



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

**“Evaluación del efecto del consumo de productos avícolas (carne y huevo) suplementados con *omega-3* sobre cambios en el perfil antropométrico, bioquímico y función cardiovascular en adultos de Pachuca Hidalgo”**

**“PROYECTO TERMINAL DE CARÁCTER PROFESIONAL”  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN SALUD  
PÚBLICA**

Presenta:

**LN. MARTHA IZBETH CERÓN SANDOVAL**

Directora de Proyecto terminal:

**D en C. ESTHER RAMÍREZ MORENO**

Co-Director de Proyecto terminal:

**D. en F. JOSÉ ARIAS RICO**

Asesores:

**D. en C. JAVIER AÑORVE MORGA**

**M en CB. ELI MIREYA SANDOVAL GALLEGOS**

**M. en SP. JUAN CARLOS PAZ BAUTISTA**

San Agustín Tlaxiaca Hgo., Octubre de 2017





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO  
 Instituto de Ciencias de la Salud  
 School of Health Sciences  
 Área Académica de Medicina  
 Department of Medicine  
 Maestría en Salud Pública  
 Master in Public Health

Oficio No. ICSa/AAM/MSP/163/2017  
 Asunto: Autorización de Impresión de P.P.T.  
 Pachuca de Soto, Hgo., octubre 6 del 2017

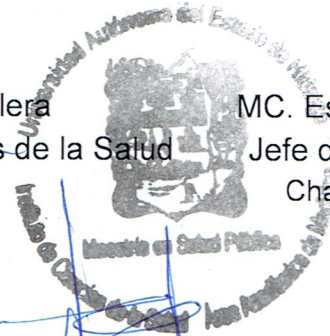
**MARTHA IZBETH CERÓN SANDOVAL**  
**ALUMNA DE LA MAESTRÍA EN SALUD PÚBLICA**  
 STUDENT OF THE MASTER IN PUBLIC HEALTH

Comunicamos a usted que el Comité Tutorial de su Proyecto de Producto Terminal denominado **“Evaluación del efecto del consumo de productos avícolas (carne y huevo) suplementados con omega-3 sobre cambios en el perfil antropométrico, bioquímico y función cardiovascular en adultos de Pachuca Hidalgo”** considera que ha sido concluido satisfactoriamente, por lo que puede proceder a la impresión de dicho trabajo.

Atentamente.  
 “Amor, Orden y Progreso”

MC.Esp. Adrián Moya Escalera  
 Director del Instituto de Ciencias de la Salud  
 Dean

MC. Esp. Luis Carlos Romero Quezada  
 Jefe del Área Académica de Medicina  
 Chair of the Department of Medicine



~~M. en S.P. Luis Enrique Díaz Pérez~~  
 Coordinador de la Maestría en Salud Pública  
 Director of Graduate Studies Master in Public Health

LEDP\*mchm\*



Eliseo Ramírez Ulloa Núm. 400  
 Col. Doctores  
 Pachuca de Soto, Hidalgo, C.P.42090  
 Teléfono:52(771) 71 720 00 Ext. 2366  
 mtria.saludpublica@uaeh.edu.mx

www.uaeh.edu.mx

Pachuca de Soto, Hgo., Octubre 4 del 2017

**M. en S.P. LUIS ENRIQUE DÍAZ PÉREZ**  
**COORDINADOR DE LA MAESTRÍA EN SALUD PÚBLICA**  
*DIRECTOR OF GRADUATE STUDIES MASTER IN PUBLIC HEALTH*

Los integrantes del Comité Tutorial de la alumna **Martha Izbeth Cerón Sandoval**, con número de cuenta 096346, comunicamos a usted que el Proyecto de Producto Terminal denominado "Evaluación del efecto del consumo de productos avícolas (carne y huevo) suplementados con omega-3 sobre cambios en el perfil antropométrico, bioquímico y función cardiovascular en adultos de Pachuca Hidalgo", ha sido concluido y se encuentra en condiciones de continuar el proceso administrativo para proceder a la autorización de su impresión.

Atentamente.  
"Amor, Orden y Progreso"

D. en C. Esther Ramírez Moreno

Directora

D. en F. José Arias Rico

Codirector

D. en C.T.A. Javier Añorve Morga

Asesor

M. en C. Eli Mireya Sandoval Gallegos

Asesora

M. en S.P. Juan Carlos Paz Bautista

Asesor

---

Durante el desarrollo de estos estudios, se contó con una beca de manutención otorgada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) con número 590114, número de apoyo 422956 y CVU 709822.

Se extiende el agradecimiento a la UAEH, por permitir la realización de estudios de posgrado en los laboratorios.

Un profundo y grato agradecimiento a los responsables de los laboratorios en los que se desarrolló el presente proyecto: Laboratorio de alimentos funcionales y nutraceuticos y Laboratorio de ICBI, ya que, sin su espacio, reactivos y apoyo, no se hubiesen logrado los objetivos establecidos.

Un sincero agradecimiento a la M. en C. Eli Mireya Sandoval Gallegos por todo su tiempo brindado en la ejecución y revisión de la investigación.

---

## **Dedicatoria y agradecimiento.**

### **Agradezco...**

A la vida por la oportunidad de alcanzar otra meta profesional.

A mi hijo, Mijael por tu amor, paciencia y tolerancia. Te Amo

A mis padres porque siempre han creído en mis capacidades, por sus consejos y amor incondicional.

A mis hermanos por brindarme su apoyo, comprensión y respaldo en todo momento de mi vida.

A la Dra. Esther Ramírez Moreno por sus conocimientos, orientación, paciencia y amistad brindada durante esta etapa profesional, mi más sincero agradecimiento la admiro y respeto.

A cada uno de los integrantes de la comisión revisora, por su tiempo, colaboración, recursos brindados y aportaciones ya que enriquecieron este proyecto terminal.

A mis maestros y compañeros por la sabiduría y experiencias compartidas dentro de las aulas durante estos dos años.

A todas aquellas personas que me brindaron su apoyo, tiempo y conocimientos para el logro de este objetivo.

---

# ÍNDICE GENERAL

<i>Contenido</i>	<i>Páginas</i>
INTRODUCCIÓN.....	12
I. MARCO TEÓRICO.....	13
1.1 ANTECEDENTES.....	13
1.2 ÁCIDOS GRASOS .....	15
1.3 ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS Y SU RELACIÓN CON LA SALUD.....	17
1.5 RECOMENDACIONES DE LA INGESTA DE OMEGA-3 Y FUENTE ALIMENTARIA. ....	24
II. JUSTIFICACIÓN .....	28
III. HIPÓTESIS .....	29
IV. OBJETIVOS.....	29
4.1 GENERAL.....	29
4.2 ESPECÍFICOS.....	29
V. METODOLOGÍA .....	30
5.1 POBLACIÓN.....	30
5.2 MUESTRA .....	31
5.3 INTERVENCIÓN.....	32
5.4 DETERMINACIONES .....	34
5.4.1 Perfil antropométrico.....	34
5.4.2 Perfil bioquímico.....	37
5.4.3 Función cardiovascular .....	43
5.5 ANÁLISIS DE LOS DATOS .....	48
VI. RECURSOS .....	49
VII. RESULTADOS .....	50
7.1 MUESTRA .....	50
7.2 PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS .....	51
7.3 PARÁMETROS BIOQUÍMICOS.....	53
7.4 PARÁMETROS DE LA FUNCIÓN CARDIOVASCULAR .....	55
VIII. CONCLUSIONES.....	58
IX. RECOMENDACIONES.....	59
X. BIBLIOGRAFIA .....	60

---

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Contenido</i>	<i>Páginas</i>
Ilustración 1. Mortalidad mundial por Enfermedades no trasmisibles, 2014 <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Ilustración 2. Estructuras de los ácidos grasos poliinsaturados	16
Ilustración 3. Incorporación de <i>omega-3</i> en los fosfolípidos de la membrana celular	17
Ilustración 4. Biosíntesis de ácidos grasos <i>omega-3</i> y <i>omega-6</i>	18
Ilustración 5. Biosíntesis de eicosanoides y su efecto metabólico a partir de AGPI <i>omega-3/omega-6</i> .	20
Ilustración 6. Formación de placa de ateroma	21
Ilustración 7. Características de calidad del huevo	32
Ilustración 8. Esquema de intervención	33
Ilustración 9. Equipo Bod Pod	36
Ilustración 10. Trazo completo de segmentos del electrocardiograma	45
Ilustración 11. Huevo cascado a)Huevo suplementado b)Huevo control	50

---

## INDICE DE TABLAS

<i>Contenido</i>	<i>Páginas</i>
Tabla 1. Recomendaciones del consumo de AGPI <i>omega-3</i>	24
Tabla 2. Recomendaciones de consumo de ácidos grasos <i>omega-3</i> y su beneficio a la salud	25
Tabla 3. Contenido de AGPI <i>omega-3</i> de origen animal y vegetal	26
Tabla 4. Clasificación de sobrepeso y obesidad según la OMS	35
Tabla 5. Clasificación del porcentaje de grasa por sexo y edad	36
Tabla 6. Clasificación de la concentración de glicemia en sangre	38
Tabla 7. Clasificación de los parámetros de LDL	42
Tabla 8. Clasificación de los parámetros para determinar el riesgo de presentar ECV a través del Índice aterogénico	42
Tabla 9. Clasificación de la frecuencia cardíaca (latidos por minutos)	46
Tabla 10. Parámetros de la presión arterial (Sistólica y diastólica)	47
Tabla 11. Resultados parámetros antropométricos del grupo suplementado y control	52
Tabla 12. Resultados parámetros bioquímicos del grupo suplementado y control	54
Tabla 13. Resultados parámetros de la función cardiovascular del grupo suplementado y control	56



---

## **Abreviaturas**

AGPL: Ácidos grasos poliinsaturados

AGPLCL: Ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga

CC: Circunferencia de cintura

Cox: Ciclooxygenasa

ENT: Enfermedades no transmisibles

ECG: Electrocardiograma

ECV: Enfermedad cardiovascular

FC: Frecuencia cardiaca

HDL: Lipoproteínas de alta densidad

IA: Índice aterogénico

IDR: Ingesta diaria recomendada

IMC: Índice de masa corporal

LDL: Lipoproteínas de baja densidad

Lox: Lipooxygenasa

LTB: Leucotrienos

Mg/dL: Miligramos sobre decilitro

Ms: Milisegundos

OMS: Organización Mundial de la Salud

PA: Presión arterial

PD: Presión diastólica

PS: Presión sistólica

PGI: Prostaciclina

PGE: Prostaglandinas

TXA: Tromboxanos

---

## Resumen

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son la primera causa de muerte a nivel nacional y mundial, siendo los principales factores de riesgo fumar, consumir alcohol, inactividad física, hábitos inadecuados de alimentación en dietas con alto aporte de grasas saturadas y azúcares simples, etc. Una alternativa para la prevención y tratamiento de la ECV es modificar el estilo de vida, principalmente los hábitos alimentarios: aumentando el consumo de compuestos bioactivos. La fuente principal de *omega-3* son los alimentos pecuarios, y estos compuestos han sido relacionados con efectos beneficiosos a la salud. Sin embargo, debido a factores socioculturales el consumo de estos alimentos en México es bajo. La adición de *omega-3* en otras fuentes alimentarias pudiera contribuir a cubrir los requerimientos de este compuesto.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del consumo de productos avícolas (carne y huevo) suplementados con *omega-3* sobre el perfil antropométrico, bioquímico y en la función cardiovascular en adultos voluntarios sanos entre 25–45 años de Pachuca Hidalgo. El estudio fue evaluado y aprobado por el Comité de Ética de ICSa, UAEH. Fue un ensayo clínico fase 1, doble ciego, aleatorizado eligiendo la muestra a conveniencia. La población se dividió en dos grupos: aquellos que consumieron alimentos avícolas con y sin suplementar con *omega-3*. Ambos grupos se les proporcionó 250 g de carne y 3 piezas de huevo a la semana durante un periodo de 14 semanas. Las evaluaciones se realizaron al inicio y final de la intervención: Antropométricas: cintura, estatura, IMC, % grasa, % masa libre de grasa, kg de grasa, kg de masa libre de grasa, peso corporal; Bioquímicas: glucosa, triglicéridos, colesterol, HDL, LDL e índice aterogénico. La valoración de la función cardiovascular se evaluó por medio de la prueba de esfuerzo basada en el protocolo de Bruce considerando los siguientes parámetros: electrocardiograma, frecuencia cardíaca y presión arterial.

El grupo suplementado presentó una disminución de la circunferencia de cintura, un aumento de las concentraciones de HDL mientras que las LDL disminuyeron, en el caso del grupo control ocurrió lo contrario. La valoración cardiovascular mostró que la frecuencia cardíaca antes de iniciar la prueba de esfuerzo mejoró en el grupo suplementado. Por lo tanto, este grupo comenzó con una menor fatiga, menor esfuerzo cardíaco a la semana 14, manteniéndose por más tiempo en la banda sin fin durante la evaluación. Además, tuvieron un efecto normotensor con la presión diastólica en comparación con el grupo control. El estudio realizado permite establecer que al cubrir las recomendaciones de *omega-3* pudiera contribuir con un efecto cardio-protector.

Palabras clave: *omega-3*, suplementación, productos avícolas.

---

## Abstract

Cardiovascular diseases (CD) are the leading cause of death at national and worldwide levels, being the main risk factors smoking, alcohol consumption, physical inactivity, inadequate eating habits with high intake of saturated fats and simple sugars, etc. An alternative for prevention and treatment for CD is to modify the life style mainly the eating habits: increasing the intake of bioactive compounds. The main source of *omega-3* is livestock food, this compound has been related with beneficial effects to health. Nevertheless, due sociocultural factors the consumption of this food in Mexico is low. The *omega-3* addition in other food sources could contribute to meet requirements of this compound.

The purpose of this work was to evaluate the effect of the consumption of poultry products (meat and eggs) supplemented with *omega-3* on the anthropometric, biochemical and cardiovascular function profiles on healthy volunteer adults between 25-45 years old from Pachuca Hidalgo. The study was evaluated and approved by the ethic committee from ICSa, UAEH. Was a phase 1 clinical trial, double blind randomized choosing the sample for convenience. The population was divided in two groups: those who consumed poultry food with or without *omega-3* supplementation. Both groups were provided with 250 g of meat and egg pieces weekly for 14 weeks. The evaluations were carried out at the beginning and at the end of the intervention: Anthropometrics: waist, height, BMI, % Fat, % free fat mass, fat Kg, free fat mass Kg, body weight; Biochemicals: glucose, triglycerides, cholesterol, HDL and LDL and atherogenic index. The valuation of the cardiovascular function was valued through Bruce exercise stress testing, considering the following factors: electrocardiogram, heart rate, blood pressure.

The supplemented group showed a diminution of the waist circumference, an increase on HDL concentrations while the LDL decreased, in the case of the control group the opposite occurred. The cardiovascular valuation showed that the heart rate before starting the stress test improved in the supplemented group. Therefore, this group started with less fatigue, less heart strain at week 14<sup>th</sup>, keeping longer times on the treadmill during valuation. Also, they had a normalizing effect on the diastolic pressure compared with the control group. The performed study allows setting that when covering the recommendations of *omega-3* could contribute with a cardioprotective effect.

Key words: *Omega-3*, supplementation, poultry products.

---

## INTRODUCCIÓN

En México las defunciones a causa de las Enfermedades Cardiovasculares (ECV) representan el 33% del total de las muertes, en Hidalgo el 37%, por lo que se ubican como la primera causa de mortalidad. Sus principales factores de riesgo son el tabaquismo, inactividad física, alcoholismo, hábitos de alimentación incorrectos aunados a dietas con alto aporte de grasas saturadas y azúcares.

En los últimos años los alimentos funcionales han sido una alternativa para mejorar la salud de la población, debido al aumento de consumo de alimentos en cuya composición contienen compuestos bioactivos tales como la fibra, antioxidantes, flavonoides, péptidos bioactivos y ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) *omega-3*. Se ha comprobado que el consumo de alimentos ricos en ácidos grasos poliinsaturados *omega-3* tiene una gran importancia en la prevención y tratamiento de las ECV. Estos alimentos ricos en *omega-3* son principalmente de origen marino; producto que la población mexicana escasamente suele consumirlo, debido a factores sociales, culturales y económicos, en comparación con países europeos y asiáticos donde la ingesta de pescado es frecuente.

Los *omegas-3* tienen un efecto funcional cardio-protector, que radica en formar parte de los fosfolípidos de las membranas celulares, los cuales sustituyen parcialmente al *omega-6* por *omega-3*, de esta manera participan directamente en la modulación de la respuesta inmune, disminuyen el proceso de inflamación, evitan la formación de la placa de ateroma, y ayudan a prevenir arritmias cardíacas. Por otro lado, los beneficios a nivel cardiovascular se centran, principalmente, sobre la regulación de vías metabólicas de la respuesta inflamatoria en el endotelio vascular y en la actividad de las células cardíacas.

Motivo por el cual se sugiere el aumento de consumo de alimentos con aporte elevado de *omega-3*. Surgiendo la necesidad de adicionar alimentos de consumo habitual como jugos, paté, leche, carne de pollo, huevo entre otros alimentos y así poder cubrir con las recomendaciones de ingesta de los *omega-3* lo que permitirá llevar a cabo su función.

# I. MARCO TEÓRICO

## 1.1 ANTECEDENTES

Las enfermedades no transmisibles (ENT), denominadas así por la Organización Mundial de la Salud, (OMS) hacen referencia a las enfermedades con progresión lenta a largo plazo, llevando únicamente el control durante el tratamiento (Lim, 2012).

A nivel mundial, según la Organización mundial de la salud 40 millones de personas mueren cada año a causa de las ENT, lo que representa el 80% del total de las defunciones, de las cuales las tasas de mortalidad más altas corresponden a las enfermedades cardiovasculares con el 44% (17,7 millones cada año), seguidas del cáncer con el 22% (8,8 millones), para las enfermedades respiratorias crónicas corresponde el 9.8% (3,9 millones) y la diabetes mellitus representan el 4% de las muertes (1,6 millones) (OMS, 2014) (Ilustración 1).

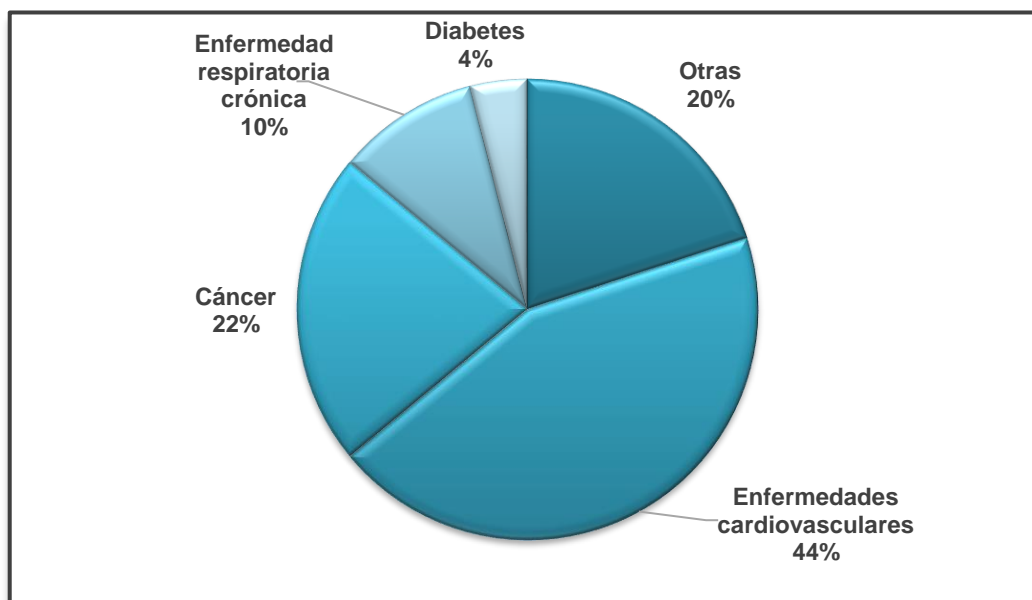


Ilustración 1. Mortalidad mundial por Enfermedades no trasmisibles, 2014.  
Fuente: OMS 2014

---

Por su parte el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) hace referencia que en el 2015 en México las principales causas de mortalidad correspondieron a las enfermedades cardiovasculares (ECV) con el 33% del total. Esta tendencia se mantiene en el Estado de Hidalgo con el 37% de las defunciones (INEGI, 2015; INEGI Hgo, 2015).

De acuerdo con el perfil epidemiológico en México, las enfermedades cardiovasculares ocupan el primer lugar de mortalidad entre las enfermedades no transmisibles. Dentro de las ECV se encuentran isquemia del corazón que representa el 50% de las muertes, precedida por la enfermedad cerebrovascular (32%) y enfermedad hipertensiva (13%) (OPS/OMS, 2014)

Estas cifras de las ENT han cambiado como resultado de una transición epidemiológica dejando atrás las altas tasas de mortalidad por enfermedades infecciosas, y han aumentado considerablemente las ENT (Soto, et al., 2016)

La transición epidemiológica generalmente va acompañada tanto de una transición demográfica como alimentaria. La transición alimentaria se trata de un conjunto de procesos multifactoriales entrelazados, los cuales reflejan los cambios en el ámbito demográfico, sociocultural, económicos, de comportamiento individual y colectivo, así como en los cambios en el estilo de vida (Soto, et al., 2016). Dentro de estos cambios se encuentran el incremento de estrés, sedentarismo, consumo de bebidas alcohólicas, tabaco, drogas, del mismo modo se han modificado patrones alimentarios como el aumento en la ingesta de alimentos con alta densidad energética (hidratos de carbono simples y grasa saturada), y bajo consumo de fibra, vitaminas, minerales y antioxidantes dando como resultado problemas de salud pública como es el caso de las enfermedades cardiovasculares (ECV) (SSA, 2015).

Como resultado de estas modificaciones en el patrón de alimentación se han buscado alternativas para la prevención de estas enfermedades. Por lo anterior es necesario la inclusión de una dieta sana la cual consiste en cumplir con las características de inocuidad, variedad, completa, equilibrada, suficiente y adecuada para asegurar de esta manera el consumo de todos los nutrimentos esenciales y cubrir los requerimientos de cada individuo (NOM-043-SSA2-2012).

---

Algunas alternativas para poder cubrir con las recomendaciones nutricionales, es el consumo de los alimentos "funcionales" ya que estos se han modificado en su composición original mediante la adición de compuestos bioactivos. Estos compuestos pueden ser antioxidantes, flavonoides, fibra, péptidos bioactivos y ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) *omega-3* (Mulero, et al., 2015).

Al respecto diversos estudios han establecido que el consumo de AGPI *omega-3* se ha relacionado con la disminución de la inflamación a nivel celular y la agregación plaquetaria, lo que conlleva a la prevención de ECV (Villalpando, et al., 2007).

Según diversos autores (Piñeiro, et al., 2013; Valenzuela, et al., 2014) establecen que los ácidos grasos poliinsaturados *omega-3* en la dieta puede contribuir a la prevención de las enfermedades crónicas no transmisibles particularmente las cardiovasculares. La recomendación de los *omega-3* para realizar la función protectora y disminuir la mortalidad por ECV es consumir al menos 250 mg/día.

Debido a su importancia en la salud humana y por su función como ácidos grasos esenciales se describen a continuación.

## **1.2 ÁCIDOS GRASOS**

Los ácidos grasos son compuestos orgánicos que pertenecen al grupo de los lípidos formados principalmente de carbono, hidrógeno y oxígeno, se encuentran formando parte de la estructura de otros lípidos como los fosfolípidos y glicolípidos. Son moléculas energéticas que pueden unirse a proteínas para tener una posición en la membrana y actuar como hormonas o mensajeros intracelulares entre otras funciones (Hoyos y Rosales, 2014).

La estructura de los ácidos grasos está constituida por una cadena hidrocarbonada y un grupo ácido terminal (grupo carboxilo -COOH), así los ácidos grasos son moléculas de cadenas largas de átomos de carbono unidas entre sí y unidas a átomos de hidrógeno (Ilustración 2), y se diferencia de acuerdo al número de carbonos presentes en la estructura y a las insaturaciones (Lichtenstein y Jones, 2012).

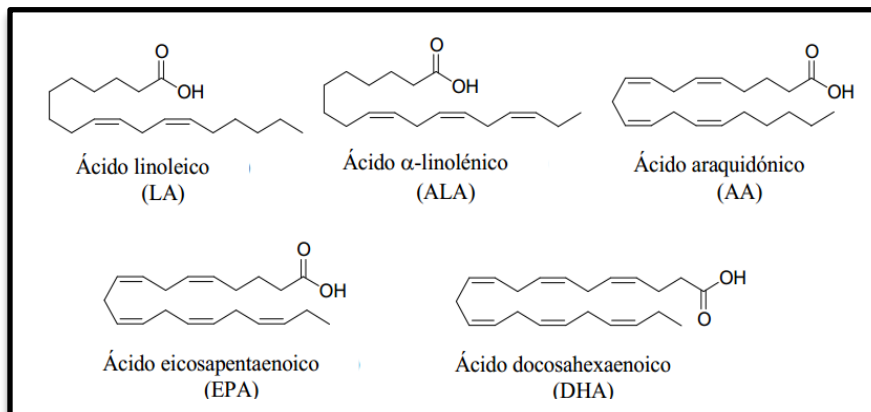


Ilustración 2. Estructuras de los ácidos grasos poliinsaturados  
 Fuente: <http://blogyanerthbioquimica.blogspot.mx/2016/06/>

Considerando el tamaño y estructura de la cadena de los ácidos grasos existen diversas clasificaciones:

- Longitud de cadena. Se refiere al número de carbonos que contiene cada ácido graso en su cadena, iniciando por numerar el carbono del extremo carboxilo (COOH), también conocido como carbono alfa o primer carbono.
- Forma. Los ácidos grasos pueden ser *cis* o *trans*, dependiendo de la posición de los átomos de hidrógeno en relación con el doble enlace de carbono.
- Número de átomos de carbonos en la cadena. Se denominan ácidos grasos de cadena corta (AGCC), aquellos que tienen de 4 a 10 átomos de carbonos; como ácidos grasos de cadena media (AGCM) aquellos que tienen de 12 a 14 carbonos; como ácidos grasos de cadena larga (AGCL) los que contienen de 16 a 18 átomos de carbono y como ácidos grasos de cadena muy larga los que tienen más de 20 átomos de carbono en su estructura (Bourges, 2017).
- Saturación. Se clasifica así por la cantidad de dobles enlaces que se encuentran en la cadena de átomos de carbono del ácido graso. De modo que los ácidos grasos sin dobles enlaces en la cadena, se denominan ácido graso saturado, cuando se encuentra un doble enlace en la cadena de los ácidos grasos se denominan ácidos grasos monoinsaturados y en presencia de más de un doble enlace en la cadena de ácidos grasos se nombran ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) (Valenzuela y Valenzuela, 2013).



- Esenciales y no esenciales: Son considerados como esenciales debido a que el ser humano no cuenta con las enzimas necesarias para poder sintetizarlos y los obtiene a partir de los alimentos, tal es el caso de los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI). Mientras que los no esenciales el organismo los puede sintetizar (Bourges, 2017; Guirado, 2015).

### 1.3 ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS Y SU RELACIÓN CON LA SALUD

Existen cuatro grupos de ácidos grasos, de los cuales el ácido oleico (*omega-9*) y ácido palmitoleico (*omega-7*) son ácidos grasos monoinsaturados y considerados no esenciales. El ácido linoleico (*omega-6*) y ácido  $\alpha$ -linoléico (*omega-3*) son poliinsaturados y son considerados ácidos grasos esenciales (Bourges, 2017).

Una vez ingeridos estos dos últimos ácidos grasos se transforman en AGPI de cadena muy larga (AGPICL) con 22 átomos de carbono en su cadena. Estos ejercen una intensa influencia sobre el perfil lipídico de las membranas celulares. Así, la proporción de los diferentes tipos de ácidos grasos en la membrana celular se cambia rápidamente en relación con los lípidos provenientes de la dieta. Los ácidos grasos *omega-3* y *omega-6* se localizan en los fosfolípidos de la membrana celular e influyen en su estructura y función (Waitzberg y Garla, 2014). Además, estos logran un efecto protector en la membranas celulares, a partir de la incorporación de los fosfolípidos, los cuales sustituyen parcialmente el ácido araquidónico (*omega-6*) por EPA y DHA (*omega-3*) (Valenzuela, 2016) (Ilustración 3).

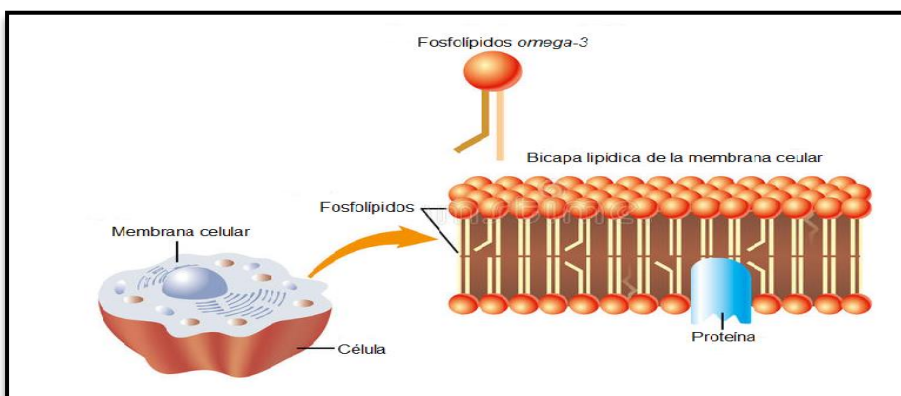


Ilustración 3. Incorporación de omega-3 en los fosfolípidos de la membrana celular.  
Fuente: <https://es.dreamstime.com/imagenes-de-archivo-fosfol%C3%ADpido-de-omega-image36775154>

El metabolismo de los AGPIs *omega-3* y *omega-6* se deben a una serie de reacciones químicas a partir de la secuencia de desaturación y elongación, con ayuda de la  $\beta$ -oxidación parcial (metabolismo de lípidos), de acuerdo a como se esquematiza en la ilustración 4. De esta manera los AGPI de 18 carbonos pueden recibir átomos de carbonos hasta formar AGPICL de 22 carbonos (Valenzuela, et al., 2014). Así el ácido linoléico *omega-6* es metabolizado a ácido araquidónico (AA), y el ácido  $\alpha$ -linolénico (ALA) *omega-3* es convertido en ácido eicosapentaenoico (EPA) y posteriormente a docosahexaenoico (DHA) (Ortega, 2013)

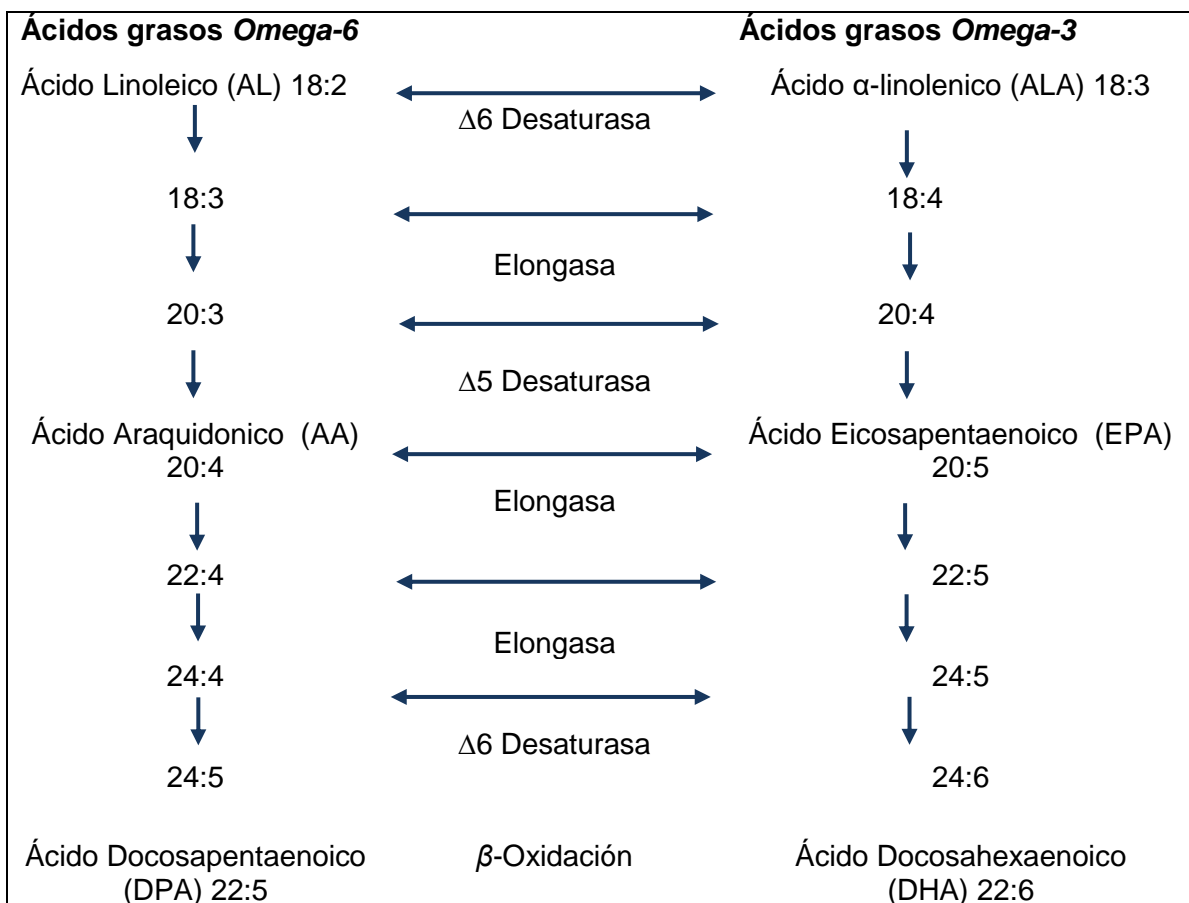


Ilustración 4. Biosíntesis de ácidos grasos *omega-3* y *omega-6*.  
Fuente: Valenzuela, et al., 2014

Las reacciones metabólicas se efectúan por acción de las enzimas elongasas y desaturasas encargadas de los procesos de elongación y desaturación. Dichas enzimas son utilizadas en ambas familias de AGPI de tal forma que puede haber competencia por ellas (Verdú, 2009). Esta competencia dependerá de la cantidad de AGPI presente en los alimentos que

---

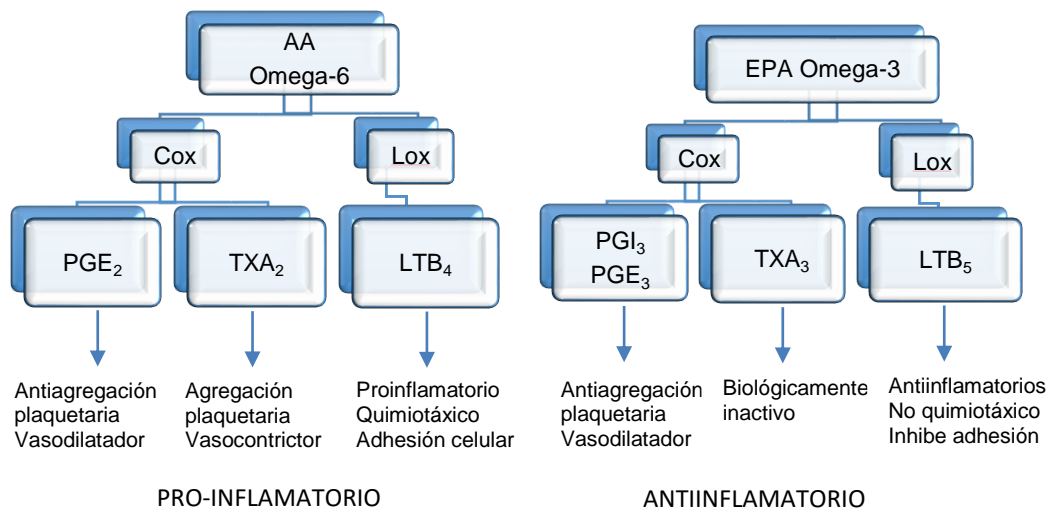
se consumen, es decir si se ingieren alimentos ricos en ácido  $\alpha$ -linolénico y poco ácido linoléico, la vía por la cual se inclinan las enzimas será la serie de *omega-3*, o viceversa (Sanhueza, et al., 2015).

Las biosíntesis de los ácidos grasos poliinsaturados ocurren en el citoplasma de las células como el hígado, células gliales (células de sostén del sistema nervioso central), testículos, cardiomiocitos y glándula mamaria así como también participan en el crecimiento, desarrollo y funcionamiento del sistema nervioso (cerebro y retina) Una vez formado el EPA y DHA se almacenan en todos los tejidos, principalmente en la corteza cerebral, retina y espermatozoides (Valenzuela, et al., 2014).

Por otro lado, los AGPI a su vez son precursores de sustancias bioactivas las cuales desempeñan una función específica. Dichas sustancias son los eicosanoides, los cuales son prostaglandinas (PGE), prostaciclina (PGI), tromboxanos (TXA) y leucotrienos (LTB) (Sanhueza, et al., 2015).

Los eicosanoides se forman a partir de dos vías de acción: la primera ruta proviene de los AGPI *omega-6* los cuales sintetizan compuestos proinflamatorios; TXA, LTB, PGE la función de estos compuestos es aumentar la agregación plaquetaria, la inflamación, dolor y fiebre. La otra vía procede de los *omega-3*, que produce compuestos antiinflamatorios: PGI, LTB, TXA y PGE, los cuales coadyuvan a la vasoconstricción, inhibir la agregación plaquetaria e inflamación. Por lo tanto, se genera una competencia entre ambas vías para la síntesis de eicosanoides, a partir de las enzimas lipooxigenasas (LOX) y ciclooxigenasas (COX) como se muestra en Ilustración 5 (Pérez, et al., 2013).

La literatura refiere la importancia del consumo de AGPI *omega-3* y su impacto sobre diversas ENT como la obesidad, hipertensión, diabetes mellitus, enfermedad coronaria, Alzheimer, aterosclerosis y cáncer (Kang, Wan, & He, 2014), además participan en procesos del desarrollo fetal, funcionamiento cognitivo en pacientes con déficit de atención, disminución de glicemia en ayunas, en estrés oxidativo. Así como también ayudan a la reducción de síntomas en artritis reumatoide, depresión y en la regulación de la presión sanguínea y ocular (Cabo, 2012; Fernández, 2010; Ortega, et al., 2010; Swanson, et al., 2012).



Cox – Ciclooxygenasa, Lox – Lipooxigenasa, PGI – Prostaglandinas, TXA – Troboxanos, LTB - Leucotrienos

Ilustración 5. Síntesis de eicosanoides y su efecto metabólico a partir de AGPI *omega-3* y *omega-6*.  
Fuente: Pérez, et al., 2013

#### 1.4 FUNCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3 EN LA ECV

Los ácidos grasos desde el punto de vista nutricional son de suma importancia por las funciones que estos desempeñan en el organismo. Diferentes estudios han demostrado que los ácidos grasos *omega-3* actúan de forma preventiva y como auxiliar en el tratamiento de las ECV tales como: arritmias cardiacas, enfermedad coronaria de alto riesgo, enfermedad arterial periférica y arterial coronaria establecida, infarto del miocardio, taquicardia ventricular, fibrilación y trombosis (De Caterina, 2011; Lorente, 2013; Wen y Gao, 2016).

Además, actúan directamente en los procesos a nivel cardiovascular, como antitrombótico, antiinflamatorio y antiarritmico (Roth y Harris, 2010; Ito, 2013; Gaztañaza, et al., 2012).

Es importante remarcar que el mecanismo fisiopatológico inicial de las ECV es la aterosclerosis, el cual inicia en edades tempranas, su progresión y manifestación clínica depende de la conjugación de diversos factores de riesgo. La aterosclerosis inicia con la acumulación de lípidos debajo de la capa íntima de las arterias. En este proceso intervienen elementos celulares (monocitos, macrófagos, linfocitos) los cuales han sufrido distorsión

en su estructura, en la bioquímica por el metabolismo local y en el propio músculo liso de la arteria, precisamente debajo del endotelio arterial. La formación de la placa aterómica se potencializa en presencia de compuestos como ácido nítrico, radicales libres, lipoproteínas de baja densidad (LDL), enzimas específicas y receptores de las respectivas membranas celulares (Parra y Hernández, 2017).

Estas reacciones localizadas en la lesión tisular da lugar a una movilidad, transformación y degeneración celular lo que termina por destruir a las células, produciendo necrosis, liberación de enzimas y de aminos, las cuales junto con otras sustancias activas o tóxicas (radicales libres) aumentan la lesión. Además durante estas reacciones también participan algunas hormonas que estimulan el crecimiento celular del tejido, dando como resultado la acumulación celular irregular de lípidos. Al acumularse estos, se lleva a cabo la saponificación y con el tiempo pueden combinarse con el calcio y desarrollar placas oseiformes calcificadas, denominadas ateromas (Parra y Hernández, 2017). (Ilustración 6.).

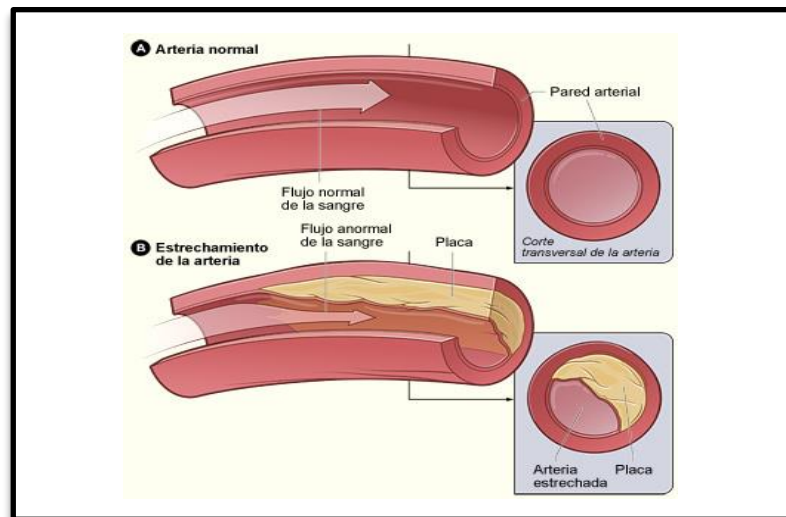


Ilustración 6. Formación de placa de ateroma.

Fuente: <https://lacienciaesdetodos.wordpress.com/tag/placa-ateromatosa/>

A medida que las lesiones obstruyen la luz arterial, se produce una turbulencia en el flujo sanguíneo, lo cual lesiona aún más la superficie interior del vaso, es decir, el endotelio. A la par se desarrolla un proceso inflamatorio causante de una disfunción endotelial compleja, acompañada de alteraciones en la coagulación formando trombos derivados de la rotura de la placa aterómica desarrollando una oclusión del lumen arterial y por lo tanto una disminución o interrupción del flujo sanguíneo, causando obstrucción súbita de la arteria

---

provocando una disminución de oxigenación y aporte de nutrientes, lo que produce muerte tisular (infarto) (Zárate, et al., 2016).

Además, se deriva un proceso inflamatorio a partir de la aterosclerosis, este proceso se define como un mecanismo de defensa del organismo, el cual constituye una respuesta inespecífica del sistema inmunológico frente a agentes causales de diversa índole, determina cambios fisiológicos en el incremento del flujo sanguíneo y sobre la permeabilidad vascular con la liberación de mediadores derivados del ácido araquidónico. Por el contrario, la capacidad antiinflamatoria regula estos eventos a través de diversas moléculas. Por ello es importante mantener un balance entre la inflamación y la anti-inflamación con ayuda de la alimentación para coadyuvar en dicho proceso (Caballero y Gonzáles, 2016).

De manera general se ha referido que la función que ejercen los AGPI *omega-3* en las enfermedades cardiovasculares (ECV), radica en su mecanismo de acción sobre liberación del ácido araquidónico del interior hidrofóbico de los fosfolípidos de las membranas celulares, sustituyéndolo por EPA y DHA. Estos actúan como antagonistas de los receptores de tromboxano A<sub>2</sub>, el cual interviene sobre la fluidez de la membrana plaquetaria. También intervienen en la disminución de la expresión de moléculas de adhesión en las células endoteliales por lo que se disminuye la formación de la placa de ateroma, mejora la respuesta vasomotora y la elasticidad en la pared arterial, aumenta el flujo sanguíneo y la permeabilidad de los vasos sanguíneos (Izaola, et al., 2015; Piñeiro, et al., 2013).

A través de la vía del ácido  $\alpha$ -linolénico *omega-3* se produce una inhibición sobre la producción de eicosanoides por la vía del metabolismo del ácido araquidónico producida por *omega-6*. Este proceso reduce el proceso inflamatorio (Castellanos, 2015) por medio de precursores de moléculas antiinflamatorias mediadoras (resolvinas, protectinas y maresinas) que facilitan la resolución de la inflamación por acción de los AGPI *omega-3* (Serhan, et al., 2009).

Por otra parte, los *omega-3* tienen un efecto regulador sobre las propiedades eléctricas del miocardio, disminuyendo la susceptibilidad a las arritmias debido a la modificación de la producción de una gran variedad de eicosanoides que disminuyen la susceptibilidad a las arritmias, previniendo alguna falla cardíaca, aparición de taquicardia o fibrilación ventricular

---

durante la isquemia miocárdica (Bover, et al., 2006), relacionado con el riesgo de una muerte súbita (Carrero, et al., 2005; Valenzuela, et al., 2014).

Estudios refieren que el consumo de AGPI *omega-3* también tienen impacto sobre la disminución de las concentraciones de lípidos en sangre, en la modificación del porcentaje de grasa corporal (Valenzuela, et al., 2014) y en la alteración del metabolismo de los lípidos ocasionado por hipertrigliceridemia, hiperlipidemia, síndrome de quilomicronemia y aterosclerosis. Los AGPI *omega-3* actúan sobre la disminución de las concentraciones de triglicéridos, colesterol y lipoproteínas de baja densidad (LDL). Esta acción se debe a la inhibición de la actividad enzimática (acil-CoA:1,2-diaglicerolaciltransferasa) de la síntesis hepática de triglicéridos y lipoproteínas de muy baja densidad, así como también interviene en el aumento de la  $\beta$ -oxidación disminuyendo la síntesis de lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) (Turgeon, 2013; Gormaz, et al, 2010).

Además, los ácidos grasos *omega-3* ayudan a reducir la grasa corporal, debido a que EPA y DHA participan en la inhibición de la actividad de la sintetasa y de la expresión de la desaturasa de estearol coenzima, las cuales son esenciales en la síntesis de ácidos grasos, por la supresión de la proteína de unión reguladora de estearol (srebp1). Por otra parte, EPA y DHA inhiben la diferenciación de pre-adipocitos e incrementan la apoptosis de estas células. Así como también los AGPI *omega-3* intervienen en la regulación sobre el sistema nervioso simpático y en la producción de leptina y adiponectina, cuya función se manifiesta con la regulación de la grasa corporal (Parra y Hernández, 2017).

Por otra parte, la hipertensión es otro factor principal de riesgo en las ECVs, que origina la activación del endotelio, al producir moléculas de adhesión, así como infiltración de células sanguíneas a la pared vascular, contribuyendo al engrosamiento de la arteria y al desarrollo de la aterosclerosis. Los ácidos grasos *omega-3* estimulan a la producción endotelial de óxido nítrico sustrato responsable de la relajación de las células del músculo liso permitiendo la dilatación de los vasos sanguíneos, lo que conlleva a una reducción de la presión sanguínea y la activación endotelial. Por lo tanto, los *omega-3* ayudan a la reducción de la presión arterial elevada en pacientes con hipertensión e incluso con otras patologías como la diabetes provocando un mecanismo de protección frente a vasoespasmos y trombosis (Liu, et al., 2011; Newens, et al., 2011; Wall, et al, 2001).

## 1.5 RECOMENDACIONES DE LA INGESTA DE *OMEGA-3* Y FUENTE ALIMENTARIA.

Debido a la transición alimentaria en México se ha incrementado el consumo de ácidos grasos saturados mientras que la ingesta de ácidos grasos poliinsaturados en la dieta ha disminuido. México es considerado un país con un consumo bajo de productos pesqueros debido a razones sociales, culturales y económicas y por tanto no se beneficia con el aporte de ácidos grasos *omega-3*, cuyo consumo es de 4-8 kg/año, mientras que otros países como España, Noruega, Japón, República de Corea, Malasia, Islandia e Islas Maldivas su ingesta de pescado es alta (43–165 kg/año de pescado) (Valenzuela y Valenzuela, 2014).

Derivado a la importancia de la ingesta de *omega-3* existen diferentes estudios e instituciones que estiman las recomendaciones adecuadas ya sea como factor preventivo o de tratamiento, considerando el objetivo del consumo y del estado de salud en el que se encuentra el paciente o la población. Las dosis recomendadas oscilan entre 250-2000 mg/día en un estado de salud óptimo (Tabla 1), las cuales aseguran tener cambios a nivel plasmático y por consiguiente un beneficio en la salud (Valenzuela, et al., 2014).

Tabla 1. Recomendaciones del consumo de AGPI omega-3

Organización	Año	Recomendación
French Agency for Food Environmental and Occupational Health Safety <i>Omega-3</i> Report	2003	400-500 mg/día
European Society of Cardiology	2003	1 g/ día
Report: FAO (FAT and Fatty acid in Human Nutrition)	2008	250-2000 mg/día
American Heart Association	2010	1 g/día 660 g de pescado / semana
USDA Dietary Guidelines for Americans	2010	250 mg/día 600 g de pescado / semana

Fuente: Valenzuela, et al., 2014



Por otro lado, el consumo regular de *omega-3* es considerado un coadyuvante en el tratamiento de enfermedades cardiovasculares como el infarto al miocardio, la recomendación que se estima es entre 1–4 g/día, de esta manera se obtienen beneficios a la salud (Tabla 2) (González, et al., 2013).

Tabla 2. Recomendaciones de consumo de ácidos grasos *omega-3* y su beneficio a la salud.

Recomendación	Beneficio
g/día EPA+DHA	Prevención de enfermedad cardiovascular y muerte súbita
500 mg/día (2 dosis)	Tratamiento para infarto miocardio y prevención
1 g/día	Disminuye riesgo enfermedad cardiovascular Tratamiento de enfermedad cardiovascular existente
DHA 120 mg en hombres y 100 mg en mujeres	Beneficios generales
100 mg/día DHA	Aumenta coeficiente intelectual 0.13 puntos en niños
180 mg/día DHA	Disminuye 50% el riesgo de demencia y degeneración macular asociada a la edad
2 raciones de pescado rico en EPA y DHA a la semana (aprox 1200 mg/sem)	Disminuye riesgo de muerte súbita y enfermedad cardiovascular y disminuye la presión sanguínea.

Fuente: Castro, et al., 2007.

Los productos pecuarios aportan el mayor contenido de *omega-3* como son caballa, salmón, areque (Tabla 3), los cuales tienen en su composición nutricional concentraciones elevadas de *omega-3*. Diversas organizaciones recomiendan un consumo de pescado de 600 – 660 g por lo menos de 1 a 2 veces por semana (Valenzuela, et al., 2014).

Las fuentes alimentarias de *omega-3* pueden ser tanto de fuentes de origen marinos como vegetal para cubrir las recomendaciones establecidas de los ácidos grasos *omega-3* encontrándose en tres formas activas principales en los alimentos: ácido eicosapentaenoico (*omega-3*, EPA), ácido docosahexaenoico (*omega-3*, DHA) y alfa linolénico (*omega-3*, a-ALA) (Mozaffarian, 2012). Se ha observado que todas estas formas tienen efecto positivo en la salud, sin embargo, algunos estudios han demostrado que la ingestión de EPA y DHA de fuentes marinas tienen un mayor efecto sobre la salud de las personas, en comparación con ALA el cual se encuentra en mayor presencia en los vegetales (Swanson, 2012; Lane, 2014).

El contenido de EPA y DHA se encuentran en mayor concentración en los pescados de aguas frías (446-2670 mg) como el salmón, atún, sardinas, entre otras variedades o incluso en algas, dichos productos son considerados de alto consumo en países orientales (Tabla 3) (Bastarrika, 2014; Valenzuela, et al., 2014; Morales, et al., 2012; Muñoz y Ledesma, 2002).

Tabla 3. Contenido en de AGPI *omega-3* de origen animal y vegetal.

Alimento	mg/100 g
Caballa	2670
Salmón	2506
Arenque	1729
Sardina	1480
Boquerones	1478
Atún	1298
Jurel	1203
Pez espada	899
Albacora	862
Aceite de oliva	790
Trucha	779
Aceite de cártamo	740
Aceite de Chía	650
Aceite de linaza	540
Salmonete	449
Piñón	350
Aceite de soja	70
Nueces	90

Fuente: Bastarrika, 2014, Valenzuela, et al., 2014; Muñoz y Ledesma, 2002; Modificado de Morales, et al., 2012

El *omega-3* (ALA), se encuentra presente en alimentos de origen vegetal principalmente en aceite de oliva, cártamo, linaza, chía y soja. También se encuentra en oleaginosas como piñón y nuez (Tabla 3) (Castellanos y Rodríguez, 2015; Morales, et al., 2012; Muñoz y Ledesma, 2002).

Por otra parte, es importante considerar no solo el aporte de *omega-3* sino la relación que existe en la dieta entre los ácidos grasos *omega-6* y *omega-3*. Actualmente, la dieta aporta cantidades importantes de AGPI *omega-6*, debido a que los aceites vegetales que habitualmente se consumen son ricos en ácido linoleico (*omega-6* AL). Del mismo modo, las carnes rojas, el pollo, el pavo y el huevo (yema) son buenas fuentes de ARA. Esta realidad alimentaria produce un desbalance metabólico-nutricional, donde la razón de consumo *omega-6/omega-3* alcanza valores como 20:1, situación muy diferente a la de hace años, cuya alimentación aportaba relaciones cercanas a 2:1 en incluso 1:1. Las

---

recomendaciones nutricionales actuales para la población sugieren una relación *omega-6* / *omega-3* en el rango 5:1 o de 10:1 (Morales, et al., 2012). Este importante desbalance en la relación del consumo de estos ácidos grasos es un factor que favorece de manera directa el desarrollo de ECV y otras enfermedades crónicas no transmisibles. La necesidad de disminuir la ingesta de ácidos grasos *omega-6* y por ende disminuir la relación de los ácidos grasos surge de estudios epidemiológicos los cuales indican que un alto aporte de alimentos con ácidos grasos *omega-6* aumentan tanto la morbilidad como la mortalidad por ECV (Gómez, et al., 2011; Ortega, 2013).

A pesar de que las principales fuentes de AGPI *omega-3* son los pescados no existe un alto consumo como antes se mencionó, debido a diversos factores socioculturales, disponibilidad, rendimiento al momento de la preparación y costos. Por lo cual en México el consumo es más bajo en comparación con otros países (FAO, 2010). Por lo que es necesario cubrir estas recomendaciones. Otra opción es por medio de la ingesta a partir de suplementos, sin embargo, los costos son muy elevados por lo que se deben implementar otras fuentes para aumentar la disponibilidad de este nutrimento a partir de fuentes alternativas utilizando productos de uso habitual como el huevo (Fraeye, et al., 2012), la leche, (Añorve, et al., 2015) pan (Osuna, et al., 2003) y yogurt (Dawczynski, et al., 2010). Estos productos tienen una gran relación ya que son alimentos de consumo diario en México, la carne de pollo tiene un consumo de 31 kg/persona/año (DIEES, 2015), y el huevo de 21 kg/persona/año (UNA, 2013). De hecho, el huevo es de los alimentos considerados dentro de la canasta básica y de los más consumidos en México. Algunas estimaciones establecen un consumo en México de 1 *pieza/día/persona*.

Por lo tanto, este trabajo pretende evaluar el efecto del consumo de productos avícolas suplementados con *omega-3* sobre el impacto en la salud de la población.

---

## II. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad las enfermedades no transmisibles (ENT) se encuentran dentro de las principales causas de morbilidad y mortalidad en países desarrollados, mientras que en países en desarrollo, la incidencia de estas enfermedades va incrementándose. Incluso se estima que la mortalidad será más alta para las enfermedades cardiovasculares (ECV) en comparación con las enfermedades infecciosas en los próximos años.

La prevención y tratamiento en las ECV resulta ser una prioridad en México y en el mundo, por lo que se han establecido diferentes acciones para abatir esta problemática. Por lo tanto, es transcendental incorporar en la alimentación compuestos bioactivos de alta calidad que coadyuven a disminuir la morbi - mortalidad por enfermedad cardiovascular lo que conlleva incrementar los años de vida saludable en la población.

Hasta el momento los estudios experimentales, epidemiológicos y de intervención han demostrado los efectos beneficiosos cardiovasculares por el consumo de ácidos grasos *omega-3*: ácido eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA), por su comprobada relación con efectos como antiaterosclerótico, antitrombótico, antiarrítmico y antiinflamatorio (Valenzuela, et al., 2014).

México es un país con un bajo consumo de productos pecuarios y aceite de olivo, los cuales son considerados las mejores fuentes de *omega-3*, sin embargo, no son alimentos propios de la cultura mexicana. Por lo que es importante que en la dieta de la población mexicana existan más alternativas de alimentos con la adición de *omega-3* para cubrir con la ingesta diaria recomendada (IDR) de este nutrimento en la alimentación, garantizando además productos con un valor agregado y mejor calidad nutricional.

Actualmente para cubrir la IDR se utilizan suplementos farmacéuticos, sin embargo, resultan costosos, así como causan cierto resabio (sabor a pescado) después de su consumo, lo cual ocasiona que los tratamientos no se completen. Diferentes estudios han demostrado que a partir de la suplementación de los animales se pueden obtener subproductos como la leche y/o yogurt enriquecidos con *omega-3* ó alimentos adicionados de este nutrimento como el paté y pan, de tal forma que se pueda ofrecer a la población alternativas de consumo de *omega-3* en la alimentación. El alto consumo de alimentos avícolas como la carne de pollo y de huevo los hace una fuente propicia para

---

suplementarlos con *omega-3* de tal forma que se asegure que la población logre estos IDR establecidos.

### III. HIPÓTESIS

El consumo de productos avícolas (carne y huevo) suplementado con *omega-3* provoca cambios benéficos en el perfil antropométrico, perfil bioquímico y en la función cardiovascular, en adultos sanos entre 25 y 45 años de Pachuca Hidalgo.

### IV. OBJETIVOS

#### 4.1 GENERAL

- Determinar el efecto del consumo de productos avícolas (carne y huevo) suplementado con *omega-3* sobre cambios en el perfil antropométrico, perfil bioquímico y en la función cardiovascular, en adultos sanos entre 25 y 45 años de Pachuca Hidalgo durante 14 semanas.

#### 4.2 ESPECÍFICOS

- Determinar la calidad de los productos avícolas utilizando las normas NMX-FF-080-SCFI-2006 para la carne de pollo y PROY-NOM-159-SSA-2016, NMX-FF-SCFI-2003 para el huevo
- Determinar los cambios en parámetros antropométricos (peso, circunferencia cintura) y en la composición corporal (% de grasa, % de masa libre de grasa, Kg de grasa, Kg de masa libre de grasa) de adultos por el consumo de productos avícolas suplementados con *omega-3* durante 14 semanas.
- Evaluar los cambios en las concentraciones del perfil bioquímico (glucosa, colesterol total, triglicéridos, DHL, LDL, IA) en adultos por el consumo de productos avícolas suplementados con *omega-3* durante 14 semanas.
- Identificar los cambios en la función cardiovascular (presión arterial, frecuencia cardiaca, electrocardiograma, prueba de esfuerzo) de adultos por el consumo de productos avícolas suplementados con *omega-3* durante 14 semanas.

---

## V. METODOLOGÍA

### 5.1 POBLACIÓN

La muestra fue elegida a conveniencia, con la participación de 40 individuos de ambos sexos, con edades comprendidas entre 25 y 45 años de edad. Los participantes del estudio fueron alumnos de licenciatura y posgrado del Instituto de Ciencias de la Salud, así como trabajadores de distintas dependencias del Estado. Los participantes firmaron el consentimiento informado en el cual se incluyó la información del estudio; objetivo del proyecto de investigación, lugar donde se realizaron las evaluaciones, beneficios, riesgos potenciales, así como confiabilidad sobre el manejo adecuado de la información que proporcionaron o que se generó (Anexo I).

Los sujetos seleccionados cumplieron con los criterios de inclusión; tener entre 25 a 45 años, incluir en su dieta habitual productos avícolas, no presentar alguna alergia alimentaria a estos alimentos, no estar bajo ningún tratamiento para control de peso, no contar con algún diagnóstico de enfermedades metabólicas, ni estar en tratamiento farmacológico con estatinas, fibratos o suplementos de *omega-3* al momento del inicio del estudio. Los individuos seleccionados fueron sometidos a un electrocardiograma para determinar si su situación de salud cardiovascular era óptima para continuar con la prueba de esfuerzo.

Los criterios que se tomaron en cuenta para eliminar a los participantes fueron; individuos que presentaron parámetros bioquímicos con valores superiores a los que se consideran óptimos de acuerdo con la Secretaría de Salud, Triglicéridos > 200mg/dl, colesterol > 250 mg/dL (NOM-037-SSA2-2012). También fueron criterios de eliminación aquellos que por voluntad propia decidieron abandonar el estudio y/o dejaron de consumir los alimentos de origen avícola.

El estudio fue evaluado y aprobado por el Comité de Ética del Instituto de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. La aprobación de este estudio quedo registrada en la Coordinación de investigación con el número 048 (Anexo 2), siguiendo la Declaración de Helsinki sobre los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos y las consideraciones éticas conforme lo dicta la ley general de salud en materia de investigación en salud.

---

## 5.2 MUESTRA

Los productos avícolas fueron otorgados por el Área Académica de Química de los alimentos pertenecientes al Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería (ICBI) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Dichos alimentos procedieron de investigaciones previas bajo la dirección del Doctor Javier Añorve Morga, quien junto con su grupo de estudiantes realizó la suplementación en los animales avícolas y cuantificación de la cantidad de *omega-3* presente en los productos obtenidos de carne y huevo.

La crianza de los pollos para la producción de carne y huevo se llevó a cabo siguiendo las condiciones que establece el programa especial para la seguridad alimentaria donde se refieren los lineamientos para la avicultura de traspatio y que tiene como objetivo mejorar los sistemas tradicionales e incrementar la productividad de los productos avícolas (SAGARPA, 2007).

Los pollos para la producción de carne fueron de la estirpe Cobb y Ross, los cuales fueron criados en corrales con 25 pollos en cada grupo (suplementado y control). Ambos grupos se alimentaron con alimento comercial y agua *ad libitum*, al grupo suplementado se le administro aceite de hígado de bacalao diariamente. Una vez alcanzada la edad y peso (2.6-2.8 kg), se sacrificaron los pollos para el consumo.

Las gallinas ponedoras fueron de la estirpe Plymouth rock y Rhode Island y de igual forma fueron criadas en corrales con 20 animales y separados por grupos de tratamiento. Cuando los animales consiguieron un peso de 1.7 – 1.9 kg comenzó su periodo de postura de huevo cada 24 a 26 hr aproximadamente. Ambos grupos fueron alimentados con la misma dieta (con y sin suplemento de *omega-3*) que los animales criados para la obtención de carne.

Al momento de la recepción de los productos avícolas se revisó que las piezas de carne cumplieran con las especificaciones establecidas para evaluar la calidad y frescura siguiendo los lineamientos de la Norma Mexicana (NMX-FF-080-SCFI-2006) sobre los productos avícolas de la carne de pollo de engorda. Dicha norma especifica que la carne para ser de buena calidad debe estar libre de hematomas, fracturas, manchas de bilis y plumas, etc. Anexo 3.

Para determinar las características de calidad y frescura del huevo se realizaron pruebas específicas en base a los criterios establecidos por el PROY-NOM-159-SSA-2015 y la NMX-FF-079-SCFI-2004. Anexo 4. (Ilustración 7)

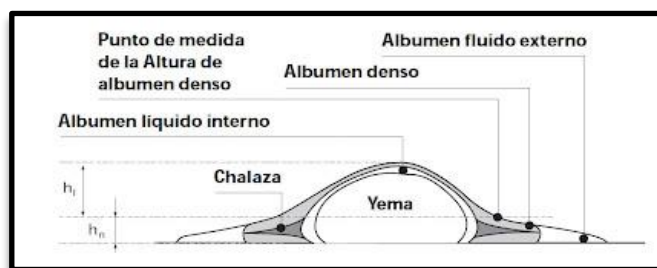


Ilustración 7. Características de calidad del huevo  
Fuente: NMX-FF-079-SCFI-2004

La recepción de la carne de pollo fue cada dos semanas y en el caso del huevo cada semana, de esta manera se aseguró el abasto de las porciones correspondientes para cada participante. Al momento de la recepción de las piezas de carne de pollo se pesaron, para obtener porciones entre 250 a 280 gramos y fue identificada con un código que especificaba el grupo (A para el suplementado y B control), el cual se registró en una bitácora.

### 5.3 INTERVENCIÓN

El estudio consistió en un ensayo clínico fase 1, doble ciego, aleatorizado. Los participantes fueron asignados de manera aleatoria a cada uno de los grupos de tratamiento. Los voluntarios fueron divididos de la siguiente manera; el grupo A consumieron los alimentos avícolas suplementados con ácidos grasos *omega-3* y el grupo B ingirieron los alimentos avícolas sin suplementar y fue considerado el grupo control.

Durante la etapa de intervención, fueron eliminados algunos participantes y otros de manera voluntaria decidieron dejar el estudio. Por lo tanto, del grupo A la totalidad de participantes fue 9 mujeres y 5 hombres ( $n= 14$ ), mientras que el grupo B fueron 8 mujeres y 7 hombres ( $n=15$ ), con una edad promedio en ambos grupos de 32 años. Los participantes siguieron con su actividad física habitual y con sus mismos hábitos dietéticos.

Los productos fueron proporcionados semanalmente a los participantes, al grupo A (suplementado) se les abasteció 250 gramos de carne la cual contenía aproximadamente 228.42 mg de *omega-3* así como 3 piezas de huevo con un total de 1590 mg de *omega-3* y al grupo B (control) se les otorgó las mismas cantidades de carne y huevo sin suplementar.



Estas cantidades de alimento fueron asignadas considerando las recomendaciones establecidas por la norma oficial mexicana para la orientación alimentaria (NOM-043-SSA2-2012), del consumo de dos piezas por semana de carne de pollo y de 3 a 4 piezas de huevo por semana establecido por el Instituto del Huevo (INPROVO, 2014).

La investigación se llevó a cabo durante 14 semanas comenzando en el mes de septiembre y finalizando en diciembre del 2016, en este periodo se realizaron dos evaluaciones a los participantes; al inicio del estudio (semana 0) y al finalizar (semana 14). En dichas evaluaciones se tomaron medidas antropométricas, bioquímicas y estudios de valoración de la función cardiovascular. En la ilustración 8 se presenta el esquema de la intervención del estudio.

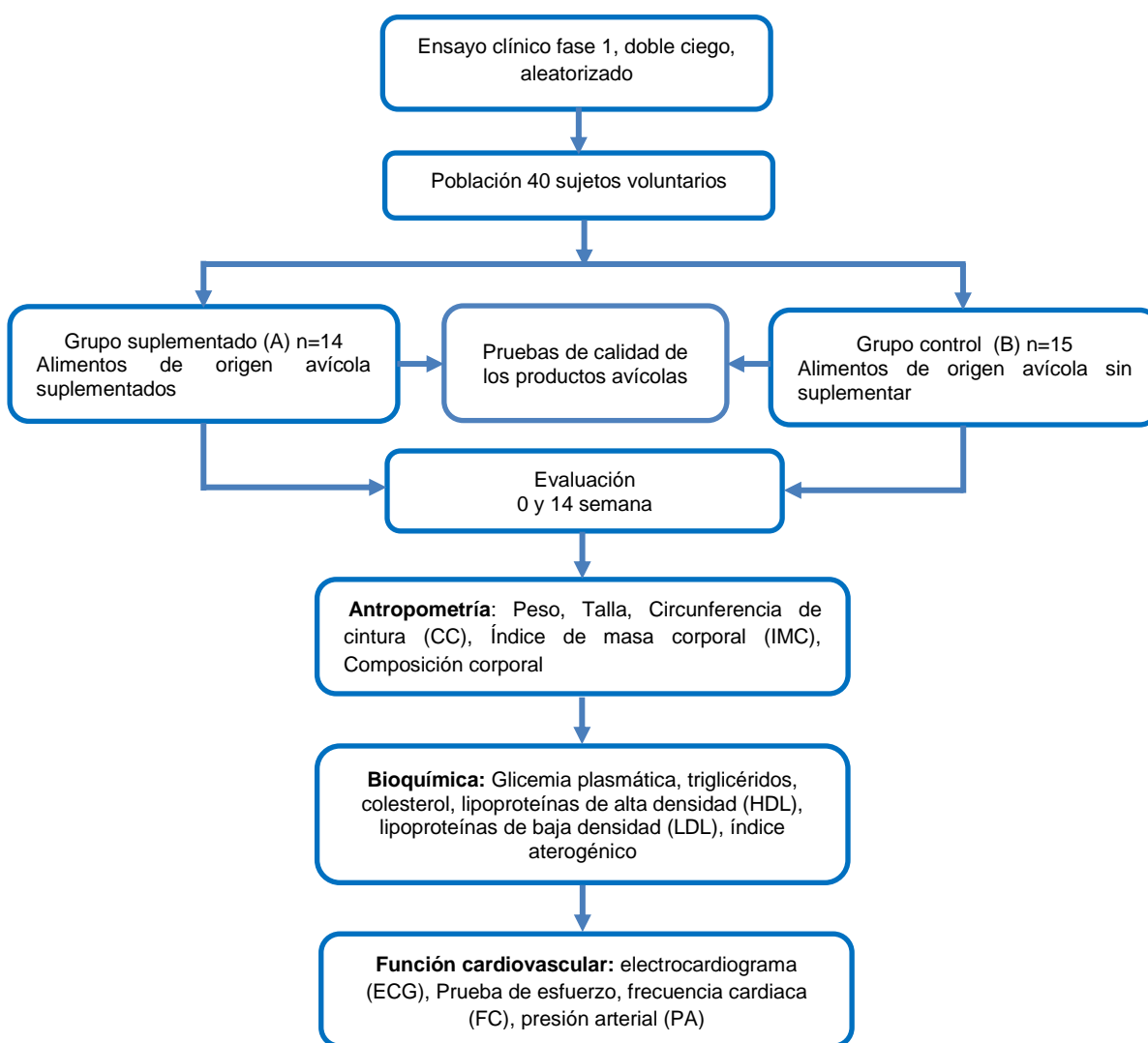


Ilustración 8. Esquema de intervención.

---

## 5.4 DETERMINACIONES

### 5.4.1 Perfil antropométrico

La evaluación antropométrica es un conjunto de mediciones corporales que permite conocer los diferentes niveles y grado de nutrición de la persona (Milián, et al., 2014). Para fines de este estudio dicha evaluación consistió en la toma de medidas de peso, talla, circunferencia de cintura y la estimación de la composición corporal.

Para efectuar las medidas antropométricas se siguieron las recomendaciones del Manual de procedimientos para la toma de medidas clínicas en el adulto establecido por la secretaria de salud. El personal de salud fue capacitado y estandarizado con el método Habicht para poder realizar la toma de medidas antropométricas (SSA, 2002).

#### Peso

El peso es la fuerza con la cual un cuerpo actúa sobre un punto de apoyo, originado por la aceleración de la gravedad, cuando actúa sobre la masa del cuerpo. De tal modo que el peso corporal es la medida antropométrica de la masa corporal de un individuo expresada en kilogramos (Milián, et al., 2014; SSA, 2002).

#### Talla

La talla o estatura es la medida antropométrica que señala la distancia vertical desde el eje horizontal (superficie de sustentación) hasta el vértex (parte superior y más prominente de la cabeza), se mide en centímetros (cm) (Milián, et al., 2014; SSA, 2002).

#### Circunferencia de Cintura (CC).

La circunferencia de cintura es una medición que determina la distribución de la grasa abdominal de un individuo. Esta medición es considerada una herramienta sencilla y válida de salud para identificar el riesgo a presentar enfermedades cardiovasculares, trastornos del sueño y diabetes mellitus (IMSS-046-08, 2012)

En el anexo 5 se describen a detalle los procedimientos y técnicas que se utilizaron para la determinación correcta de peso, talla y CC.

---

Para la determinación de la CC, se midió el perímetro abdominal a nivel de la cicatriz umbilical. Se tomaron como medidas de riesgo en mujeres cintura > 80 cm y en hombres > 90 cm (IMSS-046-08, 2012)

#### Índice de Masa Corporal (IMC)

El IMC es un indicador simple de la relación entre el peso y la talla, se utiliza para realizar el diagnóstico de sobrepeso y la obesidad en los adultos. Es útil para conocer cuál es el estado antropométrico de un individuo con respecto a su peso corporal (OMS, 2016).

El IMC se obtuvo dividiendo el peso de la persona en kilogramos por su talla en metros cuadrados ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ). Para la clasificación del IMC y realizar el diagnóstico de sobrepeso y obesidad fueron considerandos los criterios recomendados por la Organización mundial de la salud (OMS, 2016) (Tabla 4).

Tabla 4. Clasificación de sobrepeso y obesidad según la OMS

Clasificación	Parámetro
Sobrepeso	IMC igual o superior a 25
Obesidad	IMC igual o superior a 30

Fuente: OMS, 2016

#### Composición corporal.

Es el estudio del cuerpo humano mediante medidas y evaluaciones de su tamaño, forma, proporcionalidad y composición determinada por la plestimografía.

La pletismografía es la medición del volumen corporal; el cual mide de forma indirecta la cantidad de volumen del aire desplazado dentro de una cámara cerrada. De esta manera se calcula indirectamente mediante la resta de la cantidad del volumen de aire que queda en la cámara cuando el sujeto está en el interior, a la cantidad total del volumen de aire contenido en ella cuando está vacía.

La composición corporal se realizó por medio del equipo conocido como Bod Pod (Ilustración 9) y su fundamento es semejante a la hidrodensitometría. La diferencia entre ambas técnicas radica en que el Bod Pod emplea aire para medir el volumen corporal en lugar de agua (Saverza y Hava, 2009).



Ilustración 9. Equipo Bod Pod  
Fuente: Propia

Con las mediciones del Bod Pod se determinó el peso corporal total, porcentaje y kilogramos de masa grasa y masa libre de grasa. En el anexo 6 se presentan las especificaciones y el procedimiento para el uso del Bod Pod.

La medición más importante del Bod Pod es el porcentaje de la masa grasa, tomando como referencia los parámetros de estudios previos ya que es un excelente indicador para evaluar el estado de nutrición de los participantes (Gallegher, 2000). El estado de nutrición se refiere al equilibrio entre la ingesta de alimentos y las necesidades nutrimentales de los individuos, de esta manera permite una detección temprana de deficiencias como de excesos de nutrimentos (Ávila, et al., 2015). Los criterios de clasificación de la masa grasa se dan por porcentajes, en los cuales sus puntos de corte son los siguientes:

Tabla 5. Clasificación del porcentaje de grasa por sexo y edad.

CLASIFICACIÓN	FEMENINO		MASCULINO		
	Años	20-39 años	40-59 años	20-39 años	40-59 años
Bajo		< 21.0	< 23.0	< 8.0	< 11.0
Normal		21.1–32.9	23.1-33.9	8.1-19.9	11.1-21.9
Elevado		33.0-38.9	34.0-39.9	20.0-24.9	22.0-27.9
Muy elevado		≥39.0	≥40.0	≥25.0	≥28.0

Fuente: Gallegher, 2000

---

#### 5.4.2 Perfil bioquímico

El análisis bioquímico establece las concentraciones disponibles de diversos nutrimentos o metabolitos asociados, el cual permite identificar alteraciones presentes y subclínicas, así como riesgos posteriores. Estos estudios permiten la evaluación tanto funcional del estado de nutrición del participante, como también de distintos sistemas del organismo, como por ejemplo el sistema hepático y renal. Para poder realizar el estudio del perfil bioquímico se hace a partir del análisis de la composición de la sangre (Ávila, et al., 2015; Universidad de Chile, 2016).

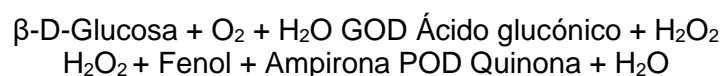
La obtención de las muestras sanguíneas fue realizada con el apoyo de personal capacitado mediante venopunción en cualquiera de ambos brazos siempre y cuando se localice la vena, con agujas y tubos estériles adicionados con sílice como activador de la coagulación (Conde, et al., 2013).

Una vez obtenida la muestra se procedió a realizar la separación de suero y plasma por medio de centrifugación, utilizando una centrifuga marca Hamilton Bell durante 15 minutos con una velocidad de 6500 rpm.

Las pruebas que se realizaron en el perfil bioquímico fueron; glicemia plasmática, perfil lipídico que incluyo colesterol, triglicéridos y HDL para los cuales se utilizaron kits enzimáticos marca Spinreact, para el cálculo de los valores de LDL e índice aterogénico (IA) se determinaron por medio de fórmulas.

##### Glicemia plasmática.

La glicemia plasmática es el método que permite medir la concentración de glucosa en sangre de un individuo. La determinación de glucosa plasmática se realizó mediante la oxidación de la glucosa a ácido glucónico catalizada por la glucosa oxidasa (GOD). El peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) producido se detecta mediante un aceptor cromogénico de oxígeno, fenol-ampirona en presencia de peroxidasa (POD) (Kaplan, 1984; Trinder, 1969).



La intensidad del color formado es proporcional a la concentración de glucosa presente en la muestra ensayada, la cual es medida espectrofotométricamente ( $\lambda$  505 nm, T° 15 a 25°C). La determinación de glucosa fue determinada utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Glucosa mg/dL} = (\text{Muestra/Patrón}) * 100$$

Para determinar si la glucosa en sangre de los participantes se encontraba en concentraciones óptimas se utilizó la clasificación de la glicemia plasmática que recomienda la Guía de práctica clínica para la Diabetes (IMSS-718-14, 2014) tabla 6.

Tabla 6. Clasificación de la concentración de glicemia en sangre

Clasificación	Concentraciones
Valores óptimos	100 -125 mg/dL
Prediabetes	126 – 199 mg/dL
Diabetes Mellitus	>200 mg/dL

Fuente: IMSS-718-14, 2014

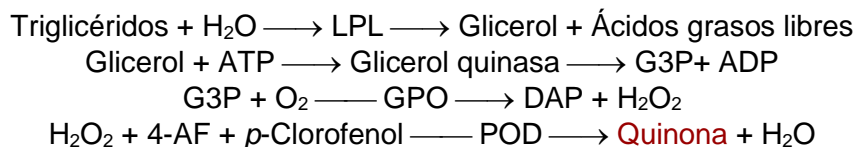
#### Perfil de lípidos.

Se refiere a una serie de análisis de sangre que se utiliza para medir el colesterol total y el nivel de triglicéridos de un individuo. También proporciona información sobre la cantidad de lipoproteínas de alta y baja densidad las cuales forman parte del plasma circulante (IMSS-233-09, 2016)

#### Triglicéridos

Los triglicéridos se definen como moléculas de glicerol, esterificadas con tres ácidos grasos. Son considerados la principal fuente de almacenamiento de energía en el organismo (NOM-037-SSA2-2012). El principio para la determinación de estos compuestos consiste en la incubación del suero sanguíneo con lipoproteinlipasa (LPL) liberando glicerol y ácidos grasos libres. El glicerol es fosforilado por glicerolfosfato deshidrogenasa (GPO) y ATP en presencia de glicerol quinasa (GK) para producir glicerol-3-fosfato (G3P) y adenosina-5-difosfato (ADP). El G3P es entonces convertido a dihidroxiacetona fosfato (DAP) y peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) por GPO. Finalmente, el peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) reacciona con 4-aminofenazon (4-AF) y *p*-clorofenol, reacción catalizada por la peroxidasa (POD) dando

una coloración roja como se muestra en la siguiente reacción (Buccolo, 1973; Fossati, 1982; Kaplan, 1984).



La intensidad del color formado es proporcional a la concentración de triglicéridos presentes en la muestra ensayada y este compuesto colorido es medido espectrofotométricamente ( $\lambda$  505 nm, T° 15 a 25°C).

Para el cálculo de la concentración de triglicéridos se utilizó la siguiente fórmula:

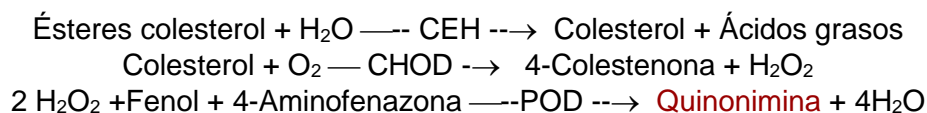
$$\text{Triglicéridos mg/dL} = (\text{Muestra-Blanco}) / (\text{Patrón-Blanco}) * 200$$

Se tomó como referencia el punto de cohorte que especifica la Guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de dislipidemias, donde se considera hipertrigliceridemia concentraciones mayores a 150 mg/dL (IMSS-233-09, 2016)

## Colesterol

El colesterol es una molécula esteroidea y desde el punto de vista químico es un alcohol, el cual posee propiedades físicas semejantes a las de un lípido. Las concentraciones elevadas de colesterol sanguíneo puede ser un factor de riesgo para presentar enfermedades cardiovasculares (NOM-037-SSA2-2012).

La determinación de la concentración de colesterol sanguíneo en la muestra se basa en la determinación por acción de las enzimas Colesterol éster hidrolasa (CEH) y colesterol hidrolasa (CHOD). La primera libera el colesterol de los ésteres de colesterol y la segunda oxida el colesterol libre produciéndose peróxido de hidrógeno, el cual en presencia de la enzima peroxidasa (POD) reacciona con un sistema cromogénico dando origen a un compuesto coloreado (Quinonimina) como se observa en la siguiente reacción (Nation y Kaplan, 1984; Meiattini, 1978):



---

Al finalizar la reacción la intensidad del color formado fue proporcional a las concentraciones de colesterol presente en la muestra. El colesterol total se obtuvo por la absorbancia medida en un espectrofotómetro ( $\lambda$  505 nm, T° 15 a 25°C). Para el cálculo de la concentración de colesterol se determinó considerando la siguiente fórmula.

$$\text{Colesterol mg/dL} = (\text{Muestra-Blanco}) / (\text{Patrón-Blanco}) * 200$$

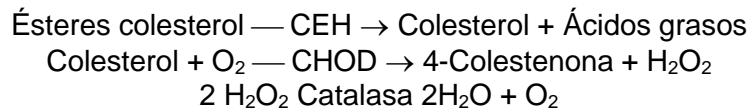
Se tomó como referencia la Guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de dislipidemias, donde se considera hipercolesterolemia concentraciones mayores a 200 mg/dL (IMSS-233-09, 2016)

#### HDL Lipoproteínas de alta densidad

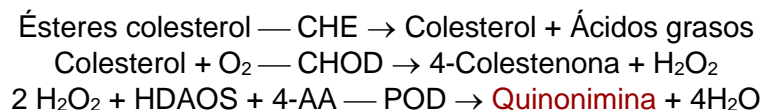
Las HDL por sus siglas en inglés (High density lipoprotein) participan en el transporte reverso del colesterol, es decir de los tejidos hacia el hígado para su excreción o reciclaje. Son lipoproteínas que contienen apo A-I y flotan a densidades mayores en comparación con las lipoproteínas que contienen la apoB, debido a que tienen un alto contenido proteico. Por ello son conocidas como lipoproteínas de alta densidad (NOM-037-SSA2-2012).

La determinación se basa por acción de las enzimas Colesterol éster hidrolasa (CEH) y Colesterol oxidasa (CHOD). La primera libera el colesterol de los ésteres de colesterol, y la segunda oxida el colesterol libre produciéndose peróxido de hidrógeno, el cual en presencia de la enzima peroxidasa reacciona con el sistema cromogénico dando origen a un compuesto coloreado (**Quinonimina**).

#### 1º Medición: Eliminación de lipoproteínas no-HDL



#### 2º Medición de HDL





---

La intensidad del color formado es proporcional a la concentración de HDL presente en la muestra. Para el cálculo de la concentración de HDL se determinó considerando la siguiente fórmula (Naito, 1984)

$$\text{HDL mg/dL} = \text{muestra} / \text{calibrador} * 200$$

Para la determinación de la concentración óptima de HDL debe ser mayor de 40 mg/dL (IMSS-233-09, 2016)

En el Anexo 7 se describen a detalle cada uno de los procedimientos de las determinaciones de glucosa, colesterol, triglicéridos y lipoproteínas de alta densidad (HDL).

LDL Lipoproteínas de baja densidad.

Las LDL por sus siglas en inglés (Low density lipoprotein) son las moléculas encargadas de transportar el colesterol a los tejidos. Al oxidarse el organismo las encapsula provocando un depósito en las arterias y por lo tanto participan en la formación de la placa aterosclerótica lo que favorece problemas cardiovasculares (NOM-037-SSA2-2012; Avello, 2006).

La determinación de LDL se llevó a cabo utilizando los resultados encontrados de colesterol, triglicéridos y HDL, aplicando la siguiente fórmula (Saleh, et al.,2014):

$$\text{LDL mg/dL} = \text{Ct} - [\text{HDL} + (\text{Tg}) (5)]$$

*CT* = Colesterol total  
*HDL* = Lipoproteínas de alta densidad  
*Tg* = Triglicéridos

Una vez obtenidos los valores de LDL se clasificaron considerando las categorías establecidas por los lineamientos del Programa Nacional de Educación en Colesterol de Estados Unidos (NCEP, National Colesterol Program, 2002) (Tabla 7).

Tabla 7. Clasificación de los parámetros de LDL

Categoría	Concentración
Óptimos	Menor de 100 mg/dL
Cercanos/encima del óptimo	100-129 mg/dL
Normal alto	130-159 mg/dL
Alto	160-189 mg/dL
Muy alto	Mayor a 190 mg/dL

Fuente: NCEP, 2002

#### Determinación de Índice Aterogénico (IA)

El IA ó Índice de Castelli es considerado como un indicador que predice el riesgo de una persona para desarrollar aterosclerosis y presentar alguna enfermedad cardiovascular. Este índice da un pronóstico sobre el riesgo para la salud derivado de los niveles de colesterol. Para la determinación del IA se consideró el nivel de colesterol total y el nivel de colesterol HDL (Castelli, 1984). La fórmula que se utilizó para la determinación del índice aterogénico fue la siguiente:

$$\text{Índice de Castelli (IA)} = \text{Colesterol} / \text{Colesterol HDL}$$

El índice aterogénico es utilizado para determinar el riesgo de presentar aterosclerosis y en el presente estudio se utilizó la siguiente clasificación (Chávez, et al., 2011):

Tabla 8. Clasificación del riesgo de presentar ECV considerando el Índice aterogénico (IA)

Clasificación	Parámetros
Riesgo bajo	> a 4.5
Riesgo moderado	De 4.5 a 7
Riesgo alto	< Superior a 7

Fuente: Chávez, et al., 2011

---

### 5.4.3 Función cardiovascular

La evaluación de la función cardiovascular permite determinar el buen suministro de oxígeno y nutrientes esenciales a los tejidos periféricos (Navarro, et al., 2007). Para determinar la capacidad funcional del sistema cardiovascular se realizó la prueba de esfuerzo y se obtuvo información de los cambios presentados en el participante realizando un electrocardiograma, frecuencia cardiaca y presión arterial.

#### Prueba de esfuerzo

La prueba de esfuerzo registra la actividad eléctrica del corazón que se produce en cada latido cardiaco, durante el esfuerzo físico. Es una prueba protocolizada conocida como protocolo de Bruce, la cual va dirigido a personas sin impedimentos físicos ni funcionales. En esta prueba se somete al voluntario a un ejercicio ininterrumpido con incrementos progresivos de carga de trabajo hasta alcanzar un esfuerzo máximo del 80% de su capacidad cardiaca, sin poner en riesgo su salud, por lo que es considerada una prueba segura (Arós, et al., 2000).

El protocolo de Bruce consta de 7 etapas, inicia con una velocidad de 2.7 m/h, con una inclinación de 10% de la banda sin fin, cada 3 minutos aumenta 1.3 m/h la velocidad y la inclinación en un 2%. En el anexo 8 se describe cada etapa con su velocidad e inclinación (Fletcher, et al., 2001; Aristizábal, et al, 2003).

Las etapas del protocolo son; realizar la medición de frecuencia cardiaca, presión arterial y un electrocardiograma, subir al individuo a la banda sin fin para iniciar la prueba de esfuerzo con un ejercicio ininterrumpido, finalizando con un tiempo de recuperación y la toma de presión arterial y frecuencia cardiaca nuevamente. El protocolo tiene una duración entre 6 y 18 minutos, el tiempo se ajusta a las condiciones de cada individuo (Anexo 10) (Arós, et al., 2000; Aristizábal, et al., 2003).

Considerando como parámetros en la prueba de esfuerzo la duración de la prueba y el tiempo que tardó el participante en recuperar su frecuencia cardiaca.

---

## Electrocardiograma (ECG)

Se refiere a la prueba que mide la capacidad eléctrica del corazón, la técnica consistió en colocar 12 derivaciones en la superficie corporal del participante usando electrodos desechables. La actividad eléctrica fue trazada en un papel mediante una representación gráfica, donde se observaron diferentes ondas las cuales representan los estímulos eléctricos de las aurículas y los ventrículos (Dubin, 2007).

Para el ECG y la prueba de esfuerzo se utilizó la banda sin fin marca WelchAllyn. Los parámetros por evaluar del ECG fueron los segmentos; PQ, QRS, QT y QTc.

### Segmento PR o PQ.

Esta medición obtenida del electrocardiograma es útil para diagnosticar alguna anomalía en el sistema de conducción eléctrica del corazón lo que ocasiona la aparición de arritmias. Representa la despolarización auricular y el retraso fisiológico que sufre el estímulo a su paso por el nodo Aurículoventricular (AV). Se mide desde el inicio de la onda P hasta el inicio de la onda Q. Su longitud normal es entre 120–200 milisegundos (López, et al., 2014)

### Segmento QRS

Corresponde al momento en que los ventrículos se contraen y expulsan su contenido sanguíneo. Este intervalo está formado por la sucesión de 3 ondas de curso rápido (Q, R, y S) las cuales representan el tiempo total de la despolarización del miocardio ventricular. Se mide desde el comienzo de la onda Q o de la Onda R hasta el final de la onda S. Su valor normal es entre 60-100 milisegundos (López, et al., 2014).

La disminución del voltaje de QRS se asocia con enfermedades en las que el músculo cardíaco ve mermados sus potenciales a causa de la muerte del tejido (infarto miocárdico), por infiltración acuosa (beri-beri cardíaco), o por edema intracelular (mixedema) (Dubin, 2007).

## Segmento QT

El intervalo QT representa la sístole eléctrica ventricular, o sea, el conjunto de la despolarización y la repolarización de los ventrículos. Ocurre cuando se contrae el musculo cardiaco ventricular más el tiempo de recuperación, comprende desde el inicio del complejo ventricular (onda Q) hasta el final de la onda T. Su tiempo de duración es de 360 milisegundos como promedio, en personas normales con frecuencia cardíaca normal (López, et al., 2014)

Las causas de una prolongación del intervalo QT puede provocar diversas enfermedades entre las que resaltan Isquemia miocárdica, bradicardia, accidentes cerebrovasculares, así como Miocardiopatías primarias (Dubin, 2007).

## Segmento QTc

Es la longitud del intervalo QT donde se considera la frecuencia cardíaca. El intervalo QT corregido (QTc) es normal entre 340 milisegundos y 450 milisegundos en adultos jóvenes y 460 ms en menores de 15 años y 470 milisegundos en mujeres adultas. En la ilustración se observa un trazo completo de una onda del electrocardiograma (López, et al., 2014)

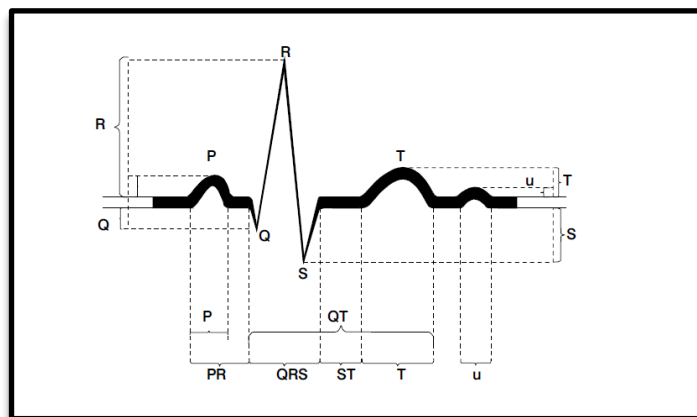


Ilustración 10. Trazo completo de segmentos del electrocardiograma  
Fuente: (Dubin, 2007)

---

## Frecuencia cardiaca (FC).

La frecuencia cardiaca es la medición del número de contracciones del corazón en un minuto. Esta medida corresponde a una onda palpable en cualquier arteria, producida por la distensión de ellas como consecuencia de la transmisión de un volumen de sangre a presión, que es impulsado con cada contracción del corazón.

La variación de tiempo (en milisegundos) entre latido y latido es lo que corresponde a la FC. Puede ser evaluada mediante la auscultación de los ruidos cardiacos o por la medición del pulso (Navarro y Hernández, 2007).

La frecuencia cardiaca se evaluó en reposo y al finalizar la prueba de esfuerzo, fue medida por medio de un oxímetro marca MedStar, el procedimiento se describe en el anexo 9. Los rangos que se utilizaron para considerar una frecuencia cardiaca óptima es la clasificación que establece la guía de prácticas clínicas para la hipertensión (IMSS-076-08-2014) (Tabla 9).

Tabla 9. Clasificación de la frecuencia cardiaca (latidos por minutos).

Clasificación	Parámetros
Óptimo	De 65-85 latidos por minuto
Elevado	Mayor a 85 latidos por minuto

Fuente: IMSS-076-08-2014

## Presión arterial (PA)

La presión arterial es la fuerza hidrostática de la sangre sobre las paredes arteriales, que resulta de la función del bombeo del corazón, volumen sanguíneo, resistencia de las arterias al flujo arterial. Esta prueba es utilizada para realizar el diagnóstico de la hipertensión arterial, la cual es un síndrome de etiología múltiple caracterizado por la elevación persistente de las cifras de presión arterial por arriba de 140/90mm/Hg (IMSS-076-08-2014)

La PA sirve para la perfusión de los tejidos, en virtud de lo cual se encuentran dos tipos de presión; la primera es la presión arterial sistólica (PAS), se refiere a la presión generada por la contracción del ventrículo izquierdo durante la sístole, corresponde a la cima de la primera onda de la curva de presión arterial.

---

La segunda es la presión arterial diastólica (PAD), la cual se refiere a la resistencia de los vasos sanguíneos cuando el ventrículo izquierdo está relajado, corresponde al punto más bajo de la curva de la presión arterial (PROY-NOM-030-SSA2-2017)

Se tomó la presión arterial con un baumanómetro y estetoscopio marca MedStar antes y al finalizar la prueba de esfuerzo. Se consideraron como valores de referencia los recomendados por la guía de prácticas clínicas de hipertensión tanto para presión sistólica y diastólica como lo muestra la tabla 10. En el anexo 10 se describe el procedimiento para la toma de presión arterial.

Tabla 10. Parámetros de la presión arterial (Sistólica y diastólica)

Clasificación	Presión arterial Sistólica	Presión arterial Diastólica
Valor óptimo	<120 mm de Hg	80 mm de Hg
Valor normal	120-129 mm de Hg	80 - 84 mm de Hg
Valor alto	130-139 mm de Hg	85-89 mm de Hg

Fuente: IMSS-076-08-2014

---

## 5.5 ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para la captura y análisis de datos se utilizó el paquete estadístico para las ciencias sociales SPSS® V. 23 para Windows.

Análisis estadístico descriptivo. Las variables presentaron un nivel de medición de razón y se utilizó la media como medida de tendencia central y la Desviación Estándar (DE) como medida de dispersión.

Análisis estadístico diferencial. Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la distribución de los datos de las variables en la curva de normalidad, con el objetivo de identificar si la hipótesis se comprobaría con pruebas paramétricos o no paramétricas. Con la finalidad de comparar la existencia de cambio entre la semana 0 y semana 14 de la intervención en el grupo suplementado y grupo control se utilizó una *t* de student. La significancia estadística se consideró con una  $p \leq 0.05$  con intervalos de confianza (IC) al 95%.



---

## VI. RECURSOS

FINANCIEROS. - Los reactivos fueron adquiridos con recursos F-PROME-39/Rev-03 SEP-23-005 bajo el concepto de "Apoyo a la Incorporación de Nuevos PTC y PIFI 2014-1015 y por parte del Área Académica de Química con recursos de PROFOCIEL 2016.

### EQUIPO:

- Equipo BOD POD®
- Estadímetro fijo marca Seca®
- Banda sin fin Welch Allyn®
- Electrodo desechable
- Cinta métrica marca seca, precisión de 0.1 milímetros
- Baumanómetro anaeroide marca MedStar®
- Estetoscopio marca MedStar®
- Oxímetro marca MedStar®
- Tubos vacutainer
- Agujas vacutainer
- Kit enzimático Spinreact® para determinar glucosa, triglicéridos, colesterol y HDL
- Lector de microplacas Biotek®
- Centrifuga Hamilton-Bell®

HUMANOS. Estudiantes y profesionales fueron capacitados y estandarizados en las técnicas de medición, tanto para la evaluación antropométrica, toma de muestra sanguínea y para la prueba de esfuerzo. Investigadores del área académica de nutrición, enfermería y química de los alimentos.

## VII. RESULTADOS

### 7.1 MUESTRA

En el desarrollo del estudio los participantes no presentaron ningún efecto adverso ni intolerancia al pollo y huevo suplementado. La carne cocinada presentó un sabor característico e intenso a pollo, y la textura más suave en comparación al control de acuerdo a comentarios mencionados por los participantes de este estudio.

Las piezas de pollo que se utilizaron para la intervención proveniente de las gallinas suplementadas con *omega-3* y de las gallinas del grupo control, cumplieron con los atributos que marca la NMX-FF-080-SCFI-2006. El color de la piel mostraba uniformidad, sin rasgaduras, libre de hematomas, manchas de bilis, plumas, fracturas y sin mutilaciones, así como la musculatura se encontró bien desarrollada libre de deformidades y los contornos redondeados. Obteniendo una clasificación de México extra, categoría establecida para productos de alta calidad.

Las piezas de huevo que se utilizaron para este estudio tanto el suplementado como el control cumplieron con los estándares de calidad, presentaron un peso entre 50 y 65 g. El cascarón se encontraba limpio, integro, la cámara de aire menor a 3.2 mm, se observó fija y exenta de burbujas.

La clara estaba limpia, transparente, bien definida y exenta de cuerpos extraños. El huevo cascado presentó yema con bordes bien definidos, redondeada de color amarillo anaranjado, libre de defectos. La clara estaba limpia, transparente, bien definida y firme, olor y color característico y libre de defectos aparentes. Estas características clasificaron al producto en la categoría de "México extra", la cual describe un producto fresco y de alta calidad de acuerdo a las especificaciones del PROY-NOM-159-SSA1-2015.



Ilustración 11. Huevo cascado a) Grupo suplementado. b) Grupo control

---

Durante 14 semanas los participantes consumieron los productos avícolas en diferentes preparaciones, recomendando el consumo de preparaciones sin grasa.

## **7.2 PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS**

La edad promedio en ambos grupos (suplementados y control) fue de 32 años, con un peso de 74 kilogramos y talla 1.63 metros.

En el grupo suplementado participaron 14 voluntarios de los cuales 9 fueron mujeres y 5 hombres, del grupo control fueron 15 participantes 8 mujeres y 7 hombres. De acuerdo con los criterios de exclusión quedaron fuera del estudio 11 participantes debido a que los parámetros bioquímicos evaluados en sangre inicial no correspondían con los establecidos como óptimos en la metodología, o decidieron no seguir participando en el estudio. Otros participantes quedaron fuera del estudio debido a que no completaron las pruebas o determinaciones al finalizar las evaluaciones.

En la tabla 11 se muestran los resultados de los parámetros antropométricos, al inicio y al final del estudio.

En general los participantes de ambos grupos presentaron un IMC mayor a 25, lo cual según los valores encontrados fue considerado como sobrepeso para el grupo suplementado y obesidad en el grupo control. Estos datos coinciden con la tendencia actual que establece la ENSANUT 2006 y 2012 donde más del 70% de la población mexicana cursa con problemas de sobrepeso y obesidad (Gutiérrez, et al., 2012). Los resultados observados del porcentaje de grasa y circunferencia de cintura (CC) se encontraron elevados en ambos grupos de estudio y fueron clasificados con riesgo cardiovascular de acuerdo con lineamientos establecidos por estudios y por la guía de práctica clínica para el sobrepeso y obesidad (Gallagher, 2000; IMSS-046-08, 2012).

Tabla 11. Parámetros antropométricos del grupo suplementado y control

	Semana 0	Semana 14
<i>Grupo Suplementado (n=14)</i>		
Peso corporal (Kg)	74.60 ± 19.20 <sup>a</sup>	74.5 ± 19.7 <sup>a</sup>
Talla (m)	1.62 ± 0.09 <sup>a</sup>	1.62 ± 0.09 <sup>a</sup>
Índice de masa corporal (IMC)	28.1 ± 6.1 <sup>a</sup>	28.0 ± 6.2 <sup>a</sup>
Cintura (cm)	90.7 ± 16.2 <sup>b</sup>	89.7 ± 16.2 <sup>a</sup>
Grasa corporal (%)	33.1 ± 9.6 <sup>b</sup>	31.7 ± 9.8 <sup>a</sup>
Grasa corporal (Kg)	25.5 ± 11.9 <sup>b</sup>	24.5 ± 12.3 <sup>a</sup>
Masa libre de grasa (MLG) (%)	66.9 ± 9.6 <sup>a</sup>	68.2 ± 9.8 <sup>b</sup>
Masa libre de grasa (MLG) (Kg)	49.0 ± 10.5 <sup>a</sup>	49.9 ± 10.6 <sup>b</sup>
<i>Grupo Control (n=15)</i>		
Peso corporal (Kg)	83.8 ± 17.5 <sup>a</sup>	83.2 ± 17.9 <sup>a</sup>
Talla (m)	1.65 ± .07 <sup>a</sup>	1.65 ± 0.07 <sup>a</sup>
Índice de masa corporal (IMC)	30.4 ± 4.7 <sup>a</sup>	30.2 ± 5.1 <sup>a</sup>
Cintura (cm)	96.6 ± 14.4 <sup>a</sup>	95.2 ± 14.2 <sup>a</sup>
Grasa corporal (%)	37.2 ± 7.9 <sup>b</sup>	35.5 ± 9.2 <sup>a</sup>
Grasa corporal (Kg)	31.8 ± 11.0 <sup>a</sup>	30.1 ± 12.0 <sup>a</sup>
Masa libre de grasa (MLG) (%)	62.4 ± 7.6 <sup>a</sup>	64.4 ± 9.2 <sup>a</sup>
Masa libre de grasa (MLG) (Kg)	52.0 ± 10.6 <sup>a</sup>	53.0 ± 10.4 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Letras diferentes entre los valores de las columnas indican diferencia significativa ( $p \leq 0,05$  prueba *t student*).

Al finalizar el estudio en ambos grupos se presentó una disminución de grasa corporal y un aumento de la masa libre de grasa. Los anteriores beneficios pudieron deberse a que los pollos tanto para consumo como las gallinas de postura en ambos grupos fueron criados en iguales condiciones de alimentación, cuidados, espacio, diferente a las condiciones de producción de alimentos comerciales, por lo que esta situación pudiera presentar beneficios a ambos grupos de estudio.

Los valores de la circunferencia de cintura al inicio del estudio en ambos grupos de tratamiento mostraron riesgo a desarrollar ECV, de acuerdo con la clasificación de la guía de prácticas clínicas para el sobrepeso y obesidad (IMSS-046-08, 2012). Después de las 14 semanas de intervención el grupo de voluntarios que consumieron los alimentos suplementados con *omega-3* presentaron una disminución significativa ( $p \leq 0.05$ ) en la circunferencia de cintura, lo cual concuerda con diferentes estudios en donde se llevó a cabo la suplementación de *omega-3* (González, et al., 2013) y de alimentos suplementados (Celada, et al., 2015) con dosis de 2 g/día durante 4-5 meses.

---

De acuerdo con Celada y col, 2015 establece que existe una relación entre la cantidad administrada de *omega-3* y la reducción de la circunferencia de cintura. En este estudio fue significativa la diferencia en este parámetro, aunque la amplitud de los datos no es tan grande.

De acuerdo con diferentes estudios (Sneddon, et al., 2008; González, et al., 2013), los cambios pudieran deberse a que la suplementación de *omega-3* inhibe la diferenciación de pre-adipocitos e incrementa la apoptosis de estas células. Así como también intervienen en la regulación sobre el sistema nervioso simpático y en la producción de leptina y adiponectina. Dicha función se manifiesta con la regulación de la grasa corporal lo que conlleva a cambios en la distribución de la proporción de masa libre de grasa, conocida como masa magra.

### **7.3 PARÁMETROS BIOQUÍMICOS.**

En la tabla 12 se muestran los resultados de los parámetros bioquímicos. Los individuos en estudio de ambos grupos presentaron concentraciones de colesterol, triglicéridos y glucosa en niveles óptimos conforme lo marca el manual de procedimientos de la Secretaría de Salud (Salud, 2002), y dichas cifras se mantuvieron sin cambios significativos al finalizar la intervención.

Siguiendo las especificaciones de la NOM-037-SSA2-2012, las lipoproteínas HDL se encontraron en rangos óptimos (mayor de 40 mg/dL) al inicio de la intervención en ambos grupos de estudio (51.9 a 72.2 mg/dL), sin embargo, después de las 14 semanas se observó que en el grupo suplementado presentó un incremento en las concentraciones, mientras que en el grupo control este parámetro disminuyó. Por lo tanto, derivado de este estudio se establece la importancia de consumir fuentes de alimentos que contribuyan a mejorar estos valores en el perfil bioquímico.

En relación con las lipoproteínas LDL al inicio de la intervención presentaron concentraciones óptimas en ambos grupos (menores de 100 mg/dL), tomando como referencia las categorías establecidas de NCEP, 2002. Después de 14 semanas de tratamiento en el grupo suplementado las concentraciones de dichas lipoproteínas

disminuyeron, mientras que en el grupo control incrementaron su concentración, aun así se mantuvieron en concentraciones óptimas.

Los valores de colesterol y HDL tienen influencia fuertemente sobre el cálculo del índice aterogénico (IA). En ambos grupos de estudio se observó riesgo bajo (>4.5) para el desarrollo de ECV en la semana 0, como lo establece Castelli, 1984. Al final de la intervención el grupo suplementado disminuyó aún más este valor del índice de riesgo mientras el grupo control lo incrementó, aunque se mantuvieron en una clasificación de riesgo bajo.

Tabla 12. Parámetros bioquímicos del grupo suplementado y control

	Semana 0	Semana 14
<i>Grupo Suplementado (n=14)</i>		
Glucosa (mg/dL)	91.1 ± 12.7 <sup>a</sup>	98.5 ± 17.2 <sup>a</sup>
Colesterol (mg/dL)	142.2 ± 47.4 <sup>a</sup>	146.1 ± 39.3 <sup>a</sup>
Triglicéridos (mg/dL)	102.0 ± 19.1 <sup>a</sup>	116.0 ± 18.2 <sup>a</sup>
HDL (mg/dL)	51.9 ± 12.5 <sup>a</sup>	60.1 ± 18.9 <sup>b</sup>
LDL (mg/dL)	69.9 ± 45.5 <sup>b</sup>	62.7 ± 41.9 <sup>a</sup>
Índice Aterogénico	2.9 ± 1.1 <sup>b</sup>	2.6 ± 1.1 <sup>a</sup>
<i>Grupo Control (n=15)</i>		
Glucosa (mg/dL)	97.9 ± 14.4 <sup>a</sup>	97.9 ± 12.2 <sup>a</sup>
Colesterol (mg/dL)	137.3 ± 35.8 <sup>a</sup>	138.1 ± 45.9 <sup>a</sup>
Triglicéridos (mg/dL)	112.9 ± 26.3 <sup>a</sup>	119.5 ± 25.2 <sup>a</sup>
HDL (mg/dL)	72.2 ± 21.7 <sup>b</sup>	54.2 ± 19.9 <sup>a</sup>
LDL (mg/dL)	42.5 ± 33.3 <sup>a</sup>	59.2 ± 52.2 <sup>b</sup>
Índice Aterogénico	2.0 ± 0.66 <sup>a</sup>	3.3 ± 3.4 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Letras diferentes entre los valores de las columnas indican diferencia significativa ( $p \leq 0,05$  prueba *t student*).

Estos resultados fueron similares a otros estudios donde se fortificaron alimentos como yogurt, mantequilla, jugo de fruta y paté (Dawczynski, et al., 2010; Kirkhus, et al., 2012; Turgeon, 2013) con aceite de pescado, en los tres estudios fueron realizados en personas sanas, encontrando al final de sus tratamientos una reducción significativa de LDL y un incremento de HDL.

Algunos autores establecen que la disminución encontrada de las lipoproteínas LDL e incremento de HDL derivado del consumo de *omega-3* puede atribuirse a diversos mecanismos de acción. Las fracciones PON1 (paraoxonasa), Clusterina, ApoAI y ApoCIII presentes en las proteínas de las HDL están involucradas en el metabolismo de los lípidos.

---

En algunos estudios se establece la participación de estas fracciones de proteína en los mecanismos de oxidación (Fernández, 2010), antiinflamación (Poudyal, et al., 2011) y disminución de las lipoproteínas proaterogénicas (LDL, VLDL) (Burrillo, et al., 2012; Vaisar, et al., 2007). Estas funciones establecen ventajas importantes relacionadas directamente con la prevención en el desarrollo de la aterosclerosis y otras enfermedades cardiovasculares (Burrillo, et al., 2012; Saravanan, et al., 2010; de Ross, et al., 2008; Zheng, et al., 2010).

Por otra parte, otros estudios establecen que el efecto de la disminución de LDL se debe a que los AGPI (*omega-3*) participan en la  $\beta$ -oxidación de la inhibición enzimática de acil-CoA:1,2-diaglicerolaciltransferasa, y por lo tanto de la síntesis de LDL y triglicéridos (Gormaz, et al., 2010; Turgeon, 2013). La protege de la disfunción de células endoteliales al inhibir la lipogénesis y favoreciendo la lipólisis y por ende disminuye el desarrollo de enfermedades crónicas derivadas del metabolismo de los lípidos.

#### **7.4 PARÁMETROS DE LA FUNCIÓN CARDIOVASCULAR**

En la tabla 13 se muestran los resultados de los parámetros de la función cardiovascular en los participantes que consumieron productos avícolas sin suplementar y suplementados con *omega-3*.

Los participantes del grupo que consumieron alimentos avícolas suplementados alcanzaron el 80 % de su capacidad cardiaca a los 9.8 minutos, aumentando el tiempo de la prueba a la semana 14 a un tiempo de 10.3 minutos, con una disminución del tiempo de recuperación, indicando una mayor resistencia para el ejercicio físico. Mientras que los participantes del grupo control alcanzaron su capacidad máxima cardiaca a los 10.6 minutos sin presentar cambios en estos parámetros evaluados al final de la prueba.

Tabla 13. Parámetros de la función cardiovascular del grupo suplementado y control

	Semana 0	Semana 14
<i>Grupo Suplementado (n=14)</i>		
Duración de la prueba (min)	9.8 ± 2.1 <sup>a</sup>	10.3 ± 1.9 <sup>a</sup>
Tiempo de recuperación (min)	4.5 ± 1.7 <sup>a</sup>	4.0 ± 1.3 <sup>a</sup>
<i>Electrocardiograma</i>		
PQ (ms)	157.3 ± 17.2 <sup>a</sup>	158.7 ± 15.8 <sup>a</sup>
QRS (ms)	91.5 ± 11.8 <sup>a</sup>	89.0 ± 9.0 <sup>a</sup>
QT (ms)	413.0 ± 31.4 <sup>a</sup>	404.1 ± 31.1 <sup>a</sup>
QTc (ms)	408.7 ± 31.0 <sup>a</sup>	416.5 ± 20.3 <sup>a</sup>
<i>Frecuencia cardiaca</i>		
Antes de la prueba	82.4 ± 11.1 <sup>b</sup>	74.3 ± 10.1 <sup>a</sup>
Al terminar la prueba	135.7 ± 15.9 <sup>a</sup>	152.2 ± 15.0 <sup>b</sup>
<i>Presión arterial mm/Hg</i>		
Sistólica antes de la prueba	110.5 ± 11.1 <sup>a</sup>	106.1 ± 9.2 <sup>a</sup>
Sistólica al terminar la prueba	132.2 ± 11.1 <sup>a</sup>	134.6 ± 12.4 <sup>a</sup>
Diastólica antes de la prueba	78.5 ± 7.4 <sup>b</sup>	72.8 ± 6.1 <sup>a</sup>
Diastólica al terminar la prueba	84.2 ± 12.8 <sup>b</sup>	74.2 ± 7.3 <sup>a</sup>
<i>Grupo Control (n=15)</i>		
Duración de la prueba (min)	10.6 ± 3.7 <sup>a</sup>	10.6 ± 3.5 <sup>a</sup>
Tiempo de recuperación (min)	4.8 ± 1.7 <sup>a</sup>	4.5 ± 1.6 <sup>a</sup>
<i>Electrocardiograma</i>		
PQ (ms)	158.0 ± 17.4 <sup>a</sup>	156.4 ± 16.4 <sup>a</sup>
QRS (ms)	98.2 ± 12.4 <sup>a</sup>	96.5 ± 12.5 <sup>a</sup>
QT (ms)	407.6 ± 36.1 <sup>a</sup>	403.2 ± 4.0 <sup>a</sup>
QTc (ms)	417.3 ± 22.2 <sup>a</sup>	416.8 ± 23.4 <sup>a</sup>
<i>Frecuencia cardiaca</i>		
Antes de la prueba	74.3 ± 11.1 <sup>a</sup>	78.2 ± 13.9 <sup>b</sup>
Al terminar la prueba	139.0 ± 19.1 <sup>a</sup>	144.1 ± 22.1 <sup>a</sup>
<i>Presión arterial mm/Hg</i>		
Sistólica antes de la prueba	109.6 ± 9.3 <sup>a</sup>	107.0 ± 12.2 <sup>a</sup>
Sistólica al terminar la prueba	131.0 ± 12.5 <sup>a</sup>	134.0 ± 25.6 <sup>a</sup>
Diastólica antes de la prueba	76.0 ± 8.7 <sup>a</sup>	74.6 ± 7.4 <sup>a</sup>
Diastólica al terminar la prueba	81.3 ± 7.4 <sup>a</sup>	77.6 ± 10.4 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> Letras diferentes entre los valores de las columnas indican diferencia significativa ( $p \leq 0,05$  prueba *t student*).

Según Vaughan, 2012 atribuye que el aumento de la fuerza muscular (resistencia) se debe a las funciones que ejercen los *omega-3* sobre la permeabilidad de la membrana celular. Así la fluidez de la membrana aumenta la velocidad de conducción y facilita el impulso nervioso favoreciendo la contracción muscular ocasionando una mejor capacidad aeróbica



---

máxima (Vauhhan, et al., 2012). El mismo efecto se observó en el estudio de Peñailillo, et al., 2012 donde encontró que a mayor dosis de *omega-3* se obtiene una mejor capacidad aeróbica en los participantes con sobrepeso (Peñailillo, et al., 2016).

En relación con los rangos de tiempo de los segmentos (PQ, QRS, QT Y QTc) electrocardiográficos se encontraron óptimos en ambos grupos en cada tiempo de evaluación, descartando la presencia de arritmias cardiacas u otras alteraciones que impidieran la realización de la prueba de esfuerzo durante todo el período de evaluación.

La frecuencia cardiaca basal del grupo suplementado y control se observó en rangos óptimos en la semana 0. Después de la semana 14 se presentó una ligera disminución de estos parámetros manteniéndose como óptimos, mientras que el grupo control presentó un incremento de la frecuencia cardiaca. Lo anterior demuestra que los participantes del grupo suplementado iniciaron la prueba con menor fatiga, menor esfuerzo cardiaco, lo que permitió una mayor resistencia en la banda sin fin en la prueba de esfuerzo.

Aunque en diferentes estudios (Kirkhus, et al., 2012; Dawczynski, et al., 2010) no se han encontrado cambios en la presión arterial, otros autores (Peñailillo, 2012; Vaughan, et al., 2012; Gravina, et al., 2017) han demostrado la importancia de llevar a cabo la suplementación de *omega-3* junto con un programa de actividad física ya que se mejoran los valores de la presión arterial y la capacidad aeróbica máxima.

Los participantes del grupo suplementado mostraron un efecto normotensor en la presión diastólica (PD) registrando una mejoría de (78.5 mm/Hg) a (72.8 mm/Hg) con valores normales a óptimos al finalizar el estudio. El efecto de los *omega-3* sobre la presión arterial podría deberse a la producción de prostaglandinas de la serie *omega-3*, que afectan los procesos antiplaquetarios y antiinflamatorios, además se suprime la secreción de aldosterona y aumenta la producción de óxido nítrico que permite la regulación de la presión arterial, contribuyendo a la reducción del riesgo cardiovascular (Cabo, 2012).

---

## VIII. CONCLUSIONES

Los productos avícolas (pollo y huevo) utilizados para este estudio tanto del grupo suplementado como del grupo control fueron considerados de primera calidad de acuerdo con las especificaciones oficiales.

La población de estudio que consumió productos avícolas suplementados con *omega-3* durante 14 semanas disminuyó los valores en los parámetros antropométricos de la circunferencia de cintura y el porcentaje de grasa corporal.

El grupo de estudio que consumió alimentos suplementados con *omega-3* (carne y huevo) incrementó la concentración de HDL y redujo las LDL y los valores del índice aterogénico (IA) el cual está relacionado con el riesgo a desarrollar alguna enfermedad cardiovascular.

El grupo de individuos suplementados con *omega-3* mejoraron los valores de la presión arterial de normales a óptimos, así como presentó una mayor resistencia durante el esfuerzo físico influyendo de forma benéfica en la función cardiovascular.

Por lo tanto, es posible disminuir algunos factores de riesgo al realizar modificaciones en los estilos de vida, incidiendo sobre cambios en el consumo de alimentos no saludables por alimentos saludables como los funcionales.

---

## IX. RECOMENDACIONES

El suplementar alimentos de uso habitual abre la posibilidad de cubrir las recomendaciones de AGPI *omega-3* asegurando los beneficios que aportan los ácidos grasos esenciales en la salud cardiovascular de la población.

Es importante realizar estudios de evaluación sensorial y analizar el tiempo de vida en anaquel de los alimentos suplementados con *omega-3*.

Aumentar el tiempo y dosis de suplementación con *omega-3* con el fin de obtener mayores cambios en los parámetros evaluados.

Se recomienda dar capacitaciones para elaborar preparaciones con métodos de cocción adecuados, así como dar seguimiento en el consumo de los productos avícolas para asegurar la ingesta de los alimentos y obtener beneficios en la salud.

---

## X. BIBLIOGRAFIA

- Añorve, J., Castañeda, A., Cepeda, A., Durant, A., Jaimez, J., Cotreras, E., Rodríguez, J. (2015). Microextraction method of medium and long chain fatty acid from milk. *Food chemistry*, 172, 456-461.
- Aristizábal, J., Jaramillo, H., Rico, M. (2003). Pautas generales para la prescripción de la actividad física en pacientes con enfermedades cardiovasculares. *Iatreia*, 16(3), 240-253.
- Arós, F., Boraita, A., Alegría, E., Alonso, Á., Barbají, A., Lamiel, R., Luengo, E. (2000). Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en pruebas de esfuerzo. *Revista española de Cardiología*(53), 1063-1094.
- Avello, M. (2006). Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de acción. *atenea*, 161-172.
- Ávila, H., Porta, M., Caraveo, V. (2015). Evaluación del estado de nutrición. En M. Kaufer, A. Pérez, P. Arroyo, *Nutriología médica* (4ª edición, págs. 114-162). México: Médica Panamericana.
- Bastarrika M. (20 de Junio de 2014). *Mundo Natural*. Recuperado el 30 de Junio de 2016, de de <http://omegatresplus.es/tabla-de-alimentos-ricos-en-omega-3-y-6/>
- Bourges Rodríguez, H. (2017). Los nutrimentos. En Kaufer Horowitz, Pérez Lizaur, & Arroyo, *Nutriología médica* (4ta edición, págs. 40-60). México: Médica Panamericana.
- Bover, R., Villacastín, J., Pérez, N., Moreno, J., Morales, R., Macaya, C. (2006). Supresión de arritmias supraventriculares y ventriculares. ¿Qué papel pueden desempeñar los ácidos grasos omega-3? *Revista Española de Cardiología*, 6(4), 38-51.
- Buccolo, G. (1973). Quantitative determination of serum triglicerides by use of enzymes. *Clin Chem*, 19(5), 476-482.
- Burrillo, E., Mateo, R., Cenarro, A., Fiddymont, S., Bea, A., Jorge, I., Civeira, F. (2012). Beneficial effects of omega-3fatty acid in the proteome of high density lipoprotein proteome. *Lipids in health and disease*, 11(116), 1-9.
- Caballero, L., y Gonzáles, G. (2016). Alimentos con efecto anti-inflamatorio. *Acta Médica Peruana*, 33(1), 50-64.
- Cabo, J. A. (2012). Omega-3 fatty acids and blood pressure. *BJN British Journal of Nutrition*, 107, 125-200.

- 
- Carrero, J., Bautista, M., Baró, L., Fonollá, J., Jiménez, J., Boza, J. (2005). Efectos cardiovasculares de los ácidos grasos omega-3 y alternativas. *Nutrición Hospitalaria*, 20(1), 63-69.
- Castellanos, L. (2015). El efecto de omega 3 en la salud humana y consideraciones en la ingesta. *Revista chilena de nutrición*, 42(1), 90-97.
- Castelli W. (1984). Epidemiology of coronary heart disease: The Framingham. *Am J Med*, 76, 4-9.
- Castro G, Ojeda V, Montañó B, Ledesma C, Pérez R. (2007). Evaluación de los ácidos grasos n-3 de 18 especies de pescados marinos mexicanos como alimentos funcionales. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 57(1), 85-93.
- Celada, P., Delgado, G., Olmedilla, B., Jimenez, F., Ruperto, M., Sánchez, F. (2015). Impact of improved fat-meat products consumption on anthropometric markers and nutrient intakes of male volunteers at increased cardiovascular risk. *Nutrición hospitalaria*, 32(2), 710-721.
- Chávez, G., Romero, R., Pardo, M. (Mayo - Agosto de 2011). Índice aterogénico en pacientes. *medigraphic*, III(2), 73-76.
- Universidad de Chile. (2016). *Red Hospital clínico Universidad de Chile*. (Calidad en los procesos de atención en salud) Obtenido de <https://www.redclinica.cl/ServiciosCI%C3%ADnicos/Especialidades/MedicinaIntern a/Mesolicitaronunexamen/Perfilbioqu%C3%ADmico/tabid/806.aspx>
- Conde Moreno, E., Fernández Santos, M., Suárez Fernández, R. (2013). Plasma rico en plaquetas: aplicaciones en dermatología. *Elsevier Doyma*, 1-8.
- Dawczynski, C., Martin, L., Wagner, A., Jahreis, G. (2010). n-3 LC-PUFA-enriched dairy products are able to reduce cardiovascular risk factors: A double-blind, cross-over study. *Clinical Nutrition*, 29, 592-599.
- De Caterina, R. (2011). n-3 Fatty Acids in Cardiovascular Disease. *The new england journal of medicine*, 364, 2439-2450.
- de Ross, B., Geelen, A., Roos, K., Rucklidge, G., Reid, M., Duncan, G. (2008). Identification of potential serum biomarkers of inflammation and lipid modulation that are altered by fish oil supplementation in healthy volunteers. *Proteomic*, 8, 1965-1974.
- DIEES Dirección de investigación y evaluación económica y sectorial. (2015). *Panorama agroalimentario*. FIRA Fideicomisos instituidos en relación con la agricultura. Obtenido de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200631/Panorama\\_Agroalimentario\\_Avicultura\\_Carne\\_2016.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200631/Panorama_Agroalimentario_Avicultura_Carne_2016.pdf)

- 
- Dubin, D. (2007). Método del Dr. Dubin para la Interpretación de ECG. En *Electrocardiografía practica* (tercera ed.). McGrae-Hill Interamericana.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2010). Expert consultation on the risks and benefits of fish consumption. *Hospitalidad ESDAI*, 28.
- Fernández, J. (2010). Ácidos grasos omega-3 y prevención cardiovascular. *CENIC Ciencias Biológicas*, 41, 3-15.
- Fletcher, G., Balady, G., Ezra, A., Chaitman, B. (2001). Exercise standards for testing and training: A statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation*, 104, 1694-1740.
- Fossati, P. (1982). Serum triglycerides determined colorimetrically with an enzyme that produces hydrogen peroxide. *Clin Chem*, 28(10), 2077-2080.
- Fraeye, I., Bruneel, C., Lemahieu, C., Buyse, J. (2012). Dietary enrichment of eggs with omega-3 fatty acids: A review. *Food research international*, 48, 961-969.
- Gallagher, D., Heymsfield, S., Heo, M., Jebb, S., Murgatroyd, P., Sakamoto Y., (2000). Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *Am Jo Nut*, 72(3), 694-701.
- Gaztañaga, L., Marchlinski, F., Betensky, B. (2012). Mecanismos de las arritmias cardíacas. *Revista Española de Cardiología*, 65(2), 174-185.
- Gómez, C., Bermejo, L., Loria, V. (2011). Importance of a balanced omega6/omega3 ratio for the maintenance of health. Nutritional recommendations. *Nutrición Hospitalaria*, 26(2), 323-329.
- González, O., Hernández, J., Salazar, A., Mandeville, P., Valadez, F., de la Cruz, E. (2013). Efecto de la suplementación de omega 3 sobre IMC, ICC y composición corporal en mujeres obesas. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 63(3), 224-231.
- Gormaz JG, R. R. (2010). Biosynthesis and bioavailability of long-chain polyunsaturated fatty acids in non-alcoholic fatty liver disease. *Prog Lipid Res.*, 49, 407-419.
- Gravina, L., Brown, F., Alexander, L., Dick, J., Bell, G., Witard, O. (Agosto de 2017). n-3 Fatty Acid Supplementation During 4 Weeks of Training Leads to Improved Anaerobic Endurance Capacity, but not maximal Strength, Speed, or Power in Soccer Players. 27(4), 305-313.
- Guirado B. (Julio-Septiembre de 2015). Ácidos grasos omega-6 y omega-3 de la dieta y carcinogénesis mamaria: bases moleculares y celulares. *Revista científica. Medicentro*, 19(3), 132-141.

- 
- Gutiérrez, J., Rivera D., Shamah, L., Villapaldo, H., Franco, A., Cuevas, L., Romero, M. (2012). *Encuesta nacional de salud y nutrición*. Instituto Nacional de Salud Pública, Cuernavaca, México.
- Haraldsdottir, J., Astrup, A., & Dynesen, A. (2002). Food consumption in Denmark show clear trends during the period 1995-2001. *Ugeskr Laeg*, 164, 2028-2033.
- Hoyos, S., Rosales C. (2014). Lípidos: Características principales y su metabolismo. *Revista de Actualización Clínica Investiga*, 41, 2142-2145. Obtenido de [http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/raci/v41/v41\\_a04.pdf](http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/raci/v41/v41_a04.pdf)
- IMSS-046-08. Prevención, diagnóstico y tratamiento del sobrepeso y obesidad exógena. (2012). Guía de práctica clínica. México, Secretaría de Salud. *Catálogo maestro de guías de prácticas clínicas*. CENETEC, Centro nacional de excelencia tecnológica en salud. Obtenido de: [http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/046\\_GPC\\_ObesidadAdulto/IMSS\\_046\\_08\\_EyR.pdf](http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/046_GPC_ObesidadAdulto/IMSS_046_08_EyR.pdf)
- IMSS-076-08-2014. Diagnóstico y tratamiento de la hipertensión arterial en el primer nivel de atención. (2014). Guía de práctica clínica. México, Secretaría de Salud. *Catálogo maestro de guías de prácticas clínicas*. CENETEC, Centro nacional de excelencia tecnológica en salud. Obtenido de: [http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/076-GPC\\_\\_HipertArterial1NA/HIPERTENSION\\_EVR\\_CENETEC.pdf](http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/076-GPC__HipertArterial1NA/HIPERTENSION_EVR_CENETEC.pdf)
- IMSS-233-09. Diagnóstico y tratamiento de dislipidemias (hipercolesterolemia) en el adulto. (2016). Guía de práctica clínica. México, Secretaría de Salud. *Catálogo maestro de guías de prácticas clínicas*. CENETEC, Centro nacional de excelencia tecnológica en salud. Obtenido de: [http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/233\\_GPC\\_Dislipidemias/GRR\\_Dislipidemia.pdf](http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/233_GPC_Dislipidemias/GRR_Dislipidemia.pdf)
- IMSS-718-14. Tratamiento de la Diabetes mellitus tipo 2 en el primer nivel de atención. (2014). Guía de práctica clínica. México, Secretaría de Salud. *Catálogo maestro de guías de prácticas clínicas*. CENETEC, Centro nacional de excelencia tecnológica en salud. Obtenido de Obtenido de [http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/718\\_GPC\\_Tratamiento\\_de\\_diabetes\\_mellitus\\_tipo\\_2\\_/718GER.pdf](http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/718_GPC_Tratamiento_de_diabetes_mellitus_tipo_2_/718GER.pdf)
- INEGI. (2015). *Instituto nacional de estadística y geografía*. Obtenido de Principales causas de mortalidad por residencia habitual, grupos de edad y sexo del fallecido: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/vitales/mortalidad/tabulados/ConsultaMortalidad.asp>

- 
- INEGI, H. (2015). *Instituto nacional de estadística y geografía*. Obtenido de Principales causas de mortalidad por residencia habitual, grupos de edad y sexo del fallecido: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/vitales/mortalidad/tabulados/ConsultaMortalidad.asp>
- INPROVO. Organización interprofesional del huevo y sus productos. (2014), *Recomendaciones de consumo*. Obtenido de [http://www.huevo.org.es/huevo\\_salud\\_alimentacion\\_saludable\\_recomendaciones\\_consumo.asp](http://www.huevo.org.es/huevo_salud_alimentacion_saludable_recomendaciones_consumo.asp)
- Ito M. (2013). A novel JNK2/SREBP-1c pathway involved in insulin-induced fatty acid synthesis in human adipocytes. *J Lipid Res*, 54, 1531-1540.
- Izaola, O., de Luis, D., Sajoux, I., Domingo, J., Vidal, M. (2015). Inflamación y obesidad (lipoinflamación). *Nutrición hospitalaria*, 31(6), 2352-2358.
- Kang, J., Wan, J., He, C. (2014). Regulation of stem cell proliferation and differentiation by essential fatty acids and their metabolites. *Stem Cell*, 32, 1092-1098.
- Kaplan, A. (1984). Glucose. *Clin Chem the C.V. Mosby Co.* St Louis. Toronto, Princeton, 1032-1036.
- Kaplan, A. (1984). Triglycerides. *Clin Chem the CV Mosby Co.* St Louis. Toronto, Princeton, 1194-1206.
- Kirkhus, B., Lamglait, A., Eilertsen, K., Falch, E., Haider, T., Vik, H. (2012). Effect of similar intakes of marine n-3 fatty acids from enriched food products and fish oil on cardiovascular risk markers in healthy human subjects. *British Journal of nutrition*, 107, 1339-1349.
- Lane, K. (2014). Bioavailability and potential uses of vegetarian sources of omega-3 fatty acids. *Crit Rev Food sci Nutr*, 54(55), 572-579.
- Lichtenstein, A., Jones, P. (2012). Lipids: Absorption and transport. En J. W. Erdman, I. A. Macdonald, S. Zeisel, & W. Blackwell (Ed.), *Nutrition* (págs. 118-131). ILSI International life science institute.
- Lim, S. (2012). A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*, 380(9859), 2224-2260.
- Liu, J., Conklin, S., Manuck, S., Yao, J., & Muldoon, M. (October de 2011). Long chain omega-3 fatty acids and blood pressure. *Am J Hypertens*, 24(10), 1121-1126.
- López F, Hernandez M, Garcia M, Flores M. (2014) Intervenciones de enfermería en la toma de electrocardiograma, círculo torácico y medrano. *Revista mexicana de enfermería Cardiológica*, 22(2), 78-84.



- 
- Lorente, S. A. (2013). Role of omega-3 fatty acids in obesity, metabolic syndrome, and cardiovascular diseases: a review of the evidence. *Journal of physiology and biochemistry*, 69(3), 633-651.
- Meiattini, F. (1978). The 4-hydroxybenzoate/aminophenazone chromogenic system. *Clin Chem*, 2161-2165.
- Milián, L., Moncada, F., Borjas, E. (2014). *Manual de medidas antropométricas* (1ª ed.). Saltra.
- Montagud, V. (2015). *Fundación española del corazón*. Obtenido de <http://www.fundaciondelcorazon.com/informacion-para-pacientes/enfermedades-cardiovasculares/arritmias.html>
- Morales, J., Valenzuela, R., González, D., González, M., Tapia, G., Sanhueza, J., Valenzuela, A. (2012). Nuevas fuentes dietarias de ácido alfa-linolénico: una visión crítica. *Rev Chil Nutr*, 39(3), 79-87.
- Mozaffarian, D. (2012). n-3 fatty acids and cardiovascular health: are effects of EPA and DHA shared or complementary. *J Nutr*, 142(3), 14-25.
- Mulero, J., Abellán, J., Zafrilla, P., Amores, D., Hernández, P. (2015). Bioactive substances with preventive effect in cardiovascular diseases. *Nutrición hospitalaria*, 32(4), 1462-1467.
- Muñoz, M., Ledesma, J. (2002). *Tablas de valor nutritivo de alimentos*. McGraw-Hill.
- Naito, H. K. (1984). HDL Cholesterol. *Clin Chem the C.V. Mosby Co.*, St Louis. Toronto, Princeton, 1207-1213.
- Nation, H. K., Kaplan, A. (1984). Cholesterol. *Clin Chem the C.V. Mosby Co.*, St Louis. Toronto, Princeton, 1194-1206.
- National Cholesterol Program (NCEP). *Evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III) final report*. United States: NIH Publication. 2002; 02: 5215.
- Navarro Machado, V., Falcón Hernández, A. (2007). Circulación. En V. Navarro Machado, & A. Falcón Hernández, *Manual para la instrucción del socorrista* (págs. 33-39). Cuba: Damují.
- Newens KJ, T. A. (2011). DHA-rich fish oil reverses the detrimental effects of saturated fatty acids on postprandial vascular reactivity. *Am J Clin Nutr*, 94, 742-748.
- NMX-FF-079-SCFI-2004. Norma Mexicana. (2004) PRODUCTOS AVICOLAS - HUEVO FRESCO DE GALLINA-ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA. Secretaría de economía. Dirección general de Normas.

- 
- NMX-FF-080-SCFI-2006. Norma Mexicana. (2006) *PRODUCTOS AVÍCOLAS – CARNE DE POLLO DE ENGORDA EN LA CANAL Y EN PIEZAS*. Secretaria de economía. Direccion general de Normas.
- NOM-037-SSA2-2012. (2012). Norma para la prevención, tratamiento y control de las dislipidemias. Norma oficial mexicana. *Diario Oficial de la Federación*.
- NOM-043-SSA2-2012. (2012). Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación. Norma oficial mexicana. *Diario Oficial de la Federación*.
- OMS Organización Mundial de la Salud. (2014). Obtenido de [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/149296/1/WHO\\_NMH\\_NVI\\_15.1\\_spa.pdf?ua=1&ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/149296/1/WHO_NMH_NVI_15.1_spa.pdf?ua=1&ua=1)
- OMS Organización Mundial de la Salud. (2016). *Obesidad y sobrepeso*. Nota descriptiva No 311. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
- OPS/OMS Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud. (2014). Perfil de enfermedades cardiovasculares. México. Obtenido de [file:///C:/Users/ln\\_ma\\_000/Downloads/MEXICO-PERFIL-ECV-2014.pdf](file:///C:/Users/ln_ma_000/Downloads/MEXICO-PERFIL-ECV-2014.pdf)
- Ortega, A. (2013). Fuentes alimentarias y adecuación de la ingesta de ácidos grasos omega-3 y omega-6 en una muestra representativa de adultos españoles. *Nutrición Hospitalaria*, 28(6), 2236-2245.
- Osuna, M., Avallone, C., Montenegro, S., Aztarbe, M. (2003). Elaboración de pan fortificado con ácidos grasos omega 3 y 6. *UNNE, T-094*, 1-4.
- Parra A., Hernández S. (2017). Enfermedades cardiovasculares y nutrición. En Kaufer, H., Pérez, L., Arroyo, *Nutriología médica*. México: Médica Panamericana. 4ta Edición, 594-619
- Peñailillo, L., Mackay, K., Serrano, N., Canales, P., Miranda, P., Zbinden, H. (2016). Efectos de la suplementación de omega-3 y entrenamiento de intervalos de alta intensidad en el rendimiento físico, presión arterial y composición corporal en individuos sedentarios con sobrepeso. *Nutrición hospitalaria*, 33(4), 848-855.
- Pérez C, Asbun B, Reyes M, Rodriguez W, Ruiz P, Sánchez N, Montes V, Cruz R. (2013). Efecto de los ácidos grasos poliinsaturados omega-3 en pacientes con cáncer. *Rev Hosp Jua Mex*, 80(1), 20-27.
- Piñeiro, G., Rivero, N., Culebras, J. (2013). Papel de los ácidos grasos omega-3 en la prevención de enfermedades cardiovasculares. *Nutr Hosp*, 28(1), 1-5.
- Poudyal, H., Panchal, S., Diwan, V., Brown, L. (2011). Omega-3 fatty acid and metabolic syndrome: Effects and emerging mechanisms of action. *Progress in lipid research*, 50, 372-387.

- 
- PROY-NOM-030-SSA2-2017. (2017) PROYECTO de Norma Oficial Mexicana. Para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial sistémica. *Diario oficial de la Federación*. Secretaría de Salud.
- PROY-NOM-159-SSA1-2015. (2015). PROYECTO de Norma Oficial Mexicana. Productos y servicios. Huevo y sus productos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. *Diario oficial de la Federación*. Secretaría de Salud.
- Roth, E., Harris, W. (2010). Fish oil for primary and secondary prevention of coronary heart disease. *Curr Atheroscler Rep*, 12, 66-72.
- SAGARPA. Secretaría de agricultura , ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. (2007). Producción y manejo de aves de traspatio. Obtenido de: [http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/AsistenciaCapacitacion/Documents/red%20del%20conocimiento/manuales%20pesa/manejo\\_aves.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/AsistenciaCapacitacion/Documents/red%20del%20conocimiento/manuales%20pesa/manejo_aves.pdf)
- Saleh, S., el Maraghy, N., Reda, E., Barakat, W. (2014). Modulation of diabetes and dyslipidemia in diabetic insulin - resistant rats by mangiferon. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 86(4).
- Sanhueza, J., Durán, S., Torres, J. (2015). Los ácidos grasos dietarios y su relación con la salud. *Nutrición hospitalaria*, 32(3), 1362-1375.
- Saravanan, P., Davidson, N., Schmidt, E., Calder, P. (2010). Cardiovascular effects of marine omega-3 fatty acids. *Lancet*, 376, 540-550.
- Saverza, F., Haua, N. (2009). *Manual de antropometría para la evaluación del estado nutricional en el adulto*. México, D.F.: Universidad Iberoamericana, A.C.
- Serhan, C., Yang, R., Martinod, K., Kasuga, K., & Pillai, P. (2009). Maresins: novel macrophage mediators with potent antiinflammatory and proresolving actions. *J. Exp Med*, 16(1), 15-23.
- Sneddon, A., Tsofliou, F., Fyfe, C., Matheson, I., Jackson, D., Horgan, G. (2008). Effect of a conjugated linoleic acid and w-3 fatty acid mixture on body composition and adiponectin. *Obesity*, 16, 1019-1023.
- Soto, G., Moreno, L., Pahua, D. (2016). Panorama epidemiológico de México, principales causas de morbilidad y mortalidad. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*, 59(6), 8-22.
- SSA. Secretaría de Salud. (2002). Manual de Procedimientos. Toma de medidas clínicas y antropométricas en el adulto y adulto mayor. *Subsecretaría de prevención y protección de la salud, Centro nacional de vigilancia epidemiológica*.
- SSA. Secretaría de Salud. (2015). *Informe sobre la salud de los mexicanos*.

- 
- Swanson, D. (Octubre de 2012). Omega-3fatty acids EPA and DHA: health benefits throughout life. *Advances in Nutrition and International Review Journal*, 3(1), 1-7.
- Trinder, P. (1969). Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen receptor. *Ann Clin Biochem*, 6, 24-33.
- Turgeon J. (2013). Fish oil-enriched diet protects against ischemia by improving angiogenesis endothelial progenitor cell function and postnatal neovascularization. *Atherosclerosis*, 229, 295-303.
- UNA. Unión nacional de avicultores. (2013). *Situación de la avicultura mexicana*. Unión nacional de avicultores. Obtenido de <http://www.una.org.mx/index.php/component/content/article/15-panorama/3-avicultura>
- Vaisar, T., Pennathur, S., Green, P., Gharib, S., Hoofnagle, A., Cheung, M. (2007). Shotgun proteomics implicates protease inhibition and complement activation in the antiinflammatory properties of HDL. *The Journal of clinical investigation*, 117(3), 746-756.
- Valenzuela, B., Valenzuela, B. (2014). Ácidos grasos omega-3 en la nutrición ¿Como aportarlos? *Rev Chil Nutr*, 41(2), 205-211.
- Valenzuela, B., Valenzuela, A. (2013). Overview about lipid structure. En: Valenzuela, B. *Lipid metabolism INTECH*, 3-17.
- Valenzuela, B. (2016). Evidencia actual de los ácidos grasos y sus beneficios a nivel cognitivo en la etapa escolar. *Revista para profesionales de la salud*, 8, 4-12.
- Valenzuela, R., Morales, G., González, M., Morales, J., Sanhueza, J., Valenzuela, A. (2014). Ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga w-3 y enfermedad cardiovascular. *Revista Chilena de Nutrición*, 41(3), 319-327.
- Vaughan, R., Garcia, R., Bisoffi, M., Conn, C., Trujillo, K. (2012). Conjugated linoleic acid or omega 3 fatty acids increase mitochondrial biosynthesis and metabolism in skeletal muscle cells. *Lipids Health Dis*, 11, 142.
- Verdú, M. (2009). Lípidos. En Mataix Verdú, *Nutrición y alimentación humana*. Madrid: Ergon, 85-116
- Villalpando, S., Ramírez, I., Bernal, D., De la Cruz, V. (2007). Grasa, dieta y salud. *Tablas de composición de ácidos grasos de alimentos frecuentes en la dieta mexicana*. Instituto Nacional de Salud Pública.
- Waitzberg, D., Garla, P. (2014). Contribución de los Ácidos Grasos Omega-3 para la Memoria y la función cognitiva. *Nutrición hospitalaria*, 30(3), 467-477.

- 
- Wall, R., Ross, R., Fitzgerald, G. (2001). Fatty acids from fish: the anti-inflammatory potential of long-chain omega-3 fatty acids. *Nutr Rev*, 68(5), 280-289.
- Wen, Y., Gao, Q. (2016). Role of Omega-3 Fatty Acid in Major Cardiovascular Events—A Current View. *En A. Arwind, Omega-3. Fatty acids* , 3010-3015.
- Zárate, A., Manuel Apolinar, L., Basurto, L., Dela Chesnaye, E., Saldívar, I. (2016). Colesterol y aterosclerosis. Consideraciones históricas y tratamiento. *Archivos de cardiología de México*, 86(2), 163-169.
- Zheng, C., Khoo, C., Furtado, J., Sacks, F. (2010). Apolipoproteínas C-III and the metabolic basis for hypertriglyceridemia and the dense low-density lipoprotein phenotype. *Circulation*, 121, 1722-1734

---

## ANEXO 1. CONSENTIMIENTO INFORMADO

### TITULO DEL PROYECTO:

Evaluación del efecto del consumo de productos avícolas (carne y huevo) suplementados con omega-3 sobre cambios en el perfil antropométrico, bioquímico y función cardiovascular, en adultos de Pachuca Hidalgo.

Estimado (a) Señor / Señora:

**Objetivos:** La Maestría en Salud Pública de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo está realizando un proyecto de investigación (En colaboración con el Área académica de Nutrición). El objetivo del estudio es Determinar el efecto del consumo de productos avícolas (carne y huevo) suplementado con *omega-3* sobre cambios en el perfil antropométrico, perfil bioquímico y en la función cardiovascular, en adultos sanos entre 25 y 45 años de Pachuca Hidalgo

**Procedimientos:** Si Usted acepta participar en el estudio, ocurrirá lo siguiente:

Debe consumir dos piezas de pollo y tres piezas de huevo a la semana, por lo que es importante que a Usted le guste y consuma con frecuencia estos productos.

Se realizarán toma de muestra de sangre, una evaluación antropométrica, composición corporal y una prueba de esfuerzo, donde debe presentarse con ropa ligera ya que al momento de realizar las técnicas debe tener la menor cantidad de ropa, así como debe de estar ajustada la cuerpo al momento de ingresar al BOD-POD y no portar joyas, reloj o ningún otro artículo personal. También se realizará una prueba esfuerzo donde debe presentarse con ropa deportiva. Para la prueba bioquímica debe estar con un ayuno de 8 horas aproximadamente. Dichas evaluaciones tendrán una duración aproximada de 2 horas, por lo que se solicita acudir con tiempo.

**Beneficios:** Aumentar el consumo de ácidos grasos poliinsaturados – *omega-3*. No tendrá costo

**Confidencialidad:** Toda la información que Usted nos proporcione para el estudio será de carácter estrictamente confidencial y anónimo, será utilizada únicamente por el equipo de investigación del proyecto y no estará disponible para ningún otro propósito. Usted quedará identificado(a) con un número y no con su nombre. Los resultados de este estudio serán publicados con fines científicos, pero se presentarán de tal manera que no podrá ser identificado(a).

**Riesgos Potenciales/Compensación:** Los riesgos potenciales que implican su participación en este estudio son mínimos. Si alguna de las preguntas le hicieran sentir un poco incómodo(a), tiene el derecho de no responderla. Para la prueba de composición corporal la cual consiste en ingresar a una cámara se solicita estar relajado ya que puede entrar en pánico por estar encerrado totalmente.

En cuanto a la toma de muestra de sangre puede presentarse un pequeño moretón o dolor en el momento, así es importante aclarar que el material que se utilizará es nuevo y desechable.

En la prueba de esfuerzo puede sentirse fatigado, pero no existe riesgo.

**Participación Voluntaria/Retiro:** La participación en este estudio es absolutamente voluntaria.

Usted está en plena libertad de negarse a participar o de retirar su participación del mismo en cualquier momento. Su decisión de participar o de no participar no afectará de ninguna manera.

**Números Por Contactar:** Si usted tiene alguna pregunta, comentario o preocupación con respecto al proyecto, por favor comuníquese con el/la investigador/a responsable del proyecto: Dra. Esther Ramírez Moreno al siguiente número de teléfono 7712009741 en un horario de 9:00 am a 4:00 pm.

---

Si usted tiene preguntas generales relacionadas con sus derechos como participante de un estudio de investigación, puede comunicarse con la presidente del Comité de Ética del Instituto de Ciencias de la Salud de la UAEH. Dra. Rebeca Guzmán Saldaña, al teléfono (71 7 20 00) ext. 4313 de 8:00 am a 16:00 hrs. O si lo prefiere puede escribirle a la siguiente dirección de correo electrónico [investigación\\_icsa@uaeh.edu.mx](mailto:investigación_icsa@uaeh.edu.mx)

Si usted acepta participar en el estudio, se compromete a consumir los alimentos antes mencionados en tiempo y cantidad. Así como se le entregara una copia de este documento que le pedimos sea tan amable de firmar.

Consentimiento para su participación en el estudio

Su firma indica su aceptación para participar voluntariamente en el presente estudio.

Nombre del participante:

Fecha: \_\_\_\_\_ Día / Mes / Año

Firma: \_\_\_\_\_

Nombre Completo del Testigo 1:

Dirección \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Relación con el participante \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Día / Mes / Año

Nombre Completo del Testigo 2:

Dirección \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Relación con el participante \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Día / Mes / Año

Nombre de la persona que obtiene el consentimiento

Fecha: \_\_\_\_\_ Día / Mes / Año

LN. Martha Izbeth Cerón Sandoval

Cel. 7712009741

[izbetceron@gmail.com](mailto:izbetceron@gmail.com)

Doc. Esther Ramírez Moreno

Tel. 712000 ext 2316

[rme1234@yahoo.com.mx](mailto:rme1234@yahoo.com.mx)

## ANEXO 2. Dictamen de Comité de Ética



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO  
Instituto de Ciencias de la Salud  
School of Health Sciences  
Coordinación de Investigación  
Department of Research

Cinv/o/001/2017

**DRA. ESTHER RAMÍREZ MORENO**  
**PROFESORA INVESTIGADORA DE TIEMPO COMPLETO**  
**ÁREA ACADÉMICA DE NUTRICIÓN**  
**PRESENTE**

Por este medio, en mi calidad de Presidente del Comité de Ética e Investigación, me permito informarle que se han revisado las modificaciones sugeridas por este Comité al Proyecto titulado: *“Evaluación del efecto del consumo de carne proveniente de pollo suplementado con omega-3 sobre cambios en el perfil antropométrico, bioquímico y función cardiovascular en adultos de Pachuca Hidalgo”*; quedando registrado en la Coordinación de Investigación con el No. de Folio: 048, y se le ha otorgado el dictamen de:

**APROBADO**

Sin más por el momento le enviamos un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
**“AMOR, ORDEN Y PROGRESO”**

San Agustín Tlaxiaca Hidalgo, a 18 de Enero de 2017.

**M. C. Esp. JOSÉ MA. BUSTO VILLARREAL**  
**DIRECTOR**

**DRA. REBECA MARÍA ELENA GUZMÁN SALDAÑA**  
**COORDINADORA DE INVESTIGACIÓN**



C. c. p.- Archivo



Circuito Ex Hacienda La Concepción S/N  
Carretera Pachuca Actopan  
San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, México; C.P. 42160  
Teléfono: 52 (771) 71 720-00 Ext.5104, 5118 y 4313  
psicologia@uaeh.edu.mx

[www.uaeh.edu.mx](http://www.uaeh.edu.mx)



### Anexo 3: Atributos de calidad de la canal del pollo

<b>Atributos</b>	<b>México Extra</b>	<b>México 1</b>	<b>México 2</b>
Conformación general de la pieza	Musculatura bien desarrollada libre de deformidades que afecten la distribución normal de la carne, de contornos redondeados.	Musculatura bien desarrollada libre de deformidades que afecten la distribución normal de la carne, de contornos redondeados.	Musculatura desarrollada se permiten deformaciones, como quilla dañada o torcida, así como piernas, muslos y rabadilla curvos.
Restos de vísceras	Se permiten riñón o restos del mismo en rabadilla.	Se permiten riñón o restos del mismo en rabadilla y restos del pulmón en huacal.	Se permiten riñón o restos del mismo en rabadilla y restos del pulmón en huacal.
Apariencia general de la piel	Debe presentar uniformidad en el color sin importar si éste es blanco o amarillo. No se permiten rasgaduras lineales que expongan la carne de la pieza. Se permite la decoloración para el pollo pintado.	Debe presentar uniformidad en el color sin importar si éste es blanco, pigmentado ó pintado, sin embargo, se admiten zonas de decoloración. Se permiten rasgaduras lineales en la rabadilla que no expongan la carne.	Puede presentar decoloración parcial o total. Se permiten rasgaduras en cualquier pieza.
Hematoma	Libre de hematomas	Sólo en la punta del ala y en el muñón de la pierna	Se aceptan hematomas en cualquier pieza
Manchas de bilis	Libre de manchas de bilis	Libre de manchas de bilis	Se aceptan manchas de bilis en cualquier pieza.
Plumas y filoplumas	Libre de plumas. Se aceptan únicamente filoplumas en alas.	Sólo se aceptan plumas en el ala, muñón de la pierna y rabadilla. Se aceptan filoplumas en cualquiera de las piezas.	Se aceptan plumas y filoplumas en cualquier pieza
Fracturas	Libre de fracturas	Sólo se aceptan en la punta del ala.	Se aceptan fracturas en cualquier pieza
Mutilaciones	Libre de mutilaciones	Libre de mutilaciones.	Se aceptan mutilaciones en cualquier pieza.

## Anexo 4: Atributos de calidad de las piezas de huevo

	México extra	México 1	México 2	Fuera de clasificación
<b>Cascarón</b>	Normal	Normal	Puede presentar anomalías en su conformación	Lavado
	Limpio	Limpio	Libre de manchas o excremento adherido, sangre u otros materiales	Sucio, con manchas de sangre, excremento o cualquier otro material extraño
	Integro	Integro	Intacto	Quebrado
<b>Cámara de aire</b>	Cámara igual o menor a 3.2 mm	No exceder los 5mm	Profundidad no mayor a 6mm	Profundidad mayor a 6mm
	Fija o con movimiento limitado	De normal a ligeramente móvil, con movimiento ondulatorio limitados.	Presenta movimiento ondulatorio limitado	Móvil
	Exenta de burbujas	Exenta de burbujas	Libre de burbujas	Espumosa
<b>Clara</b>	Limpia, Transparente	Limpia	Puede presentar defectos (turbia)	Turbia
	Firme, con los límites de la yema ligeramente definidos al rotar en ovoscopio	Razonamiento firme, permitiendo ver los bordes de la yema cuando se rota el huevo a la luz del ovoscopio	Débil y acuosa, de tal forma que la yema se acerca al cascarón.	
	Altura > 5.5mm o Unidades Haugh >70	Altura 4.2mm o unidades Haugh de 61 a 70	Altura >2.2mm o unidades Haugh 31 a 60	Unidad Haugh <31
	Exenta de cuerpos extraños (sangre, carnosidades, etc.)	Exenta de cuerpos extraños (sangre carnosidades, etc.)	Puede presentar puntos de sangre o carne, midiendo en conjunto no más de 3.1mm.	Presenta cuerpos extraños o manchas que solas o en conjunto tienen tamaño mayor a 3.1mm
<b>Yema</b>	Bordes ligeramente definidos		Ligeramente aplanada o alargada puede parecer oscura	Oscura
	Libre de defectos aparentes	Libre de defectos		
	Forma redondeada	Forma redondeada		Conformación anormal
	Ubicada céntricamente	Ubicada céntricamente	Desplazada fuera de la posición céntrica	No céntrica
	Sin manchas de sangre y carnosidades	Sin manchas de sangre y carnosidades	Sin sangre	Crecimiento microbiológico
	Disco germinal imperceptible	Disco germinal imperceptible	Disco germinal ligeramente visible	Disco germinal desarrollado o que haya sido incubado
	Color entre 9 y 13 de la escala del abanico de roche	Color entre 9 y 13 de la escala del abanico de roche	Color entre 9 y 13 de la escala del abanico de roche	
<b>Tamaño del huevo</b>	Categoría de tamaño del 1-5 (presentación de este grado será únicamente en caja o envase cerrado, nuevos, limpios y de materiales inocuos)	Categoría de tamaño del 1-5 (presentación de este grado será únicamente en caja o envase cerrado, nuevos, limpios y de materiales inocuos)	Categoría de tamaño del 1-5 (presentación de este grado será únicamente en caja o envase cerrado, nuevos, limpios y de materiales inocuos)	

---

**Anexo 5:**  
**PROCEDIMIENTO DE TECNICAS ADECUADAS PARA LAS MEDIDAS**  
**ANTROPOMETRICAS: Peso, talla, circunferencia.**

**PESO.**

La medición se realiza sin zapatos y la menor cantidad de ropa. El sujeto debe estar con la vejiga vacía, y de preferencia por lo menos dos horas después de haber consumido alimentos. Debe colocarse en el centro de la báscula y estar en posición erecto y relajado, con vista fija en un plano horizontal. Las palmas de las manos extendidas y relajadas lateralmente en los muslos, los talones ligeramente separados, y pies formando una “V” ligeramente. El sujeto debe permanecer inmóvil en lo que se toma la medición. La persona que realiza la medición debe cerciorarse que el sujeto no esté recargado en la pared ni en algún objeto cercano, debe observar que el peso esté repartido de forma homogénea en ambas piernas. Se toma el dato al momento que se estabilicen los números en la pantalla de la báscula digital.

**TALLA.**

El piso y pared donde estará instalado el estadímetro debe estar rígidos, planos, sin zoclo, o algún borde, formando un ángulo de 90°C.

La medición se realizará con el sujeto descalzo, estar de espaldas a la pared, haciendo contacto con el estadímetro de manera vertical.

Se deberá colocar pegada a la pared a la superficie vertical en la que se sitúa el estadímetro, los dos talones, cadera, escapulas y la parte posterior de la cabeza. Los talones deberán estar unidos, los pies formando ligeramente una “v”, las piernas rectas y los hombros relajados. La cabeza debe colocarse en el plano horizontal de Frankfort, el cual representa con una línea entre el punto más bajo de la órbita del ojo y el trago. Se deslizará la parte posterior del estadímetro hasta tocar superior más prominente de la cabeza con la presión suficiente para comprimir el cabello. Los adornos del cabello deberán ser retirados en caso de que obstruya con la medición. Se tomará la lectura exactamente en la línea de color que marca la estatura.

---

## CIRCUNFERENCIA DE CINTURA.

El sujeto debe descubrirse el abdomen, de manera que la medición represente realmente el perímetro del área. El sujeto deberá estar de pie, erecto y con el abdomen relajado y los pies juntos. La persona que tome la medición debe estar de frente al sujeto, y colocará la cinta alrededor de este en un plano horizontal al nivel de la cicatriz umbilical. La medición debe realizarse al final de la espiración normal, sin comprimir la piel con la cinta. La medición se registra en cm.

---

## ANEXO 6. PROCEDIMIENTO DE BOD-POD

Procedimiento.

- Abrir programa Bod-Pod.
- Seleccionar test e ingresar datos de paciente. (Nombre completo, fecha de nacimiento, sexo, entidad)
- Seleccionar modelo de densidad Siri.
- Seleccionar medición
- Colocar el calibrador de volumen
- Medir peso corporal del paciente
- Sacar calibrador
- Introducir al paciente a la cámara del Bod-Pod
- Cerrar cámara.
- Presionar chek next
- Se realiza la medición
- Se obtendrán resultados

Las recomendaciones generales para los pacientes son; no usar accesorios, aretes, cadenas y reloj, cubrirse el cabello con gorra de natación o gorra propia del equipo. Para el caso de los hombres deben portar traje de baño, o short de comprensión deportivo y las mujeres deben portar traje de baño, o short de comprensión deportivo y bra deportivo

# ANEXO 7. PROCEDIMIENTOS PARA DETERMINAR PERFIL BIOQUÍMICO

## Glicemia.

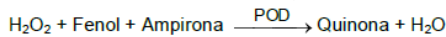
### Determinación cuantitativa de glucosa

#### IVD

Conservar a 2-8°C

#### PRINCIPIO DEL MÉTODO

La glucosa oxidasa (GOD) cataliza la oxidación de glucosa a ácido glucónico. El peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), producido se detecta mediante un aceptor cromogénico de oxígeno, fenol-ampirona en presencia de peroxidasa (POD):

$$\beta\text{-D-Glucosa} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{GOD}} \text{Ácido glucónico} + \text{H}_2\text{O}_2$$


La intensidad del color formado es proporcional a la concentración de glucosa presente en la muestra ensayada<sup>1,2</sup>.

#### SIGNIFICADO CLÍNICO

La glucosa es la mayor fuente de energía para las células del organismo; la insulina facilita la entrada de glucosa en las células.

La diabetes mellitus es una enfermedad que cursa con una hiperglucemia, causada por un déficit de insulina<sup>1,5,6</sup>.

El diagnóstico clínico debe realizarse teniendo en cuenta todos los datos clínicos y de laboratorio.

#### REACTIVOS

<b>R 1</b> Tampón	TRIS pH 7,4 Fenol	92 mmol/L 0,3 mmol/L
<b>R 2</b> Enzimas	Glucosa oxidasa (GOD) Peroxidasa (POD) 4 - Aminofenazona (4-AF)	15000 U/L 1000 U/L 2,6 mmol/L
<b>GLUCOSA CAL</b>	Patrón primario acuoso de Glucosa 100 mg/dL	

#### PREPARACIÓN

Reactivo de trabajo (RT): Disolver ( ) el contenido de un vial de R 2 Enzimas en un frasco de R 1 Tampón.

Tapar y mezclar suavemente hasta disolver su contenido.

Estabilidad: 1 mes en nevera (2-8°C) o 7 días a Temperatura ambiente (15-25°C).

#### CONSERVACIÓN Y ESTABILIDAD

Todos los componentes del kit son estables, hasta la fecha de caducidad indicada en la etiqueta, cuando se mantienen los frascos bien cerrados a 2-8°C, protegidos de la luz y se evita la contaminación durante su uso.

No usar reactivos fuera de la fecha indicada.

Indicadores de deterioro de los reactivos:

- Presencia de partículas y turbidez.
- Absorbancia (A) del Blanco a 505 nm 0,10.

#### MATERIAL ADICIONAL

- Espectrofotómetro o analizador para lecturas a 505 nm.
- Cubetas de 1,0 cm de paso de luz.
- Equipamiento habitual de laboratorio.

#### MUESTRAS

Suero o plasma, libre de hemólisis<sup>1</sup> y LCR.

El suero debe separarse lo antes posible del coágulo.

Estabilidad: La glucosa en suero o plasma es estable 3 días a 2-8°C.

#### PROCEDIMIENTO

- Condiciones del ensayo:
  - Longitud de onda: . . . . . 505 nm (490-550)
  - Cubeta: . . . . . 1 cm paso de luz
  - Temperatura. . . . . 37°C / 15-25°C
- Ajustar el espectrofotómetro a cero frente a agua destilada.
- Pipetear en una cubeta:

	Blanco	Patrón	Muestra
RT (mL)	1,0	1,0	1,0
Patrón (Nota 1,2) (µL)	--	10	--
Muestra (µL)	--	--	10

- Mezclar e incubar 10 minutos a 37°C ó 20 minutos a temperatura ambiente (15-25°C).
- Leer la absorbancia (A) del Patrón y la muestra, frente al Blanco de reactivo. El color es estable como mínimo 30 minutos.

#### CÁLCULOS

$$\frac{(A)_{\text{Muestra}}}{(A)_{\text{Patrón}}} \times 100 \text{ (Conc. Patrón)} = \text{mg/dL de glucosa en la muestra}$$

Factor de conversión: mg/dL x 0,0555= mmol/L.

Obtenido del instructivo del Kit enzimático.

#### CONTROL DE CALIDAD

Es conveniente analizar junto con las muestras sueros control valorados: SPINTROL H Normal y Patológico (Ref. 1002120 y 1002210).

Si los valores hallados se encuentran fuera del rango de tolerancia, revisar el instrumento, los reactivos y el calibrador.

Cada laboratorio debe disponer su propio Control de Calidad y establecer correcciones en el caso de que los controles.

#### VALORES DE REFERENCIA<sup>1</sup>

Suero o plasma	60 – 110 mg/dL	≅ 3,33 – 6.10 mmol/L
LCR:	60 – 80% del valor en sangre	

Estos valores son orientativos. Es recomendable que cada laboratorio establezca sus propios valores de referencia.

#### CARACTERÍSTICAS DEL METODO

Rango de medida: Desde el límite de detección de 0,04 mg/dL hasta el límite de linealidad de 500 mg/dL.

Si la concentración es superior al límite de linealidad, diluir la muestra 1/2 con ClNa 9 g/L y multiplicar el resultado final por 2.

#### Precisión:

	Intraserie (n=20)		Interserie (n=20)	
Media (mg/dL)	96,8	241	98,4	248
SD	0,81	1,43	1,55	3,73
CV (%)	0,83	0,59	1,58	1,50

Sensibilidad analítica: 1 mg/dL = 0,0036 A.

Exactitud: Los reactivos de SPINREACT (y) no muestran diferencias sistemáticas significativas cuando se comparan con otros reactivos comerciales (x).

Los resultados obtenidos con 50 muestras fueron los siguientes:

Coefficiente de correlación (r): 0,99.

Ecuación de la recta de regresión: y= 1,0x + 0,12.

Las características del método pueden variar según el analizador utilizado.

#### INTERFERENCIAS

No se han observado interferencias con: hemoglobina hasta 4 g/L, bilirrubina hasta 20 mg/L, creatinina hasta 100 mg/L, galactosa hasta 1 g/L.

Se han descrito varias drogas y otras sustancias que interfieren en la determinación de la glucosa<sup>3,4</sup>.

#### NOTAS

- GLUCOSE CAL: Debido a la naturaleza del producto, es aconsejable tratarlo con sumo cuidado ya que se puede contaminar con facilidad.
- La calibración con el Patrón acuoso puede dar lugar a errores sistemáticos en métodos automáticos. En este caso, se recomienda utilizar calibradores séricos.
- Usar puntas de pipeta desechables limpias para su dispensación.
- SPINREACT dispone de instrucciones detalladas para la aplicación de este reactivo en distintos analizadores.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Kaplan A. Glucose. Kaplan A et al. Clin Chem The C.V. Mosby Co. St Louis. Toronto. Princeton 1984; 1032-1036.
- Trinder P. Ann Clin Biochem 1969; 6: 24-33.
- Young DS. Effects of drugs on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC Press, 1995.
- Young DS. Effects of disease on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC 2001.
- Burtis A et al. Tietz Textbook of Clinical Chemistry, 3rd ed AACC 1999.
- Tietz N W et al. Clinical Guide to Laboratory Tests, 3rd ed AACC 1995.

#### PRESENTACIÓN

Ref:1001190	Cont.	R1: 4 x 125 mL , R2: 4 → 125 mL, CAL: 1 x 5 mL
Ref:1001191		R1: 4 x 250 mL , R2: 4 → 250 mL, CAL: 1 x 5 mL
Ref:1001192		R1: 10 x 50 mL , R2: 10 → 50 mL, CAL: 1 x 5 mL

# Triglicéridos.

## Determinación cuantitativa de triglicéridos

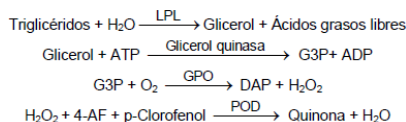
### IVD

Conservar a 2-8°C

### PRINCIPIO DEL METODO

Los triglicéridos incubados con lipoproteinlipasa (LPL) liberan glicerol y ácidos grasos libres. El glicerol es fosforilado por glicerolfosfato deshidrogenasa (GPO) y ATP en presencia de glicerol quinasa (GK) para producir glicerol-3-fosfato (G3P) y adenosina-5-difosfato (ADP). El G3P es entonces convertido a dihidroxiacetona fosfato (DAP) y peróxido de hidrogeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) por GPO.

Al final, el peróxido de hidrogeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) reacciona con 4-aminofenazona (4-AF) y p-clorofenol, reacción catalizada por la peroxidasa (POD) dando una coloración roja:



La intensidad del color formado es proporcional a la concentración de triglicéridos presentes en la muestra ensayada<sup>1,2,3</sup>.

### SIGNIFICADO CLINICO

Los triglicéridos son grasas que suministran energía a la célula.

Al igual que el colesterol, son transportados a las células del organismo por las lipoproteínas en la sangre.

Una dieta alta en grasas saturadas o carbohidratos puede elevar los niveles de triglicéridos.

Su aumento es relativamente inespecífico. Diversas dolencias, como ciertas disfunciones hepáticas (cirrosis, hepatitis, obstrucción biliar) o diabetes mellitus, pueden estar asociadas con su elevación<sup>3,6,7</sup>.

El diagnóstico clínico debe realizarse teniendo en cuenta todos los datos clínicos y de laboratorio.

### REACTIVOS

<b>R 1</b>	GOOD pH 7,5	50 mmol/L
Tampón	p-Clorofenol	2 mmol/L
<b>R 2 (Nota 2)</b>	Lipoprotein lipasa (LPL)	150000 U/L
Enzimas	Glicerol quinasa (GK)	500 U/L
	Glicerol-3-oxidasa (GPO)	2500 U/L
	Peroxidasa (POD)	440 U/L
	4 - Aminofenazona (4-AF)	0,1 mmol/L
	ATP	0,1 mmol/L
<b>TRIGLICERIDOS CAL</b>	Patrón primario acuoso de Triglicéridos 200 mg/dL	

### PREPARACION

Reactivo de trabajo (RT): Disolver (→) el contenido de un vial de R 2

Enzimas en un frasco de R 1 Tampón.

Ref: 1001310 Reactivo de trabajo (RT): Reconstituir (→) el contenido de un vial de R 2 Enzimas en 10 mL de R 1 Tampón.

Tapar y mezclar suavemente hasta disolver su contenido.

RT Estabilidad: 6 semanas en nevera (2-8°C) o una semana a 15-25°C.

### CONSERVACION Y ESTABILIDAD

Todos los componentes del kit son estables, hasta la fecha de caducidad indicada en la etiqueta, cuando se mantienen los frascos bien cerrados a 2-8°C, protegidos de la luz y se evita su contaminación.

No usar reactivos fuera de la fecha indicada.

**Indicadores de deterioro de los reactivos:**

- Presencia de partículas y turbidez.
- Absorbancia (A) del Blanco a 505 nm > 0,14.

### MATERIAL ADICIONAL

- Espectrofotómetro o analizador para lecturas a 505 nm.
- Cubetas de 1,0 cm de paso de luz.
- Equipamiento habitual de laboratorio.

### MUESTRAS

Suero y plasma heparinizado o EDTA 1. Estabilidad de la muestra: 5 días a 2-8°C.

## PROCEDIMIENTO

1. Condiciones del ensayo:

Longitud de onda: . . . . . 505 (490-550) nm

Cubeta: . . . . . 1 cm paso de luz

Temperatura: . . . . . 37°C / 15-25°C

2. Ajustar el espectrofotómetro a cero frente a agua destilada.

3. Pipetear en una cubeta:

	Blanco	Patrón	Muestra
RT (mL)	1,0	1,0	1,0
Patrón (Nota 1,2) (µL)	--	10	--
Muestra (µL)	--	--	10

4. Mezclar e incubar 5 minutos a 37°C o 10 min. a temperatura ambiente.

5. Leer la absorbancia (A) del Patrón y la muestra, frente al Blanco de reactivo. El color es estable como mínimo 30 minutos.

## CALCULOS

(A)Muestra - (A)Blanco  
(A)Patrón - (A)Blanco

× 200 (Conc. Patrón) = mg/dL de triglicéridos en la muestra

**Factor de conversión:** mg/dL x 0,0113 = mmol/L.

## CONTROL DE CALIDAD

Es conveniente analizar junto con las muestras sueros control valorados:

SPINROL H Normal y Patológico (Ref. 1002120 y 1002210).

Si los valores hallados se encuentran fuera del rango de tolerancia, revisar el instrumento, los reactivos y el calibrador.

Cada laboratorio debe disponer su propio Control de Calidad y establecer correcciones en el caso de que los controles no cumplan con las tolerancias.

## VALORES DE REFERENCIA

Hombres: 40 - 160 mg/dL

Mujeres: 35 - 135 mg/dL

Estos valores son orientativos. Es recomendable que cada laboratorio establezca sus propios valores de referencia.

## CARACTERISTICAS DEL METODO

**Rango de medida:** Desde el límite de detección de 0,000 mg/dL hasta el límite de linealidad de 2200 mg/dL.

Si la concentración es superior al límite de linealidad, diluir la muestra 1/2 con CINA 9 g/L y multiplicar el resultado final por 2.

**Precisión:**

	Intraserie (n=20)		Interserie (n=20)	
Media (mg/dL)	103	219	103	217
SD	0,41	0,93	3,74	7,80
CV (%)	0,39	0,43	3,62	3,59

**Sensibilidad analítica:** 1 mg/dL = 0,00137 A.

**Exactitud:** Los reactivos SPINREACT (y) no muestran diferencias sistemáticas significativas cuando se comparan con otros reactivos comerciales (x).

Los resultados obtenidos con 50 muestras fueron los siguientes:

Coefficiente de correlación (r): 0,99760.

Ecuación de la recta de regresión: y = 0,905x + 10,77.

Las características del método pueden variar según el analizador utilizado.

## INTERFERENCIAS

No se han observado interferencias con bilirrubina hasta 170 µmol/L y hemoglobina hasta 10 g/L.

Se han descrito varias drogas y otras sustancias que interfieren en la determinación de los triglicéridos<sup>4,5</sup>.

## NOTAS

1. TRIGLYCERIDES CAL: Debido a la naturaleza del producto, es aconsejable tratarlo con sumo cuidado ya que se puede contaminar con facilidad.
2. LCF (Lipid Clearing Factor) está integrado en el reactivo.
3. La calibración con el Patrón acuoso puede dar lugar a errores sistemáticos en métodos automáticos. En este caso, se recomienda utilizar calibradores séricos.
4. Usar puntas de pipeta desechables limpias para su dispensación.
5. **SPINREACT dispone de instrucciones detalladas para la aplicación de este reactivo en distintos analizadores.**

## BIBLIOGRAFIA

1. Buccolo G et al. Quantitative determination of serum triglycerides by use of enzymes. Clin Chem 1973; 19 (5): 476-482.
2. Fossati P et al. Clin. Chem 1982; 28(10): 2077-2080.
3. Kaplan A et al. Tryglycerides. Clin Chem The C.V. Mosby Co. St Louis. Toronto. Princeton 1984; 437 and Lipids 1194-1206.
4. Young DS. Effects of drugs on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC Press, 1995.
5. Young DS. Effects of disease on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC 2001.
6. Burtis A et al. Tietz Textbook of Clinical Chemistry, 3rd ed AACC 1999.
7. Tietz N W et al. Clinical Guide to Laboratory Tests, 3rd ed AACC 1995.

## PRESENTACION

Obtenido del instructivo del Kit enzimático.

# Colesterol.

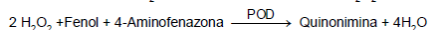
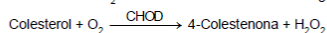
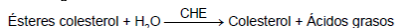
## Determinación cuantitativa de colesterol

### IVD

Conservar a 2-8°C

### PRINCIPIO DEL MÉTODO

El colesterol presente en la muestra origina un compuesto coloreado según la reacción siguiente:



La intensidad del color formado es proporcional a la concentración de colesterol presente en la muestra ensayada <sup>1,2</sup>

### SIGNIFICADO CLÍNICO

El colesterol es una sustancia grasa presente en todas las células del organismo. El hígado produce naturalmente todo el colesterol que necesita para formar las membranas celulares y producir ciertas hormonas. La determinación del colesterol es uno de las herramientas más importantes para el diagnóstico y clasificación de las lipemias. El aumento del nivel de colesterol es uno de los principales factores de riesgo cardiovascular<sup>5,6</sup>. El diagnóstico clínico debe realizarse teniendo en cuenta todos los datos clínicos y de laboratorio.

### SIGNIFICADO CLÍNICO

El colesterol es una sustancia grasa presente en todas las células del organismo. El hígado produce naturalmente todo el colesterol que necesita para formar las membranas celulares y producir ciertas hormonas. La determinación del colesterol es uno de las herramientas más importantes para el diagnóstico y clasificación de las lipemias. El aumento del nivel de colesterol es uno de los principales factores de riesgo cardiovascular<sup>5,6</sup>. El diagnóstico clínico debe realizarse teniendo en cuenta todos los datos clínicos y de laboratorio.

### REACTIVOS

<b>R 1</b>	PIPES pH 6,9	90 mmol/L
<b>Tampón</b>	Fenol	26 mmol/L
<b>R 2 (Nota 2)</b>	Colesterol esterasa (CHE)	300 U/L
	Colesterol oxidasa (CHOD)	300 U/L
	Peroxidasa (POD)	1250 U/L
	4 - Aminofenazona (4-AF)	0,4 mmol/L
<b>CHOLESTEROL CAL</b>	Patrón primario acuoso de Colesterol 200 mg/dL. Contiene Triton X-114 10-15%	

### PRECAUCIONES

CAL: H225- Líquido y vapores muy inflamables. H318- Provoca lesiones oculares graves. H412- Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

Seguir los consejos de prudencia indicados en la FDS y etiqueta del producto.

### PREPARACIÓN

Reactivo de trabajo (RT): Disolver ( ) el contenido de un vial de R 2 Enzimas en 1 frasco de R 1 Tampón. □

Tapar y mezclar suavemente hasta disolver su contenido.

Estabilidad (RT): 4 meses en nevera (2-8°C) o 40 días 15-25°C.

Mantener protegido de la luz

### CONSERVACIÓN Y ESTABILIDAD

Todos los componentes del kit son estables hasta la fecha de caducidad indicada en la etiqueta, cuando se mantienen los frascos bien cerrados a 2- 8°C, protegidos de la luz y se evita su contaminación. No usar reactivos fuera de la fecha indicada.

### Indicadores de deterioro de los reactivos:

- Presencia de partículas y turbidez.
- Absorbancia (A) del Blanco a 505 nm ≥ 0,1.

### MATERIAL ADICIONAL

- Espectrofotómetro o analizador para lecturas a 505 nm (500-550).
- Cubetas de 1,0 cm de paso de luz.
- Equipamiento habitual de laboratorio.

### MUESTRAS

Suero o plasma<sup>1,2</sup>: Estabilidad de la muestra 7 días a 2-8°C y 3 meses si se mantiene la muestra congelada (-20°C).

### PROCEDIMIENTO

1. Condiciones del ensayo:

Longitud de onda: ..... 505 nm (500-550)

Cubeta: ..... 1 cm paso de luz

Temperatura: ..... 37°C /15-25°C

2. Ajustar el espectrofotómetro a cero frente a agua destilada.

3. Pipetear en una cubeta (Nota 4):

	Blanco	Patrón	Muestra
RT (mL)	1,0	1,0	1,0
Patrón (Nota 1,3.) (µL)	--	10	--
Muestra (µL)	--	--	10

4. Mezclar e incubar 5 minutos a 37°C ó 10 min. a temperatura ambiente.

5. Leer la absorbancia (A) del Patrón y la muestra, frente al Blanco de reactivo. El color es estable como mínimo 60 minutos.

### CÁLCULOS

$$\frac{(A) \text{Muestra} - (A) \text{Blanco}}{(A) \text{Patrón} - (A) \text{Blanco}} \times 200 \text{ (Conc. Patrón)} = \text{mg/dL de colesterol en la muestra}$$

Factor de conversión: mg/dL x 0,0258= mmol/L.

### CONTROL DE CALIDAD

Es conveniente analizar junto con las muestras sueros control valorados:

SPINTROL H Normal y Patológico (Ref. 1002120 y 1002210).

Si los valores hallados se encuentran fuera del rango de tolerancia, revisar el instrumento, los reactivos y el calibrador.

Cada laboratorio debe disponer su propio Control de Calidad y establecer correcciones en el caso de que los controles no cumplan con las tolerancias.

### VALORES DE REFERENCIA

Evaluación del riesgo<sup>5,6</sup>:

Menos de 200 mg/dL	Normal
200-239 mg/dL	Moderado
≥ 240	Alto

Estos valores son orientativos. Es recomendable que cada laboratorio establezca sus propios valores de referencia.

### CARACTERÍSTICAS DEL MÉTODO

Rango de medida: Desde el límite de detección de 0 mg/dL hasta el límite de linealidad de 900 mg/dL.

Si la concentración es superior al límite de linealidad, diluir la muestra 1/2 con CINA 9 g/L y multiplicar el resultado final por 2.

### Precisión:

Media (mg/dL)	Intraserie (n=20)		Interserie (n=20)	
	SD	CV (%)	SD	CV (%)
90,4	1,15	1,27	92,8	2,14
187	1,01	0,54	193	1,24

Sensibilidad analítica: 1 mg/dL = 0,00152 A.

Exactitud: Los reactivos SPINREACT (y) no muestran diferencias sistemáticas significativas cuando se comparan con otros reactivos comerciales (x).

Los resultados obtenidos con 50 muestras fueron los siguientes:

Coefficiente de correlación (r): 0,99541.

Ecuaación de la recta de regresión: y= 0,95293x - 3,020.

Las características del método pueden variar según el analizador utilizado.

### INTERFERENCIAS

No se han observado interferencias de hemoglobina hasta 5 g/L y bilirrubina hasta 10 mg/dL<sup>1,2</sup>.

Se han descrito varias drogas y otras sustancias que interfieren en la determinación del Colesterol<sup>3,4</sup>.

### NOTAS

1. CHOLESTEROL CAL: Debido a la naturaleza del producto, es aconsejable tratarlo con sumo cuidado ya que se puede contaminar con facilidad.
2. LCF (Lipid Clearing Factor) está integrado en el reactivo.
3. La calibración con el Patrón acuoso puede dar lugar a errores sistemáticos en métodos automáticos. En este caso, se recomienda utilizar calibradores séricos.
4. Usar puntas de pipeta desechables limpias para su dispensación.
5. SPINREACT dispone de instrucciones detalladas para la aplicación de este reactivo en distintos analizadores.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Naito H.K. Cholesterol. Kaplan A et al. Clin Chem The C.V. Mosby Co. St Louis. Toronto. Princeton 1984; 1194-11206 and 437.
2. Meatiini F. et al. The 4-hydroxybenzoate/4-aminophenazone Chromogenic System. Clin Chem 1978; 24 (12): 2161-2165.
3. Young DS. Effects of drugs on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC Press, 1995.
4. Young DS. Effects of disease on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC 2001.
5. Burtis A et al. Tietz Textbook of Clinical Chemistry, 3rd ed AACC 1999.
6. Tietz N W et al. Clinical Guide to Laboratory Tests, 3rd ed AACC 1995.

### PRESENTACIÓN

Ref: 1001090	R1: 10 x 50 mL, R2: 10 → 50 mL, CAL: 1 x 5 mL
Ref: 1001091	R1: 10 x 20 mL, R2: 10 → 20 mL, CAL: 1 x 5 mL
Ref: 1001092	R1: 4 x 125 mL, R2: 4 → 125 mL, CAL: 1 x 5 mL
Ref: 1001093	R1: 4 x 250 mL, R2: 4 → 250 mL, CAL: 1 x 5 mL

Obtenido del instructivo del Kit enzimático.



# HDL

## Determinación cuantitativa de colesterol HDL IVD

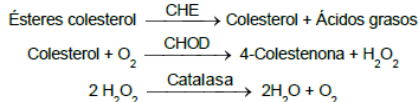
Conservar a 2-8°C

### PRINCIPIO DEL MÉTODO

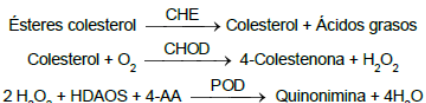
Determinación directa del HDLc (colesterol de lipoproteínas de alta densidad) sin necesidad de pre-tratamiento o centrifugado de la muestra.

La determinación se realiza en dos pasos:

- 1º Eliminación de lipoproteínas no-HDL



- 2º Medición de HDLc



La intensidad del color formado es proporcional a la concentración de HDLc presente en la muestra ensayada.

### SIGNIFICADO CLÍNICO

Las partículas de HDL son lipoproteínas de alta densidad que transportan el colesterol desde los tejidos del cuerpo hasta el hígado. Debido a que las HDL pueden retirar el colesterol de las arterias y transportarlo de vuelta al hígado para su excreción, se les conoce como el colesterol o 'lipoproteína buena', ya que niveles elevados están relacionados con un menor riesgo cardiovascular. Un nivel bajo de colesterol HDL es considerado uno de los principales factores de riesgo cardiovascular y enfermedades de las arterias coronarias<sup>1,5,6</sup>.

El diagnóstico clínico debe realizarse teniendo en cuenta todos los datos clínicos y de laboratorio.

### REACTIVOS

R 1	N,N-bis (2-hidroxiethyl)-2-aminoetanosulfónico ácido pH 6.6	100 mM
	N-(2-hidroxi-3-sulfopropil)-3,5-dimetoxianilina (HDAOS)	0.7 mM
	Colesterol esterasa	≥800 U/L
	Colesterol oxidasa	≥500 U/L
	Catalasa	≥300 U/L
R 2	Ascórbico oxidasa	≥3000 U/L
	N,N-bis (2-hidroxiethyl)-2-aminoetanosulfónico ácido pH 7,0	100 mM
	4 - Aminoantipirina	4 mM
	Peroxidasa	≥ 3500 U/L
	HDLc/ LDLc CAL	Calibrador, Suero humano liofilizado.

### PRECAUCIONES

#### HDLc/ LDLc CAL

Los componentes de origen humano han resultado ser negativos para el antígeno HBs, HCV y para el anti-HIV (1/2). Sin embargo, deben tratarse con precaución como potencialmente infecciosos.

TRAZABILIDAD: Los valores se asignan de acuerdo a los requisitos del Protocolo del Método de Evaluación US National Reference System CRMLN.

### PREPARACIÓN

- R 1 y R 2: Listos para su uso.

- HDLc/ LDLc CAL: Reconstituir el contenido de un vial con 1 mL de agua destilada. Tapar el vial y mezclar suavemente hasta disolver su contenido.

### CONSERVACIÓN Y ESTABILIDAD

Todos los componentes del kit son estables hasta la fecha de caducidad indicada en la etiqueta del vial, cuando se mantienen los viales bien cerrados a 2-8°C, protegidos de la luz y se evita la contaminación. No congelar los reactivos.

- R 1 y R 2: Una vez abiertos son estables 4 semanas a 2-8°C.

- HDLc/ LDLc CAL: Una vez reconstituido es estable 2 semanas a 2-8°C o 3 meses a -20°C.

No usar reactivos fuera de la fecha indicada.

### Indicadores de deterioro de los reactivos:

- Presencia de partículas y turbidez.

### MATERIAL ADICIONAL

- Espectrofotómetro o analizador con cubeta para lecturas a 600 nm.
- Cubetas de 1,0 cm de paso de luz.
- Equipamiento habitual de laboratorio.

### MUESTRAS

Suero o plasma: 1 No usar anticoagulantes con citrato.

No utilizar muestras hemolizadas. Separar el suero de los hematies lo antes posible.

Estabilidad de la muestra: 7 días a 2-8°C.

### PROCEDIMIENTO

1. Condiciones del ensayo:

Longitud de onda: ..... 600-700 nm  
Cubeta: ..... 1 cm paso de luz  
Temperatura: ..... 37°C

2. Ajustar el espectrofotómetro a cero frente a agua destilada.

3. Pipetear en una cubeta:

	Blanco	Calibrador	Muestra
R1 (µL)	300	300	300
Calibrador (µL)	--	3	--
Muestra (µL)	--	--	3

4. Mezclar e incubar 5 min a 37°C

5. Leer la absorbancia (A1) del calibrador y la muestra.

6. Añadir:

	Blanco	Calibrador	Muestra
R2 (µL)	100	100	100

7. Mezclar e incubar 5 minutos a 37°C.

8. Leer la absorbancia (A2) frente al Blanco de reactivo.

9. Calcular: ΔA= A2 - A1 .

### CÁLCULOS

$\frac{(\Delta A)_{\text{Muestra}}}{(\Delta A)_{\text{Calibrador}}} \times 200$  (Conc. Calibrador) = mg/dL de HDL colesterol en la muestra

**Factor de conversión:** mg/dL x 0,0259 = mmol/L.

### CONTROL DE CALIDAD

Es conveniente analizar junto con las muestras sueros control valorados:

SPINROL H Normal y Patológico (Ref. 1002120 y 1002210).

Si los valores hallados se encuentran fuera del rango de tolerancia, revisar el instrumento, los reactivos y el calibrador.

Cada laboratorio debe disponer su propio Control de Calidad y establecer correcciones en el caso de que los controles no cumplan con las tolerancias.

### VALORES DE REFERENCIA<sup>2</sup>

Riesgo menor	> 50 mg/dL	Mujeres > 60 mg/dL
Riesgo normal	35 - 50 mg/dL	45 - 60 mg/dL
Riesgo elevado	< 35 mg/dL	< 45 mg/dL

Estos valores son orientativos. Es recomendable que cada laboratorio establezca sus propios valores de referencia.

### CARACTERÍSTICAS DEL MÉTODO

**Rango de medida:** Desde el límite de detección de 3mg/dL hasta el límite de linealidad de 150 mg/dL.

Si la concentración de la muestra es superior al límite de linealidad, diluir 1/2 con ClNa 9 g/L y multiplicar el resultado final por 2.

**Precisión:**

Media (mg/dL)	Intraserie (n=30)		Interserie (n=30)	
	37.07	57.93	37.7	58.1
SD	0.45	0.88	0.35	0.51
CV (%)	1.20	1.53	0.93	0.88

**Exactitud:** Los reactivos SPINREACT (y) no muestran diferencias sistemáticas significativas cuando se comparan con otros reactivos comerciales (x).

Los resultados obtenidos con 54 muestras fueron los siguientes:

Coefficiente de correlación (r): 0,994.

Ecuación de la recta de regresión: y= 0,93x + 0,033.

Las características del método pueden variar según el analizador utilizado.

### INTERFERENCIAS

No se han observado interferencias con Bilirrubina hasta 30 mg/dL, hemoglobina hasta 500 mg/dL factores reumatoides hasta 1000 UI/mL o lipemia hasta 1200 mg/dL.

Muestras lipémicas con concentración de triglicéridos mayor a 1200 mg/dL, se deben diluir 1/10 con ClNa 9 g/L y multiplicar el resultado final por 10.

### NOTAS

**El reactivo 2 presenta coloración amarillenta debido a la peroxidasa que contiene, lo cual no afecta en absoluto la funcionalidad del reactivo.**

SPINREACT dispone de instrucciones detalladas para la aplicación de este reactivo en distintos analizadores.

### BIBLIOGRAFÍA

- Naito H K HDL Cholesterol. Kaplan A et al. Clin Chem The C.V. Mosby Co. St Louis. Toronto. Princeton 1984; 1207-1213 and 437.
- US National Cholesterol Education Program of the National Institutes of Health.
- Young DS. Effects of drugs on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACCC Press, 1995.
- Young DS. Effects of disease on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACCC 2001.
- Burtis A et al. Tietz Textbook of Clinical Chemistry, 3rd ed AACCC 1999.
- Tietz N W et al. Clinical Guide to Laboratory Tests, 3rd ed AACCC 1995.PCT/JP97/04442

### PRESENTACIÓN

Ref: 1001096	Cont.	R1: 1 x 60 mL, R2: 1 x 20 mL, CAL: 1 x 1 mL
Ref: 1001097		R1: 1 x 30 mL, R2: 1 x 10 mL, CAL: 1 x 1 mL
Ref: 1001098		R1: 1 x 240 mL, R2: 1 x 80 mL, CAL: 1 x 1 mL
Ref: 1001099		R1: 3 x 240 mL, R2: 1 x 240 mL, CAL: 4 x 1 mL

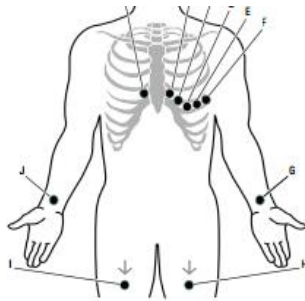
Obtenido del instructivo del Kit enzimático.

## ANEXO 8. PROCEDIMIENTOS DEL PROTOCOLO DE BRUCE

Se divide en dos fases: 1.- Realizar un electrocardiograma y 2.- Realizar la prueba de esfuerzo.

### 1.- Electrocardiograma.

1. Se preparó al paciente siguiendo los pasos que a continuación se describen:
  - Se pidió al paciente permanecer inmóvil durante el test. (El movimiento puede originar error)
  - Comprobar que el paciente esté cómodo y relajado. (Los temblores pueden originar un error)
  - Se reclinó al paciente con la cabeza en una posición ligeramente superior al corazón y a las piernas.
2. Se seleccionaron las áreas de colocación de los electrodos. (Consulte el gráfico "Áreas de colocación de los electrodos".)
  - Buscar áreas lisas.
  - Se evitó colocar electrodos en las zonas de grasa o hueso y los músculos principales.
3. Prepararon las áreas de colocación de los electrodos.
  - Afeitar o retirar el pelo.
  - Limpiar la piel cuidadosamente y frotar ligeramente hasta secarla. Se puede utilizar agua y jabón, alcohol isopropílico o torundas de preparación de la piel.
4. Se conectaron los cables de cada una de las derivaciones a los electrodos del paciente.



	AHA	IEC	Ubicación
A	V1 (rojo)	C1 (rojo)	Cuarto espacio intercostal, a la derecha de la línea esternal.
B	V2 (amarillo)	C2 (amarillo)	Cuarto espacio intercostal, a la izquierda de la línea esternal.
C	V3 (verde)	C3 (verde)	A media distancia entre V2 y V4.
D	V4 (azul)	C4 (marrón)	Quinto espacio intercostal, a la izquierda de la línea media clavicular.
E	V5 (naranja)	C5 (negro)	Línea axilar anterior, al mismo nivel horizontal que V4.
F	V6 (morado)	C6 (morado)	Línea media axilar, al mismo nivel horizontal que V4 y V5.
G	LA (negro)	L (amarillo)	Justo por encima de la muñeca izquierda en la cara interior del brazo.
H	LL (rojo)	F (verde)	Justo por encima del tobillo izquierdo.
I	RL (verde)	N (negro)	Justo por encima del tobillo derecho.
J	RA (blanco)	R (rojo)	Justo por encima de la muñeca derecha en la cara interior del brazo.

---

## 2.- Prueba de esfuerzo, protocolo de Bruce.

Se pidió al paciente caminar sobre una banda sin fin la cual iba aumentando progresivamente la velocidad e inclinación.

El protocolo de Bruce se compone de un estadio de calentamiento seguido de niveles de 3 minutos de duración en los que aumenta tanto la velocidad como la inclinación de la banda. Para realizar esta prueba se solicitó a los participantes asistieran con ropa deportiva o cómoda.

Antes de iniciar la prueba se explicó cómo se realiza la prueba, las medidas de seguridad, indicaciones generales y contraindicaciones, además se mencionó que la banda sin fin contaba con un botón de seguridad el cual podían presionar cuando llegaran a su máximo esfuerzo o quisieran dar por terminada la prueba.

Al iniciar el tiempo de recuperación la banda iba disminuyendo la velocidad progresivamente hasta detenerse de manera segura.

Cada nivel aumento de intensidad, velocidad e inclinación.

### Protocolo de Bruce.

<b>Tiempo de la prueba (min)</b>	<b>0-3</b>	<b>3-6</b>	<b>6-9</b>	<b>9-12</b>	<b>12-15</b>	<b>15-18</b>
Velocidad (mph)	1.7	2.5	3.4	4.2	5.0	5.8
Inclinación (%)	10	12	14	16	18	20

Fuente: Fletcher y otros, 2001

---

## ANEXO 9. PROCEDIMIENTOS PARA LA MEDICION DE LA FRECUENCIA CARDIACA.

### Frecuencia cardiaca.

El pulsioxímetro de dedo presenta un tamaño pequeño, su operación es conveniente y es portátil. Sólo es necesario que el paciente este relajado y se coloca en uno de sus dedos y el sensor fotoeléctrico debe tocar la punta del dedo para el diagnóstico, y en la pantalla se muestra la saturación de oxígeno.

El procedimiento es el siguiente:

1. Instalar dos pilas AAA en cassette de la batería antes de cerrar la cubierta.
2. Insertar un dedo como lo siguientes:
3. Insertar un dedo en el agujero de goma del oxímetro en su totalidad.



4. Presionar el botón para encenderlo.
5. Los dedos y el cuerpo no deben temblar durante la medición.
6. Leer los datos correspondientes en la pantalla directamente.
7. Cuando el dedo salga del agujero de la goma dura de 5 segundos, apagará automáticamente.

---

## **ANEXO 10. PROCEDIMIENTOS PARA LA MEDICIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL.**

### **Presión arterial.**

Se midió con el siguiente procedimiento:

Comenzó la medición una vez que el sujeto se observara tranquilo, relajado durante al menos 5 min;

Sentado con su brazo derecho descubierto y apoyado con la parte superior a nivel del corazón, espalda apoyada en la silla, las piernas sin cruzar y los pies en el suelo.

Corroborar que la vulva del manguito del baumanómetro estuviera cerrada.

Se envolvió el brazalete cómodamente alrededor del brazo del paciente, el borde más bajo debe estar a 1 pulgada por encima del doblez del codo.

Se colocó el receptor de sonido del estetoscopio en la arteria radial a altura del pliegue del codo cuidando que no se moviera.

La perilla se bombeó hasta 200 mm Hg sobre el punto en que desaparece el pulso radial, indicando al adulto que se sintió la presión alrededor del brazo.

Inmediatamente después, la válvula se abre ligeramente y constante, permitiendo que la presión descienda de manera lenta. La presión del mango fue liberada a una velocidad de 2 a 3 mm Hg por segundo aproximadamente.

El nivel en el cual se escuchó el primer sonido se anota como presión sistólica (PAS) y cuando desaparecen todos los sonidos representa la presión diastólica (PAD)