencias Químicas  
“LAMCIQUIM”

IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGO PARA DIABETE  
MELLITUS TIPO 2 EN ALUMNOS DEL BACHILLER  
QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA

TESIS PROFESIONAL QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**LIC. EN QUÍMICO FARMACOBIOLOGO**

PRESENTA:

**ALEJANDRA MARTÍNEZ GUEVARA**

DIRECTORA DE TESIS:

**M.C. SARA SILVIA DOMÍNGUEZ BÁEZ**

Puebla, Pue.

Abril 2014

## ÍNDICE

|                                                |           |
|------------------------------------------------|-----------|
| <b>MARCO TEÓRICO.....</b>                      | <b>4</b>  |
| Antecedentes Históricos.....                   | 4         |
| Concepto de Diabetes Mellitus (DM) .....       | 5         |
| Clasificación.....                             | 5         |
| Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2).....            | 5         |
| Síndrome metabólico.....                       | 6         |
| Epidemiología de la DM 2.....                  | 7         |
| Factores de Riesgo para DM2.....               | 8         |
| Complicaciones de la DM2 .....                 | 12        |
| Mortalidad.....                                | 13        |
| Morbilidad.....                                | 14        |
| Diagnóstico de la DM 2.....                    | 15        |
| <b>DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....</b>           | <b>17</b> |
| <b>JUSTIFICACIÓN.....</b>                      | <b>18</b> |
| <b>OBJETIVOS.....</b>                          | <b>19</b> |
| <b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>         | <b>20</b> |
| <b>DIAGRAMA DE TRABAJO.....</b>                | <b>21</b> |
| <b>METODOLOGÍA.....</b>                        | <b>23</b> |
| <b>Determinación de Glucosa.....</b>           | <b>25</b> |
| Fundamento del método.....                     | 25        |
| Valores de referencia.....                     | 25        |
| <b>Determinación de Colesterol Total .....</b> | <b>25</b> |
| Fundamento del método.....                     | 25        |
| Valores de referencia.....                     | 25        |
| <b>Determinación de Triglicéridos.....</b>     | <b>26</b> |
| Fundamento del método.....                     | 26        |
| Valores de referencia.....                     | 26        |
| <b>FLUJO DE TRABAJO.....</b>                   | <b>27</b> |

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| <b>ORGANIZACIÓN.....</b>           | <b>28</b> |
| Recursos materiales .....          | 28        |
| Recursos humanos.....              | 28        |
| Recursos financieros.....          | 28        |
| Aspectos Bioéticos.....            | 28        |
| <b>RESULTADOS.....</b>             | <b>30</b> |
| Recomendaciones y sugerencias..... | 46        |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>           | <b>47</b> |
| <b>BLIOGRAFÍA.....</b>             | <b>49</b> |
| <b>APÉNDICES.....</b>              | <b>53</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                 | <b>59</b> |

## MARCO TEÓRICO

### Antecedentes históricos.

Actualmente la diabetes mellitus tipo 2 (DM2) ha cobrado gran importancia en la medicina, y es tan frecuente actualmente que es reconocida por la población en general, incluso por aquellas personas no involucradas directamente con la medicina. Sin embargo, en la época antigua, esta afección metabólica se consideraba rara<sup>1</sup>. El sabio Galeno, cuyos puntos de vista dominaron la medicina europea a lo largo de más de mil años, mencionó que sólo observó dos casos en toda su vida que coinciden con la descripción de esta enfermedad. Para Galeno, resaltaba el hecho de que los pacientes evacuaran grandes cantidades de orina, por lo que la llamó "diarrea urinaria"<sup>2</sup>.

Se tiene conocimiento de descripciones en la antigüedad de sintomatología que coincide con la de DM. La más arcaica está datada con más de 1500 años, contenida en un papiro egipcio, llamado de Ebese<sup>2</sup>. En este papiro se menciona un mal cuya principal característica es la profusa eliminación de orina, rasgo que es muy mencionado en otras tantas fuentes de antiguas civilizaciones, y es por esta característica que se originó el nombre de "Diabetes," que significa "correr a través." El primero que usó este término para referirse a este mal (y posiblemente quién lo acuñó) fue Apolonio de Memphis, en el año 230 a. de C.<sup>1</sup>.

El trabajo más completo del siglo II sobre diabetes perteneció a Aretaeus de Cappadocia, el describió los síntomas y el curso de la enfermedad, que atribuyó a la humedad y al frío, lo que refleja las creencias de la "Escuela Neumática". Planteó la hipótesis de una relación de la diabetes con otras enfermedades y discute el diagnóstico diferencial de la mordedura de serpiente, que también provoca sed excesiva. Su obra fue desconocida en Occidente hasta mediados del siglo 16, cuando, en 1552, la primera edición latina fue publicada en Venecia<sup>3</sup>.

También Avicena habló con clara precisión de esta afección en su famoso Canon de medicina.

Más adelante, en la Edad Moderna, Thomas Willis hizo una descripción magistral de la diabetes, quedando desde entonces reconocida por su sintomatología como entidad clínica. Fue él quien a finales de 1700 clasificó la diabetes en dos tipos: diabetes mellitus (o diabetes vera), y diabetes insípida (porque esta última no presentaba la orina dulce)<sup>1</sup>.

La primera observación necrópsica en un diabético fue realizada por Cawley y publicada en el "London Medical Journal" en 1788. Casi en la misma época el inglés John Rollo atribuyó la dolencia a una causa gástrica y consiguió mejorías notables con un régimen rico en proteínas y grasas y limitado en hidratos de carbono. Los primeros trabajos experimentales relacionados con el metabolismo de los glúcidos fueron realizados por Claude Bernard quien

descubrió, en 1848, el glucógeno hepático y provocó la aparición de glucosa en la orina excitando los centros bulbares<sup>2</sup>.

En la segunda mitad del siglo XIX el gran clínico francés Bouchardat señaló la importancia de la obesidad y de la vida sedentaria en el origen de la diabetes y marcó las normas para el tratamiento dietético, basándolo en la restricción de los glúcidos y en el bajo valor calórico de la dieta. Los trabajos clínicos anatomopatológicos adquirieron gran importancia a fines del siglo pasado, en manos de Frerichs, Cantani, Naunyn, Lanceraux, etc. y culminaron con las experiencias de pancreatectomía en el perro, realizadas por Josef von Mering y Oskar Minkowski en 1889.

Langerhans especuló en 1869 la existencia de cierta hormona producida por las células del páncreas responsable de la regulación de glúcidos en el torrente sanguíneo, iniciándose así la búsqueda de ésta por parte de varios clínicos, entre ellos Hedon, Gley, Laguesse y Sabolev, sin obtener ningún éxito, hasta que en 1921, los jóvenes canadienses Banting y Charles Best consiguieron aislar la insulina y demostraron su efecto hipoglucemiante. Este descubrimiento significó una de las más grandes conquistas médicas del siglo XX, porque transformó el porvenir y la vida de los diabéticos y abrió amplios horizontes en el campo experimental y biológico para el estudio de la diabetes y del metabolismo de los glúcidos<sup>2</sup>

### **Concepto de Diabetes Mellitus (DM)**

Es una enfermedad sistémica, crónico-degenerativa, de carácter heterogéneo, con grados variables de predisposición hereditaria y con participación de diversos factores ambientales, y que se caracteriza por hiperglucemia crónica debido a la deficiencia en la producción o acción de la insulina, lo que afecta al metabolismo intermedio de los hidratos de carbono, proteínas y grasas<sup>4</sup>.

### **Clasificación**

Los actuales criterios para el diagnóstico y clasificación de la Diabetes Mellitus tipo 2 fueron desarrollados casi simultáneamente por un comité de expertos de la Asociación Americana de Diabetes (ADA) y por un comité asesor de la Organización Mundial de la Salud (OMS)<sup>5</sup>

La clasificación se basa fundamentalmente en su etiología y características fisiopatológicas:

- *Diabetes Mellitus tipo 1*
- *Diabetes Mellitus tipo 2*
- *Diabetes Gestacional*
- *Otros tipos de diabetes mellitus (< 5% de todos los casos diagnosticados).*

Sin embargo el tipo más frecuente es la Diabetes Mellitus tipo 2.

## **Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2)**

Representa como mínimo el 90% de todos los casos de diabetes. Se caracteriza por una resistencia a la insulina, por una relativa deficiencia de insulina o por ambas cosas a la vez. El diagnóstico de la diabetes tipo 2 puede ocurrir a cualquier edad y puede permanecer sin ser detectada durante muchos años. A menudo está asociada con el sobrepeso o la obesidad, que pueden provocar resistencia a la insulina y conducir a altos niveles de glucosa en sangre. Las personas con DM2 a menudo pueden tratar inicialmente su afección mediante ejercicio y dieta. Sin embargo, con el tiempo la mayoría de las personas requieren medicación oral o insulina<sup>6</sup>.

## **Síndrome metabólico**

Se denomina así a la constelación de anormalidades bioquímicas, fisiológicas y antropométricas, que ocurren simultáneamente y pueden dar oportunidad o estar ligadas a la resistencia a la insulina y, por ende, incrementar el riesgo de desarrollar diabetes mellitus, enfermedad cardiovascular o ambas. Dentro de estas entidades se encuentran: obesidad abdominal, intolerancia a la glucosa o diabetes mellitus tipo 2, hipertensión arterial y dislipidemia (hipertrigliceridemia y/o HDL bajo)<sup>4</sup>.

El riesgo de padecer diabetes y enfermedad cardiovascular aterosclerosa aumentan conforme una persona acumula estos factores de riesgo, sin embargo, aún para quien tiene solo uno de ellos, el riesgo es mayor conforme la anormalidad es más extrema<sup>7</sup>. Esto ha llevado a las organizaciones de salud establecer con cuántos de estos factores de riesgo y a partir de qué valores en cada uno de ellos podía considerarse que una persona sufre síndrome metabólico

Por ejemplo, la Federación Internacional de Diabetes (IDF por sus siglas en inglés) considera los siguientes:

Obesidad Central (definido como circunferencia de la cintura con valores específicos según la etnia.) y dos de cualquiera de los siguientes factores<sup>8</sup>:

- Valores altos de Triglicéridos: > 150 mg/dL (1.7 mmol/L) o tratamiento farmacológico para los TG
- Valores bajos de HDL colesterol: < 40 mg/dL (1.03 mmol/L) en hombres, < 50 mg/dL (1.29 mmol/L) en mujeres. O tratamiento farmacológico para esta anormalidad
- Presión Arterial (BP): sistólica BP > 130 o diastólica, BP > 85 mm Hg o tratamiento farmacológico después de un previo diagnóstico
- Nivel de glucosa en ayunas (FPG): > 100 mg/dL (5.6 mmol/L), o tratamiento farmacológico para la hiperglucemia

Mientras que la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece estos<sup>9</sup>:

Glucemia de ayuno anormal o resistencia a la insulina, MÁS dos de los siguientes:

- Presión arterial  $\geq$  140/90 mmHg

- Dislipidemia: triglicéridos (TG):  $\geq 1.695$  mmol/L y/o colesterol HDL (HDL-C)  $\leq 0.9$  mmol/L (en hombres),  $\leq 1.0$  mmol/L (en mujeres)
- Obesidad central: relación cintura/cadera  $> 0.90$ m (en hombres),  $> 0.85$ m (en mujeres), y/o índice de masa corporal (IMC)  $> 30$  kg/m<sup>2</sup>
- Microalbuminuria: excreción urinaria de albúmina  $\geq 20$  mg/min o relación albúmina/creatinina en orina  $\geq 30$  mg/g

Y el Programa Nacional de Educación en Colesterol del Síndrome Metabólico<sup>10</sup> considera tres o más de las siguientes condiciones:

- Obesidad :Perímetro de cintura  $> 88$  en mujeres y  $> 102$  cm en hombres
- Hipertrigliceridemia : Tg  $>150$  mg/dl)
- Colesterol HDL bajo : HDL  $< 40$  mg/dl en hombres y  $< 50$  en mujeres
- Hipertensión arterial:130/85 mmHg o diagnóstico previo
- Diabetes o glucosa anormal de ayuno:  $>110$  mg/dl

Estos factores (de cualquier descripción de cualquier organización) cada vez se vuelven más comunes en la población mexicana, lo que ha llevado a un incremento en la prevalencia en México del Síndrome Metabólico. Se ha informado que hay una prevalencia ajustada por edad de 13.6 % según el criterio de la Organización Mundial de la Salud y de 26.6 % según el criterio de El Panel de Tratamiento en Adulto III(NCEP-ATPIII) en personas de 20 a 69 años de edad, provenientes de la Encuesta ENSA-2000(Encuesta Nacional de Salud)<sup>11</sup>

**Prevalencia del síndrome metabólico en México 11**

| Autor                | Criterios |              |        |
|----------------------|-----------|--------------|--------|
|                      | OMS       | NCEP-ATP-III | IDF    |
| Aguilar-Salinas      | 13.61 %   | 26.0 %       | —      |
| Gonzalez-Villalpando | —         | 31.9 %       | 54.4 % |
| Halley (niños)       | —         | 20.0 %       | —      |

OMS = Organización Mundial de la Salud, NCEP-ATPIII= Programa Nacional de Educación Sobre el Colesterol- III Panel de Tratamiento de los Adultos, IDF= Federación Internacional de Diabetes.

Particularmente en los más jóvenes, el síndrome metabólico comienza a presentarse de manera más frecuente en México; tanto la ATPIII como la IDF coinciden en una alta prevalencia en edades jóvenes, que varía de 1.3 a 19.6% según ATPIII y de 1.2 a 3.9%, según IDF, dependiendo de la población estudiada<sup>12</sup>.

## Epidemiología de Diabetes Mellitus tipo II

La prevalencia global de la Diabetes Mellitus (DM) está aumentando rápidamente como resultado del envejecimiento de la población, la urbanización y los cambios asociados al estilo de vida. La IDF estimó que en el año del 2013 hubo cerca de 382 millones de personas viviendo con esa enfermedad y 4.8 millones de personas mueren a causa de sus complicaciones<sup>13</sup> y se espera que estas cifras aumentarán progresivamente hasta llegar a 592 millones para el 2035, o el 7.7% de los adultos de entre 20 a 79 años<sup>14</sup>, lo cual equivale a 1 de cada diez personas adultas viviendo con diabetes.

| EN UN VISTAZO                                         | 2013 | 2035 |
|-------------------------------------------------------|------|------|
| Población mundial total (miles de millones)           | 7,2  | 8,7  |
| Población adulta (de 20 a 79 años, miles de millones) | 4,6  | 5,9  |
| <b>DIABETES Y TAG (20-79 AÑOS)</b>                    |      |      |
| <b>Diabetes</b>                                       |      |      |
| Prevalencia global (%)                                | 8,3  | 10,1 |
| Prevalencia comparativa (%)                           | 8,3  | 8,8  |
| Número de personas con diabetes (millones)            | 382  | 592  |
| <b>TAG</b>                                            |      |      |
| Prevalencia global (%)                                | 6,9  | 8,0  |
| Prevalencia comparativa (%)                           | 6,9  | 7,3  |
| Número de personas con TAG (millones)                 | 316  | 471  |

En el caso particular de México, la Encuesta Nacional de Salud y nutrición 2012 (ENSANUT2012) reportó que 9.7% de los adultos en México fueron diagnosticados con diabetes, lo que equivale a 6.4 millones de mexicanos. Por sexo, este porcentaje fue de 8.60% entre los hombres y 9.67% entre las mujeres, lo que equivale a 2.84 millones de hombres y 3.56 millones de mujeres<sup>15</sup>. En el caso de los adolescentes, al considerar la creciente importancia de los casos de diabetes en edades tempranas, la ENSANUT 2012 incluyó la revisión de diagnósticos previos de esta condición entre la población de entre 16 y 19 años. Así la encuesta encontró que existe un porcentaje de 0.68% de adolescentes<sup>16</sup> con diagnóstico de DM2 en la población mexicana en este rango de edad, siendo de 0.59% entre los hombres, y 0.77% entre las mujeres. Esto representa alrededor de 155 000 individuos en este rango de edad que ya han sido diagnosticados con diabetes.

## FACTORES DE RIESGO

Aunque todavía no se conocen las causas del desarrollo de la diabetes tipo 2, varios estudios demuestran la existencia de factores de riesgo importantes esencialmente vinculados al estilo de vida y la genética que es esencial señalarlos y observarlos desde el punto de vista epidemiológico para comprender los mecanismos de su desarrollo en la adolescencia<sup>17</sup>

## **Factores de riesgo para el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2 <sup>18</sup>**

- 
- Edad > 45 años
  - Sobrepeso (IMC > 25 kg/m<sup>2</sup>)
  - Pacientes en primer grado con diabetes
  - Inactividad física
  - Miembro de una comunidad étnica de alto riesgo: nativo-americanos, afroamericanos, latinos, asiáticos, nativo de las islas del Pacífico
  - Identificado previamente como prediabético (IFG o intolerancia a la glucosa alterada)
  - Historia de diabetes mellitus gestacional o haber tenido un hijo > 4.5 kg al nacer
  - Hipertensión (TA > 140/90 mm Hg)
  - Hiperlipidemia: HDL < 35 mg/dl o triglicéridos > 250 mg/dl
  - Síndrome de ovarios poliquísticos
  - Historia de enfermedad vascular
- 

## **DESCRIPCIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO**

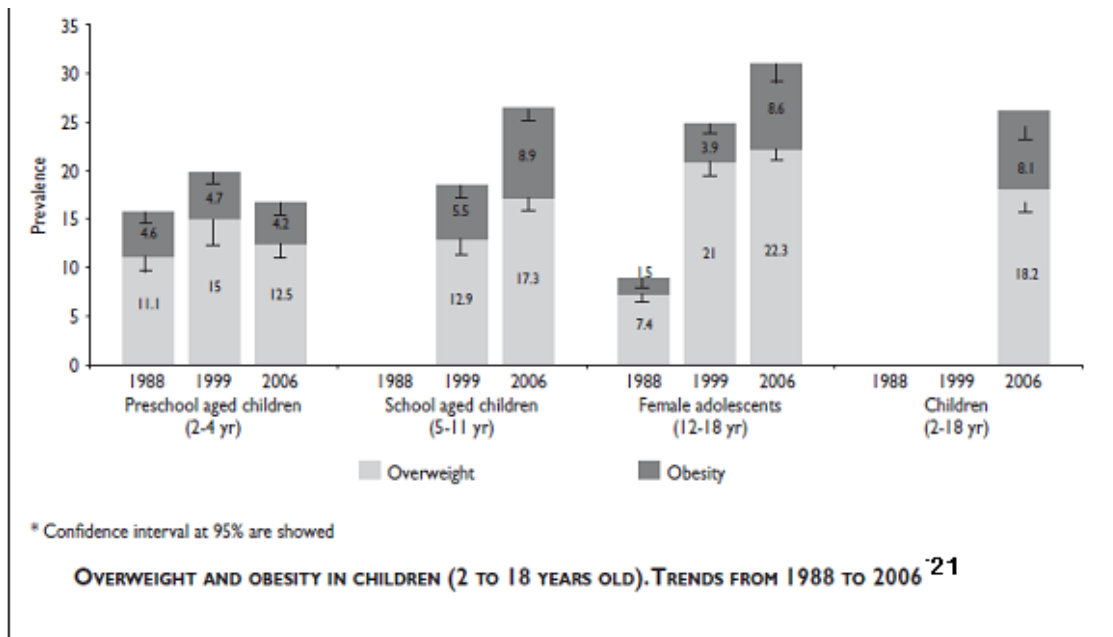
- Etnicidad

Se plantea que las minorías étnicas tienen una predisposición genética a la resistencia a la insulina, los niños y adolescentes pertenecientes a grupos de minorías étnicas (nativos americanos, mexicano americanos, afroamericanos y asiático americanos) presentan una mayor predisposición genética a la resistencia insulínica, lo cual, en presencia de factores ambientales, favorece el desarrollo de DM 2 ante estados fisiológicos como la pubertad, o patológicos como la obesidad.

Algunos estudios comunican que los niños y adolescentes afronorteamericanos son más hiperinsulinémicos y más resistentes a la insulina, cuando se comparan con sujetos de origen caucasianos. Se ha descrito una reducción del 30 % de la sensibilidad a la insulina en los afronorteamericanos, y es esta disminución mayor en las niñas cuando se compara con los varones<sup>19</sup>.

- Obesidad

Existe una alta prevalencia de sobrepeso y obesidad entre los niños y adolescentes de todo el mundo. En México, la prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños en edad escolar, según lo determinado por el índice de masa corporal (IMC), ha aumentado de manera alarmante en las últimas dos décadas, llegando a ser de 2.26% entre 5 y 11 años de edad<sup>20</sup>, aunque existe una pequeña diferencia en cómo son las cifras durante estas edades: comparando la prevalencia de obesidad entre edades jóvenes, se ha demostrado que ésta es mayor en adolescentes que en niños.<sup>21</sup>



Esta tendencia es preocupante dado que todos los estudios recientes confirman la asociación de sobrepeso y desarrollo de DM 2 a estas edades<sup>22</sup>. En cuanto cómo es que un problema de sobrepeso deriva al desarrollo de DM 2, existen dos teorías: una de origen metabólico y otra de origen hormonal.

En la teoría de origen metabólico se especula que cuando los ácidos grasos no son esterificados, aumentan sus niveles en plasma debido a la obesidad, antagonizan la glucólisis, y por tanto la oxidación de glucosa en músculo esquelético.

La resistencia a la acción hipoglucemiante de la insulina es un requisito previo para la intolerancia a la glucosa y DM2. Esta resistencia insulínica es más marcada en la población negra adolescente normal que en los blancos adolescentes. La obesidad puede causar resistencia insulínica, o por lo menos la agrava, que se compensa parcialmente con una dieta equilibrada y un control de peso.<sup>17</sup>

Por otro lado; la teoría del origen hormonal a obesidad se caracteriza por un aumento de los niveles plasmáticos de hormonas diabetogénicas secretadas por adipocitos, (leptina, citoquinas, tales como el factor de necrosis tumoral (TNFα), interleucina 6 y resistina) y por la disminución de un sensibilizador de insulina hormonal, adiponectin<sup>17</sup>

Resistencia a la insulina no es universal en la obesidad, incluso en niños con principio de obesidad y en obesidad severa puede presentarse DM2, esto es, cuando la secreción de insulina se vuelve incapaz de superar la resistencia insulínica, resultando en varios trastornos diabéticos, como diabetes silenciosa hasta la cetoacidosis.

- Retraso del crecimiento intrauterino

Se ha sugerido la hipótesis de que una nutrición deficiente durante la vida fetal influye de manera perjudicial en el desarrollo y función de las células  $\beta$  del páncreas y de los tejidos sensibles a la insulina, principalmente el músculo, lo que favorece el desarrollo de una resistencia insulínica, que, ante la presencia de obesidad, conduce al desarrollo de una DM 2.<sup>23</sup>

- Secreción de hormonas de crecimiento similares a insulina ( GH y IGF-1) al inicio de la pubertad

Durante la pubertad hay un período de resistencia insulínica inducido particularmente por el aumento de la secreción de GH y IGF-1 que contribuye al desarrollo de DM 2 en estos grupos de edades.<sup>24</sup>

Estudios longitudinales han mostrado una disminución en la sensibilidad a la insulina en la pubertad tardía, independientemente de los cambios en la grasa corporal, la grasa visceral, plasma de crecimiento tipo insulinafactor 1, o niveles de esteroides sexuales. Esta disminución en la sensibilidad a la a la insulina es probablemente debido a un aumento de la hormona del crecimiento.<sup>24</sup>

- Estilo de vida.

El consumo de dieta no saludable (ingestión de grasa animal saturada, de carbohidratos refinados y baja en fibra dietética) favorece la obesidad y la insulinoresistencia a través de la lipotoxicidad. Todo ello se traduce en un aumento de la sensibilidad a la insulina<sup>17</sup>. Un claro ejemplo de cómo el cambio de costumbres nutricionales favorece el desarrollo de DM2, es Japón, pues se ha documentado cómo el incremento de la enfermedad en etapa juvenil durante los años de 1975 y 1980 coincide con la occidentalización de la comida<sup>25</sup>.

- Baja actividad física.

Es conocido que el ejercicio físico sistemático contribuye a mejorar la sensibilidad a la insulina, mientras que, por el contrario, el sedentarismo aumenta el riesgo de DM 2<sup>17</sup>. La actividad física incrementa la sensibilidad a la insulina al incrementar el transportador de glucosa GLUT-4 dependiente a insulina expresado en músculo<sup>26</sup>. Mientras, la inactividad física lleva a un incremento en la prevalencia de obesidad.

- Toxicología

Una investigación del centro urbano de pacientes de las minorías en Los Ángeles con DM2 mostró que el consumo de alcohol y drogas ilícitas acelera la aparición de la enfermedad<sup>27</sup>.

- Historia familiar de DM 2

La susceptibilidad genética es un prerrequisito para que se desarrolle DM2. Está ampliamente descrito la relación de desarrollo de insulinoresistencia con la

existencia de familiares en primer grado diabéticos, confirmándose el papel de los factores genéticos en el desarrollo de la enfermedad.

El antecedente familiar de DM2 puede confirmarse entre el 72 al 85 % de los casos. Otros plantean que la frecuencia de antecedentes de DM 2 familiar de primera y segunda línea, se puede encontrar entre 74-100 % de los jóvenes con DM2<sup>28</sup>. En general, la herencia en estos casos no es autosómica dominante, diferenciándose de la DM de comienzo adulto en el joven, *Maturity Onset Diabetes Younger* (MODY)<sup>29</sup>.

La historia familiar de DM 2 se asocia a un 25 % de la disminución de la sensibilidad a la insulina en niños no diabéticos afronorteamericanos<sup>28</sup>, cuando se comparan con aquellos sin antecedentes familiares de DM 2. En los indios Pima menores de 25 años de edad, solo se observa DM 2 en aquellos con al menos un familiar con DM 2. En las poblaciones con riesgo aumentado para la DM 2, la predisposición a la resistencia insulínica puede determinar el desarrollo de una DM 2, que se expresa cuando la resistencia fisiológica a la insulina durante la pubertad se une a la resistencia insulínica patológica de la obesidad. Es conocido que el medio ambiente diabético intrauterino afecta la función de la célula  $\beta$  pancreática y el posterior control de la glucemia, por lo tanto, estos niños tienen un mayor riesgo de desarrollar DM 2<sup>28</sup>.

- Género

Se sabe que la DM 2 se desarrolla con mayor frecuencia en las mujeres, en una proporción de 1,7:1. Se han tratado de explicar estos hallazgos, quizás por la presencia del síndrome de ovarios poliquísticos (SOP)<sup>23</sup>.

## **Complicaciones de la DM2**

**Cardiopatía:** La alta concentración de glucosa en sangre afecta a los vasos sanguíneos y del corazón, lo que llega a causar complicaciones graves como enfermedad cardíaca coronaria (que conduce a un ataque cardíaco) y accidente cerebro vascular. Las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte en personas con diabetes, lo que representa en la mayoría de la población un 50% o más de todas las muertes en la diabetes, y muchas incapacidades<sup>5</sup>.

**Nefropatía diabética:** La nefropatía puede estar presente en el 10 al 25% de los pacientes con DM2 al momento del diagnóstico<sup>5</sup>. La alta concentración de glucosa en sangre puede dar lugar a una insuficiencia renal total y la necesidad de diálisis o trasplante de riñón. La diabetes es una causa cada vez más importante de la insuficiencia renal, y de hecho se ha convertido en la causa más común de enfermedad renal en etapa terminal, es decir, lo que requiere diálisis o trasplante renal<sup>6</sup>.

**Neuropatía diabética:** Es la complicación más frecuente y precoz de la diabetes. A pesar de ello suele ser la más tardíamente diagnosticada<sup>5</sup>. La alta concentración de glucosa en sangre en última instancia, puede conducir a la ulceración y amputación de los dedos de los pies y manos, e incluso las extremidades

inferiores completamente. La pérdida de la sensibilidad es un riesgo en particular, ya que a falta de esta se pueden pasar por alto lesiones del pie a las que es necesario dar tratamiento, dando lugar a infecciones graves y amputaciones.

**Retinopatía diabética:** Se caracteriza por el daño a la retina del ojo que puede conducir a la pérdida de visión. Entre un 20 y 80% de los pacientes con DM2 lo padecen a lo largo de la evolución de la enfermedad<sup>5</sup>. La diabetes es la segunda causa de ceguera en el mundo. Un 10 a 25% de los paciente pueden tener retinopatía desde el momento del diagnóstico de la DM2<sup>6</sup>.

## **Mortalidad**

En 1980 y en 1990 las tasas de mortalidad por diabetes se incrementaron significativamente a 21.8 y 31.7 defunciones por cada 100,000 habitantes, ocupando el noveno y cuarto lugar, respectivamente. En el año 2000 la tasa aumentó a 46.8 y, actualmente, se estima en 62.0 por cada 100,000 habitantes, siendo la tercera y segunda causa de muerte en esos años<sup>30</sup>. A partir del año 2000, la DM2 es la primera causa de muerte en mujeres. En los hombres fue la segunda causa de muerte después de la cardiopatía isquémica, padecimiento asociado con bastante frecuencia a la diabetes. En el año 2006, la diabetes representó 13.8% de todas las muertes ocurridas en el país con una edad promedio al morir de 66 años.

Existe una tendencia ascendente entre los años 2001 y 2005 de 79.9 a 89.9 por 100,000 habitantes en mujeres y de 73.7 a 86.1 en hombres. La mortalidad por diabetes ha tenido un ritmo de crecimiento de 6% en los últimos años<sup>31</sup>.

### **Mortalidad por diabetes en México, 1940-2005**

| ANO               | TASA * | Lugar dentro de las principales 20 causas de mortalidad general según SEED** |
|-------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------|
| 1940              | 4.2    | -                                                                            |
| 1960              | 7.9    | 19                                                                           |
| 1970              | 16.9   | 15                                                                           |
| 1980              | 21.8   | 9                                                                            |
| 1990              | 31.7   | 4                                                                            |
| 2000              | 46.8   | 3                                                                            |
| 2005              | 63     | 1                                                                            |
| 2006 <sup>1</sup> | 65.2   | 2                                                                            |
| 2007 <sup>2</sup> | 62.0   | 2                                                                            |

|      |      |   |
|------|------|---|
| 2008 | 70.9 | 2 |
| 2009 | 72.2 | 2 |

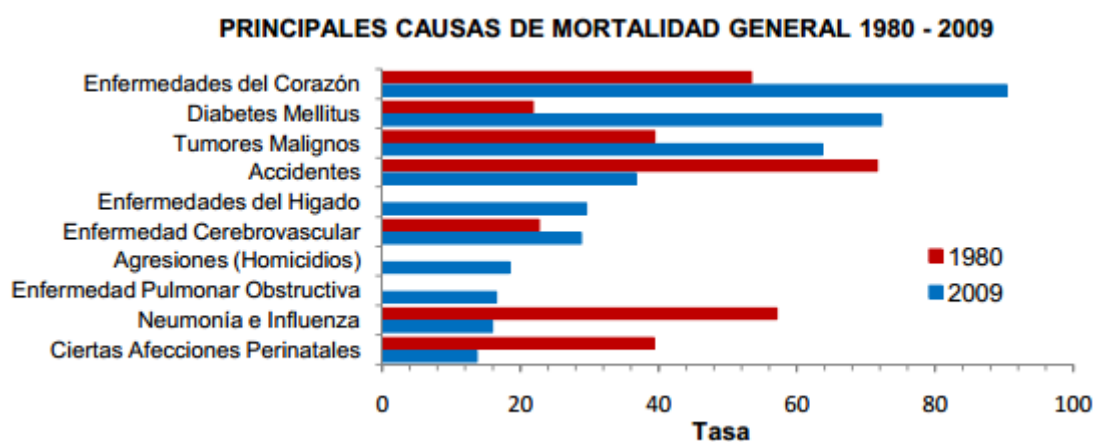
\* Tasa por 100 000 habitantes

Fuente: Anuarios de mortalidad/SEED/DGESS/INEGI/1940, 1960-2006

1. Criterios de agrupación de acuerdo a la lista mexicana

2. Fuente: Base de datos del Sistema Epidemiológico y Estadístico de las defunciones (SEED)\*\* 2009

Información preliminar corte hasta noviembre del 2009



## Morbilidad

En relación a la morbilidad, la diabetes tipo 2 representa 97% del total de casos nuevos registrados<sup>32</sup>.

En general, se reconoce una alza significativa de la incidencia en las últimas décadas. En el periodo 2001-2007 se aprecia un incremento de 28% al pasar de una tasa de 291.0 a 375 por 100,000 habitantes, respectivamente<sup>32</sup>. No obstante, en los últimos años se estima una estabilización de las tasas de incidencia respectivas.

En el año 2006 se reportaron 394,360 casos nuevos, de los cuales un tercio corresponden a población abierta (35%) y más de la mitad a población derechohabiente (51%). Los estados con las tasas más altas fueron Morelos, Coahuila, Durango, Jalisco y Sinaloa. En el año 2007, las cifras preliminares indican que se presentaron más de 406,000 casos<sup>32</sup>. En general, al analizar la información por región geográfica se aprecia un incremento de la incidencia en las distintas regiones del país, en comparación con las cifras registradas en el año 2001.

Como puede observarse en la información anterior, las estadísticas de morbilidad en nuestro país no incluyen a los menores de 20 años, lo cuál es indicativo de que no se han hecho estudios y/o reportado casos de DM2 en niños y adolescentes.

Por otro lado sí existe información en México del aumento de casos de Síndrome Metabólico en niños y adolescentes, problema que puede conducir al desarrollo de DM2.

## **Diagnóstico de la DM 2**

Se establece el diagnóstico de diabetes si se cumple cualquiera de los siguientes criterios:

- Presencia de síntomas clásicos y una glucemia plasmática casual  $\geq 200$  mg/dl; glucemia plasmática en ayuno  $\geq 126$  mg/dl<sup>4</sup>
- O bien glucemia  $\geq 200$  mg/dl a las dos hrs. después de una carga oral de 75 g de glucosa anhidra disuelta en agua, sin olvidar que en la prueba de ayuno o en la PTOG, o en ausencia de síntomas inequívocos de hiperglucemia, estos criterios se deben confirmar repitiendo la prueba en un día diferente<sup>4</sup>.

## **Diagnóstico de DM2 en niños y adolescentes**

Desde el punto de vista clínico la DM 2 en niños y adolescentes tiene una gran variabilidad, dependiendo del grado de deficiencia de insulina (leve o severa). Por lo tanto, el cuadro clínico depende del grado de la hiperglucemia, y puede presentarse sin síntomas, con síntomas moderados, o con manifestaciones clínicas floridas de la DM, incluso con cetoacidosis<sup>23</sup>.

Por lo general, la DM 2 en niños y adolescentes se presenta de forma asintomática (diagnosticada en un chequeo de rutina o en una pesquisa) o con síntomas leves o moderados. La elevación de la glucemia es moderada, y puede confirmarse la presencia de glucosuria sin cetonuria. La poliuria y la polidipsia suele ser moderada en estos casos.<sup>17</sup>

En otras ocasiones pueden presentar un cuadro clínico agudo con hiperglucemia intensa: poliuria, polidipsia, cetosis, cetonuria y deshidratación, entre otras manifestaciones clínicas, simulando el inicio de una DM 1, y requerir tratamiento insulínico. En este momento hacer el diagnóstico de una DM 2 se hace muy difícil, y puede confundirse en no pocas ocasiones con una DM 1, por lo que el diagnóstico debe incluir estudios complementarios<sup>23</sup> como HbA1c, determinación de péptido C, determinación algunos anticuerpos dirigidos contra algunas proteínas de las células  $\beta$ , como los anticuerpos contra la célula  $\beta$  (ICA), descarboxilasa de ácido glutámico (GAD65) y la tiroxina fosfatasa (IA2).

Tabla. Principales características de la DM 1 y 2 en niños y adolescentes

| Características                | DM 1                    | DM 2                               |
|--------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| Género                         | Femenino = Masculino    | Femenino > Masculino               |
| Edad de diagnóstico            | Infancia y adolescencia | Adolescencia                       |
| Grupos étnicos más prevalentes | Caucásicos              | Afroamericanos, indígenas hispanos |
| Autoinmunidad                  | Común                   | Rara                               |
| Obesidad                       | Rara                    | Común                              |
| <i>Acantosis nigricans</i>     | Rara                    | Común                              |
| Historia familiar de diabetes  | Poco común              | Frecuente                          |
| Dependencia de la insulina     | Permanente              | Episódica                          |

**NOTA:** En la NORMA Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-2010, Para la prevención, tratamiento y control de la Diabetes Mellitus. Existe un apartado para el diagnóstico de Diabetes Mellitus en niños y jóvenes, pero éste es diagnóstico para Diabetes Mellitus tipo 1.

## DIAGNÓSTICO PRECOZ DE LA DM 2 EN NIÑOS Y ADOLESCENTES

Si tenemos en consideración que aproximadamente un tercio de los niños y adolescentes que padecen DM 2 son asintomáticos, ello nos obliga a la búsqueda activa de esta afección en poblaciones de riesgo. En el Consenso de la Asociación Americana de Diabetes sobre la DM 2 en niños y adolescentes<sup>33</sup>, recomendó que aquellos que posean 2 o más factores de riesgo (antecedentes familiares de 1ro. y 2do. grado de DM 2, raza/etnia de riesgo, signos de resistencia insulínica o condiciones asociadas con la resistencia insulínica), deben ser examinados cada 2 años en particular, a partir de los 10 años de edad o el comienzo de la pubertad. El examen debe incluir glucemia en ayunas y 2 h después de una sobrecarga oral de glucosa, y glucemias al azar<sup>33</sup>.

## DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

A nivel mundial la DM2 en menores de 20 años comienza a volverse más frecuente, como ejemplos se puede citar a Japón, donde se presenta 4 veces con más frecuencia que la de DM1. Mientras en USA y Australia, del 40-30 % del diagnóstico de DM en adolescentes es del tipo 2<sup>17</sup>

En México existe evidencia clínica de que los casos de DM2 en niños y adolescentes van en aumento, **pero las estadísticas oficiales no lo reportan o los datos son escasos.** Con el incremento de la población joven en nuestro país, con obesidad (aunado a la adopción de la cultura gringa de la comida rápida) e inactividad física, **la DM2 infantil y adolescente tiene el potencial para convertirse en un problema grave de salud, familiar, económico, social y para las instituciones de salud, por el desarrollo de complicaciones en años tempranos de la adultez.**

Por otro lado en los últimos 5 años, se han presentado cada vez, **más casos de niños y adolescentes con Síndrome Metabólico**<sup>12</sup> (aumento de presión arterial, bajos niveles de HDL-colesterol, etc.) de acuerdo a la International Diabetes Federation, por lo que el riesgo de que presenten DM2 y problemas cardiovasculares en etapas muy jóvenes es muy alto.

Si consideramos que **en México se presenta una prevalencia del 20% de síndrome metabólico en niños y adolescentes**<sup>26</sup>, problema ligado al sobrepeso y a la obesidad infantil, que puede conducir al desarrollo de DM2, luego entonces el panorama de la DM2 en nuestro país se agrava.

Es así como llegamos a preguntarnos el cómo se estará desarrollando dicho problema en nuestro país y en particular en adolescentes.

¿Existen factores de riesgo para Diabetes Mellitus tipo 2 en el bachiller Quetazalcóatl de Tecamachalco Puebla?

## JUSTIFICACIÓN

La aparición temprana de Diabetes Mellitus tipo 2 aumenta el impacto social y económico de la diabetes, ya que aumenta la probabilidad de sufrir complicaciones crónicas e incapacidad prematura, las cuales ocurren en etapas productivas de la vida. La vigilancia adecuada de los factores de riesgo conductuales y biológicos modificables es necesaria, para prevenir y tomar medidas que disminuyan el riesgo de desarrollo de la enfermedad en etapas tempranas.

Como ya se ha dicho anteriormente, la DM 2 es un problema importante de salud pública en México y más aún porque se está presentando con alarmante incremento en edades más tempranas.

Por lo que en los últimos años, a través de diversas investigaciones se ha evidenciado la necesidad de identificar tempranamente este problema, tanto sus componentes como sus factores de riesgo.

En el presente estudio, el determinar los valores de glucosa, colesterol y triglicéridos en jóvenes del Bachillerato Quetzalcóatl de Tecamachalco, Puebla más el cuestionario que se aplicara nos arrojará datos suficientes para un buen diagnóstico.

Por lo que en el presente estudio, permitirá **hacer un diagnóstico primario de DM2, que se complementará con la identificación del** síndrome metabólico.

Aunado con las pláticas informativas y los datos obtenidos **se pretende formar conciencia sobre los factores de riesgo en individuos jóvenes** que permitirá alertar a profesores, estudiantes y padres de familia sobre el estado de salud de los adolescentes, para que en caso necesario reciban el tratamiento pertinente y/o adopten las medidas preventivas para que no se presenten o se retarden las complicaciones propias de la diabetes.

## OBJETIVOS

### -OBJETIVO GENERAL

Identificar factores de riesgo para Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) en el bachiller Quetzalcóatl del municipio de Tecamachalco, Puebla.

+

### -OBJETIVOS PARTICULARES

1.- Determinar las concentraciones séricas en ayunas de Glucosa, Colesterol y Triglicéridos.

2.- Aplicar un cuestionario a los alumnos para identificar factores de riesgo.

## DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### **Tipo de estudio**

Descriptivo  
Observacional  
Transversal  
Analítico  
Retrospectivo

### **Universo**

Se realizaron las determinaciones de colesterol, triglicéridos y glucosa a todos los estudiantes del Bachillerato Quetzalcóatl del municipio de Tecamachalco, Puebla que aceptaron participar en el estudio.

### **Tamaño de muestra**

Se analizaron las muestras de 82 alumnos

### **Tipo de muestreo**

Conglomerado

### **Criterios de selección**

#### A) Criterios de inclusión

Jóvenes hombres o mujeres que pertenezcan al bachillerato Quetzalcóatl y que acepten participar en el estudio por medio del consentimiento informado.

#### B) Criterios de Exclusión

Jóvenes hombres o mujeres del bachillerato Quetzalcóatl que no deseen participar y que no firmen la hoja de consentimiento informado.

### **Manejo estadístico de los datos**

Se emplearon la estadística descriptiva con uso de tablas de manejo de frecuencia y relación de las variables.

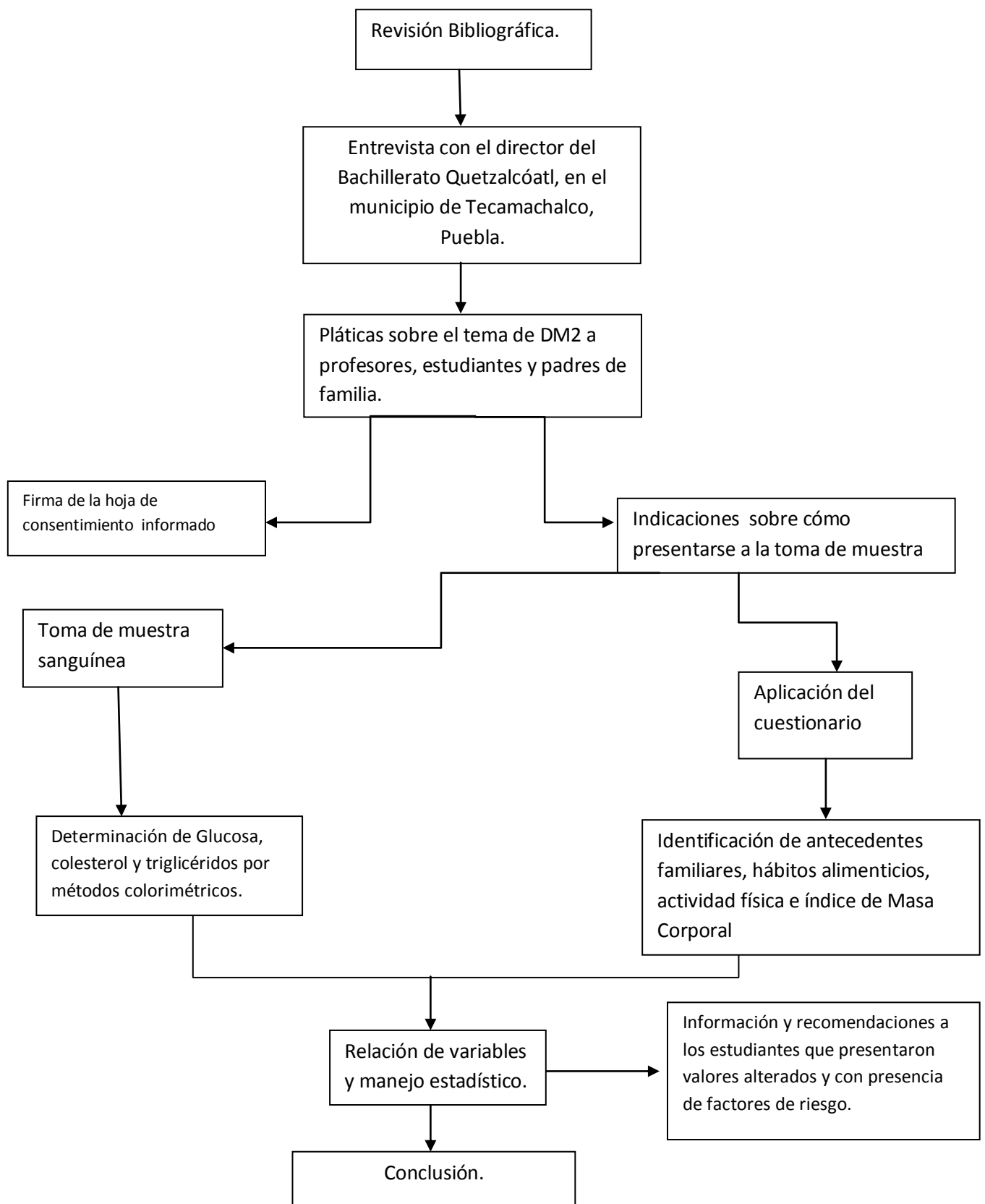
## Aspectos bioéticos

Se informó el objetivo de la investigación a alumnos, profesores y padres de familia por medio de pláticas sobre el tema de DM2, en particular sobre factores de riesgo, complicaciones, diagnóstico y prevención.

## Variables y definición de variables.

| VARIABLE                               | TIPO DE VARIABLE E INDICADOR     |
|----------------------------------------|----------------------------------|
| CONCENTRACIÓN DE GLUCOSA               | Cuantitativa (mg/Dl)             |
| CONCENTRACIÓN DE COLESTEROL            | Cuantitativa (mg/Dl)             |
| CONCENTRACIÓN DE TRIGLICÉRIDOS         | Cuantitativa (mg/Dl)             |
| ANTECEDENTES DE FAMILIARES DIABÉTICOS  | Cualitativa                      |
| CONSUMO DE ALIMENTOS RICOS EN GRASAS   | Cuantitativa (veces por semana)  |
| CONSUMO DE ALIMENTOS RICOS EN AZÚCARES | Cuantitativa (veces por semana)  |
| CONSUMO DE FRUTAS Y VERDURAS           | Cuantitativa (veces por semana)  |
| ACTIVIDAD FÍSICA DENTRO DE LA ESCUELA  | Cuantitativa (veces por semana)  |
| ACTIVIDAD FÍSICA FUERA DE LA ESCUELA   | Cuantitativa (veces por semana)  |
| VALOR DE ÍNDICE DE MASA CORPORAL       | Cuantitativa ( $\text{kg/m}^2$ ) |

## DIAGRAMA DE TRABAJO



## METODOLOGÍA

Se realizó una entrevista con el director del bachillerato Quetzalcóatl, señalando el objetivo que persigue la investigación, así como los beneficios que obtendrían los estudiantes que acepten participar y el cómo se llevará a cabo la investigación

Se citó por medio de los profesores y por grados a los estudiantes y padres de familia que quieran asistir para informarles sobre el trabajo que se realizaría y una plática sobre DM2, haciendo hincapié en los factores de riesgo, complicaciones, diagnóstico y prevención de dicha enfermedad. Se les habló sobre el significado de valores bioquímicos (glucosa, colesterol y triglicéridos).

Se les explicó la importancia de presentarse en ayunas para la toma de muestra y se les pedirá a los estudiantes que lean el formato de consentimiento informado y que lo firmen en caso de estar de acuerdo ellos y sus padres.

Se programaron los días en que se realizarían las tomas de muestra sanguínea y la aplicación del cuestionario previamente elaborado y revisado, se contó con el apoyo de maestros y prestadores de servicio social del programa LAMCIQUIM, esperando la participación de 50 bachilleres por día.

- Material para toma de muestra sanguínea:
  1. Aguja estéril desechable Vacutainer para toma múltiple.
  2. Tubos rojos con vacío BD Vacutainer.
- Material y equipo para la determinación de **Glucosa, colesterol y triglicéridos:**
  1. Kit de reactivo de Glucosa (Glucosa oxidasa/peroxidasa).
  2. Kit de reactivo de Colesterol Total (Peroxidasa/fenol a-antipirina de Trinder).
  3. Kit de reactivo de Triglicéridos (Glicerol fosfato oxidasa/peroxidasa)

Se separaron los sueros por centrifugación y se conservaron adecuadamente para ser trasladados y luego procesados en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP.

Se determinó la concentración de Glucosa, Colesterol y Triglicéridos.

Los cuestionarios después de su aplicación a los bachilleres fueron revisados para identificar los factores de riesgo para DM2, tales como: antecedentes familiares, la actividad física dentro y fuera de la escuela, índice de masa corporal y hábitos alimenticios, y posteriormente se hizo el manejo estadístico de los datos.

Posteriormente se hizo la entrega de resultados a profesores y éstos a su vez fueron entregados a los alumnos del bachiller.

Se hizo una relación de variables y su respectivo análisis estadístico y luego fueron presentados por escrito en el informe final de éste trabajo.

A los alumnos con valores anormales de bioquímica sérica ó se observan factores de riesgo en las respuestas de los cuestionarios, se les hizo las recomendaciones necesarias para prevenir la DM2 o en su caso para que acudan con su médico, para el tratamiento que se requiera.

## MÉTODOS

### Determinación de glucosa sérica en ayuno.

Se realizó por el método de la *glucosa-oxidasa y peroxidasa*.

#### Fundamento del método

La glucosa es oxidada por la glucosa oxidasa a ácido glucónico y  $H_2O_2$ . El peróxido de hidrógeno en presencia de la peroxidasa reacciona con el fenol y 4-Aminoantipirina para producir un cromógeno de quinonaimina, con un máximo de absorbancia a 505 nm. La concentración de la glucosa es directamente proporcional a la absorbancia de la quinonaimina<sup>34</sup>.

**Cálculos:**  $A \text{ Muestra} / A \text{ Patrón} \times C. \text{ Patrón} = C. \text{ Muestra}$ .

**Linearidad:** 1000 mg/dL

**Valores de referencia:** 70 – 110 mg/dL. En valores séricos.

Se considera diabetes si se cumple alguno de los tres puntos que se citan a continuación:

- Nivel de glucemia > 200 mg/dL acompañado de los síntomas típicos de la enfermedad.
- Glucemia en ayunas > 140 mg/dL, obtenida en dos ocasiones
- Glucemia en ayunas entre 110 y 140 mg/dL y dos curvas de glucemia positivas

#### Interferencias

Evitar la hemólisis, la hemoglobina, la lipemia y la bilirrubina pueden provocar interferencias.

### Determinación de Colesterol Total

Se hará utilizando el método del *Colesterol Esterasa*

#### Fundamento del método

El ensayo del colesterol involucra reacciones enzimáticas secuenciales. La enzima colesterol esterasa hidroliza los ésteres de colesterol a colesterol y ácidos grasos libres. El colesterol oxidasa entonces oxida al colesterol para formar 4-colestenona y peróxido de hidrógeno. La peroxidasa cataliza la oxidación con peróxido de hidrógeno de 4-aminofenazona con la subsecuente copulación de p-hidroxibenzensulfonato. El producto final es un colorante quinonaimina el cual absorbe a 520 nm<sup>35</sup>.

**Cálculos:**  $A \text{ Muestra} / A \text{ Patrón} \times C. \text{ Patrón} = C. \text{ Muestra}$

**Linealidad:** 1000 mg/dL

**Valores de Referencia:** 140 – 200 mg/dL

**Interferencias:** Evitar hemólisis, y anticoagulantes como los oxalatos y fluoruros.

### **Determinación de Triglicéridos.**

Se utilizará el método *Glicerol fosfato oxidasa/peroxidasa*.

#### **Fundamento del método**

La lipasa hidroliza triglicéridos a glicerol y Ácido grasos, el glicerol es fosforilado por ATP en presencia de kinasa glicerol para producir glicerol-3-fosfato (G3P) y adenosina-5-difosfato. El G3P es entonces convertido a dihidroxiacetona fosfato (DAP) y peróxido hidrogenado por oxido glicerofosfato (GPO). El peróxido hidrogenado reacciona entonces con 4-aminoantipirina (4-AAP) y 3-hidroxi-2, 4, 6-Ácido tribomobenzoico (TBHB) en reacción catalizada por peroxidasa para producir un tinte quinoneimino de color rojo, la intensidad de color a 540 nm es directamente proporcional a la concentración de triglicéridos en suero<sup>36</sup>

**Cálculos:**  $A \text{ Muestra} / A \text{ Patrón} \times C. \text{ Patrón} = C. \text{ Muestra}$

**Linealidad:** Hasta 800 mg/dL

**Valores de referencia:** hasta 150 mg/dL ----Riesgo Bajo.

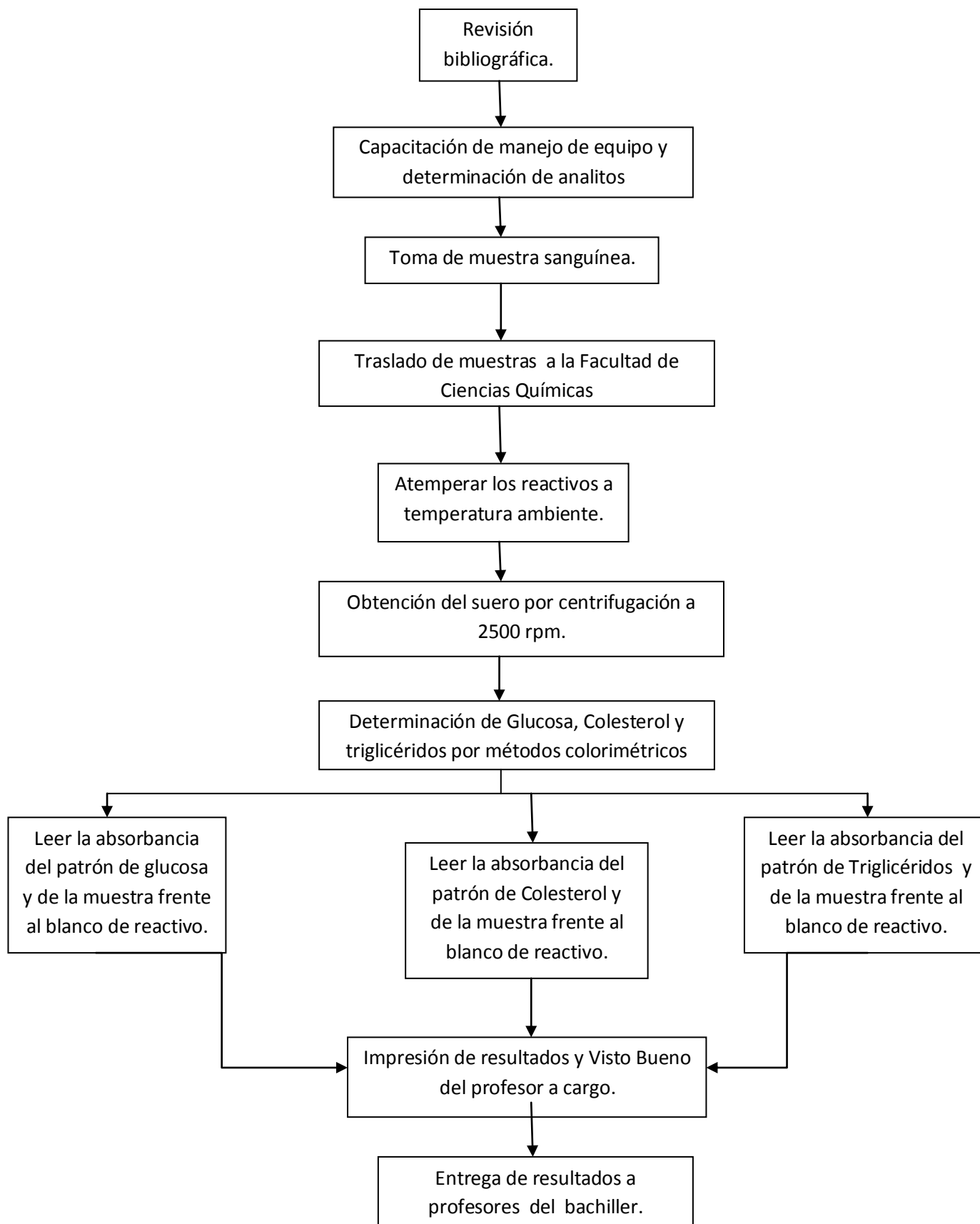
150 – 199 mg/ dL-----Riesgo Dudoso.

200 – 499 mg/dL-----Riesgo Alto.

>500 mg/dL ----Riesgo Muy Alto.

**Interferencias:** La hemoglobina, la lipemia y la bilirrubina así como algunos medicamentos.

## FLUJO DE TRABAJO



## ORGANIZACIÓN

### Recursos materiales

- Hojas blancas tamaño carta para la elaboración del cuestionario.
- Hojas blancas tamaño carta para la elaboración de los formatos de resultados de los estudios de laboratorio.
- Lapiceros y lápices.
- Equipo de cómputo e impresión.
- Folders.
- Libretas.
- Unidad de laboratorio móvil de la Facultad de Ciencias Químicas.
- Material para toma de muestra sanguínea:
  - ✓ Agujas estériles desechables Vacutainer para toma múltiple.
  - ✓ Tubos rojos con vacío BD Vacutainer.
  - ✓ Guantes de látex.
  - ✓ Torniquetes.
  - ✓ Soportes para agujas Vacutainer.
  - ✓ Torundas de algodón
  - ✓ Alcohol del 96°
  - ✓ Contenedor rojo para desechar material punzó cortante.
  - ✓ Toallas sanitas
  - ✓ Centrifuga.
  - ✓ Termómetro para baño María.
  - ✓ Baño María de Temperatura a 37°C.
  - ✓ Espectrofotómetro para lecturas a  $500 \pm 20\text{nm}$ .
  - ✓ Agua destilada.
  - ✓ Pipetas de 10 mL.
  - ✓ Pizetas.

### Recursos humanos:

El trabajo se hizo principalmente por la tesista, pero con el apoyo de profesores y profesoras, así como de prestadores de servicio social del programa LAMCIQUIM.

### Recursos financieros:

Se contó con los recursos propios del programa de servicio social LAMCIQUIM.

### Aspectos Bioéticos

Antes del estudio se entregó una carta de consentimiento informado que firmaron padres de familia y alumnos. Ver apéndice.

# Resultados

## RESULTADOS

En este estudio se analizaron muestras de sangre de 157 de los cuáles solamente 82 contestaron y aportaron los datos requeridos en el cuestionario que se les aplicó, así como el aceptar la toma de muestra. Como se puede apreciar en la tabla y gráfico 1, fueron 43 mujeres participantes y 39 los hombres que se prestaron al estudio.

Para la determinación de glucosa, en el caso de las mujeres, el 4.6% (2 casos) presentó cifras menores al 70 mg/dL, y en cuanto a los hombres, se obtuvo un porcentaje de 5.1% (2 casos) menor a 70 mg/dL.

El dato puede estar influenciado por una dieta deficiente, o a haber sobrepasado el periodo de ayuno.

El 95.3% (41 casos) de las mujeres y el 94.8 % (37 casos) de los hombres presentaron cifras normales de glucosa (tabla 1, GRÁFICO I), y si bien no se presentaron casos de diabetes, existen factores de riesgo que son importantes a considerar y que más adelante se comentarán.

|         | Número de<br>Adolescentes<br>estudiados | Menor de<br>70 mg/dl | %          | <b>70 – 110<br/>mg/dL</b> | %           | 111 a 125<br>mg/dl | ≥ 126<br>mg/dl |
|---------|-----------------------------------------|----------------------|------------|---------------------------|-------------|--------------------|----------------|
| MUJERES | 43                                      | 2                    | <b>4.6</b> | <b>41</b>                 | <b>95.3</b> | ---                | ---            |
| HOMBRES | 39                                      | 2                    | <b>5.1</b> | <b>37</b>                 | <b>94.8</b> | ---                | ---            |
| TOTAL   | 82                                      | 4                    | <b>4.8</b> | <b>78</b>                 | <b>95.2</b> | ---                | ---            |

TABLA 1.- CONCENTRACIÓN SÉRICA EN AYUNAS DE GLUCOSA DE ACUERDO AL SEXO EN UN GRUPO DE ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA

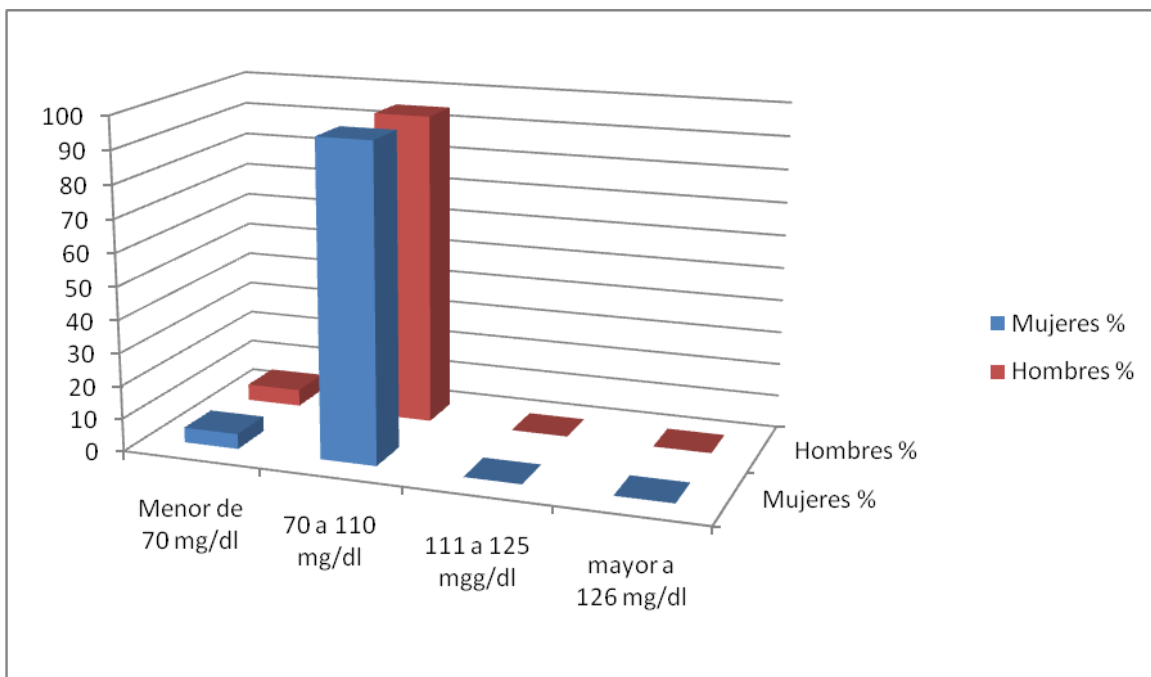
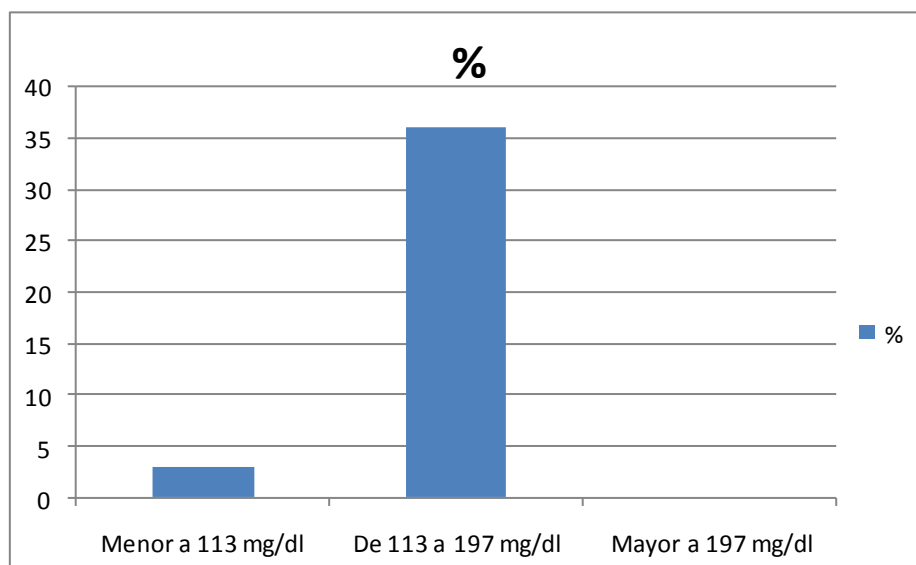


GRÁFICO I.- CONCENTRACIÓN SÉRICA EN AYUNAS DE GLUCOSA DE ACUERDO AL SEXO EN UN GRUPO DE ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.

En el caso del colesterol ningún alumno que participó en el estudio tuvo una concentración sérica de colesterol mayor al rango de referencia (de 113 a 197 en adolescentes varones de entre 15 a 19 años), como se describe en la tabla 2 y GRÁFICO 2, sin embargo se presentaron 3 casos (7.7%) de hombres por debajo del rango normal, mientras que en el caso de las adolescentes mujeres, en la TABLA 3 y el GRÁFICO III se puede observar la existencia de 4 casos (7%) con una concentración menor a los rangos de referencia (de 119 a 200mg/100mL). posiblemente a consecuencia de un hipertiroidismo o de una enfermedad hepática, o aún mas probable por una pobre ingesta de lípidos, para lo cual se recomendaría hacer otros estudios específicos.<sup>37</sup>

| Total de adolescentes<br>hombres estudiados | Menor a<br>113 mg/dL | %   | 113 a 197<br>mg/dL | %    | Mayor a<br>197 mg<br>/dL | % |
|---------------------------------------------|----------------------|-----|--------------------|------|--------------------------|---|
| 39                                          | 3                    | 7.7 | 36                 | 92.3 | ---                      | 0 |

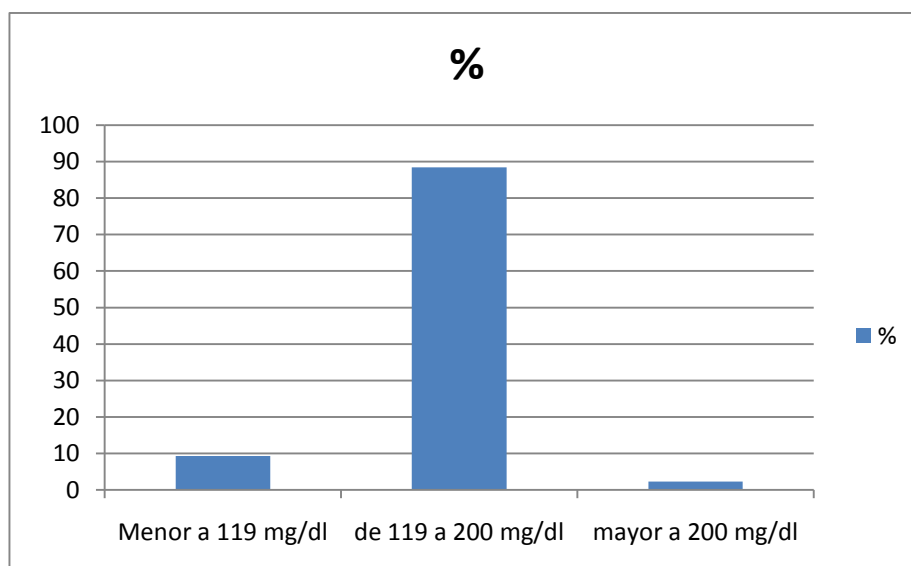
Tabla 2.- CONCENTRACIÓN SÉRICA EN AYUNAS DE COLESTEROL EN UN GRUPO DE ADOLESCENTES VARONES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.



**GRÁFICO II.- CONCENTRACIÓN SÉRICA EN AYUNAS DE COLESTEROL EN UN GRUPO DE ADOLESCENTES VARONES** DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.

| Número de adolescentes estudiadas | Menor a 119 mg/dL | %   | 119 a 200 mg/dL | %    | Mayor a 200 mg/dL | %   |
|-----------------------------------|-------------------|-----|-----------------|------|-------------------|-----|
| 43                                | 4                 | 9.3 | 38              | 88.4 | 1                 | 2.3 |

**Tabla 3.- CONCENTRACIÓN SÉRICA EN AYUNAS DE COLESTEROL EN UN GRUPO DE ADOLESCENTES MUJERES** DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.



**GRÁFICO III.- CONCENTRACIÓN SÉRICA EN AYUNAS DE COLESTEROL EN UN GRUPO DE ADOLESCENTES MUJERES** DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.

Se presentaron dos casos de alumnos con niveles altos de triglicéridos, uno de cada sexo, lo que representa el 2.3% en el caso de las mujeres y 2.6% en el de los hombres, como se puede observar en la Tabla 4 y GRÁFICO IV. La concentración alta de triglicéridos se relaciona con diabetes y obesidad, que también incrementan las posibilidades de desarrollar cardiopatía, por lo que es necesario prestar vigilancia a estos dos alumnos. También se encontró un caso en mujeres debajo del rango de concentración normal (2.3 %) y en hombres sólo un caso (2.6%) por debajo de los 60 mg/dL, lo que puede ser causado por desnutrición o un síndrome nefrótico, para lo cuál sería necesario hacer otros estudios específicos.

|         | Total de alumnos | Menor a 60 mg/dL | %   | 60 a 150 mg/dL | %    | Mayor a 150 mg/dL | %   |
|---------|------------------|------------------|-----|----------------|------|-------------------|-----|
| Mujeres | 43               | 1                | 2.3 | 41             | 95.3 | 1                 | 2.3 |
| Hombres | 39               | 1                | 2.6 | 37             | 94.9 | 1                 | 2.6 |
| Total   | 82               | 2                | 2.4 | 78             | 95.1 | 2                 | 2.4 |

Tabla 4.- CONCENTRACIÓN SÉRICA EN AYUNAS DE TRIGLICÉRIDOS DE ACUERDO AL SEXO EN UN GRUPO DE ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.

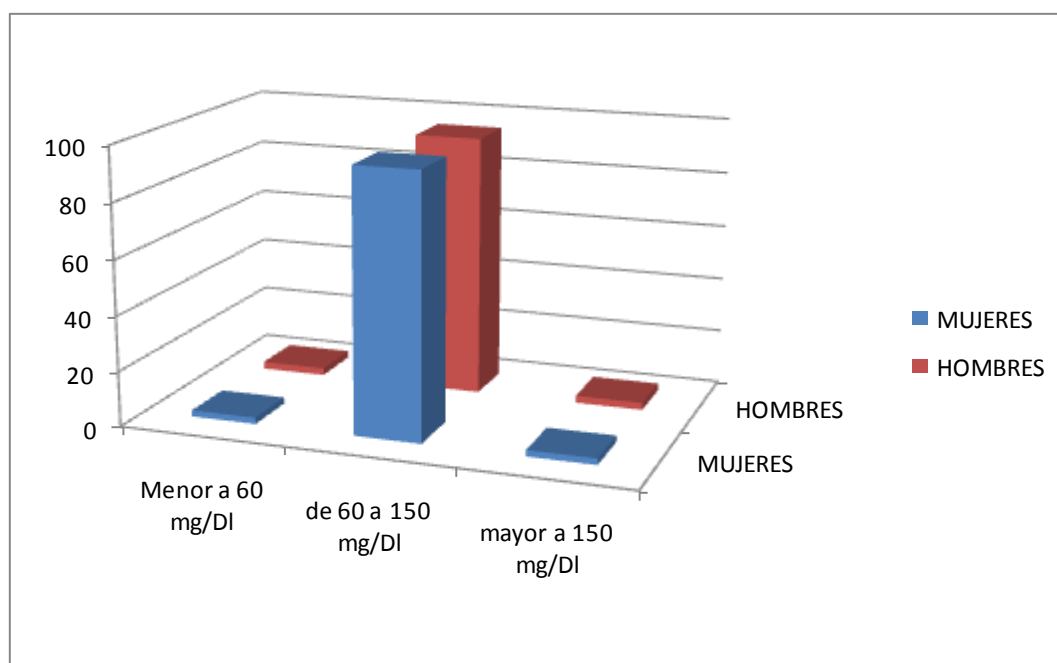


GRÁFICO IV- CONCENTRACIÓN SÉRICA EN AYUNAS DE TRIGLICÉRIDOS DE ACUERDO AL SEXO EN UN GRUPO DE ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.

En cuanto antecedentes familiares (tabla 5, GRÁFICO V), éste factor tiene especial relevancia ya que su presencia representa un riesgo aumentado asociado a un 25 % de la disminución de la sensibilidad a la insulina<sup>22</sup>, En este estudio se encontró que de los 82 alumnos encuestados, el 39 % dijo tener por lo menos un familiar diabético. Específicamente, en el caso de las mujeres el 30.2 % aseguró tener diabéticos. Y en el caso de los hombres, 48.7% tienen. Sabiendo que en general, en estudios anteriores se ha demostrado que 72 al 100% de los jóvenes diabéticos tienen antecedentes familiares<sup>23</sup>, estos jóvenes tienen altas probabilidades de presentar DM2 en algunos años más.

|         | Total de adolescentes estudiados | Con familiares diabéticos | Porcentaje % | Sin familiares diabéticos | Porcentaje % | Total % |
|---------|----------------------------------|---------------------------|--------------|---------------------------|--------------|---------|
| MUJERES | 43                               | 13                        | 30.2         | 30                        | 69.8         | 100     |
| HOMBRES | 39                               | 19                        | 48.7         | 20                        | 51.3         | 100     |
| TOTAL   | 82                               | 32                        | 39.0         | 50                        | 61.0         | 100     |

Tabla 5.- ANTECEDENTES FAMILIARES DIABÉTICOS, DE ACUERDO AL SEXO, EN UN GRUPO DE ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.

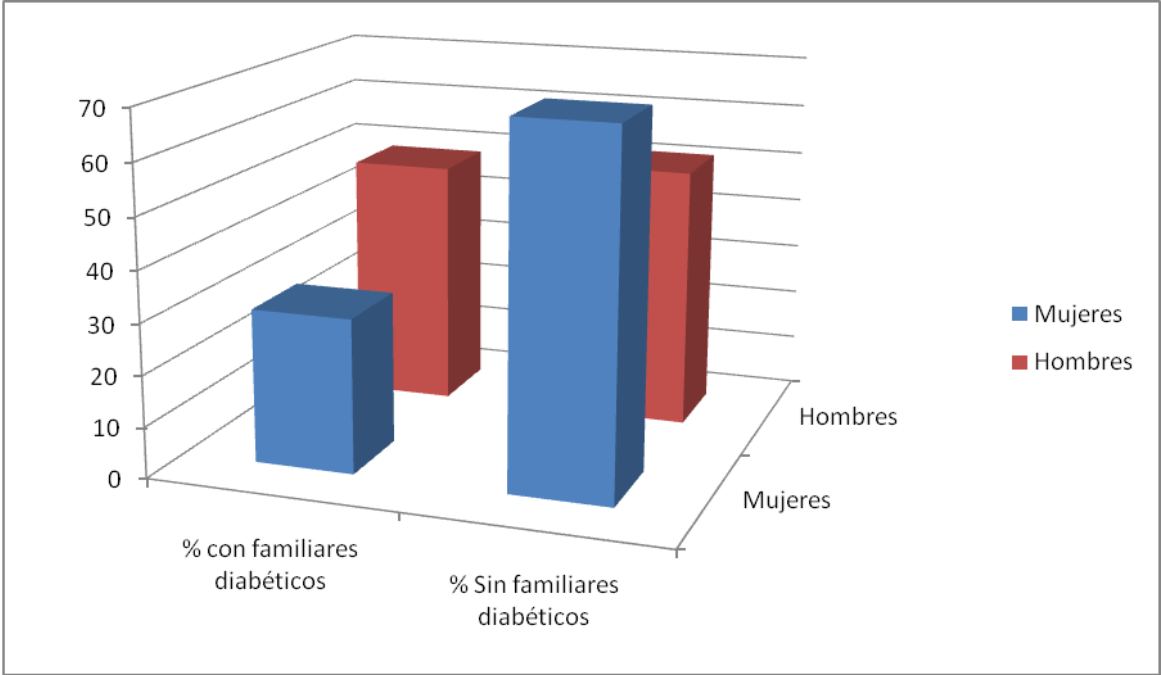


GRÁFICO V.- ANTECEDENTES FAMILIARES DIABÉTICOS, DE ACUERDO AL SEXO, EN UN GRUPO DE ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.

Ahora bien, es necesario diferenciar el grado de parentesco que tienen con los familiares que ya sufren de la enfermedad, Se ha descrito que en aquellas personas que tengan familiares de primer grado tienen más probabilidades de presentar disminución de la sensibilidad a la insulina e hiperinsulinemia que

aquellos cuyo parentesco con el familiar diabético no es tan directo, lo que confirma el papel de los factores genéticos en el desarrollo de la insulinoresistencia. En este estudio, de aquellos alumnos que confirmaron tener este antecedente, la relación que tenían con su familiar diabético era de abuelos, seguido de padres y madres. (Tabla 6, GRÁFICO VI)

|       | MADRE | PADRE | ABUELA | ABUELO | HERMANOS | TIOS |
|-------|-------|-------|--------|--------|----------|------|
| TOTAL | 6     | 6     | 7      | 9      | 2        | 6    |

Tabla 6.- PARENTESCO DE LOS FAMILIARES DIABÉTICOS EN UN GRUPO DE 32 ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.

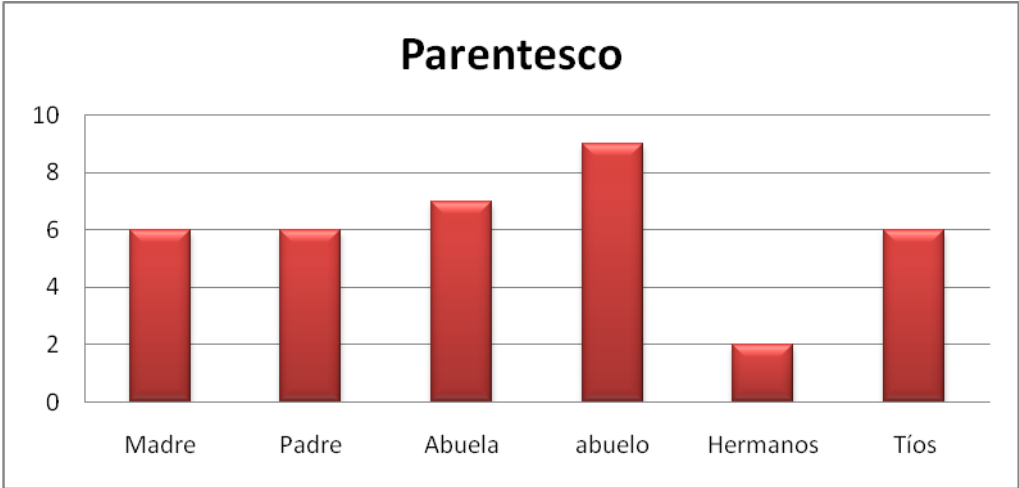


GRÁFICO VI.- GRADO DE PARENTESCO DE LOS FAMILIARES DIABÉTICOS EN UN GRUPO DE 32 ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.

Desde hace más de una década se sabe que la frecuencia de antecedentes de DM 2 familiar de primera y segunda línea, se puede encontrar entre 74-100 % de los jóvenes con DM 2. Así, de los alumnos en este estudio, del total que aseguró tener antecedentes familiares, (tabla 7, GRÁFICOL VII); 26 % tenían un familiar diabético, 15% 2 familiares y 3% con 3, todos ellos con un riesgo aumentado a comparación de aquellos con sólo un familiar (81%)

|       | 1 Familiar |      | 2 Familiares | %    | 3 Familiares | %   | TOTAL |
|-------|------------|------|--------------|------|--------------|-----|-------|
|       |            | %    |              |      |              |     | %     |
| TOTAL | 26         | 81.3 | 5            | 15.6 | 1            | 3.1 | 100   |

Tabla 7.- NÚMERO DE FAMILIARES DIABÉTICOS POR ALUMNO, EN UN GRUPO DE 32 ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.

# **NÚMERO DE FAMILIARES DIABÉTICOS POR ALUMNO, EN UN GRUPO DE 32 ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.**

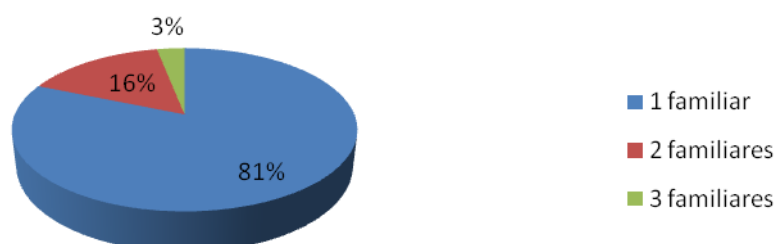
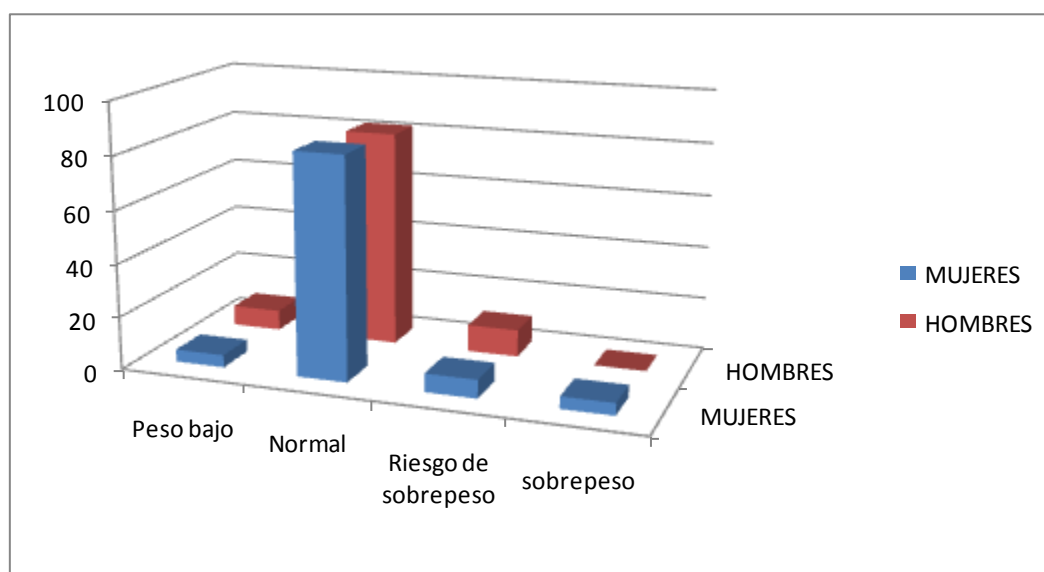


GRÁFICO VII.- NÚMERO DE FAMILIARES DIABÉTICOS POR ALUMNO, EN UN GRUPO DE 32 ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.

La obesidad está fuertemente asociada a un riesgo incrementado de tolerancia a la glucosa alterada e intolerancia a la glucosa en ayunas, DM 2, hipertensión arterial, dislipidemia, enfermedad cardiovascular, apnea del sueño y depresión, tanto en los niños como en los adultos. Los niños obesos tienen hiperinsulinismo e insulinoresistencia y una sensibilidad a la insulina disminuida. Para este estudio, se observó que un alto porcentaje (83.7% de las mujeres y 82% de los hombres) de los estudiantes encuestados se encontraban dentro de las cifras ideales de IMC de acuerdo a su edad y estatura, sin embargo, existían aquellos que entraban en las cifras de riesgo de sobrepeso (3 mujeres y 4 hombre) y un desafortunado caso de sobre peso.

|         | Total de alumnos encuestados | Peso Bajo | %   | Normal | %    | Riesgo de sobrepeso | %    | Sobrepeso | %   | Total % |
|---------|------------------------------|-----------|-----|--------|------|---------------------|------|-----------|-----|---------|
| MUJERES | 43                           | 2         | 4.7 | 36     | 83.7 | 3                   | 7.0  | 2         | 4.6 | 100     |
| HOMBRES | 39                           | 3         | 7.7 | 32     | 82   | 4                   | 10.3 | ---       | 0   | 100     |
| TOTAL   | 82                           | 5         | 6.1 | 68     | 83.0 | 7                   | 8.5  | 2         | 2.4 | 100     |

Tabla 8.- INDICE DE MASA CORPORAL DE ACUERDO AL SEXO EN UN GRUPO DE ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.



GRÁFICO

VIII.- INDICE DE MASA CORPORAL DE ACUERDO AL SEXO EN UN GRUPO DE ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.

Con lo que respecta al consumo de alimentos ricos en carbohidratos (Tabla 9, Gráfico IX), de acuerdo al cuestionario aplicado a los adolescentes, la mayoría indicó, tanto hombres como mujeres, consumir por lo menos algún tipo de ellos (pan de dulce, frituras, pastelitos, etc) y predominó el consumo de 1 a 3 veces por semana, que aunado al consumo de refrescos (tabla 11, gráfico XI), en donde la encuesta mostró que predomina un consumo de 1 a 2 litros de refresco semanalmente, siendo las principales marcas consumidas los refrescos de cola, que contienen una alta concentración de azúcar, por lo que todo ello es indicativo de que existe una mala nutrición y que puede derivar en un futuro en un incremento de peso corporal y a una resistencia a la glucosa y, posteriormente, manifestarse como DM2.

| Sexo                         | MUJERES | %    | HOMBRES | %    | Total | % TOTAL |
|------------------------------|---------|------|---------|------|-------|---------|
| Los consumen esporádicamente | 0       | 0    | 4       | 10.3 | 4     | 4.9     |
| 1 vez por semana             | 9       | 20.3 | 8       | 20.5 | 17    | 20.7    |
| 2 veces por semana           | 14      | 32.6 | 6       | 15.4 | 20    | 24.4    |
| 3 veces por semana           | 14      | 32.3 | 10      | 25.6 | 24    | 29.3    |
| 4 veces por semana           | 6       | 13.9 | 3       | 7.7  | 9     | 10.9    |

|                                     |    |      |    |      |    |     |
|-------------------------------------|----|------|----|------|----|-----|
| 5 veces por semana                  | 0  | 0    | 5  | 12.8 | 5  | 6.0 |
| 6 o más veces por semana            | 0  | 0    | 3  | 7.7  | 3  | 3.7 |
| Número de adolescentes encuestados. | 43 | 52.4 | 39 | 47.6 | 82 | 100 |

Tabla 9.-CONSUMO SEMANAL DE ALIMENTOS RICOS EN CARBOHIDRATOS, EN UN GRUPO DE ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.

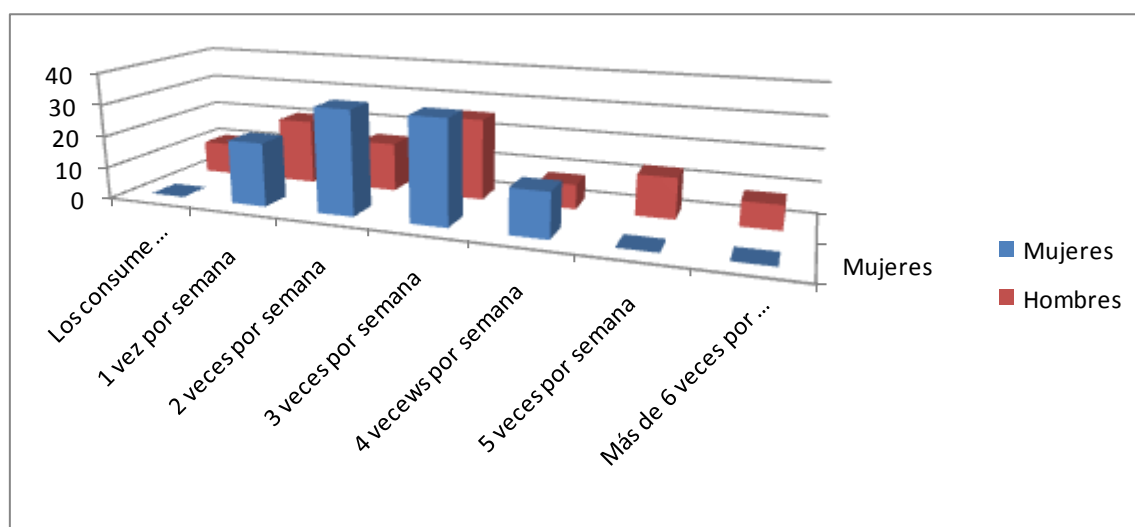


GRAFICO IX.-CONSUMO SEMANAL DE ALIMENTOS RICOS EN CARBOHIDRATOS, EN UN GRUPO DE ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.

En cuanto al consumo de alimentos ricos en grasas (pizza, hamburguesas, frituras, etc) (tabla 9, gráfico IX), la mayoría indicó, tanto hombres como mujeres, consumirlos por lo menos de una a cuatro veces por semana. Lo que puede llevar a un aumento de la masa grasa corporal total y dislipidemia provocando posteriormente una interferencia del equilibrio entre la producción y liberación endógena de insulina y su sensibilidad en los tejidos periféricos.<sup>31</sup>

| Sexo                         | MUJERES | %    | HOMBRES | %    | TOTAL | % TOTAL |
|------------------------------|---------|------|---------|------|-------|---------|
| Los consumen esporádicamente | 2       | 4.7  | 3       | 7.7  | 5     | 6.1     |
| 1 a 2 veces por semana       | 27      | 62.8 | 19      | 43.6 | 46    | 56.1    |
| 3 a 4 veces por semana       | 12      | 27.9 | 12      | 25.6 | 24    | 29.3    |
| 5 a 6 veces por semana       | 2       | 4.7  | 4       | 10.3 | 6     | 7.3     |

|                                     |    |      |    |      |    |     |
|-------------------------------------|----|------|----|------|----|-----|
| 7 veces por semana                  | 0  | 0    | 1  | 2.3  | 1  | 1.2 |
| Número de adolescentes encuestados. | 43 | 52.4 | 39 | 47.6 | 82 | 100 |

Tabla 10.-CONSUMO SEMANAL DE ALIMENTOS RICOS EN GRASAS, EN UN GRUPO DE ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.

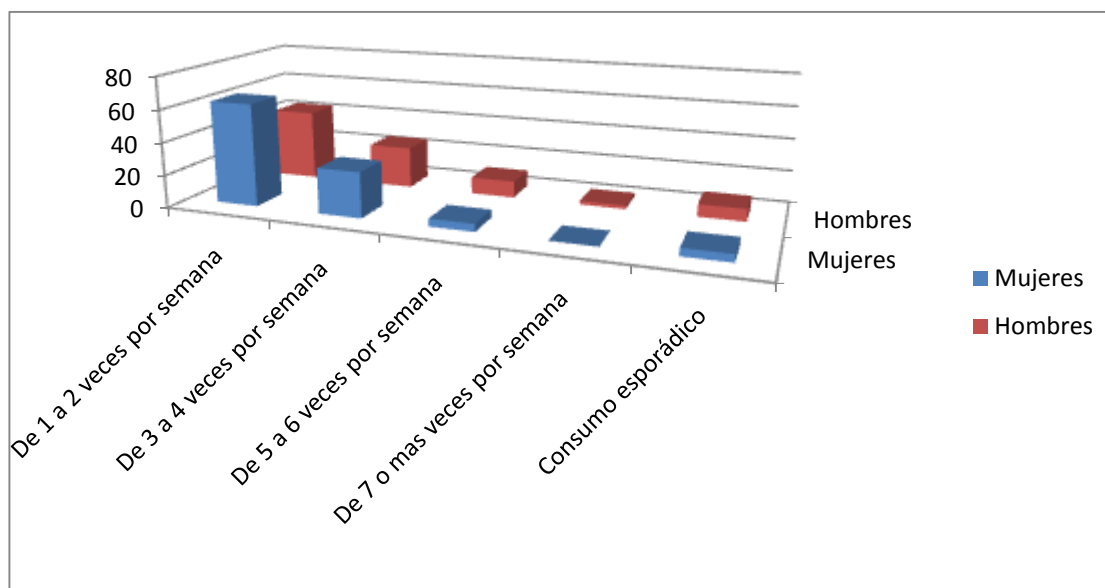


GRÁFICO 10.-CONSUMO SEMANAL DE ALIMENTOS RICOS EN GRASAS, EN UN GRUPO DE ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.

Haciendo una comparación del consumo de alimento anteriores con el de frutas y verduras, (tablas 12 y 13, gráficos XII y XIII) se observa que existe una preferencia por consumir aquellos alimentos altos en carbohidratos y alto valor calórico (Tablas 9 y 10, GRÁFICOS IX yX) por encima de las frutas y verduras, dato desfavorable, ya que al consumo de ellos aporta fibra, la cuál se ha demostrado que es eficaz en el control de la glucemia, ya que la viscosidad de la fibra atrapa a la glucosa disminuyendo su absorción, siendo menos accesible a la acción de la amilasa pancreática.

También la fibra provoca una disminución en la absorción de lípidos así como de los ácidos biliares, lo cuál puede alterar la formación de micelas y la absorción de las grasas, como consecuencia se disminuyen los niveles de colesterol, al utilizarse éste en la síntesis de novo de nuevos ácidos biliares<sup>38</sup>

|                               | MUJERES | %    | HOMBRES | %    | TOTAL |      |
|-------------------------------|---------|------|---------|------|-------|------|
| Sólo consume esporádicamente. | 0       | 0    | 3       | 7.7  | 3     | 3.7  |
| 1 vez por semana              | 4       | 9.3  | 4       | 10.3 | 8     | 9.8  |
| 2 veces por semana            | 10      | 23.3 | 9       | 23.1 | 19    | 23.2 |
| 3 veces por semana            | 15      | 34.9 | 11      | 28.2 | 26    | 31.7 |
| 4 veces por semana            | 3       | 7    | 5       | 12.8 | 8     | 9.8  |
| 5 veces por semana            | 2       | 4.7  | 3       | 7.7  | 5     | 6.1  |
| 6 veces por semana            | 2       | 4.7  | 2       | 5.1  | 4     | 4.9  |
| 7 veces por semana            | 7       | 16.3 | 2       | 5.1  | 9     | 11   |

Tabla 12.-CONSUMO SEMANAL DE VERDURAS, EN UN GRUPO DE ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.

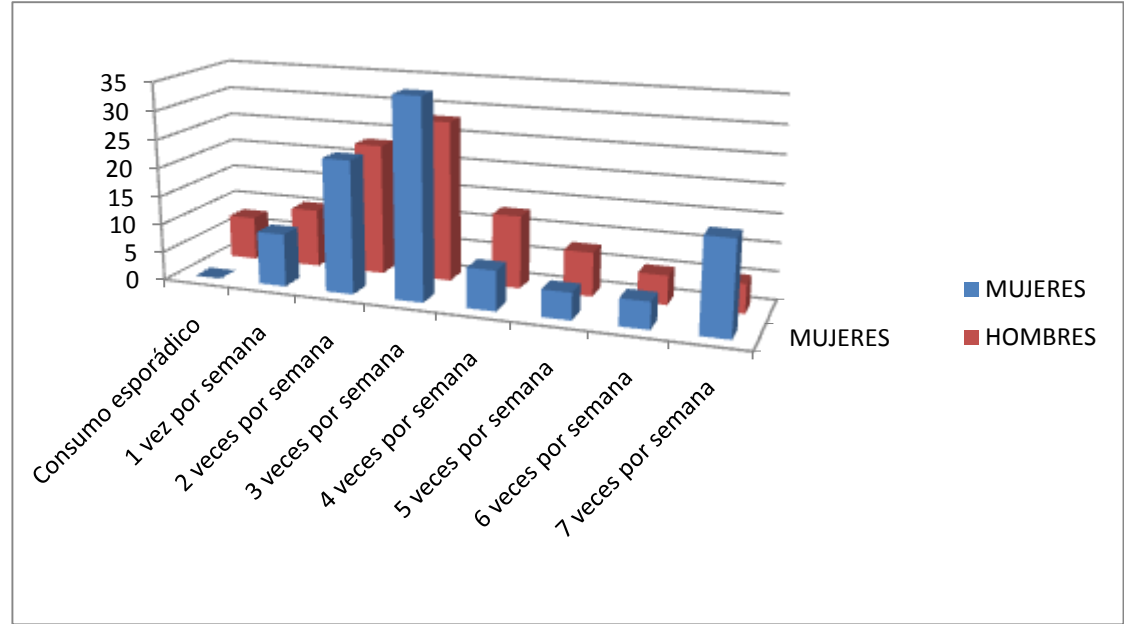


GRÁFICO XII.-CONSUMO SEMANAL DE VERDURAS, EN UN GRUPO DE ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.

|                                     | MUJERES | %    | HOMBRES | %    | TOTAL | % TOTAL |
|-------------------------------------|---------|------|---------|------|-------|---------|
| Sólo consume esporádicamente.       | 3       | 7    | 3       | 7,7  | 6     | 7,3     |
| 1 vez por semana                    | 9       | 20,9 | 9       | 23   | 18    | 22      |
| 2 veces por semana                  | 12      | 28   | 13      | 33,3 | 25    | 30,5    |
| 3 veces por semana                  | 16      | 37,2 | 13      | 33,3 | 29    | 35,4    |
| 4 veces por semana                  | 1       | 2,3  | 0       | 0    | 1     | 1,2     |
| 5 veces por semana                  | 2       | 4,6  | 1       | 2,6  | 3     | 3,6     |
| 6 veces por semana                  | ---     | ---  | ---     | ---  | ---   | ---     |
| 7 veces por semana                  | ---     | ---  | ---     | ---  | ---   | ---     |
| Número de adolescentes encuestados. | 43      | 52.4 | 39      | 47.6 | 82    | 100     |

Tabla 13.-CONSUMO SEMANAL DE FRUTAS, EN UN GRUPO DE ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA

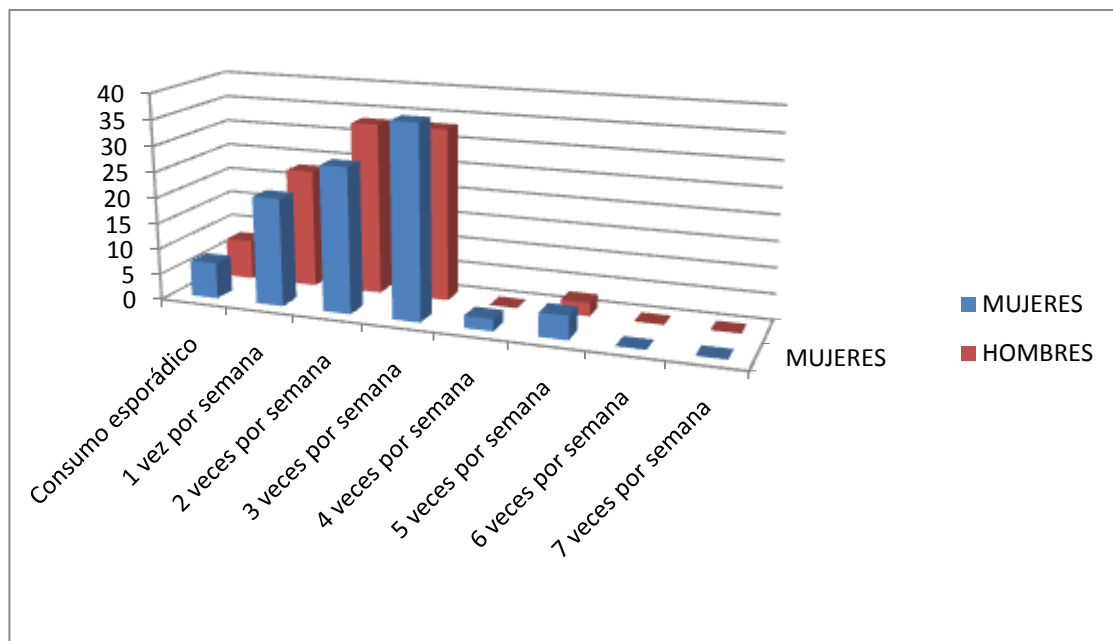


GRÁFICO XIII.-CONSUMO SEMANAL DE FRUTAS, EN UN GRUPO DE ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.

El consumo de carne roja se ha asociado consistentemente con un mayor riesgo de diabetes mellitus tipo 2 (DM2), además de la relación que hay con el aumento de peso. En el caso de los alumnos estudiados, (tabla 14, gráfico XIV), la mayoría dijo consumir la carne de 2 a 4 veces por semana, que por estar en etapa de crecimiento y requerir un mayor aporte de proteínas, se consideraría que aún por el contenido de grasa saturada y colesterol de la carne, no representa un factor de riesgo para Diabetes Mellitus tipo 2, pero aún así, es importante vigilar que la ingesta sea moderada, ya que la grasa animal contenida en la carne roja posee un contenido relativamente alto de grasas saturadas y colesterol, ambos compuestos relacionados con algunos problemas en la salud, incluyendo algunas cardiopatías y arteriosclerosis.

|                                     | MUJERES | %    | HOMBRES | %    | TOTAL |      |
|-------------------------------------|---------|------|---------|------|-------|------|
| Sólo consume esporádicamente.       | 1       | 2.3  | 2       | 5.1  | 3     | 3.7  |
| 1 vez por semana                    | 4       | 9.3  | 6       | 15.4 | 10    | 12.2 |
| 2 veces por semana                  | 15      | 34.9 | 11      | 28.2 | 26    | 31.7 |
| 3 veces por semana                  | 10      | 23.3 | 9       | 23.1 | 19    | 23.2 |
| 4 veces por semana                  | 9       | 21   | 8       | 20.5 | 17    | 20.7 |
| 5 veces por semana                  | ---     | 0    | 3       | 7.7  | 3     | 3.7  |
| 6 veces por semana                  | ---     | 0    | 0       | 0    | 0     | 0    |
| 7 veces por semana                  | ---     | 0    | 0       | 0    | 0     | 0    |
| Número de adolescentes encuestados. | 43      | 52.4 | 39      | 47.6 | 82    | 100  |

GRÁFICO XIV.-CONSUMO SEMANAL DE CARNE ROJA, EN UN GRUPO DE ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA

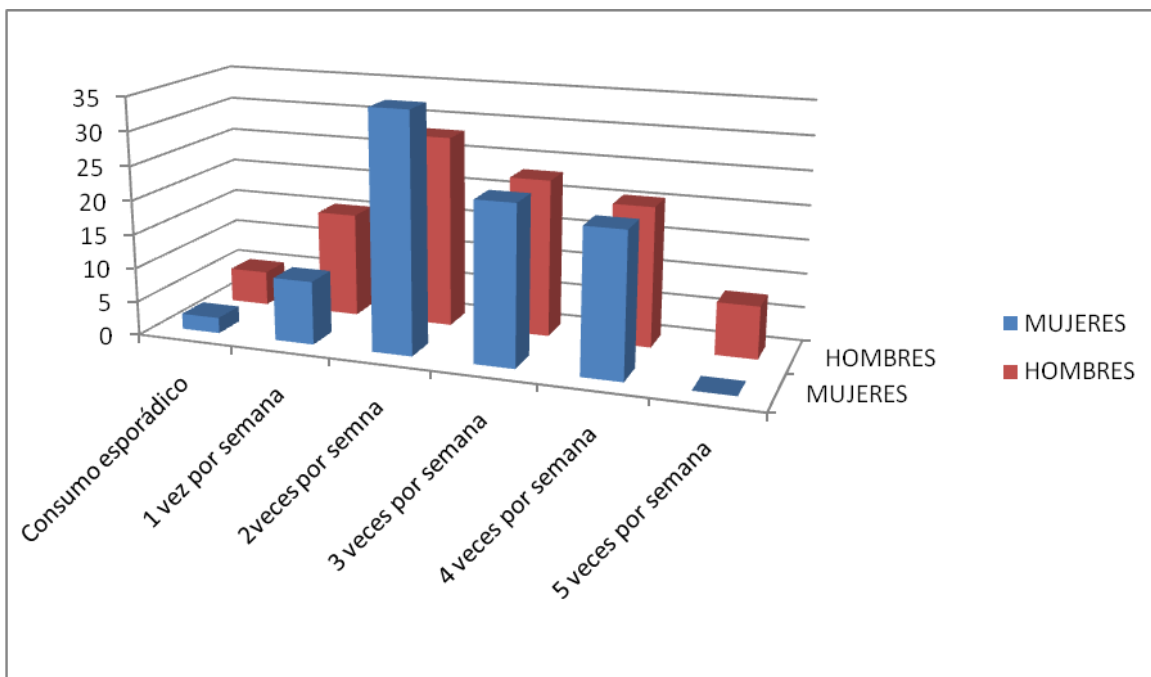


GRÁFICO XIV.-CONSUMO SEMANAL DE CARNE ROJA, EN UN GRUPO DE ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.

En cuanto a costumbres sedentarias, en tabla15 y gráfico XV se observa que la proporción de adolescentes que no practican deporte además de las 5 horas reglamentarias en su escuela, es similar a aquellos que practican de 4 a 7 hrs a la semana, y en el caso de las mujeres, la mayoría practica de 1 a 3 horas a la semana.

En la tabla16 y gráfico XVI, se observa que los adolescentes en estudio, en el caso de las mujeres, practican de 1 a 3 horas de actividades físicas además de las 5 horas reglamentarias de clase de educación física, mientras que lo hombres, realizan con más frecuencia de 4 a 7 horas

La actividad física mejora la sensibilidad a la insulina al incrementar al transportador de glucosa sensible a insulina GLUT-4, expresada en músculo<sup>17</sup>.

|                       | MUJERES | %    | HOMBRES | %    | TOTAL |      |
|-----------------------|---------|------|---------|------|-------|------|
| No practica.          | 7       | 16.3 | 8       | 20.5 | 15    | 18.3 |
| 1 a 3 hrs             | 15      | 34.9 | 20      | 5.1  | 35    | 3.7  |
| 4 a 7 hrs a la semana | 5       | 11.6 | 8       | 20.5 | 13    | 15.9 |
| Más de 7hrs           | 2       | 4.7  | 3       | 7.7  | 5     | 6.1  |

Tabla 15.- ACTIVIDAD FÍSICA DENTRO DE LA ESCUELA (ADEMÁS DE 5HRS DE EDUCACIÓN FÍSICA) QUE REALIZAN UN GRUPO DE ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.

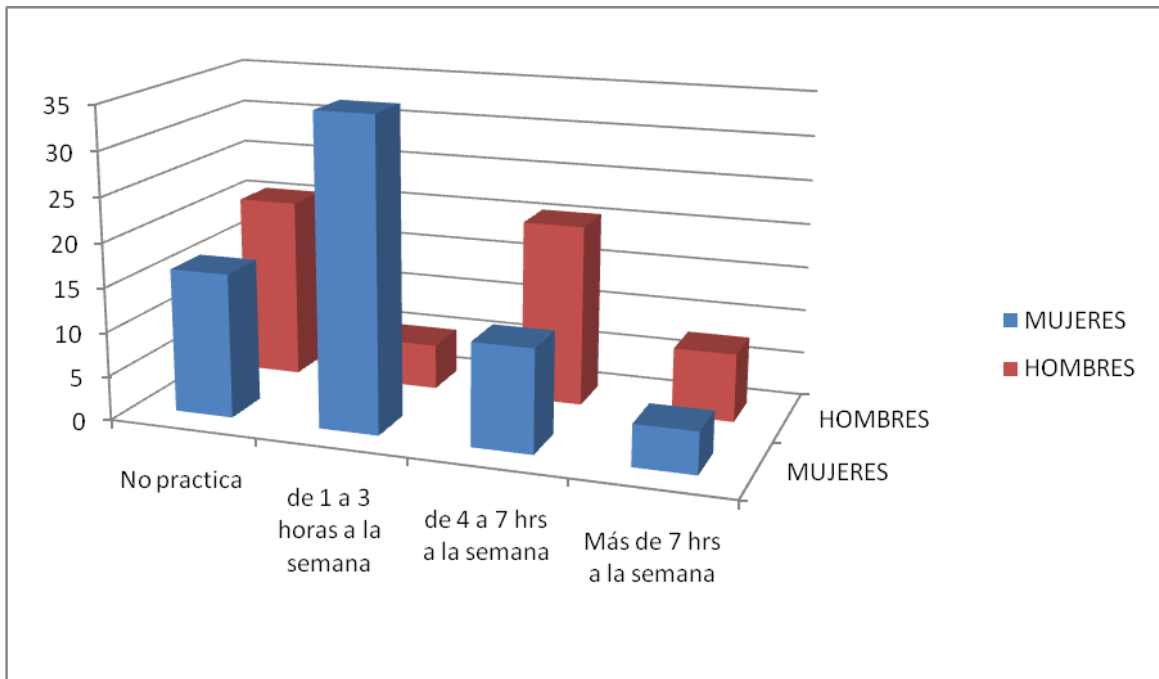


GRÁFICO XV.- ACTIVIDAD FÍSICA DENTRO DE LA ESCUELA (ADEMÁS DE 5HRS DE EDUCACIÓN FÍSICA) QUE REALIZAN UN GRUPO DE ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO, PUEBLA.

En el gráfico XVII y tabla 17, se observa que tanto hombres como mujeres, tienden a estar con mayor frecuencia de 2 a 3 horas inactivos físicamente, es decir, en estado sedentario. Se sabe que la inactividad física contribuye a un incremento en la formación de tejido graso sobre todo en el abdomen contribuyendo al aumento de peso y posteriormente al riesgo de desarrollar diabetes.<sup>39</sup>

|                 | MUJERES | %    | HOMBRES | %    | TOTAL |      |
|-----------------|---------|------|---------|------|-------|------|
| 1 hora diaria   | 7       | 16.3 | 6       | 15.4 | 13    | 15.9 |
| 2 horas diarias | 10      | 23.3 | 11      | 28.2 | 21    | 25.6 |
| 3 horas diarias | 12      | 27.8 | 8       | 20.5 | 20    | 24.4 |
| 4 horas diarias | 8       | 18.6 | 6       | 15.4 | 14    | 17.0 |
| 5 horas diarias | 3       | 7    | 7       | 17.9 | 10    | 12.2 |
| 6 horas diarias | 3       | 7    | 1       | 2.6  | 4     | 4.9  |

Tabla 16.- HORAS AL DÍA DE ACTIVIDADES SEDENTARIAS QUE PRACTICAN UN GRUPO DE ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO

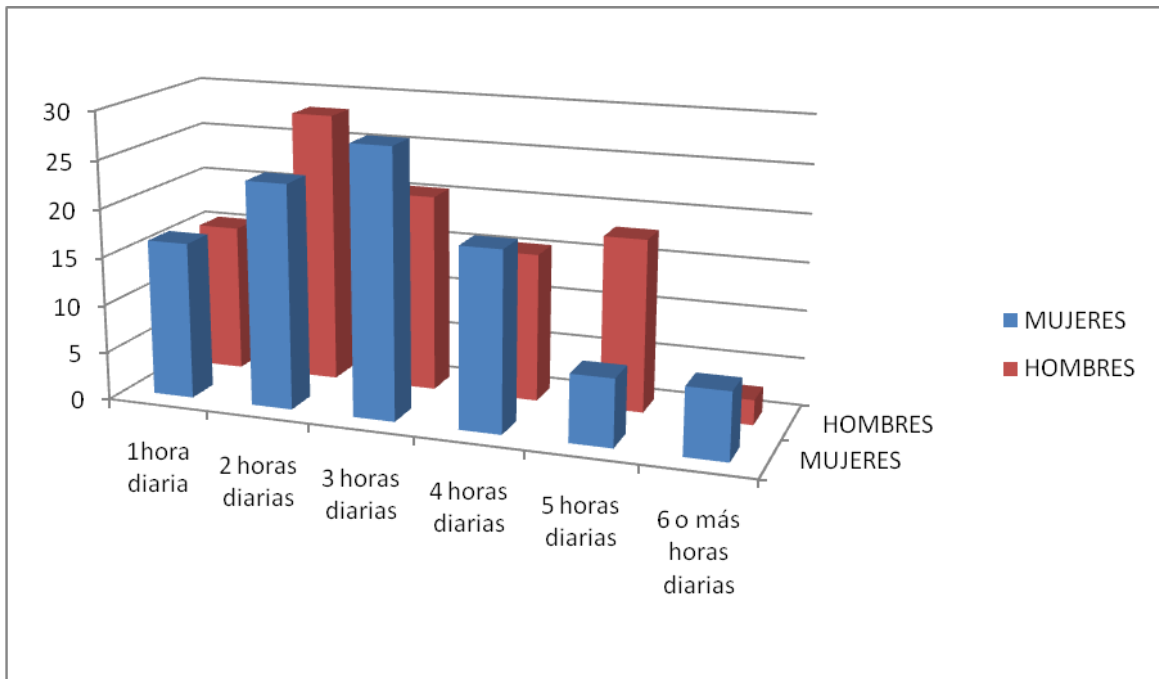


GRÁFICO XVI.- HORAS AL DÍA DE ACTIVIDADES SEDENTARIAS QUE PRACTICAN UN GRUPO DE ADOLESCENTES DE LA PREPARATORIA QUETZALCÓATL, EN TECAMACHALCO

## Recomendaciones y sugerencias

En los niños y adolescentes se puede intentar prevenir la DM 2 actuando sobre los factores de riesgo modificables.

1.-Se recomienda hacer dos determinaciones de glucosa en ayunas sobre todo a alumnos con familiares diabéticos en primer grado, y hacer un seguimiento. También se recomienda hacer un nuevo estudio en aquellos adolescentes que presentaron hipoglucemia, para descartar un problema mayor.

2.-En el caso de los adolescentes que resultaron con cifras bajas de colesterol, se recomienda hacer otros estudios para descartar hipertiroidismo o algún problema hepático.

3.- Para los casos de alumnos con cifras bajas de triglicéridos, es necesario realizar nuevos estudios para descartar un problema de síndrome nefrótico o desnutrición.

4.-Debido a que en la etapa de adolescencia se requiere un mayor aporte de proteínas, así como de frutas y verduras, y menor consumo de carbohidratos, sobre todo de refrescos y de grasas, sería conveniente que los programas de estudio se incluyera una materia de nutrición impartida por profesionales del área de la salud, para ir acorde con los programas de prevención de la DM2, en niños y adolescentes.

5.- Promover programas que alienten a los alumnos a aumentar la actividad física, tanto fuera como dentro de la escuela, sobre todo en mujeres, que son quienes presentan mayor riesgo a desarrollar DM2

## CONCLUSIONES

De los 82 alumnos de la preparatoria “Quetzalcóatl” de Tecamachalco, Puebla, que cumplieron el requisito de contestar adecuadamente el cuestionario y permitir la toma de muestra sanguínea:

1.-El 4.8% presentó hipoglucemia, indicativo de una mala nutrición o un ayuno muy prolongado, el 95.2% presentó concentración de glucosa dentro del rango y afortunadamente no hubo casos de hiperglucemia.

2.- En el caso del colesterol, se presentaron 2 casos (2%) de hombres por debajo del rango normal, 4 casos (7%) en mujeres, que podría deberse a un hipertiroidismo, alguna enfermedad hepática o a una dieta deficiente de lípidos.

3.- En el estudio de triglicéridos se encontró un caso en mujeres (2.3 %) y en hombres sólo un caso (2.6%) por debajo de los 60 mg/dL, lo que puede ser causado por desnutrición o un síndrome nefrótico.

4.- Un dato relevante, es el de los antecedentes familiares, ya que el 39 % dijo tener por lo menos un familiar diabético. Para el caso de las mujeres, el 30.2 % tiene familiares diabéticos. Y en el caso de los hombres, 48.7% tienen familiares diabéticos. De esos familiares diabéticos, la mayoría corresponde a padre, madre, y abuelos.

5.- El 81.3% de los adolescentes que presentan antecedentes familiares tienen por lo menos un familiar diabético y el 15.6% tienen 2 familiares, aumentando el riesgo de padecer DM2.

6.-El 30.2% de las adolescentes tienen un mayor riesgo a desarrollar DM2, ya que en el sexo femenino la proporción es de 1.7:1 con respecto a los hombres, aunado a los cambios hormonales durante la adolescencia, el embarazo y la menopausia, que pueden conducir a diabetes gestacional e hipotiroidismo, factores de riesgo para la DM2.

7.-La mayoría de los jóvenes consume por lo menos algún tipo de alimento alto en carbohidratos y predominó el consumo de 1 a 3 veces por semana, que aunado al consumo de refresco de 1 a 2 litros semanarios, principalmente refrescos de cola, que contienen una alta concentración de azúcar, representan un factor más de riesgo para la DM2.

8.- Con lo que respecta al consumo de alimentos ricos en grasas, la mayoría indicó, consumirlos por lo menos de una a cuatro veces por semana. Lo que puede llevar a un aumento de la masa grasa corporal total y dislipidemia y posteriormente a DM2.

9.-Los adolescentes consumen pocas veces por semana frutas y verduras, siendo por lo tanto poco el aporte de fibra, eficaz en el control de la glucemia y en la disminución en la absorción de lípidos y ácidos biliares, disminuyendo los niveles de colesterol.

10.-En el consumo de carne roja, la mayoría de los alumnos dijo consumirla de 2 a 4 veces por semana, que por estar en etapa de crecimiento y requerir un mayor aporte de proteínas, no representa un factor de riesgo para Diabetes Mellitus tipo 2.

11.-Las mujeres practican de 1 a 3 horas de actividades físicas además de las 5 horas reglamentarias de clase de educación física, mientras que los hombres, realizan con más frecuencia de 4 a 7 horas y tanto hombres como mujeres, tienden a estar con mayor frecuencia de 2 a 3 horas inactivos físicamente, es decir, en estado sedentario. Otro factor de riesgo para la DM2.

No se determinaron casos de hiperglicemia, pero sí varios factores de riesgo que de no disminuirlos, en un futuro a mediano o largo plazo pueden contribuir al desarrollo de la DM2.

Cabe señalar que en el caso de las adolescentes el 30.2%, tienen un mayor riesgo ya que se ha observado que la DM 2 se desarrolla con mayor frecuencia en las mujeres, en una proporción de 1,7:1 (hombres/mujeres debido a la gran actividad endocrinológica que se presenta durante la adolescencia y posteriormente durante el embarazo y la menopausia, donde también los cambios hormonales pueden conducir a diabetes gestacional e hipotiroidismo, siendo éstos factores de riesgo para la DM2

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.-Jordi Bellosa y Daniel Figuerola. La Diabetes a lo largo de la Historia. En: Daniel Figuerola, coordinador. Diabetes 4ta Ed: España: Masson. (2003). p. 1-7
- 2.-Jacek Zajac, Anil Shrestha, Parini Patel y Leonid Poretsky, The main events in the history of Diabetes Mellitus. En: Leonid Poretsky, coordinador. Principles of diabetes mellitus 2da Ed. New York: Springer. (2009). p. 3-7
- 3.- Konstantinos Laios *et al.* (2012). "Aretaeus of Cappadocia and the first description of diabetes". *Hormones* 11 (1): 109–113.
- 4.-NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-015-SSA2-2010, PARA LA PREVENCIÓN, TRATAMIENTO Y CONTROL DE LA DIABETES MELLITUS. Diario Oficial (23 de noviembre de 2010)
- 5.- Dr. Pablo Ashner. Coordinador. Guías ALAD de diagnóstico, control y tratamiento de la Diabetes Mellitus tipo 2. Colombia: Asociación Latinoamericana de Diabetes (ALAD); 2008
- 6.- International Diabetes Federation [sede Web] Bruselas, Bélgica . La Federación; 2011. Types. Disponible en: <http://www.idf.org/types-diabetessede>
- 7.-Niels Wachter-Rodarte. Epidemiología del síndrome metabólico. Gac Méd Méx. 2009; 145(5):384-385
- 8.- The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome. Disponible en: [http://www.idf.org/webdata/docs/IDF\\_Meta\\_def\\_final.pdf](http://www.idf.org/webdata/docs/IDF_Meta_def_final.pdf)
- 9.- Alberti, KGMM; Zimmet. "Definition, Diagnosis, and Classification of Diabetes Mellitus and its Complications" World Health Organization. pp. 32–33. Retrieved 25 March 2013.
- 10.-Expert Panel On Detection, Evaluation, And Treatment Of High Blood Cholesterol In Adults (May 2001). "Executive Summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III)". *JAMA: the Journal of the American Medical Association* 285(19): 2486–97.
- 11.-Niels Wachter-Rodarte. Epidemiología del síndrome metabólico. Gac Méd Méx. 2009; 145(5):384-385
- 12.-Eneida Camarillo-Romero, María Victoria Domínguez García, Araceli Amaya-Chávez, Gerardo Huitrón-Bravo, Abraham Majluf-Cruz. Dificultades en la clasificación del síndrome metabólico. El ejemplo de los adolescentes en México. *Salud Publica Mex.* 2010; 52(6): 524-527

- 13.- International Diabetes Federation. *IDF Diabetes Atlas, 5th edn*. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation, 2011. <http://www.idf.org/diabetesatlas>
- 14.- Shaw, J.E., Sicree, R. A. & Zimmet, P. Z. , Global estimates of the prevalence of diabetes for 2010 and 2035. *Diabetes Res. Clin. Pract.*, 2010. 87: p. 4–14.
- 15.- Secretaría de Salud. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. [Acceso desde el 3 de mayo del 2013] Disponible en: <http://ensanut.insp.mx/informes/ENSANUT2012ResultadosNacionales.pdf>
- 16.- Hernández-Ávila M, Gutiérrez JP, Reynoso-Noverón N. Diabetes mellitus en México. El estado de la epidemia. *Salud Publica Mex* 2013;55 supl 2:S129-S136.
- 17.- Weild Vanderbecken S, Froguel P. Understanding the rising incidence of type 2 diabetes in adolescence. *Arch Dis Child*. 2004;89:502-5
- 18.-American Diabetes Association and National Institutes of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. Prevention or delay of type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2004;27:S1,S47-S54.
- 19.- Arslanian S, Suprasongin C, Janosky J. Insulin secretion and sensitivity in black versus white prepuberal healthy children. *J Clin Endocrinol Metab*. 1997;82:1923-7.
- 20.- Lobstein T, Baur L, Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev* 2004;5:4-85.
- 21.-Bonvecchio A, Safdie M, Monterrubio EA, Gust T, Villalpando S, Rivera JA. Tendencias de sobrepeso y obesidad en niños mexicanos de 2 a 18 años de edad: 1988 a 2006. *Salud Publica Mex* 2009;51 supl 4:S586-S594.
- 22.-Peterson K, Silverstein J, Kufman F, Warren-Boulton E. Management of type 2 diabetes in youth: An update. *Amer Fam Physicians*. 2007;658-66.
- 23.-Licea Puig, Manuel Emiliano;Bustamante Teaijide, Lemane Pérez, Maritza. Diabetes tipo 2 en niños y adolescentes: aspectos clínico-epidemiológicos, patogénicos y terapéuticos. *Rev Cubana Endocrinol, Ciudad de la Habana*, v.19, n.1, abr. 2008.Disponible en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-29532008000100007&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-29532008000100007&lng=es&nrm=iso)
- 24.-P.Álvarez-Castro, M.L.Isidro, F.Cordido. Secreción de hormona de crecimiento en la diabetes mellitus. *Endocrinol Nutr* 2003 (ISSN: 1575-0922); 50: 156-161)

- 25.-Kitagawa I, Owada M, Urakami I, et al. Increased incidence of non-insulin dependent diabetes mellitus among Japanese school children correlates with an increased intake of animal protein and fat. Clin Pediatr (Phila) 1998;37:111–16.
- 26.- Maclean PS, Zheng D, Jones JP, et al. Exercise induced transcription of the muscle glucose transporter (Glut 4) gene. Biochem Biophys Res Commun 2002;292:409–14.)
- 27.- Johnson KM, Bazargan M, Cherpitel CJ. Alcohol, tobacco, and drug use and the onset of type 2 diabetes among inner-city minority patients. J Am Board Fam Pract 2001;14:430–6.
- 28.- Cabeza OR, Argente J. Diabetes mellitus en la infancia: una enfermedad heterogénea. Med Clín (Barc). 2007;128:627-33.
- 29.-McCarthy M, Froguel P. Genetic approaches to the molecular understanding of type 2 diabetes. Am J Physiol 2002;283:E217–25
- 30.-Salvador Villalpando, Vanessa de la Cruz, Rosalba Rojas, Teresa Shamah-Levy, Marco Antonio Ávila, Berenice Gaona, et al. Prevalence and distribution of type 2 diabetes mellitus in Mexican adult population. A probabilistic survey. Salud Publica Mex 2010;52 suppl 1:S19-S26.
- 31.-Programa de Acción Específico 2007-2012.Diabetes Mellitus. Secretaría de Salud. Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud. Primera edición 2008.
- 32.-Secretaría de Salud. Anuarios de morbilidad 1984-2011.Dirección General de Epidemiología. <http://www.dgepi.salud.gob.mx/anuario/index.html>
- 33.-American Diabetes Association. Type 2 diabetes in children and adolescents. Diabetes Care. 2010;23:381-9.
- 34.-Inserto de reactivo Stanbio Glucosa Liquicolor. Procedimiento #1070. Para la determinación cuantitativa de glucosa enzimática colorimétrica, en suero , plasma ó liquido cerebroespinal. Laboratorios Licon, S.A. Viveros del Rocío #33, Tlanepantla Estado de México.
- 35.-Inserto de reactivo Stanbio Colesterol total Liquicolor. Para la determinación cuantitativa de glucosa enzimática colorimétrica, en suero, plasma. Laboratorios Licon, S.A. Viveros del Rocío #33, Tlanepantla, Estado de México.
- 36.-Inserto de reactivo de Triglicéridos (Glicerol fosfato oxidasa/ peroxidasa). Bio Sitems S.A. Costa Brava 30, Barcelona España.

37. Morrison Treseler Kathleen Laboratorio clínico y pruebas de diagnóstico. Tercera edición. Manuel Moderno. México D.F. 2006

38.-La fibra dietética Dietary fibre E. Escudero Álvarez y P. González Sánchez Unidad de Dietética y Nutrición. Hospital La Fuenfría. Madrid), además, aminoran el colesterol de lipoproteínas de baja densidad y la apoproteína B.

39.- Maffeis C, Zafanello M, Schutz A. Relationship between physical inactivity and adiposity in prepubertal boys. J Pediatr 1997;131:288–92,

## APÉNDICES

### 1.1 CUESTIONARIO PARA EL ESTUDIO “DETECCIÓN DE DIABETES EN ADOLESCENTES”

#### DATOS GENERALES

Nombre

: \_\_\_\_\_

Apellido paterno

Apellido materno

Nombre-s

Sexo: Masculino (     )     Femenino (     )

Edad en años cumplidos: \_\_\_\_\_ Fecha de nacimiento: \_\_\_\_\_

Día     Mes     Año

Peso en Kg: \_\_\_\_\_ Estatura en metros: \_\_\_\_\_

Peso al nacer en Kg: \_\_\_\_\_

#### PARA LA TOMA DE MUESTRA SANGUÍNEA:

Hora de último alimento: \_\_\_\_\_

Alimentos consumidos el día anterior:

#### PARA LA MUESTRA DE ORINA:

Hora de emisión: \_\_\_\_\_

#### PARA DETECCIÓN DE FACTORES DE RIESGO

##### Antecedentes familiares:

Qué familiar padece diabetes: Padre (     ) Madre (     )

Hermano (     ) Cuántos: \_\_\_\_\_ Hermana (     ) Cuántas: \_\_\_\_\_

Hermano-a de Madre (     ) Cuántos: \_\_\_\_\_

Hermano-a de Padre (     ) Cuántos: \_\_\_\_\_

Abuelo materno (    )    Abuela materna (    )

Abuelo paterno (    )    Abuela paterna (    )

## **HÁBITOS ALIMENTICIOS**

Consume frituras: No (    ) Si (    ) Cuántas veces por semana: \_\_\_\_\_

Consume pastelillos, donas: No (    ) Si (    ) Cuántas veces por semana: \_\_\_\_\_

Consume refrescos: No (    ) Si (    ) Cuántas veces por semana: \_\_\_\_\_

Qué tipo de refresco consume: Coca-cola (    ) Pepsi-cola (    ) Otro sabor (    )

Qué cantidad de refresco en litros consume a la semana: 1 (    ) 2 (    ) 3 (    ) Más de 3 (    )

Consume Hot-dogs: No (    ) Si (    ) Cuántas veces por semana \_\_\_\_\_

Consume Hamburguesas: No (    ) Si (    ) Cuántas veces por semana: \_\_\_\_\_

Consume pizzas: No (    ) Si (    ) Cuántas veces por semana: \_\_\_\_\_

Consume helado: No (    ) Si (    ) Cuántas veces por semana: \_\_\_\_\_

Consume pan de dulce: No (    ) Si (    ) Cuántas veces por semana \_\_\_\_\_

Consume tortillas: No (    ) Si (    ) Cuántas tortillas por día: \_\_\_\_\_

Consume atole: No (    ) Si (    ) Cuántas veces por semana: \_\_\_\_\_

Consume tamales: No (    ) Si (    ) Cuántas veces por semana: \_\_\_\_\_

Tipo de azúcar que consume: Refinada (    ) Morena o estándar (    )

Cuántas cucharadas cafeteras toma de azúcar por taza de café, leche, té o atole: \_\_\_\_\_

En su casa guisan con: Aceite (    ) Manteca (    )

Cuántas veces a la semana consume frutas: \_\_\_\_\_

Cuántas veces a la semana consume verduras: \_\_\_\_\_

Cuántas veces a la semana consume leche: \_\_\_\_\_

Cuántas veces a la semana consume carne de res:\_\_\_\_\_

Cuántas veces a la semana consume carne de puerco:\_\_\_\_\_

Cuántas veces a la semana consume carne de pollo:\_\_\_\_\_

Cuántas veces a la semana consume carne de pescado:\_\_\_\_\_

### **HÁBITOS DE EJERCICIO**

Cuántas veces a la semana práctica deporte en la escuela:\_\_\_\_\_

Qué deporte practica:\_\_\_\_\_

Cuántas horas a la semana lo práctica:\_\_\_\_\_

Fuera de la escuela realiza otra actividad física: No ( ) Si ( )

Qué actividad física o deporte realiza fuera de la escuela:\_\_\_\_\_

Cuántas horas a la semana la realiza:\_\_\_\_\_

Cuántas horas al día trabaja frente a la computadora:\_\_\_\_\_

Cuántas horas al día ve televisión:\_\_\_\_\_

Cuántas horas al día juega nintendo u otro juego similar que lo mantenga sentado:\_\_\_\_\_.

Cuántas horas al día dedica al estudio, y que lo mantenga sentado:\_\_\_\_\_

### **OTRAS ACTIVIDADES**

Además de estudiar trabaja: No ( ) Si ( )

Qué tipo de trabajo realiza:\_\_\_\_\_

Cuántas horas trabaja al día:\_\_\_\_\_

### **OTROS HáBITOS**

Fuma cigarrillos: No ( ) Si ( ) Cuántos por día:\_\_\_\_\_

Ingiere alcohol: No ( ) Si ( ) Cuántas veces por semana:\_\_\_\_\_

Qué tipo de alcohol ingiere: Cerveza ( ) licor ( )

**ANTECEDENTES DE ENFERMEDADES:**

Ha padecido de anemia: No ( ) Si ( )

Ha padecido de diarreas: No ( ) Si ( )

Ha padecido :

Mareos ( )

Vómitos ( )

Orina frecuentemente ( )

Demasiada sed ( )

Demasiada hambre y al mismo tiempo pérdida de peso ( )

Infecciones que no se curan fácilmente ( )

Cansancio y debilidad extremas ( )

Padece de:

Nerviosismo ( )

Ansiedad ( )

Estrés ( )

Depresión ( )

Manchas oscuras en axilas, codos ( )

**OTROS ANTECEDENTES**

Existen en su casa problemas familiares: No ( ) Si ( )

De qué grado considera esos problemas familiares:

No le preocupan ( )

Le preocupan poco ( )

Le preocupan mucho de tal manera que no puede concentrarse en la escuela ( )

**1.2 CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Fecha: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Día Mes Año Población Municipio Estado

Yo \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Apellido paterno Apellido materno Nombre-s

Alumno de la preparatoria: \_\_\_\_\_

Declaro que acepto participar en el estudio de “Detección de diabetes en adolescentes” que realizan maestros y estudiantes de la Facultad de Ciencias Químicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Y para lo cual he sido informado-a de la importancia de la enfermedad, así como de su prevención y detección temprana en los adolescentes.

Así mismo he sido informado-a de que se me tomará una muestra de sangre por punción venosa, que no me causará ningún daño más que la punción con la aguja, y que además ésta es nueva y estéril.

También se me informó que en mi sangre se determinará glucosa, y otros componentes como colesterol y triglicéridos asociados a factores de riesgo de la diabetes, que otra parte de mi sangre también será analizada para determinar anemia. Y que, el análisis de mi muestra de orina permitirá conocer el estado funcional de mis riñones.

Se me informó también que se requiere de cierta información para la detección de factores de riesgo, que proporcionaré por medio de un cuestionario.

Así mismo se me dijo que toda la información obtenida de los resultados de laboratorio y del cuestionario, se manejará de manera confidencial y ética, y que en el caso de resultados si éstos no están dentro de los parámetros normales, se me harán las sugerencias pertinentes para que se me dé el tratamiento necesario.

También se me informó que el costo monetario de los estudios, sólo es para recuperar reactivos y material, y no con fines de lucro.

\_\_\_\_\_  
Firma del estudiante

\_\_\_\_\_  
Firma del Profesor responsable del grupo

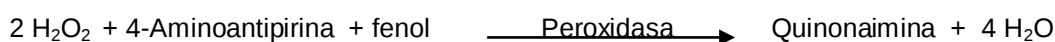
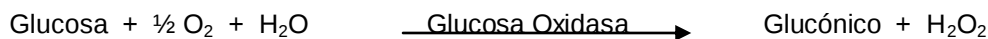
### 1.3 Cédula de recolección de datos.

| Nombre | Sexo | Edad | Talla (cm) | Peso (kg) | Glucosa (mg/dl) | Colesterol (mg/dl) | Triglicéridos (mg/dl) | IMC (kg/m <sup>2</sup> ) | ... |
|--------|------|------|------------|-----------|-----------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|-----|
| 1      |      |      |            |           |                 |                    |                       |                          | ... |
| 2      |      |      |            |           |                 |                    |                       |                          | ... |
| 3      |      |      |            |           |                 |                    |                       |                          | ... |
| 4      |      |      |            |           |                 |                    |                       |                          | ... |
| ...    |      |      |            |           |                 |                    |                       |                          | ... |

| ... | Antecedentes de familiares diabéticos | Consumo de alimentos altos en grasa | Consumo de alimentos ricos en carbohidratos | Consumo de frutas y verduras | Actividad Física dentro de la escuela | Actividad Física fuera de la escuela |
|-----|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| ... |                                       |                                     |                                             |                              |                                       |                                      |
| ... |                                       |                                     |                                             |                              |                                       |                                      |
| ... |                                       |                                     |                                             |                              |                                       |                                      |
| ... |                                       |                                     |                                             |                              |                                       |                                      |
| ... |                                       |                                     |                                             |                              |                                       |                                      |

## ANEXOS

### 1.1 Fundamento del método determinación de glucosa sérica en ayuno.



**Muestra:** Suero obtenido por centrifugación a 2500 rpm durante 5 minutos.

#### Procedimiento:

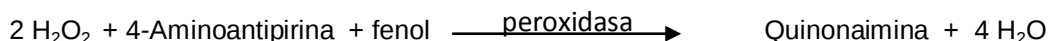
Atemperar los reactivos a temperatura ambiente.

Mezclar bien e incubar los tubos 10 minutos a temperatura ambiente, ó 5 minutos a 37°C. Leer la absorbancia del patrón y de la muestra a 500 nm frente al blanco. El color es estable al menos 2 horas.<sup>1</sup>

Preparar los tubos de la forma siguiente:

|                       | Blanco             | Patrón             | Muestra            |
|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Blanco</b>         | 1000 $\mu\text{L}$ | 1000 $\mu\text{L}$ | 1000 $\mu\text{L}$ |
| <b>Patrón Glucosa</b> | --                 | 10 $\mu\text{L}$   | --                 |
| <b>Muestra</b>        | --                 | --                 | 10 $\mu\text{L}$   |

### 1.2 Fundamento del método para la determinación de Colesterol Total



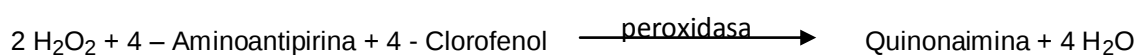
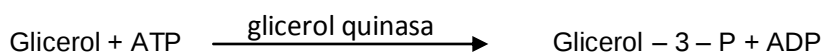
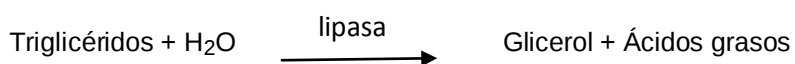
**Muestra:** Suero obtenido por centrifugación a 2500 r.p.m. durante 5 minutos.

**Procedimiento:**

Atemperar los reactivos a temperatura ambiente.

Preparar los tubos de la forma siguiente:

|                             | Blanco             | Patrón             | Muestra            |
|-----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Blanco</b>               | 1000 $\mu\text{L}$ | 1000 $\mu\text{L}$ | 1000 $\mu\text{L}$ |
| <b>Patrón de Colesterol</b> | --                 | 10 $\mu\text{L}$   | --                 |
| <b>Muestra</b>              | --                 | --                 | 10 $\mu\text{L}$   |

**1.3 Fundamento del método para la determinación de triglicéridos**

## PROCEDIMIENTO

**Muestra:** Suero obtenido por centrifugación a 2500 r.p.m. durante 5 minutos.

**Procedimiento:**

Atemperar los reactivos a temperatura ambiente.

Preparar los tubos de la forma siguiente:

|                             | Blanco              | Patrón              | Muestra             |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| <b>Blanco</b>               | 1000 <sub>ML.</sub> | 1000 <sub>ML.</sub> | 1000 <sub>ML.</sub> |
| <b>Patrón Triglicéridos</b> | --                  | 10 <sub>ML.</sub>   | --                  |
| <b>Muestra</b>              | --                  | --                  | 10 <sub>ML.</sub>   |

---