



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

---

---

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

ÁREA ACADÉMICA DE NUTRICIÓN

**Efecto del consumo de pasta de cacao (*Theobroma cacao L.*) sobre los indicadores antropométricos y presión arterial en estudiantes universitarios del Instituto de Ciencias de la salud de la UAEH**

Tesis que para obtener el grado de:

**Licenciada en Nutrición**

PRESENTA

P.L.Nutric. Andrea Guadalupe Romero Ornelas

No. cuenta: 325150

Bajo la dirección de:

José Alberto Ariza Ortega

Profesor Investigador del Área Académica de Nutrición

Co-director:

Zuli Guadalupe Calderón Ramos

Profesor Investigador del Área Académica de Nutrición



**Pachuca, Hidalgo., 2020**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO  
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ÁREA ACADÉMICA DE NUTRICIÓN



De acuerdo con el artículo 40 del Reglamento de Titulación vigente, el jurado de examen recepcional designado, autoriza para su impresión la Tesis titulada

**“Efecto del consumo de pasta de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre los indicadores antropométricos y presión arterial en estudiantes universitarios del Instituto de Ciencias de la salud de la UAEH”**

Que para obtener el Título de Licenciada de Nutrición sustenta la Pasante

**C. Andrea Guadalupe Romero Ornelas**

**ATENTAMENTE**

**Pachuca, Hidalgo, 25 de agosto de 2020  
“Amor, Orden y Progreso”**

PRESIDENTE:	DRA. ESTHER RAMÍREZ MORENO
SECRETARIO:	M. en N.C. ARIANNA OMAÑA COVARRUBIAS
PRIMER VOCAL:	DRA. NELLY DEL SOCORRO CRUZ CANSINO
SEGUNDO VOCAL:	M. en N.C. ZULI G. CALDERÓN RAMOS
TERCER VOCAL:	DR. JOSÉ ALBERTO ARIZA ORTEGA
PRIMER SUPLENTE:	M. en N.C. TRINIDAD LORENA FERNÁNDEZ CORTÉS
SEGUNDO SUPLENTE:	DRA. TERESITA DE JESÚS SAUCEDO MOLINA

***Sé firme en tus actitudes y perseverante en tu ideal.***

***Pero sé paciente, no pretendiendo que todo te llegue de inmediato.***

***Haz tiempo para todo, y todo lo que es tuyo, vendrá a tus manos en el momento oportuno.***

***M. Gandhi***

## **AGRADECIMIENTOS**

Estas palabras son para ustedes. A mis padres, Adrian Gachuz y Cecilia Ornelas gracias por todo su amor, comprensión y apoyo incondicional, pero sobre todo gracias infinitas por la paciencia que me han tenido. No tengo palabras para agradecerles las incontables veces que me han brindado su apoyo en todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida, unas buenas y otras malas. Gracias por darme la libertad de desenvolverme como ser humano, gracias por apoyar mi independencia en estos 5 años y por guiarme siempre por el buen camino. Gracias por hacerme saber que soy un orgullo para ustedes.

A mi madre, por enseñarme esa fuerza, valentía y perseverancia en los momentos más difíciles, porque me has enseñado que ante cada obstáculo siempre hay luz al final del túnel, gracias infinitas por tu amor incondicional, te amo.

A mi padre, por demostrarme que nunca es tarde para alcanzar mis sueños, por siempre decir “sí” cada que necesitaba algo, por guiarme en este camino universitario y sobre todo por tu amor, te amo.

Agradezco a mi director de tesis José Alberto Ariza Ortega, quien con su experiencia, conocimiento y motivación me orientó en este camino de la investigación e impulsó a continuar en esta maravillosa área.

También agradezco a mis compañeras y amigas de aula y tesis por hacer más divertidos los días, por ese apoyo que nos dimos unas a las otras en cada etapa de este proyecto.

Así mismo, quiero agradecer a todas las personas que me motivaron y apoyaron para que se hiciera posible esta investigación y que de alguna manera estuvieron conmigo en los momentos difíciles, tristes y sobretodo en los momentos felices.

Y por último, agradezco a la vida y a Dios por bendecirme y darme fuerzas para continuar con mis metas, permitiéndome seguir a pesar de las adversidades.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS .....	1
ÍNDICE DE FIGURAS .....	2
1. RESUMEN .....	3
ABSTRACT .....	4
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Población, hábitos alimenticios y características nutricionales del adulto joven	5
2.2 Indicadores antropométricos .....	7
2.2.1 Índice de masa corporal .....	7
2.2.2 Circunferencia de cintura.....	8
2.2.3 Composición corporal.....	9
2.3 Presión arterial .....	11
2.4 Cacao .....	12
2.4.1 Características nutricionales del cacao .....	13
2.4.1.1 Compuestos bioactivos .....	15
2.4.1.2 Antioxidantes.....	15
2.5 Efecto del consumo de los productos de cacao en la salud.....	18
2.5.1 Efecto en los indicadores antropométricos.....	18
2.5.2 Efecto en la presión arterial.....	20
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	23
4. JUSTIFICACIÓN .....	24
5. OBJETIVO GENERAL.....	25
5.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	25
6. HIPÓTESIS .....	25
7. MATERIALES Y MÉTODOS .....	26

7.1	Diseño metodológico .....	26
7.2	Tipo de estudio y muestra poblacional .....	27
7.3	Descripción de la intervención con la pasta de cacao .....	27
7.4	Evaluación antropométrica .....	28
7.5	Medición de presión arterial .....	29
7.6	Definición conceptual y operacional de variables .....	29
7.7	Análisis estadístico .....	32
8.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	33
8.1	Efecto del consumo de pasta de cacao en las variables antropométricas .....	38
8.2	Efecto del consumo de pasta de cacao en la presión arterial .....	41
9.	CONCLUSIÓN .....	44
10.	RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS.....	45
11.	REFERENCIAS.....	46
12.	ANEXOS .....	60
12.1	Consentimiento informado.....	60
12.2	Formato para evaluación antropométrica y clínica .....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de las recomendaciones nutricias para la población adulto joven.....	5
Tabla 2. Criterios diagnósticos de síndrome metabólico específicos por edad y percentiles correspondientes, para adultos jóvenes .....	6
Tabla 3. Clasificación e interpretación del índice de masa corporal.....	7
Tabla 4. Puntos de corte para circunferencia de cintura para identificar adiposidad abdominal .....	8
Tabla 5. Clasificación del porcentaje de grasa corporal por pletismografía por desplazamiento de aire “BOD POD” > 18 años.....	10
Tabla 6. Clasificación para la hipertensión arterial sistémica.....	11
Tabla 7. Comparación de macromoléculas y componentes menores de dos chocolates comerciales y pasta de cacao .....	14
Tabla 8. Definición operacional de variables.....	29
Tabla 9. Distribución porcentual de la muestra de estudio.....	34
Tabla 10. Variables antropométricas determinadas antes y después de la intervención durante 4 semanas .....	38
Tabla 11. Composición corporal determinada antes y después de la intervención durante 4 semanas .....	40
Tabla 12. Presión arterial determinada antes y después de la intervención durante 4 semanas .....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Equipo pletismografía por desplazamiento de aire “BOD POD” ..	10
<i>Figura 2.</i> Partes del grano de cacao.....	12
<i>Figura 3.</i> Principales flavonoides del cacao.....	17
<i>Figura 4.</i> Posible efecto de los flavonoides del cacao en el proceso de inflamación relacionado con la obesidad. ....	20
<i>Figura 5.</i> Producción de óxido nítrico .....	21
<i>Figura 6.</i> Diagrama experimental .....	26



## 1. RESUMEN

La pasta de cacao se obtiene de la molienda y el tostado de sus granos, por lo que presenta el 100 % del cacao y no tiene aditivos. Sus principales compuestos son los ácidos grasos insaturados y compuestos fenólicos, por lo que puede ser una opción para prevenir padecimientos del síndrome metabólico. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del consumo de la pasta de cacao (*Theobroma cacao L.*) sobre los indicadores antropométricos y presión arterial en estudiantes universitarios. Se realizó un ensayo clínico aleatorizado controlado con una muestra de 38 sujetos (27 mujeres y 11 hombres), la media de edad fue de 20.77 años ( $\pm 1.57$ ) en mujeres y 22.54 ( $\pm 3.5$ ) en hombres. La evaluación antropométrica siguió la metodología de la Society for the Advancement of Kinanthropometry; para composición corporal se utilizó el equipo BOD POD. Para determinar la presión arterial se utilizó equipo esfigmomanómetro digital. Como resultados, el consumo de 1 g de pasta de cacao no mostró diferencias significativas en las mediciones de IMC y peso corporal ( $p > 0.05$ ), pero sí en la medición de circunferencia de cintura en hombres del grupo experimental ( $85.50 \pm 8.08$  vs  $83.55 \pm 7.74$  cm,  $p = 0.043$ ). No hubo cambios significativos en la composición corporal en ninguno de los grupos. En la determinación de la presión arterial sistólica y diastólica, las mujeres del grupo experimental presentaron diferencias significativas ( $107.00 \pm 14.77$  vs  $100.00 \pm 10.37$ ,  $p = 0.023$ ) y ( $76.00 \pm 8.23$  vs  $71.00 \pm 9.31$ ,  $p = 0.007$ ), respectivamente. El consumo de 1 g de pasta de cacao después de 4 semanas disminuyó significativamente la circunferencia de cintura en hombres y la presión arterial en mujeres.

**Palabras clave:** Pasta de cacao, estudiantes universitarios, parámetros antropométricos, presión arterial, antioxidantes.

## **ABSTRACT**

The cocoa paste is obtained from the grinding and roasting of the cocoa beans, so it is 100% cocoa and has no additives. Its main compounds are unsaturated fatty acids and phenolic compounds, so it can be an option to prevent metabolic syndrome sufferings. Therefore, the aim of this work was to evaluate the effect of cocoa paste (*Theobroma cacao* L.) consumption on anthropometric indicators and blood pressure in university students. It was carried out a randomized controlled clinical trial with a sample of 38 subjects (27 women and 11 men), the mean age was 20.77 years ( $\pm 1.57$ ) in women and 22.54 ( $\pm 3.5$ ) in men. The anthropometric assessment followed the methodology of the Society for the Advancement of Kinanthropometry; for body composition, the BOD POD team was used. To determine blood pressure, digital sphygmomanometer equipment was used. As results, the consumption of 1 g of cocoa paste did not show significant differences in the measurements of BMI and body weight ( $p > 0.05$ ), but it did in the measurement of waist circumference in men of the experimental group ( $85.50 \pm 8.08$  vs  $83.55 \pm 7.74$  cm,  $p = 0.043$ ). There were no significant changes in body composition in any of the groups. In determining systolic and diastolic blood pressure, the women in the experimental group presented significant differences ( $107.00 \pm 14.77$  vs  $100.00 \pm 10.37$ ,  $p = 0.023$ ) and ( $76.00 \pm 8.23$  vs  $71.00 \pm 9.31$ ,  $p = 0.007$ ), respectively. Consumption of 1 g of cocoa paste after 4 weeks significantly decreased waist circumference in men and blood pressure in women.

**Keywords:** Cocoa paste, university students, anthropometric parameters, blood pressure, antioxidants.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Población, hábitos alimenticios y características nutricionales del adulto joven

En México, la población de estudiantes entre ellos los universitarios (adulto joven), quienes de acuerdo con González-Pineda (2017), son aquellos que se encuentran en una edad de 18 hasta 40 años de edad, no obstante, sus hábitos alimentarios y estilo de vida ya están definidos. Sin embargo, estos pueden ser modificados de acuerdo con su entorno académico o laboral (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá [INCAP], 2009; González-Pineda, 2017). Se ha informado que la alimentación en los estudiantes universitarios no es diversificada, omiten comidas, pican alimentos entre horas, abusan de la comida rápida que contiene ácidos grasos saturados, azúcar y/o sodio, aunado a un consumo bajo de alimentos con propiedades bioactivas (Valdés-Badilla, Godoy-Cumillaf, Herrera-Valenzuela, y Durán-Agüero, 2015), desde un punto de vista nutricional, esta población es un grupo vulnerable para desarrollar costumbres y hábitos de riesgo, que en muchos de los casos se mantendrá a lo largo de su vida (Muñoz-De Mier et al., 2017; Lorenzini, Betancur-Ancona, Chel-Guerrero, Segura-Campos y Castellanos-Ruelas, 2015). Por lo anterior, organizaciones enfocadas al estudio de la salud y nutrición en la población del adulto joven, proponen recomendaciones nutricias, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Comparación de las recomendaciones nutricias para la población adulto joven

Nutriente (%)	OMS 2003	FAO 2010
Carbohidratos	50 g/día (50-65 %)	NR
Azúcares totales	< 10 % del VCD o 5 %	NR
Lípidos	≤ 35 %	15-35 %
Ácidos grasos saturados y <i>trans</i>	≤ 7-10 % VCD	≤ 10 %
Ácidos grasos monoinsaturados	10 al 20 % del VCD	15-20 %
Ácidos grasos poliinsaturados	5-10 % del VCD	6-11 %
Proteína	0.8-01 (10-15 %)	NR
Fibra dietética (g)	> 25	NR

Fuente: Oliveira-Fuster y Gonzalo-Marín, 2017. VCD: valor calórico de la dieta. NR: No reportado.

En la tabla anterior, se observan las recomendaciones básicas de un adulto joven (18-40 años) para su óptimo crecimiento, mantenimiento y funcionamiento (Oliveira-Fuster y Gonzalo-Marín, 2017). Sin embargo, estos porcentajes propuestos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) varían de un individuo a otro, ya que dependen del sexo, edad y del estado fisiológico en el que se encuentre (Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, 2015; Bonvecchio-Arenas et al., 2015) por lo que, al exceder estas recomendaciones aunado a un estilo de vida sedentario, puede desarrollar problemas como síndrome metabólico (SM).

El SM se refiere a una combinación de hipertensión, obesidad abdominal, resistencia a la insulina y dislipidemia. En poblaciones jóvenes este síndrome es mucho menos prevalente (6.4 %) (Ruano-Nieto, 2016), por lo que se hace indispensable la inclusión de otros marcadores como el Índice de Masa Corporal (IMC) y marcadores de inflamación (citoquinas pro-inflamatorias, proteína C reactiva), para poder hacer un mejor diagnóstico (Pineda, 2008; Ruano-Nieto, 2016).

En la tabla 2, se presentan los criterios diagnósticos de SM según el Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol en el Panel de Tratamiento para Adultos III (ATP III) y la Federación Internacional de Diabetes (IDF, por sus siglas en inglés) por edad y sexo.

Tabla 2. Criterios diagnósticos de síndrome metabólico específicos por edad y percentiles correspondientes, para adultos jóvenes

Hombres							
Edad (años)	Circunferencia abdominal (cm)		Presión arterial (mmHg)		HDL-c (mg/dL)	TG (mg/dL)	Glucosa (mg/dL)
	ATP III	IDF	Sistólica	Diastólica			
18	101.8	93.4	129	84	40	146	100
19	102.0	93.8	130	85	40	148	100
20-22	102.0	94	130	85	40	150	100
Mujeres							
Edad (años)	Circunferencia abdominal (cm)		Presión arterial (mmHg)		HDL-c (mg/dL)	TG (mg/dL)	Glucosa (mg/dL)
	ATP III	IDF	Sistólica	Diastólica			
18	87.0	79.2	129	85	50	142	100
19	87.7	79.8	130	85	50	149	100
20-22	88	80	130	85	50	150	100

Fuente: Ruano-Nieto, 2016. ATP III: Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol, en el Panel de Tratamiento para Adultos III. IDF: Federación Internacional de Diabetes. HDL: Lipoproteínas de alta densidad. TG: Triacilglicéridos.

Por lo anterior, para prevenir o disminuir padecimientos como síndrome metabólico, es importante evaluar los signos y síntomas clínicos que indiquen posibles carencias o excesos de nutrientes y energía, así como determinar la composición corporal, los cuales se describen a continuación (OMS, 2020).

## 2.2 Indicadores antropométricos

La antropometría es una técnica que determina el tamaño, las proporciones y la composición del cuerpo humano (OMS, 2020). Los indicadores antropométricos se utilizan para la identificación de un riesgo, intervención, evaluación del estado nutricional o salud, entre otros, por lo que son recomendados para la vigilancia y el seguimiento del síndrome metabólico (Meertens et al., 2011). Uno de los indicadores más utilizados para la evaluación del estado nutricional es el Índice de Masa Corporal, así como la circunferencia de cintura que identifica el exceso de grasa, así como la distribución de esta.

### 2.2.1 Índice de masa corporal

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, el Índice de Masa Corporal (IMC), se define con el indicador para determinar la relación entre peso y talla al cuadrado, los resultados se expresan en unidades de  $\text{kg}/\text{m}^2$ . El cálculo obtenido, se utiliza para identificar la composición corporal, ya sea desnutrición, sobrepeso y obesidad (Frank y Nuttall, 2015). En la tabla 3 se muestra la clasificación para adultos  $\geq 19$  años.

Tabla 3. Clasificación e interpretación del índice de masa corporal

IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	Interpretación
15 a 19.9	Bajo peso
20 a 24.9	Normal
25 a 29.9	Sobrepeso
30 a > 35	Obesidad

Fuente: OMS, 1995. IMC: Índice de Masa Corporal.

En la tabla anterior se observa la clasificación del IMC. Sin embargo, el IMC no diferencia entre masa magra, masa grasa y estado fisiológico.

De acuerdo con los parámetros de la clasificación de IMC (tabla 3), la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) medio camino (2016), refirió que la población de 20 años y más, se encuentra dentro de las especificaciones para un IMC normal (27.5 %) y bajo peso (1.3 %). Sin embargo, cuando se comparó entre mujeres y hombres, la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad es mayor en las mujeres (73.0 %) comparadas con los hombres (69.4 %), incidencias que se incrementó en un 38.4 % para la población de 12-19 años de edad, un 75.2 % para la edad de 20 años y más. En la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad, las mujeres tienen un 76.8 % y los hombres un 73.0 % (ENSANUT, 2018). Por lo que en un futuro la población de adulto joven desarrollará padecimientos del SM.

### 2.2.2 Circunferencia de cintura

La medición de la circunferencia de cintura (CC) es un indicador de adiposidad central o abdominal. La obesidad abdominal cuando es evaluada por la circunferencia de cintura predice el riesgo de padecer alteraciones metabólicas (Janssen, Katzmarzyk y Ross, 2004), por lo que para una correcta determinación de este indicador, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2000) recomienda que la medición de la circunferencia de cintura, se realice a la altura de la mitad de la axila, en el punto medio entre la parte inferior de la última costilla y la cresta iliaca. Los resultados se comparan con los parámetros de referencia propuestos por esta organización e investigadores (tabla 4).

Tabla 4. Puntos de corte para circunferencia de cintura para identificar adiposidad abdominal

Riesgo de complicaciones metabólicas	Circunferencia de cintura (cm)	
	Hombre	Mujer
Aumentado	≥ 94	≥ 80
Sustancialmente aumentado	≥ 102	≥ 88
Población mexicana	90	85

Fuente: OMS, 2000; Berber, Gomez-Santos, Fanghanel y Sánchez-Reyes, 2001; Federación Internacional de la Diabetes, 2006).

De acuerdo con la ENSANUT medio camino (2016) quien reportó que los hombres y las mujeres de 20-29 años (adulto joven), son los que tienen una mayor

prevalencia de obesidad abdominal con 49.0 % y 24.7 %, respectivamente, por lo que en un futuro son propensos a un alto riesgo de desarrollar uno de los criterios del síndrome metabólico. Una de las opciones para la prevención del aumento de la obesidad abdominal, es disminuir el consumo de alimentos calóricos e incluir alimentos con compuestos bioactivos, por ejemplo la pasta de cacao en la que se ha reportado que los derivados de esta, tienen un efecto positivo en la salud (Gu et al., 2014; García-Díaz, Reyes-Farías, Ovalle-Marín, 2014; Strat et al., 2016; Nour-Rahman, Citrakesumasari y Astuti-Taslim, 2018; Jaramillo-Flores, 2019; Montagna et al., 2019).

### **2.2.3 Composición corporal**

La composición corporal valora el estado nutricional mediante la cuantificación de las reservas corporales del organismo, de esta forma se puede detectar o prevenir problemas nutricionales como la desnutrición u obesidad, por lo que se puede diagnosticar la ingesta de energía y los diferentes nutrientes, el crecimiento o la actividad física (Ravasco, Anderson y Mardones, 2010). Una de las técnicas más utilizadas para valorar la composición corporal es la antropometría, en donde se emplean medidas sencillas, rápidas, seguras y de bajo costo (peso, talla, longitud de extremidades, perímetros o circunferencias corporales, pliegues cutáneos, entre otros) (Meertens et al., 2011). Los resultados obtenidos, se sustituyen en fórmulas para calcular diferentes índices que permiten cuantificar la masa libre de grasa y la grasa corporal. Sin embargo, se requiere de personal entrenado y una buena estandarización de las medidas (Aristizábal, Restrepo y Estrada, 2007; Ravasco et al., 2010). Existe una alternativa instrumental que minimiza los posibles errores de las determinaciones de las medidas antropométricas, como es el BOD POD, este equipo consta de dos cámaras y accesorios (figura 1), donde se introduce al paciente, sin ningún objeto metálico, solo con una licra y gorra.



Figura 1. Equipo pletismografía por desplazamiento de aire "BOD POD". Fuente: Tecnomed, 2015.

El BOD POD, combina dos variables para realizar el diagnóstico, la pletismografía (que mide los cambios de presión y volumen) y la densitometría (que determina la densidad de una sustancia o partes del cuerpo humano), el equipo desplaza al aire y deja pasar una proporción de luz, de esta forma se cuantifica la composición corporal como la masa libre de grasa y grasa en adultos y niños (en este último se usa un adaptador especial que puede ser opcional), de una forma rápida, precisa, segura y es relativamente fácil de operar, comparado con la invasividad de la Absorciometría de Rayos X de Energía Dual, así como los inconvenientes asociadas con la inmersión subacuática en el pesaje hidrostático. Los resultados son capturados en un programa computacional (Ramírez-López y Valencia-Juillerat, 2008) y se clasifican de la siguiente manera:

Tabla 5. Clasificación del porcentaje de grasa corporal por pletismografía por desplazamiento de aire "BOD POD" > 18 años

Calificación de grasa corporal	Masculino	Femenino	Explicación
Arriesgado (grasa corporal alta) (%)	> 30	> 40	Demasiada grasa corporal puede presentar serios riesgos para la salud.
Exceso de grasa (%)	20.1-30	31-40	Indica un exceso de acumulación de grasa con el tiempo.
Moderadamente delgado (%)	12.1-20	23-30	El nivel de grasa es aceptable para una buena salud.
Delgado (%)	8.1-12	19-22	Niveles de grasa corporal más bajos que muchas personas. Esta gama es excelente para la salud y la longevidad.
Ultradelgado (%)	5-8	15-18	El nivel de grasa a veces se encuentra en atletas de élite
Arriesgado (bajo en grasa corporal) (%)	5	< 15	Demasiada grasa corporal puede presentar riesgos para la salud, especialmente para las mujeres.

Fuente: Tecnomed, 2015.



Cuando hay un exceso de grasa en el organismo, es recomendable disminuir alimentos calóricos e incrementar el consumo de aquellos que tengan propiedades bioactivas, debido a que se han reportado beneficios en la prevención y disminución de indicadores antropométricos y clínicos (Meertens et al., 2011; OMS, 2020).

### 2.3 Presión arterial

La presión arterial es la fuerza hidrostática de la sangre sobre la pared endotelial, que resulta de la función de bombeo del corazón, volumen sanguíneo, resistencia de las arterias al flujo y diámetro del lecho arterial. El resultado se expresa en milímetros de mercurio (mmHg). El primer número (sistólica) representa la presión en los vasos sanguíneos cuando el corazón se contrae o late. El segundo número (diastólica) representa la presión en los vasos cuando el corazón descansa entre latidos (NOM, 2009; Ravasco et al., 2010; OMS, 2019), de acuerdo con lo anterior la Norma Oficial Mexicana para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial sistémica (NOM-030-SSA2-2009) indica la siguiente clasificación:

Tabla 6. Clasificación para la hipertensión arterial sistémica

<b>Categoría</b>	<b>Sistólica (mmHg)</b>	<b>Diastólica (mmHg)</b>
Optima	< 120	< 80
Presión arterial normal	120 a 129	80 a 84
Presión arterial frontera*	130 a 139	85 a 89
Hipertensión 1	140 a 159	90 a 99
Hipertensión 2	160 a 179	100 a 109
Hipertensión 3	≥ 180	≥ 110
Hipertensión sistólica aislada	≥ 140	< 90

Fuente: NOM, 2009. \*Las personas con PA normal (con factores de riesgo asociados) o frontera aún no tiene hipertensión, pero tienen alto riesgo de presentar la enfermedad.

De acuerdo con la ENSANUT MC (2016) quien reporta que la prevalencia de hipertensión para hombres y mujeres de 20 años a más fue de 24.9 % y 26.1 %, respectivamente, valores que son mayores al compararlo con la población de 20 a 29 años, donde la prevalencia fue de 6 %. Para el año 2018, estos parámetros

disminuyeron en hombres (15.3 %) y mujeres (20.9 %). Sin embargo, son elevados para este padecimiento para la población adulto joven, por lo que podría influir para desarrollar enfermedades del síndrome metabólico, que es la causa principal de morbilidad y mortalidad en el mundo (OMS, 2017) y representa el 80 % de la mortalidad en nuestro país (OMS, 2013). Por lo anterior, la prevención o tratamiento es importante, una opción es el incremento del consumo de alimentos con compuestos bioactivos como lo es la pasta de cacao (Salas y Hernández, 2015; Kumar-Kattappagari et al., 2015; Wilson et al., 2017; OMS, 2019).

## 2.4 Cacao

El cacao pertenece al género *Theobroma* y se conocen hasta 22 especies, las cuales se distinguen por el tamaño de la planta, características de sus hojas, forma, color del fruto y del grano (figura 2), así como de su composición nutricional (tabla 7) (NOM, 2002; Otago, 2007; Avendaño-Arrazate et al., 2011).

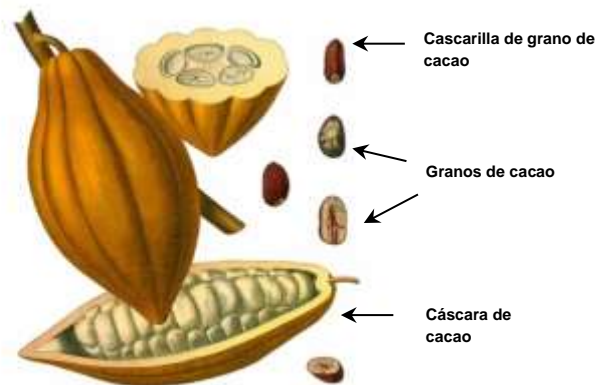


Figura 2. Partes del grano de cacao. Fuente: Soto-Pereira, 2012.

Para obtener la pasta de cacao, los granos se someten a una molienda. La pasta de cacao se prensa para obtener derivados como: la manteca de cacao, licor de cacao y residuo (polvo de cacao) (Beckett, 2008; Afoakwa, 2010). Estos derivados se pueden utilizar para la producción de diferentes tipos de chocolate como se muestra a continuación:

- ☐ Chocolate negro, está constituido de un 40-80 % de cacao en polvo, un 22 % de manteca de cacao y 15 % de azúcar.
- ☐ Chocolate con leche, contiene 25 % de cacao en polvo, 20 % de manteca de cacao, una concentración < 50 % de azúcar y 14 % de leche.
- ☐ Chocolate blanco, presenta una concentración del 25 % de manteca de cacao, un 50-60 % de azúcar y 14 % de leche (NOM, 2002; Beckett, 2008; Afoakwa, 2010).

De acuerdo con los tipos de chocolate antes mencionados, se ha reportado que el consumo de chocolate negro por su concentración alta de cacao (50-80 %) y flavonoides, mejora los valores de los indicadores antropométricos y presión arterial (Ried, Fakler y Stocks, 2017; Nour-Rahman et al., 2018). El contenido de flavonoides en el chocolate varía entre las marcas debido a las diferencias en el proceso de producción. Los niveles iniciales de flavonoides en el grano de cacao podrían cambiar durante las condiciones de fermentación, secado, tostado, alcalinización y almacenamiento, según los protocolos de cada empresa; incluso si el porcentaje de cacao es el mismo, el contenido final de flavonoides podría ser diferente (Afoakwa, 2010). Por lo anterior, hasta el momento no hay reportes del efecto del consumo de la pasta de cacao sobre los indicadores antropométricos y presión arterial en estudiantes universitarios, por lo que surgió el interés de conocer el efecto del consumo de pasta de cacao a dosis bajas y a corto plazo.

#### **2.4.1 Características nutricionales del cacao**

Los alimentos se pueden clasificar de varias maneras, una de ellas es por su concentración de macromoléculas y componentes menores (Latif, 2013b; Fardet, 2015). Por lo que, en la tabla 7 se muestra la comparación de las macromoléculas y componentes menores del chocolate negro, chocolate blanco y pasta de cacao.

Se puede observar en la tabla 7 que, en un estudio previo por el equipo de trabajo, de acuerdo con Rodríguez-Meléndez, 2020 la pasta de cacao presenta 53 g de lípidos, siendo los ácidos grasos insaturados los predominantes (98.48 %) en comparación de los chocolates comerciales. Se ha indicado que, en el cacao el

ácido graso oleico es el mayoritario (37.5 %) y su concentración es similar al que se encuentra en el aceite de oliva extravirgen (Villar y Ortega, 2005). Los ácidos grasos monoinsaturados pueden estimular la producción endotelial de óxido nítrico. Esta molécula provoca la relajación de las células del músculo liso permitiendo la dilatación de los vasos sanguíneos, que reduce a su vez la presión sanguínea y la activación endotelial (Calder, 2015), por lo que su consumo puede ser benéfico para la salud cardiovascular. También se observa en la pasta de cacao, que los compuestos fenólicos (1349.75 mg/100 g) tuvieron una mayor concentración en comparación con los chocolates comerciales.

Tabla 7. Comparación de macromoléculas y componentes menores de dos chocolates comerciales y pasta de cacao

<b>Nutriente (c/100 g)</b>	<b>CN<sup>1</sup></b>	<b>CB<sup>2</sup></b>	<b>PC<sup>3</sup></b>
Energía (Kcal)	526	539	NR
Proteína (g)	5.54	5.9	13.29
Lípidos (g)	35	32.1	53.00
Saturada (g)	21.1	32.1	1.52
Monoinsaturada (g)	12.4	NR	98.48 (%)
Poliinsaturada (g)	1.65	NR	
Carbohidratos (g)	47.2	59.2	27.77
Fibra (g)	7.64	< 1	NR
Sodio (g)	0.02-0.08	5	NR
Potasio (g)	0.4	NR	NR
Calcio (mg)	35-63	NR	NR
Fósforo (mg)	167-287	NR	NR
Magnesio (mg)	100-113	NR	NR
Hierro (mg)	2.2-3.2	NR	NR
Zinc (mg)	1.4-2.0	NR	NR
Vitamina A (UI)	3	NR	NR
Vitamina E (mg)	2.07	NR	NR
Vitamina B6 (mg)	0.04-0.05	NR	NR
Ácido fólico (μ)	6-10	NR	NR
Polifenoles totales (mg)	365.5	126.39	1349.75
Catequinas (mg)	25.2	NR	NR
Epicatequinas (mg)	151.5	NR	
Gallocatequinas (mg)	23.1	NR	
Procianidinas (mg)	108.1	NR	

Fuente: Chia-Meng, Mhd-Jalil e Ismail, 2009; Gil, 2010; Katz, Dougty, Ali, 2011 y Rodríguez-Meléndez, 2020.<sup>1</sup>CN: Chocolate negro (55 % de sólidos de cacao), <sup>2</sup>CB: Chocolate blanco y <sup>3</sup>PC: Pasta de cacao, NR: No reportado.

Los compuestos fenólicos son conocidos principalmente por sus propiedades antioxidantes, pueden ser susceptibles a ser oxidados o impedir que los metales catalicen las reacciones de oxidación, debido a que los grupos hidroxilo, al estar unidos a un anillo bencénico, presentan la posibilidad de que el átomo de oxígeno siguiente interactúe con los electrones del anillo, lo que le confiere unas características especiales respecto al resto de los alcoholes. Por otro lado, pueden actuar de quelantes (sobre todo los fenoles no flavonoides) y formar complejos con metales di o trivalentes, especialmente con el hierro y el aluminio, lo que puede tener también implicaciones nutricionales. Sin embargo, el contenido de macromoléculas y de componentes menores, así como su función fisiológica dependen de factores que los afectan, como el estrés ambiental (Adams, Adams, Wessman, Demmig-Adams, 2016).

#### **2.4.1.1 Compuestos bioactivos**

Los compuestos bioactivos se producen en la naturaleza, forman parte de la cadena alimentaria y tienen un efecto benéfico sobre la salud humana, una de sus propiedades es su capacidad de eliminar radicales libres (Guaadaoui, Benaicha, Elmajdoub, Bellaoui y Hamal, 2014; Astley y Finglas, 2016).

Los radicales libres son aquellas moléculas que tienen un electrón desapareado en su orbital más externo. Esto les confiere una capacidad de reacción muy elevada, por lo que son capaces de actuar en los sistemas biológicos produciendo cambios en la composición química o en la estructura de los elementos celulares (Paredes-Salido y Roca-Fernández, 2002).

#### **2.4.1.2 Antioxidantes**

Los antioxidantes son moléculas estables, por lo que donan un electrón a un radical libre y lo neutralizan, reduciendo así su capacidad de dañar a las células (Kumar-Kattappagari et al., 2015; Wilson et al., 2017).

Los polifenoles constituyen uno de los grupos de sustancias más numerosas y ampliamente distribuidos en el reino vegetal y representan la fuente principal de

antioxidantes para el ser humano (Rusconi y Conti, 2010). Se necesitan aproximadamente 150 mg de flavonoides para desencadenar un efecto antioxidante inmediato (agudo) y cambios en la concentración de prostaciclina (inhibe la agregación plaquetaria y ayuda a mantener la integridad de las células endoteliales). Algunas pruebas de dosis respuesta demuestran un efecto antioxidante continuo (crónico) con aproximadamente 500 mg de flavonoides (Balboa-Castillo, 2005). Por otro lado, un estudio realizado en México indicó que la dosis media de ingesta de flavonoides pueden ser de 20-26 mg/día, para ejercer el efecto antioxidante en el organismo (Coronado, Vega y León, Gutiérrez, Vázquez y Radilla, 2015; Vallejo-Zamudio, Rojas-Velázquez y Torres-Bugarín, 2017).

Por lo tanto, el consumo de pasta de cacao en la dieta habitual podría ejercer un efecto benéfico en la salud, debido a su contenido de polifenoles (tabla 7).

En la tabla 7 se muestra el contenido de polifenoles en productos de cacao, el contenido de polifenoles en el cacao es aproximadamente del 12-18 % del peso seco del grano entero. El cacao contiene varios compuestos polifenólicos, pero los predominantes son: flavonoides (responsables del sabor amargo del cacao), específicamente flavanoles (flavan-3-ols), en éste último se encuentran principalmente: epicatequinas, catequinas y procianidinas (Jaramillo-Flores, 2019). Las epicatequinas, catequinas y procianidinas (figura 3) proporcionan la mayor parte de la actividad antioxidante en los productos de cacao. Estos compuestos mejoran la vasodilatación, ejercen un efecto antiinflamatorio, inhiben la activación de especies reactivas de oxígeno (ERO), mejoran la resistencia a la insulina, entre otras. Además, el cacao contiene compuestos de metilxantina, predominantemente teobromina (2-3 %), este presenta una actividad antioxidante similar a la cafeína (0.2 %) y poco efecto estimulante sobre el sistema nervioso central (Scapagnini et al., 2014; Zhang y Tsao, 2016).

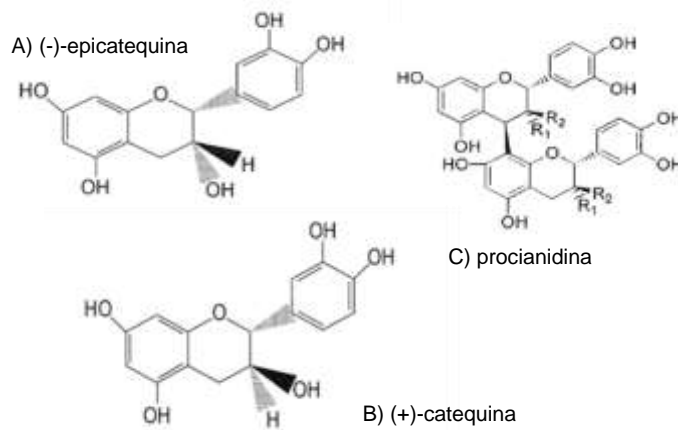


Figura 3. Principales flavonoides del cacao.

El contenido de epicatequina del cacao es el principal responsable de su impacto favorable en el endotelio vascular, porque son absorbidas en el tracto digestivo y distribuidas como formas conjugadas en el plasma, donde son excretadas a la orina (Andujar, Recio, Giner y Río, 2012; Magrone, Russo y Jirillo, 2017), así mismo, se encarga de la regulación positiva, tanto aguda como crónica de la producción de óxido nítrico. El contenido combinado de catequina/epicatequina en el chocolate es de 460-610 mg/kg. Las epicatequinas mejoran la función vascular, reducen la presión arterial, mejoran la sensibilidad a la insulina y reducen la actividad plaquetaria. Otros efectos cardiovasculares están mediados por los efectos antiinflamatorios de los polifenoles del cacao y modulados por la actividad de NF- $\kappa$ B (factor nuclear kappa B) (Dicks et al., 2018; Leyva-Soto, Chavez-Santoscoy, Lara-Jacobo, Chavez-Santoscoy y Gonzalez-Cobian, 2018).

Estudios en animales y humanos (Andujar et al., 2012; Gu, Yu y Lambert, 2014; Magrone et al., 2017; Dicks et al., 2018; Leyva-Soto et al., 2018) han mencionado que las epicatequinas que se encuentran en los derivados de la pasta de cacao, pueden inhibir la hipertrofia adipocitaria que es originada por la obesidad y los procesos inflamatorios, disminuyendo la adipogénesis, la infiltración de células del sistema inmune, la sobreproducción de la matriz extracelular, la producción de adipocinas y citoquinas proinflamatorias, así como trastornos específicos del tejido, como la inflamación hepática y la acumulación de macrófagos inflamatorios en el tejido adiposo (Dicks et al., 2018; Leyva-Soto et al., 2018).

Por otro lado, las procianidinas al catabolizarse originan moléculas activas de los metabolitos de epicatequina, al ser absorbidas en el intestino y cuando llegan al colon, mejoran la microflora, beneficiando el microambiente de estos microorganismos (Andujar et al., 2012; Magrone et al., 2017).

## **2.5 Efecto del consumo de los productos de cacao en la salud**

La ingesta de productos con cacao está inversamente asociada con el riesgo de enfermedad cardiovascular. Por lo que se ha visto un creciente interés en las posibles propiedades del cacao, como se describen a continuación.

### **2.5.1 Efecto en los indicadores antropométricos**

La obesidad, está relacionada con procesos inflamatorios (figura 4), por lo que se ha reportado que el consumo de antioxidantes disminuye este indicador, como lo reportaron Rodríguez-Lagunas, Vicente, Pereira, Castell y Pérez-Cano (2019), quienes realizaron un estudio en España con 270 estudiantes universitarios, donde se ordenaron de acuerdo con el consumo de cacao, a la muestra la clasificaron como consumidores bajos (< 7 g/día), moderados (7-15 g/día) y altos (15 g/día). Sus resultados indicaron que, con un consumo alto de cacao, no incrementó el IMC en la población. En otro estudio llevado a cabo en San Diego California con 1018 sujetos (hombres y mujeres) de 20 a 85 años de edad, sin antecedentes cardiometabólicos, donde se evaluó el consumo frecuente de chocolate y se determinó que, a mayor frecuencia de consumo de chocolate, se relacionó con un bajo IMC ( $p= 0.01$ ) (Golomb, Koperski, White, 2012).

Por otro lado, estudios en animales de experimentación realizado en 12 ratas inducidas a obesidad, alimentadas con dos tipos de dieta, una de ellas con 8 % de cacao en polvo sin azúcar durante 10 semanas, y la otra dieta alta en lípidos, donde se determinó que las ratas suplementadas con cacao, disminuyeron el peso corporal hasta un 4.7 % comparado con el grupo control, así como los niveles plasmáticos de los mediadores proinflamatorios de la interleucina-6 (30.4 %), proteína quimioatrayente de monocitos-1 (25.2 %) y un aumento en la



concentración de adiponectina (33.7 %) (Gu et al., 2014). Por lo que se concluyó que los antioxidantes presentes en el cacao tienen un efecto positivo en la disminución de los procesos antiinflamatorios.

En otro estudio realizado por Nour-Rahman et al. (2018) en 37 sujetos adultos (hombres) que presentaban obesidad central y dislipidemias, fueron intervenidos con una cápsula con cacao en polvo (4 g/día) y el grupo control con una cápsula de 4 g de harina por día durante 8 semanas, donde a ambos grupos se les determinó sus mediciones antropométricas (peso, circunferencia de cintura y bioimpedancia eléctrica para grasa visceral) antes y después de la intervención. Sus resultados mostraron una disminución en la media del peso corporal ( $77.98 \pm 7.66$  kg, intervención pre) ( $77.10 \pm 7.68$  kg, intervención post) y ( $81.34 \pm 10.45$  kg, control pre) ( $80.68 \pm 10.70$  kg, control post), sin mostrar diferencia significativa ( $p < 0.05$ ). Sin embargo, en la circunferencia de cintura hubo una reducción en los dos grupos, pero mayor en el grupo de intervención ( $101 \pm 6.52$  cm, intervención pre y  $98.91 \pm 6.92$  cm, intervención post,  $p = 0.003$ ) comparada con el grupo control ( $101.75 \pm 7.54$  cm, control pre y  $100.49 \pm 7.85$  cm, control post,  $p = 0.029$ ), mientras que en la medición de grasa visceral no se presentaron cambios. Por lo tanto, los antioxidantes del chocolate tienen un efecto benéfico en este parámetro.

En otro estudio llevado a cabo por Leyva-Soto et al. (2018) en Baja California en sujetos con una edad de 20-35 años, donde se les administró el consumo diario de 2 g de chocolate negro (70 % de cacao) y 2 g de chocolate con leche, durante 6 meses determinaron que el chocolate negro disminuyó significativamente el perímetro de circunferencia de cintura ( $98.7 \pm 3.5$  vs  $90.4 \pm 4.5$  cm) comparado con el chocolate con leche. Por otro lado, Dicks et al. (2018) administraron 2.5 g/día de cacao enriquecido con flavanol en 42 pacientes hipertensos con DT2 durante 12 semanas, y concluyeron que el consumo de este producto redujo significativamente la circunferencia de cintura ( $103.6 \pm 4.8$  vs  $102.3 \pm 4.6$  cm,  $p = 0.047$ ). Por lo que estos investigadores concluyeron que los flavonoides (catequinas y epicatequinas) presentes en los derivados de la pasta de cacao, actuaron sobre eventos metabólicos que indujeron la reducción de la lipogénesis,

la inducción de la lipólisis y el aumento de la secreción de adiponectina. A su vez, los flavonoides y ácidos grasos poliinsaturados fueron capaces de inhibir la progresión de la inflamación crónica en tejido adiposo a través de la inhibición de adipogénesis y la inhibición de la señalización molecular relacionada con la vía del NF-κB, lo que influye en la reducción en los niveles locales y sistémicos de diferentes marcadores de inflamación (figura 4) (Gu et al., 2014; García-Díaz et al., 2014; Strat et al., 2016; Nour-Rahman et al., 2018; Jaramillo-Flores, 2019; Montagna et al., 2019).

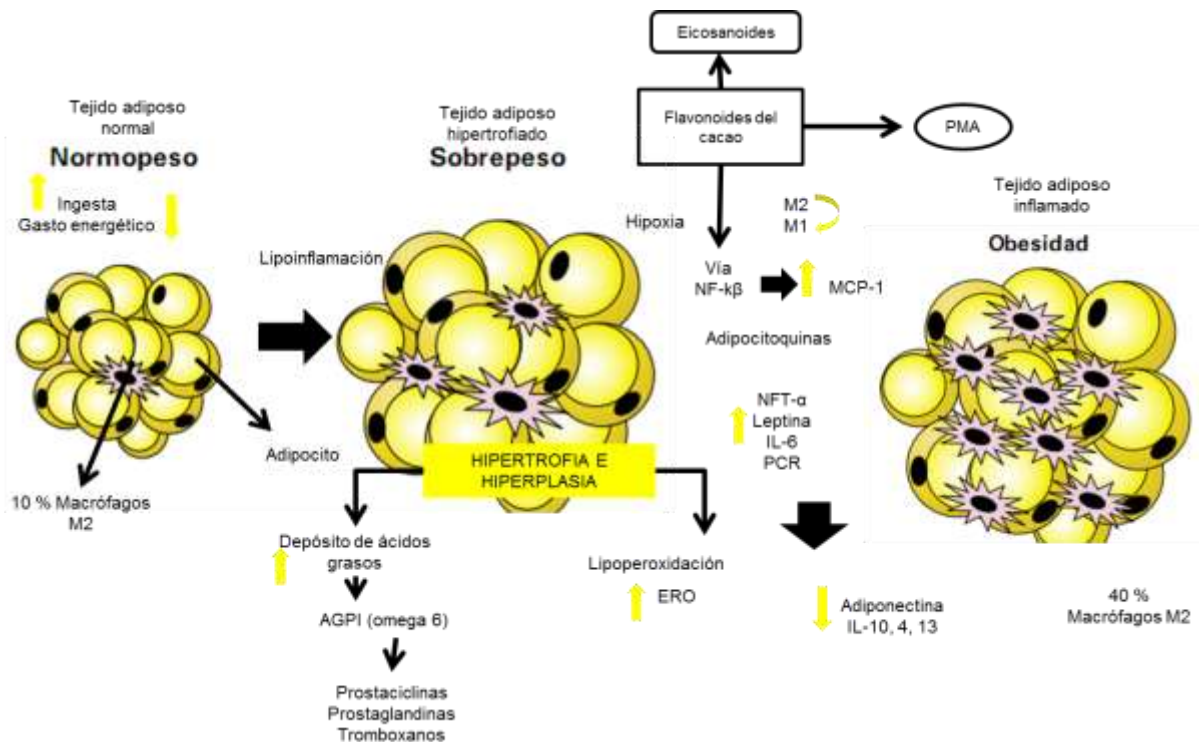


Figura 4. Posible efecto de los flavonoides del cacao en el proceso de inflamación relacionado con la obesidad. AGPI: ácidos grasos poliinsaturados. ERO: especies reactivas de oxígeno. MCP-1: proteína quimiotrayente de monocitos-1. NFT-κβ: factor nuclear potenciador kappa. NFT-α: factor necrótico tumoral-alfa. PCR: proteína C reactiva. IL: interleucina-10, 4, 13, 6. M1 y M2: tipo de macrófago. PMA: acetato de miristato de forbol.

## 2.5.2 Efecto en la presión arterial

Estudios (Taubert, Berkels, Roesen, Klaus, 2003; Grassi, Lippi, Necozione, Desideri, Ferri, 2005a; Grassi et al., 2005b; Ried et al., 2017) han reportado que el consumo de antioxidantes disminuye la presión arterial, por lo que la ingesta de

productos derivados de la pasta de cacao, puede ayudar a prevenir el aumento de los niveles de presión arterial y el riesgo de padecer enfermedad cardiometabólica, como lo indicaron en un estudio con barras de chocolate negro durante 15 días, observando una disminución de la presión arterial sistólica (antes 115 mmHg vs después 105 mmHg) y presión arterial diastólica (antes 74 mmHg vs después 70 mmHg) en sujetos sanos. A los pacientes se les administró una proporción de 1.4 a 105 g de productos de cacao por día, enriquecido con 30 a 1218 mg de flavanoles durante 2 a 18 semanas, del cual el grupo experimental (N= 10) consumió 500-750 mg de flavanoles por día, mientras que el grupo control (N= 12) consumió cacao libre de flavanol o con un contenido bajo de este compuesto (6.4 y 41 mg, N= 8), y determinaron que el cacao enriquecido con flavanol redujo la presión arterial (2 mmHg) en adultos aparentemente sanos a corto plazo (2 semanas) y en personas prehipertensas donde se observó una disminución de la presión arterial (2.9 mmHg), comparado con la población con hipertensión (redujo 4 mmHg) (Taubert, Berkels, Roesen, Klaus, 2003; Grassi, Lippi, Necozione, Desideri, Ferri, 2005a; Grassi et al., 2005b; Ried et al., 2017). Por lo tanto, el consumo de antioxidantes mejora la vasodilatación, debido a la catequina y epicatequina.

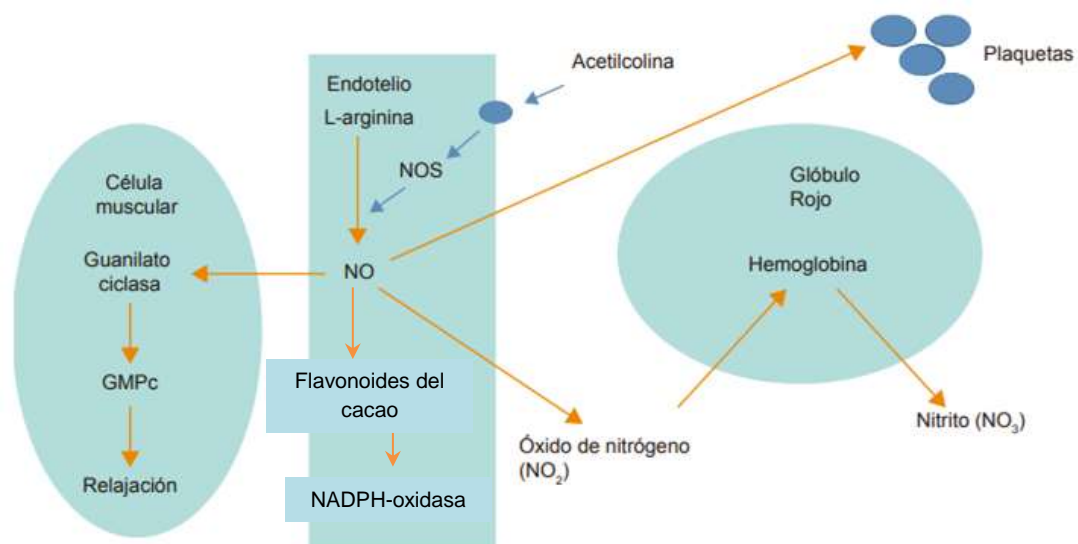


Figura 5. Producción de óxido nítrico. NOS: óxido nítrico sintasa. NO: óxido nítrico. GMPc: guanilato monofosfato cíclico. NADPH-oxidasa: nicotinamida- adenina dinucleótido fosfato oxidasa. Fuente: Gutiérrez-Venegas, 2017.

Se ha informado que el contenido de catequina y epicatequina en el cacao mejora la vasodilatación, al aumentar los niveles y la biodisponibilidad de óxido nítrico (NO) endotelial, así como promueve una disminución en la actividad de NADPH-oxidasa que está asociada a alteraciones en los niveles de óxido nítrico y la inhibición de la producción de superóxido. El NO sintetizado a partir de L-arginina por acción de la enzima óxido nítrico sintasa (NOS) y en respuesta al estímulo de acetilcolina se difunde al músculo liso, en donde regula la actividad de la guanilato ciclasa que sintetiza guanilato monofosfato cíclico (GMPc), el cual promueve la relajación muscular (figura 5). Por otra parte, el NO se difunde en la sangre y en los glóbulos rojos se une a los grupos hemo y es metabolizado en nitritos y nitrato. Por otro lado, se ha reportado que el ácido esteárico favorece la reducción de la presión arterial diastólica, que en combinación con las epicatequinas, aumentan la biodisponibilidad del óxido nítrico, mejorando la vasodilatación (Jia et al., 2010; Tzounis et al., 2011; Ramos-Romero, Pérez-Cano, Ramiro-Poig, Franch-Masferrer y Castell, 2012; Neufingerl, Zebregs, Schuring y Trautwein, 2013; Hayek, 2013; Rodríguez-Ramiro et al., 2013; Latif, 2013a; Giraldo, Toro, Arango, Posada y García, 2017; Ried et al., 2017; Yuan, Li, Jin y Lu., 2017; Jaramillo-Flores, 2019). Por lo anterior, el consumo de 1 g de pasta de cacao podría ejercer el mismo efecto a dosis bajas y a corto plazo.

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los estudiantes universitarios en su mayoría son sanos. Sin embargo, debido a una falta de interés en su organización cotidiana, sus labores académicas, presiones publicitarias, horarios irregulares del consumo de alimentos, la accesibilidad a comida altamente calórica y consumo mínimo de alimentos con propiedades bioactivas, en un futuro si no realiza una modificación en su estilo de vida, puede afectar su salud.

Por lo anterior, una estrategia para prevenir y disminuir el riesgo de enfermedades relacionadas con el SM es incrementar el consumo de alimentos con propiedades bioactivas, como es la pasta de cacao. Pero, debido a su sabor amargo y para mejorar la aceptabilidad de la pasta de cacao, la industria adiciona azúcar, leche, semillas, entre otros constituyentes con la finalidad de disminuir el sabor amargo y diversificar la obtención de chocolates. Esos aditivos añadidos cambian la composición química de la pasta de cacao, por lo que algunos productos como el chocolate negro, es adicionado o enriquecido con flavonoles, para potencializar su efecto benéfico en la salud. Por otro lado, la adición de azúcar aumenta el valor calórico de los chocolates y disminuye el porcentaje de cacao, por lo que su consumo en exceso de este tipo de chocolate puede favorecer una alta prevalencia de padecimientos como el SM, es por ello que surge la pregunta de investigación ¿Cuál es el efecto de consumir un gramo de pasta de cacao sobre indicadores antropométricos y presión arterial en estudiantes universitarios?

#### **4. JUSTIFICACIÓN**

El análisis de la actividad biológica de los alimentos es necesaria para determinar su efecto sobre la nutrición, salud o enfermedad, para ello se apoya en estudios epidemiológicos, modelos analíticos, experimentales, estadísticos y de laboratorio, con la finalidad de identificar los componentes bioactivos de la dieta, que son los factores implicados para la prevención de procesos patológicos y también para propiciar el inicio de estudios de intervención con el objeto de probar su eficacia.

Uno de estos alimentos con alta actividad biológica es la pasta de cacao, que se obtiene de la molienda y el tostado de sus granos, por lo que representa el 100 % del cacao, no tiene aditivos, por lo tanto, tiene un bajo contenido calórico. Sus principales compuestos son los ácidos grasos insaturados (oleico), que estimulan la producción endotelial de óxido nítrico, mejorando la vasodilatación reduciendo la presión arterial; y los compuestos fenólicos, que presentan propiedades antioxidantes como los polifenoles y en general, mejoran la vasodilatación, la resistencia a la insulina, ejercen un efecto antiinflamatorio, inhiben la activación de especies reactivas de oxígeno, reducen la presión arterial y la actividad plaquetaria. Por lo anterior, la pasta de cacao podría ser una opción para prevenir el riesgo de sufrir alteraciones del SM.

## **5. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto del consumo de la pasta de cacao (*Theobroma cacao L.*) sobre los indicadores antropométricos y presión arterial en estudiantes universitarios, hombres y mujeres, del Instituto de Ciencias de la Salud

### **5.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

5.1.1 Comparar los indicadores antropométricos (IMC, peso corporal y circunferencia de cintura) antes y después de la ingesta de pasta de cacao (1g diario/durante 4 semanas).

5.1.2 Identificar la relación de la composición corporal (% de grasa) antes y después del consumo de la pasta de cacao (1g diario/durante 4 semanas).

5.1.3 Comparar los niveles de la presión arterial antes y después de consumir pasta de cacao (1g diario/durante 4 semanas).

## **6. HIPÓTESIS**

H<sub>0</sub>: El consumo diario de 1 g de pasta de cacao (*Theobroma cacao L.*) durante 4 semanas no tiene una disminución significativa sobre los indicadores antropométricos y presión arterial en estudiantes universitarios del grupo experimental en comparación con los del grupo control (0.5 gramos de chocolate blanco).

H<sub>1</sub>: El consumo diario de 1 g de pasta de cacao (*Theobroma cacao L.*) durante 4 semanas tiene una disminución significativa sobre los indicadores antropométricos y presión arterial en estudiantes universitarios del grupo experimental en comparación con los del grupo control (0.5 gramos de chocolate blanco).

## 7. MATERIALES Y MÉTODOS

### 7.1 Diseño metodológico

En la figura 6 se presenta el diagrama experimental, en donde se explica el proceso y la metodología, así como los equipos que se emplearon.

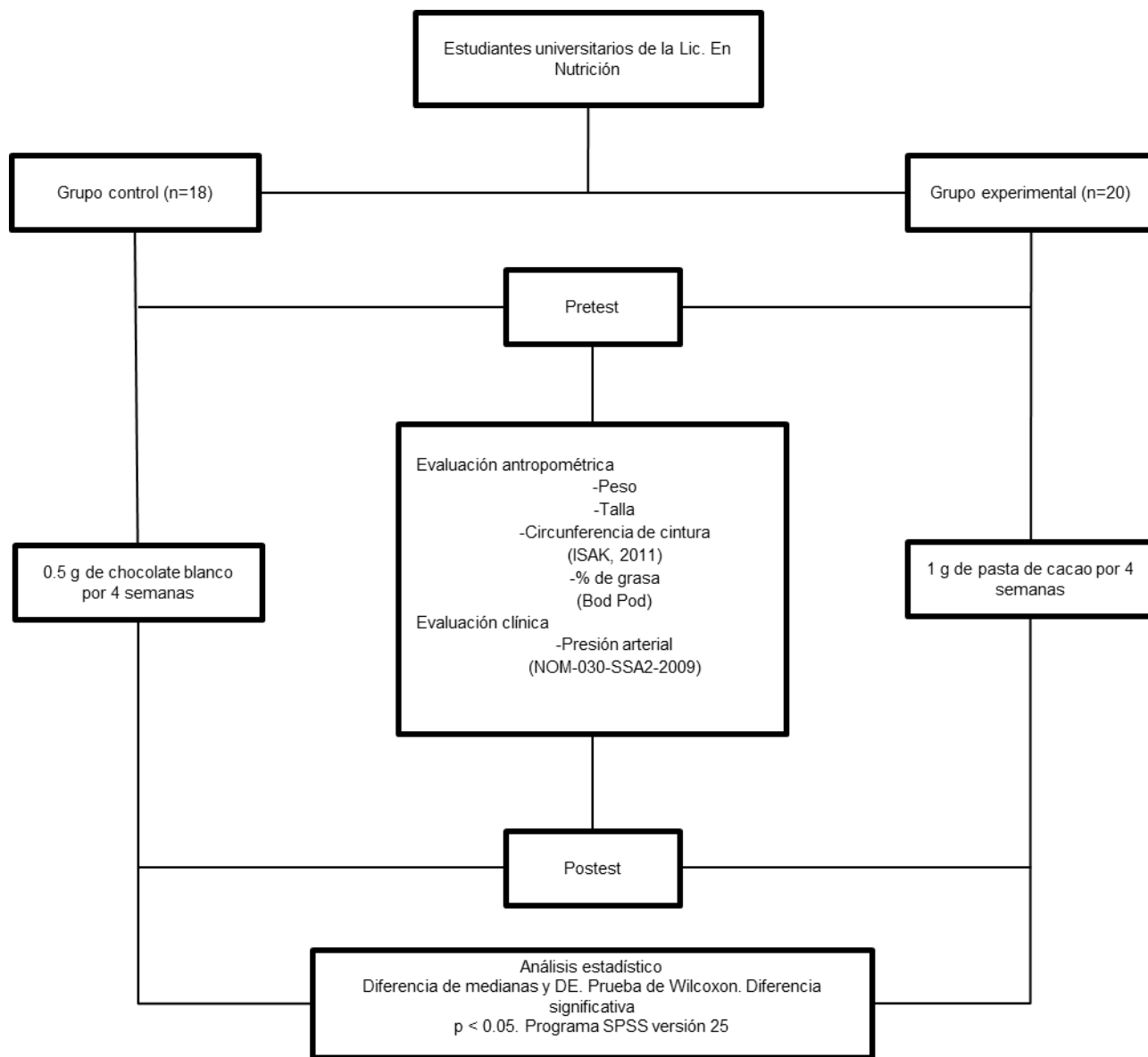


Figura 6. Diagrama experimental



## **7.2 Tipo de estudio y muestra poblacional**

Se realizó un ensayo clínico aleatorizado controlado. Se obtuvo una muestra de 38 participantes de la Licenciatura en Nutrición del Instituto de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Se consideraron criterios de inclusión a aquellos sujetos con una edad de 18-25 años, mujeres y hombres que cursaran del tercer al octavo semestre de la Licenciatura.

Para los criterios de exclusión se tomaron los siguientes: mujeres embarazadas, sujetos que se encontraran en tratamiento farmacológico, dietético, y aquellos que consumieron suplementos alimenticios.

En los criterios de eliminación, se consideró aquellos que se retiraran voluntariamente. Los participantes firmaron la carta de consentimiento informado, donde se especificaba su edad y género. Este trabajo fue evaluado y aprobado por el Comité de Ética de Investigación del Instituto de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (CEI-2020-005).

## **7.3 Descripción de la intervención con la pasta de cacao**

En un estudio previo se elaboró la barra de pasta de cacao por el equipo de trabajo. Los granos de cacao fueron comprados en la ciudad de Puebla, Puebla. Los granos de cacao se lavaron y se tostaron a continuación, el epicarpio se eliminó manualmente, los granos de cacao sin epicarpio se molieron dentro de un molino manual para granos (marca Tisamatic). La pasta obtenida se fundió y se vertió en moldes de 1 g, estos moldes se depositaron dentro de un refrigerador, una vez que el producto se solidificó, se retiró del molde y se obtuvo la barra de pasta de cacao, posteriormente se analizó su composición químico proximal, ácidos grasos y compuestos fenólicos (tabla 7) (Rodríguez-Meléndez, 2020). Con respecto al chocolate blanco, se utilizó un producto comercial, el cual representa una mezcla de manteca de cacao, leche y azúcares simples. Las características nutricionales se muestran en la tabla 7.

Para la administración del chocolate blanco y la barra de pasta de cacao, los participantes fueron seleccionados aleatoriamente y se dividieron en dos grupos: grupo control (N= 18) y grupo experimental (N= 20). Al grupo control se le proporcionó diariamente 0.5 g de chocolate blanco, (ya que, a menor concentración de fenoles totales, menor su efecto en la salud). Mientras que, al grupo experimental, se les proporcionó 1 g/día de pasta de cacao, puesto que 1 g contiene 13.49 mg de fenoles totales, el cual representa el 58 % del consumo medio de la población mexicana (20-26 mg/día). Ambos productos fueron consumidos diariamente durante 4 semanas. La duración del estudio se determinó de acuerdo con un promedio de dosis bajas del efecto del consumo de los derivados de la pasta de cacao de diversos estudios (Grassi et al., 2005; Golom et al., 2012; Gu et al., 2014; Ried et al., 2017; Dicks et al., 2018; Jafarirad et al., 2018; Leyva-Soto et al., 2018; Nour-Rahman et al., 2018; Rodríguez-Lagunas et al., 2019).

#### **7.4 Evaluación antropométrica**

La valoración antropométrica en los estudiantes se realizó siguiendo la metodología de la International Society for the Advancement of Kineantropometry (ISAK) (2011). Donde el peso (kg) y la talla (m), de los y las participantes se midió con una báscula digital con una precisión de 100 g (BEURER, México) y con un estadímetro con una precisión de 1 mm (Seca, México) respectivamente. Cada medición se realizó por duplicado. Los resultados de peso y altura fueron sustituidos en la ecuación 1, para determinar el Índice de Masa Corporal (IMC):

$$IMC = \frac{\text{Peso en kg}}{(\text{Talla m})^2} \quad \text{Ecuación 1.}$$

La determinación de las medidas antropométricas mediante el equipo de BOD POD, fue de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Las indicaciones para la realización del estudio fueron: utilizar ropa ligera, tener el cabello cubierto y no tener ningún objeto personal. Posteriormente, se introdujo a cada uno en el equipo; a continuación, se accionó el botón de encendido del equipo, que desplazó el aire y escaneo al paciente con haz de luz, de esta forma fue

cuantificada la composición corporal. Los resultados se capturaron en un programa computacional incluido en el equipo.

## 7.5 Medición de presión arterial

La medición de la presión arterial se realizó utilizando un esfigmomanómetro digital (OMRON®, México). Las mediciones fueron llevadas a cabo por duplicado y de acuerdo con lo indicado por la norma mexicana para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial NOM-030-SSA2-2009 (NOM, 2009).

## 7.6 Definición conceptual y operacional de variables

Tabla 8. Definición operacional de variables

VARIABLES	Tipo	Definición conceptual	Definición operacional
Sexo	Cualitativa nominal	Se refiere a los conceptos sociales de las funciones, comportamientos, actividades y atributos que cada sociedad considerada apropiados para los hombres y las mujeres (OMS, 2020).	Según el estudiante indicó en el formulario aplicado: Hombre Mujer
Edad	Cuantitativa discreta	Años cumplidos a la fecha de evaluación	En base al registro de su formulario.
Peso corporal	Cuantitativa continua	Fuerza que genera la gravedad sobre el cuerpo humano (Carbajal-Azcona, 2013).	Se realizó la técnica mediante un método estandarizado (ISAK) (Internacional Society for the Advancement of Kinantropometry, 2002) Instrumento Báscula bioimpedancia
Talla	Cuantitativa continua	Tamaño del individuo desde la coronilla de la cabeza hasta los pies (OMS, 1995).	Se realizó la medición en centímetros mediante el plano de Frankfort. Instrumento Estadimetro SECA
IMC	Cuantitativa continua	Indicador simple de la relación entre peso y talla que se utiliza para identificar sobrepeso y obesidad en los adultos (OMS, 1995).	Se calculó mediante la siguiente fórmula: $IMC = \frac{Kg}{m^2} = \frac{peso}{talla^2}$ Normal $\leq 24.9 \text{ kg/m}^2$ Sobrepeso $\geq 25 \text{ kg/m}^2$

			<p>Obesidad <math>\geq 30 \text{ kg/m}^2</math></p> <p>(NOM, 2017)</p>
Circunferencia de cintura	Cuantitativa continua	Indicador para detectar posibles riesgos de salud relacionados con la acumulación de grasa abdominal (Moreno-González, 2010).	<p>Se realizó la técnica mediante un método estandarizado (ISAK) (Internacional Society for the Advancement of Kinantropometry, 2002). Punto medio entre margen costal inferior (borde inferior de la décima costilla) y cresta ilíaca (espina ilíaca anterosuperior).</p> <p>H: <math>&gt;90 \text{ cm}</math></p> <p>M: <math>&gt;80 \text{ cm}</math></p> <p>Instrumento</p> <p>Cinta métrica flexible</p>
Presión arterial diastólica	Cuantitativa continua	Representa la presión en los vasos cuando el corazón descansa entre latidos (NOM, 2009; OMS, 2019).	<p>La medición fue llevada a cabo por la norma mexicana para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial NOM-030-SSA2-2009 (NOM, 2009). Se expresa en mmHg.</p> <p>Optima: <math>&lt;80</math></p> <p>PA normal: 80-84</p> <p>PA fronteriza: 85-89</p> <p>HTA 1: 90-99</p> <p>HTA 2: 100-109</p> <p>HTA 3: <math>\geq 110</math></p> <p>HSA: <math>&lt;90</math></p> <p>Instrumento</p> <p>Esfigmomanómetro digital</p>
Presión arterial sistólica	Cuantitativa continua	Representa la presión en los vasos sanguíneos cuando el corazón se contrae o late (NOM, 2009; OMS, 2019).	<p>La medición fue llevada a cabo por la norma mexicana para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial NOM-030-SSA2-2009 (NOM, 2009). Se expresa en mmHg.</p> <p>Optima: <math>&lt;120</math></p> <p>PA normal: 120-129</p> <p>PA fronteriza: 130-139</p> <p>HTA 1: 140-159</p> <p>HTA 2: 160-179</p> <p>HTA 3: <math>\geq 180</math></p> <p>HSA: <math>\geq 140</math></p> <p>Instrumento</p> <p>Esfigmomanómetro digital</p>

% grasa	Cuantitativa continua	Es la masa total de grasa dividida por la masa corporal total, multiplicada por 100; la grasa corporal incluye grasa corporal esencial y grasa corporal de almacenamiento (Cardozo et al., 2016).	La técnica efectuada fue mediante pletismografía por desplazamiento de aire, se llevó a cabo de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
Grasa (kg)	Cuantitativa continua	La grasa, que a efectos prácticos se considera metabólicamente inactiva, tiene un importante papel de reserva y en el metabolismo hormonal, entre otras funciones. Se diferencia, por su localización, en grasa subcutánea (debajo de la piel, donde se encuentran los mayores almacenes) y grasa interna o visceral (Carbajal-Azcona, 2013)	<p>Arriesgado (grasa corporal alta) (%)= H: &gt; 30 y M: &gt; 40</p> <p>Exceso de grasa (%)= H: 20.1-30 y M: 31-40</p> <p>Moderadamente delgado (%)= H: 12.1-20 y M: 23-30</p> <p>Delgado (%)= H: 8.1-12 y M: 19-22</p> <p>Ultradelgado (%)= H: 5-8 y M: 15-18</p> <p>Arriesgado (bajo en grasa corporal) (%)= H: 5 y M: &lt; 15</p> <p>(Tecnomed, 2015)</p> <p>Instrumento</p> <p>Equipo BOD POD</p>

IMC: índice de masa corporal. PA: presión arterial. HTA: hipertensión arterial. HSA: hipertensión sistólica aislada

## **7.7 Análisis estadístico**

Para el análisis de los resultados al inicio se realizó la prueba de Levene para identificar la igualdad de las varianzas (homocedasticidad), y la normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk, siendo una prueba no paramétrica, donde las variables numéricas se establecieron de acuerdo a la diferencia de medianas entre los grupos (experimental y control). Se utilizó la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas para la comparación de dos diferentes tiempos (pretest y postest). Todos los resultados se analizaron en el programa SPSS versión 25 para Windows (SPSS, Chicago, EE.UU). Se aceptó como diferencia significativa  $p < 0.05$ .

## **8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se analizaron los datos de 38 participantes, 20 en el grupo experimental (13 mujeres y 7 hombres) y 18 en el grupo control (14 mujeres y 4 hombres). La media de edad en general fue de 20.77 años ( $\pm 1.57$ ) en mujeres y 22.54 ( $\pm 3.5$ ) en hombres.

En la tabla 9 se describe la distribución porcentual de los indicadores antropométricos y presión arterial, así como la media  $\pm$  DE de edad, talla y peso corporal de la muestra al inicio del estudio.

Tabla 9. Distribución porcentual de la muestra de estudio

Características		Grupo control 0.5 g/día (N = 18)		Grupo experimental 1 g/día (N = 20)		
		Hombre (n= 4)	Mujer (n= 14)	Hombre (n= 7)	Mujer (n= 13)	
Edad (años)		22.25 ±1.2	20.43 ± 1.6	22.71 ± 3.5	21.15 ± 1.5	
Peso corporal (kg)		82.12 ± 26.28	56.07 ± 5.07	74.1 ± 14.27	62.28 ± 12.32	
Talla (m)		1.75 ± .06	1.59 ± .04	1.71 ± .09	1.58 ± .06	
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	Peso bajo (<18.5)	0	0	0	7.7	
	Normal (18.5-24.9)	75.0	92.9	42.9	53.8	
	Sobrepeso (25-29.9)	0	7.1	57.1	23.1	
	Obesidad (>30)	25.0	0	0	15.4	
CC (cm)	Mujer	Sin riesgo cardiovascular (< 80)	-	85.7	-	46.2
		Con riesgo cardiovascular (> 80)	-	14.3	-	53.8
	Hombre	Sin riesgo cardiovascular (< 90)	75.0	-	71.4	-
		Con riesgo cardiovascular (> 90)	25.0	-	28.6	-
% de grasa corporal	Mujer	(Atleta 14-20)	-	7.1	-	23.1
		(Gimnasta 21-24)	-	28.6	-	0
		(Aceptable 25-30)	-	28.6	-	53.8
		(Acrecentada > 32)	-	35.7	-	23.1
	Hombre	(Atleta 6-13)	25.0	-	14.3	-
		(Gimnasta 14-17)	25.0	-	57.1	-
		(Aceptable 18-25)	25.0	-	28.6	-
		(Acrecentado > 26)	25.0	-	0	-



Continuación

PAS (mmHg)	Óptima (<120)	50.0	85.7	57.1	61.5
	Normal (120-129)	25.0	14.3	0	38.5
	Alto riesgo (130-139)	0	0	28.6	0
	Hipertensión 1 (140-159)	0	0	14.3	0
	Hipertensión 2 (160-179)	25.0	0	0	0
PAD (mmHg)	Óptima (< 80)	75.0	92.9	57.1	69.2
	Normal (80-84)	0	7.1	42.9	15.4
	Alto riesgo (85-90)	0	0	0	7.7
	Hipertensión 1 (90-99)	25.0	0	0	7.7

Las variables edad, peso corporal y talla se expresan en media  $\pm$  DE. IMC: Índice de Masa Corporal. PA: Presión Arterial. PAS: Presión Arterial Sistólica. PAD: Presión Arterial Diastólica. CC: Circunferencia de Cintura

En la tabla anterior se observa que en hombres y mujeres del grupo control presentaron normopeso (75.0 % y 92.9 %, respectivamente) mientras que en el grupo experimental fue el 42.9 % y 53.8 %, respectivamente. Sin embargo, las mujeres del grupo control y experimental obtuvieron mayor prevalencia de sobrepeso (7.1% y 23.1 %) y solo se reportó obesidad en el grupo experimental (15.4 %), comparado con los hombres del grupo experimental (57.1 % de sobrepeso) y el 25.0 % del grupo control presentó obesidad. No obstante, solo se encontró peso bajo en mujeres del grupo experimental (7.7 %). En un estudio similar, reportado por Lorenzini et al. (2015), quien analizó a 178 estudiantes universitarios mexicanos, donde el 43.82 % de hombres presentó sobrepeso, mientras que las mujeres el 30.35 %, resultados que son similares a este trabajo. Por lo que, los resultados de este estudio son diferentes a los reportados por la ENSANUT (2018), ya que indica una prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad mayor en mujeres (76.8 %) comparado con los hombres (73.0 %). Lo anterior, se puede deber a que el IMC no diferencia entre el peso graso y el peso muscular, además, varían los resultados según la talla (Cordozo, et al., 2016). Además, el aumento de sobrepeso y obesidad en estudiantes universitarios podría atribuirse a muchos factores, como la falta de educación para consumir una dieta sana y equilibrada, y baja actividad física (Lorenzini et al., 2015).

Con respecto a los resultados de la CC, las mujeres del grupo experimental presentaron el 53.8 % de riesgo cardiovascular, mientras que del grupo control solo el 14.3 %. No obstante, en mujeres de ambos grupos el 85.7 % y 46.2 %, respectivamente no presentan riesgo. Por el contrario, los hombres del grupo control y experimental (75.0 % y 71.4 %, respectivamente) no tienen riesgo para su salud. Como se puede observar, las mujeres presentaron mayor prevalencia de riesgo cardiovascular pues las mujeres tienen mayor grasa abdominal subcutánea y menos grasa intraabdominal en relación con los hombres (Domínguez-Reyes et al., 2017). Así, el exceso de tejido adiposo visceral se considera un importante contribuyente en el desarrollo del síndrome metabólico, por lo que el exceso de grasa abdominal que se observa en los estudiantes universitarios podría estar

asociado al sedentarismo, mayor consumo de grasas saturadas en su alimentación y condiciones genéticas (Vilchez-Avaca et al., 2017).

Por otro lado, de acuerdo con la clasificación del porcentaje de grasa corporal, las mujeres del grupo control y experimental se encuentran dentro de la clasificación de “acrecentada” con una prevalencia del 35.7 % y 23.1 %, respectivamente, mientras que en hombres del grupo control fue el 25.0 %. Esto se puede deber a causa de cambios endocrinos en mujeres, el estrógeno ocasiona una mayor acumulación de grasa (Zurita, 2009), por el contrario, los hombres al secretar testosterona producen un incremento en anabolismo proteico muscular (León-Paría, 2000).

En cuanto a los resultados de la presión arterial sistólica, los hombres del grupo experimental presentaron el 28.6 % de la clasificación “alto riesgo”, el 14.3 % de hipertensión tipo 1, mientras que en el grupo control el 25.0 % se encontró en la clasificación de hipertensión tipo 2. Comparado con las mujeres de ambos grupos, en general se encuentran dentro de los parámetros recomendados. Por otro lado, los resultados de la presión arterial diastólica los hombres del grupo control presentaron hipertensión tipo 1 (25.0 %), no obstante, el 7.7 % de las mujeres del grupo experimental se encontró en la clasificación de alto riesgo.

Por lo anterior, de acuerdo con la ENSANUT (2018) en población de 20 años y más, la prevalencia de hipertensión se encuentra mayormente en mujeres (20.9 %) que en hombres (15.3 %). Cabe mencionar, que en este estudio la mayor prevalencia de hipertensión se encontró en el género hombres, resultados que son similares a los reportados por Morales et al. (2017), donde realizó un estudio en estudiantes universitarios, por lo que, se encontró que la mayor prevalencia de hipertensión fue en hombres (44.6 %), en comparación con las mujeres (20 %). Por lo tanto, los hombres presentan mayor riesgo de sufrir enfermedades relacionadas con el síndrome metabólico.

## 8.1 Efecto del consumo de pasta de cacao en las variables antropométricas

En la tabla 10 se muestran los resultados antropométricos clasificados por género, así como la medición basal (pretest) y final (postest) de cada uno de los grupos de estudio.

Tabla 10. Variables antropométricas determinadas antes y después de la intervención durante 4 semanas

Indicador	Grupo control 0.5 g/día (N = 18)					
	Hombre			Mujer		
	Medición pre	Medición post	p value*	Medición pre	Medición post	p value*
Peso (kg)	73.55 ± 26.28	73.75 ± 25.70	1.000	55.45 ± 5.07	56.10 ± 4.87	0.916
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	23.50 ± 7.22	23.57 ± 7.04	1.000	21.14 ± 2.23	21.41 ± 2.11	0.753
CC (cm)	81.60 ± 16.13	81.67 ± 15.69	0.655	75.65 ± 5.81	76.85 ± 5.40	0.594
Indicador	Grupo experimental 1 g/día (N = 20)					
	Hombre			Mujer		
	Medición pre	Medición post	p value*	Medición pre	Medición post	p value*
Peso (kg)	74.45 ± 14.27	72.30 ± 13.96	0.236	62.50 ± 12.32	62.40 ± 11.28	0.055
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	26.06 ± 3.03	25.20 ± 2.95	0.237	24.45 ± 4.17	24.42 ± 3.75	0.055
CC (cm)	85.50 ± 8.08	83.55 ± 7.74	0.043*	81.35 ± 8.62	80.1 ± 8.85	0.087

Los resultados se expresan en medianas ± DE. La p value identificada con un asterisco en la columna indica una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre la medición pretest y postest de los géneros del grupo control y del grupo experimental. IMC: Índice de Masa Corporal. CC: Circunferencia de cintura.

En la tabla 10 se observa que no hubo diferencia estadísticamente significativa en peso e Índice de Masa Corporal, en grupo control y experimental para ambos géneros ( $p > 0.05$ ).

Con respecto a los resultados de la medición de CC en hombres del grupo experimental, la mediana disminuyó significativamente ( $85.50 \pm 8.08$  vs  $83.55 \pm 7.74$  cm,  $p = 0.043$ ). Sin embargo, en el grupo control y experimental, las mujeres no presentaron diferencia significativa ( $p > 0.05$ ). No obstante, se observó una disminución en las medianas ( $81.35 \pm 8.62$  vs  $80.1 \pm 8.85$ ,  $p = 0.087$ ) en las mujeres del grupo experimental. La disminución de la CC en los hombres del grupo experimental pudo deberse a la presencia de los compuestos fenólicos en la pasta de cacao ( $1379.75$  mg/100 g) (Rodríguez-Meléndez, 2020), ya que estos producen un aumento en la adiponectina que tiene un efecto antiinflamatorio, lo cual reduce la lipogénesis y activa la lipólisis (Magrone et al., 2017). Se ha demostrado que el consumo diario (durante 15 días a 6 meses) de 2-100 g de chocolate negro con un 60-80 % de cacao, tiene un efecto en la disminución del

peso corporal, IMC, CC y la relación índice cintura cadera en individuos sanos, con sobrepeso y obesidad (Golomb et al., 2012; Nickols-Richardson, Piehowski, Metzgar, Miller, Preston, 2014; Giraldo et al., 2017; Dicks et al., 2018; Leyva-Soto et al., 2018; Nour-Rahman et al., 2018), debido a la presencia de los flavonoides y de ácidos grasos poliinsaturados (5-6 % del valor calórico de la dieta), ya que los flavonoides evitan la progresión de la inflamación crónica en tejido adiposo a través de la inhibición de la adipogénesis y la inhibición de la señalización molecular relacionada con la vía del NF-kB (complejo proteico que controla la transcripción del ADN), por lo cual disminuyen los niveles locales y sistémicos de marcadores de inflamación (factor de necrosis tumoral- $\alpha$ , interleucinas IL-1, IL-6, IL-12 y proteína quimioatrayente de monocitos-1) (Gu et al., 2014; García-Díaz et al., 2014; Nour-Rahman et al., 2018; Jaramillo-Flores, 2019), como lo corroboró Jafarirad et al. (2018) quien realizó un estudio en pacientes con diabetes tipo 2, que fueron sometidos a cambios terapéuticos en su estilo de vida, donde el grupo experimental consumió 30 g de chocolate negro (84 % de cacao), mientras que el grupo control solo recibió los cambios terapéuticos, la intervención duró 8 semanas para ambos grupos. Los resultados demostraron una disminución sobre la interleucina (IL-6) ( $6.61 \pm 3.78$  vs  $4.04 \pm 3.23$  pg/mL), factor necrótico tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ) ( $34.33 \pm 21.8$  vs  $23.42 \pm 12.1$  pg/mL), proteína C reactiva de alta sensibilidad (hs-CRP) ( $4.2 \pm 1.27$  vs  $3.9 \pm 2.1$  mg/L) y un aumento en la adiponectina ( $18.66 \pm 50.2$  vs  $23.04 \pm 17.07$   $\mu$ g/mL). Los autores, concluyeron que esos cambios se debieron al chocolate negro, que contiene más cacao (50-90 %) y flavonoides (13 %) comparado con otros chocolates, por lo que tiene un efecto antioxidante potencial sobre los factores inflamatorios.

En la tabla 11 se muestran los resultados de composición corporal de la muestra de estudio antes y después del consumo de pasta de cacao y chocolate blanco.

Tabla 11. Composición corporal determinada antes y después de la intervención durante 4 semanas

Indicador	Grupo control 0.5 g/día (N = 18)					
	Hombre			Mujer		
	Medición pre	Medición post	p value*	Medición pre	Medición post	p value*
% grasa	20.15 ± 11.13	19.40 ± 12.30	0.715	25.55 ± 4.63	24.55 ± 5.05	0.245
Grasa (kg)	14.84 ± 16.92	14.39 ± 17.95	0.715	14.61 ± 3.76	14.81 ± 5.13	0.861
Indicador	Grupo experimental 1 g/día (N = 20)					
	Hombre			Mujer		
	Medición pre	Medición post	p value*	Medición pre	Medición post	p value*
% grasa	16.00 ± 3.31	17.15 ± 4.49	0.091	27.80 ± 7.37	27.30 ± 7.30	0.638
Grasa (kg)	13.62 ± 3.66	12.37 ± 4.50	0.237	15.84 ± 8.04	16.08 ± 7.81	0.695

Los resultados se expresan en medianas ± DE. La p value identificada con un asterisco en la columna indica una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre la medición pretest y posttest de los géneros del grupo control y del grupo experimental.

En la tabla anterior se observa que, en general no hubo cambios significativos en ambos grupos y géneros.

En un estudio similar, realizado por Nour-Rahman et al. (2018) en 34 sujetos (46-55 años) con obesidad central, se le administró a la población una cápsula de cacao en polvo (4 g/día) y el grupo control harina (4 g/día) durante 8 semanas, y se midió la grasa visceral por medio de un Análisis de Impedancia Biológica. Sus resultados indicaron que ambos grupos no obtuvieron cambios significativos en el porcentaje de grasa visceral ( $13.88 \pm 2.59$  vs  $13.59 \pm 2.45$ ,  $p = 0.059$  y  $15.06 \pm 2.63$  vs  $14.88 \pm 3.02$ ,  $p = 0.382$ , respectivamente). Los autores demostraron que la ingesta de cacao disminuyó el peso corporal y el peso del tejido adiposo, al suprimir la enzima sintasa de ácidos grasos y otras enzimas hepáticas necesarias para la síntesis de ácidos grasos, además, los antioxidantes aumentaron la secreción de leptina (hormona que controla el apetito y regula el peso corporal a través de los receptores cerebrales) y la disminución de mediadores inflamatorios (Nour-Rahman et al., 2018).

Cabe mencionar que las mujeres de ambos grupos presentaron mayor porcentaje de grasa corporal, esto se puede deber a que los hombres y mujeres poseen rasgos claramente diferenciados, relacionados con el tamaño y composición corporal. Principalmente a causa de cambios endocrinos en mujeres, el estrógeno

ocasiona una mayor almacenamiento de grasa en las caderas y en los muslos (Zurita, 2009) por el contrario, los hombres al secretar testosterona producen un incremento en anabolismo proteico muscular, óseo y en otras partes del cuerpo (León-Paría, 2000).

## 8.2 Efecto del consumo de pasta de cacao en la presión arterial

En la tabla 12 se muestran los resultados de presión arterial antes y después del consumo de pasta de cacao y chocolate blanco.

Tabla 12. Presión arterial determinada antes y después de la intervención durante 4 semanas

Indicador	Grupo control 0.5 g/día (N = 18)					
	Hombre			Mujer		
	Medición pre	Medición post	p value*	Medición pre	Medición post	p value*
PAS (mm/Hg)	120.25 ± 29.74	121 ± 20.51	1.000	102.00 ± 8.65	101.00 ± 6.28	0.825
PAD (mm/Hg)	74.50 ± 14.24	71.50 ± 13.09	0.593	71.50 ± 5.07	72.00 ± 7.05	0.889
Indicador	Grupo experimental 1 g/día (N = 20)					
	Hombre			Mujer		
	Medición pre	Medición post	p value*	Medición pre	Medición post	p value*
PAS (mm/Hg)	118.00 ± 12.62	120.00 ± 9.45	0.249	107.00 ± 14.77	100.00 ± 10.37	0.023*
PAD (mm/Hg)	72.00 ± 7.32	75.00 ± 8.65	1.000	76.00 ± 8.23	71.00 ± 9.31	0.007*

Los resultados se expresan en medianas ± DE. La p value identificada con un asterisco en la columna indica una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre la medición pretest y posttest de los géneros del grupo control y del grupo experimental. PAS: Presión arterial sistólica. PAD: Presión arterial diastólica.

En la tabla anterior, se puede observar que en el grupo experimental en mujeres hubo diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) en la presión arterial sistólica ( $107.00 \pm 14.77$  vs  $100.00 \pm 10.37$ ,  $p = 0.023$ ) y presión arterial diastólica ( $76.00 \pm 8.23$  vs  $71.00 \pm 9.31$ ,  $p = 0.007$ ). No obstante, en hombres del grupo control y experimental no hubo diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ). Esto se puede deber a la presencia de compuestos fenólicos en la pasta de cacao ( $1379.75$  mg/100 g), estos compuestos aumentan la biodisponibilidad del óxido nítrico (ON) en el endotelio vascular (el endotelio es una superficie continua, lisa, no trombogénica de todos los vasos sanguíneos que exhibe una permeabilidad selectiva en su estado saludable, sintetiza y libera una amplia gama de sustancias vasoactivas) (Ried et al., 2017; Montagna et al., 2019) regulando la vasodilatación y la pared de los vasos. Existe evidencia de ensayos clínicos, modelos animales y estudios *in vitro* de que el cacao y el chocolate con alto

contenido de flavanol (176 mg) mejoran la vasodilatación dependiente del endotelio, principalmente al aumentar la biodisponibilidad de ON (Karim, McCormick, Kappagoda y 2000; Schroeter, et al., 2006; Schnorr, et al., 2008; Hooper, et al., 2008; Grassi et al., 2005a; Shrive et al., 2011; Katz et al., 2011; Ried, et al., 2017).

Por otro lado, Grassi et al. (2005b) realizó una investigación con 19 sujetos con hipertensión arterial, con una media de edad de  $44.8 \pm 8$  años, donde se le proporcionó al grupo experimental 100 g de chocolate negro con flavanol (88 mg), mientras que al grupo control 100 g de chocolate blanco sin flavanol, durante 15 días. Sus resultados demostraron que en el grupo experimental la PAS y PAD disminuyeron significativamente ( $-3.82 \pm 2.40$  mmHg y  $-3.92 \pm 1.98$  mmHg, respectivamente). Sin embargo, en el grupo control no hubo cambios, esto se puede deber a la falta de flavanoles en el chocolate blanco. Además, aunque en este estudio se utilizó una dosis mucho más baja (1 g) hubo una reducción en la PAS y PAD en mujeres del grupo experimental, clasificando a la muestra de estudiantes como “sana”.

Taubert et al. (2007) determinaron que 6 g al día de chocolate negro con flavanol (500 mg), comparado con el grupo que consumió chocolate blanco, redujo significativamente la PAS ( $-2.9$  mmHg) y la PAD ( $-1.9$  mmHg), y aumentó la biodisponibilidad del ON después de 12 a 18 semanas de tratamiento en pacientes prehipertensos e hipertensos. Otro estudio realizado por Leyva-Soto et al. (2018) en estudiantes universitarios, con presión arterial normal, al grupo control se le proporcionó 2 g de chocolate con leche y el grupo experimental 2 g de chocolate negro con 70 % de cacao, ambos grupos consumieron los productos durante 6 meses, por lo que el consumo de chocolate negro disminuyó significativamente la presión arterial sistólica (pre  $139.2 \pm 10.5$  vs  $127.8 \pm 11.2$  post) y diastólica (pre  $87.24 \pm 11.8$  vs  $84 \pm 9.12$  post). Por lo anterior, la disminución de este indicador se atribuye a la presencia de flavonoides del chocolate negro ( $63.70 \pm 0.20$   $\mu$ mol de equivalente de ácido gálico/g) comparado con el chocolate con leche ( $56.30 \pm 1.50$   $\mu$ mol de equivalente de ácido gálico/g) que no presentó cambios. Por lo tanto, el



consumo bajo y a corto plazo de pasta de cacao puede ejercer un efecto positivo al disminuir la presión arterial en mujeres sin afectar los parámetros recomendados.

## **9. CONCLUSIÓN**

En general, tras el consumo de 1 g de pasta de cacao no se encontraron cambios en los indicadores antropométricos, a excepción del indicador circunferencia de cintura en hombres, esto puede ser atribuido a la presencia de flavonoides en la pasta de cacao y a que los hombres presentaron menor porcentaje de grasa corporal comparado con las mujeres.

Además, el consumo de 1 g de pasta de cacao disminuyó la presión arterial sistólica y diastólica en mujeres, esto se le puede atribuir a la presencia de flavonoides y ácidos grasos insaturados en la pasta de cacao.

## **10. RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS**

Los estudios futuros deberán considerar grupos con diferentes dosis de pasta de cacao y en muestras con alguna enfermedad relacionada con el síndrome metabólico e incrementar el tiempo del tratamiento. Además, podrían centrarse en metodologías para analizar biomarcadores inflamatorios, así como la biodisponibilidad de óxido nítrico en el endotelio vascular.

## 11. REFERENCIAS

- Adams, M. S., Adams, B. R., Wessman, A. C. y Demmig-Adams, B. (2016). Nutritional cues tie living organisms to their environment and its sustainability. *Frontiers in Nutrition*, 3, 28.
- Afoakwa, E. (2010). Chocolate production and consumption patterns: History, origin and taxonomy of cocoa. En E. Afoakwa (Ed), *Chocolate Science and Technology* (p. 1-16). India: John Wiley & Sons.
- Andujar, I., Recio, M. C., Giner, R. M. y Río, J.L. (2012). Cocoa Polyphenols and Their Potential Benefits for Human Health. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*.
- Aristizábal, J. C., Restrepo, M, T. y Estrada, A. (2007). Evaluación de la composición corporal de adultos sanos por antropometría e impedancia bioeléctrica. *Biomédica*, 27, 216-224.
- Astley, S. y Finglas, P. (2016). Nutrition and Health. Recuperado de <http://scihub.tw/10.1016/B978-0-08-100596-5.03425-9>
- Avendaño-Arrazate, C. H., Villarreal-Fuentes, J. M., Campos-Rojas, E., Gallardo-Méndez, R. A., Mendoza-López, A., Aguirre-Medina, J. F., Sandoval-Esquivez, A. S. y Espinosa-Zaragoza, S. (2011). Diagnóstico del cacao en México. *Grupo Publicitario Imagen Digital*, 2(21).
- Balboa-Castillo, T., López-García, E., León-Muñoz, L. M., Pérez-Tasigchana, R. F., Banegas, J. R., Rodríguez-Artalejo, F., et al. (2015). Chocolate and Health-Related Quality of Life. *A Prospective Study*, (4), e0123161
- Beckett, S. T. (2008). *The Science of Chocolate* (2.<sup>a</sup> ed.). Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Berber, A., Gómez-Santos, R., Fanghänel, G. y Sánchez-Reyes. (2001). Anthropometric indexes in the prediction of type 2 diabetes mellitus,

hypertension and dyslipidemia in a Mexican population. *International Journal of Obesity*, 25, 1794-1799.

Bonvecchio-Arenas, A., Fernández-Gaxiola, A. C., Plazas-Belausteguigoitia, M., Kaufer-Horwitz, M., Pérez-Lizaur, A. B. y Rivera-Dommarco, J. A. (2015). Guías alimentarias y de actividad física en contexto de sobrepeso y obesidad en la población mexicana. Recuperado de [https://www.anmm.org.mx/publicaciones/CAnivANM150/L29\\_ANM\\_Guias\\_alimentarias.pdf](https://www.anmm.org.mx/publicaciones/CAnivANM150/L29_ANM_Guias_alimentarias.pdf)

Calder, P. C. (2015). Functional Roles of Fatty Acids and Their Effects on Human Health. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 39(1S), 18S-32S.

Carbajal-Azcona, A. (2013). Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal/>

Chia-Meng, C., Mhd-Jalil, A., M. y Ismail, A. (2009). Phenolic and Theobromine Contents of Commercial Dark, Milk and White Chocolates on the Malaysian Market. *Moleculas*, 14, 200-209.

Cordozo, L.A., Cuervo-Guzmán, Y. A. y Murcia-Torres, J.A. (2016). Porcentaje de grasa corporal y prevalencia de sobrepeso-obesidad en estudiantes universitarios de rendimiento deportivo de Bogotá, Colombia. *Nutrición clínica y dietética hospitalaria*, 36(3), 68-75.

Coronado, M., Vega y León, S., Gutiérrez, R., Vázquez, M. y Radilla, C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista Chilena de Nutrición*, 42(2).

Dicks, L., Kirch, N., Gronwald, C., Wernken, K., Zimmermann, B., Helfrich, H. P. y Ellinger, S. (2018). Regular Intake of a Usual Serving Size of Flavanol-Rich Cocoa Powder Does Not Affect Cardiometabolic

Parameters in Stably Treated Patients with Type 2 Diabetes and Hypertension-A Double-Blinded, Randomized, Placebo-Controlled Trial. *Nutrients*, 10(10), 1435.

Domínguez-Reyes, T., Quiroz-Vargas, I., Salgado-Bernabé, A. B., Salgado-Goytia, L., Muñoz-Valle, J. F. y Parra-Rojas, I. (2017). Las medidas antropométricas como indicadores predictivos de riesgo metabólico en una población mexicana. *Nutrición Hospitalaria*, 34(1), 96-101.

Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT). (2018). Recuperado de [https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut\\_2018\\_presentacion\\_resultados.pdf](https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_presentacion_resultados.pdf)

Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino (ENSANUT MC). (2016). Salud. Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/209093/ENSANUT.pdf>

Fardet, A. (2015). Complex foods versus functional foods, nutraceuticals and dietary supplements: differential health impact (Part 1). *Agro food Industry Hi Tech*, 26(2).

Federación Internacional de Diabetes (IDF). (2006). The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome. Recuperado de <https://www.idf.org/e-library/consensus-statements/60-idfconsensus-worldwide-definitionof-the-metabolic-syndrome.html>

Frank, Q. y Nuttall, M. D. (2015). Body Mass Index Obesity, BMI, and Health: A Critical Review. *Nutrition Today*, 50(3), 117-128.

García-Díaz, D. F., Reyes-Farías, M. y Ovalle-Marín, A. (2014). Compuestos bioactivos e inflamación ligada a obesidad. *Revista chilena endocrinología diabetes*, 7(1), 21-24

Gil A. (2010). Tratado de Nutrición: Composición y Calidad nutritiva de los alimentos (2.ª ed.). Madrid: Médica Panamericana.

- Giraldo, M., Toro, J. M., Arango, C. M., Posada, L. G. y García, H. I. (2017). Randomized and controlled clinical trial of the effect of cocoa consumption in patients with insulin resistance. *Acta Médica Colombiana*, 42(2), 90-96.
- Golomb, B. A., Koperski, S. y White, H. L. (2012). Association between the most frequent chocolate consumption and the lower body mass index. *Internal Medicine Archives*, 172(6), 519-521.
- González-Pineda, J.O., Mejía-Rodríguez, S. A., Corea-Cruz, C. R., Sánchez-Mendoza, J. G., Majano-Hernández, W. R., Carranza-Linares, R. J. y Elvir-Gale, P. M. (2017). Evaluación de la ingesta dietética en estudiantes de cuarto año de medicina. *Salud*, 4(2), 51-57.
- Grassi, D., Lippi, C., Necozione, S., Desideri, G. y Ferri, C. (2005a). Short-term administration of dark chocolate is followed by a significant increase in insulin sensitivity and a decrease in blood pressure in healthy persons. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81, 611-4.
- Grassi, D., Necozione, S., Lippi, C., et al. (2005b). Cocoa reduces blood pressure and insulin resistance and improves endothelium-dependent vasodilation in hypertensives. *Hypertension*, 46, 398-405.
- Gu, Y., Yu, S. y D Lambert, J. (2014). Dietary cocoa ameliorates obesity-related inflammation in high fat-fed mice. *European Journal of Nutrition*, 53(1), 149-158.
- Guaadaoui, A., Benaicha, S., Elmajdoub, N., Bellaoui, M. y Hamal, A. (2014). What is a bioactive compound? A combined definition for a preliminary consensus. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 3(3), 174-179.

- Gutiérrez-Venegas, G. (2018). Flavonoides en el tratamiento de la hipertensión en pacientes geriátricos. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 56(1 S), 94S-101S
- Hayek, N. (2013). Chocolate, gut microbiota and human health. *Frontiers in Pharmacology*, 4, 11.
- Hooper, L., Kroon, P. A., Rimm, E. B., et al. (2008). Flavonoids, flavonoid rich foods, and cardiovascular risk: a meta analysis of randomized trials. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 88, 38-50.
- Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). (2009). Recuperado de <http://www.incap.int/dmdocuments/inf-edu-alimnut-COR/temas/6.alimentacionenlaedadadulta/pdf/6.alimentacionenlaedadadulta.pdf>
- Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ). (2015). Tablas de composición de alimentos y productos alimenticios. Recuperado de [https://www.incmnsz.mx/2019/TABLAS\\_ALIMENTOS.pdf](https://www.incmnsz.mx/2019/TABLAS_ALIMENTOS.pdf)
- Jafarirad, S., Ayoobi, N., Karandish, M., Jalali, M. T, Haghizadeh, M. H. y Jahanshahi, A. (2018). Effect of dark chocolate on serum adiponectin, biochemical and inflammatory parameters in diabetic patients: a randomized clinical trial. *International Journal of Preventive Medicine*, 9, 86.
- Janssen, I., Katzmarzyk, P. y Ross, R. (2004). Waist circumference and not body mass index explains obesity-related health risk. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79, 379-84.
- Jaramillo-Flores, M. E. (2019). Cocoa flavanols: natural agents with mitigating effects on risk factors for metabolic síndrome. *Nutrients*, 11(4), 751.



- Jia, L., Liu, X., Yi Bai, Y., Hua Li, S., Sun, K., He, C. y Hui, R. (2010). Short-term effect of the consumption of cocoa products on the lipid profile: a meta-analysis of randomized controlled trials. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 92(1), 218-225.
- Jollie C. y Janssen I. (2007). Development of Age-Specific Adolescent Metabolic Syndrome Criteria "at Are Linked to the Adult Treatment Panel III and International Diabetes Federation Criteria. *Journal of the American College of Cardiology*, 49, 891-8.
- Karim, M., McCormick, K. y Kappagoda, C. T. (2000). Effects of cocoa extracts on endothelium-dependent relaxation. *Journal Nutrition*, 130, 2105S-2108S.
- Katz, D. L., Doughty, K. y Ali, A. (2011). Cocoa and Chocolate in Human Health and Disease. *Antioxid. Redox Signal*, 15(10), 2779-2811.
- Kumar-Kattappagari, K., Ravi-Teja, C. S., Kalyani-Kommalapati, R., Poosarla, C., Reddy-Gontu, S. y Ramana-Reddy, B. V. (2015). Role of antioxidants in facilitating the body functions: A review. *Journal of Orifacial Sciences*, 7, 71-5.
- Latif, R. (2013a). Chocolate/cocoa and human health: a review. *The journal of Medicine*, 71(2).
- Latif, R. (2013b). Health benefits of cocoa. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 16, 669-674.
- León-Paría, C. (2000). Influencia del sexo en la práctica deportiva. Biología de la mujer deportista. *Arbor*, CLXV(650), 249-263.
- Lettieri-Barbato, D., Villaño, D., Beheydt, B., Guadagni, F., Trogh, I. y Serafini, M. (2011). Effect of ingestion of dark chocolates with similar lipid composition and different cocoa content on antioxidant and lipid status in healthy humans. *Food Chemistry*, 132, 1305-1310.

- Leyva-Soto, A., Chavez-Santoscoy, R. A., Lara-Jacobo, L. R., Chavez-Santoscoy., Gonzalez-Cobian, L. N. (2018). Daily Consumption of Chocolate Rich in Flavonoids Decreases Cellular Genotoxicity and Improves Biochemical Parameters of Lipid and Glucose Metabolism. *MDPI*, 23, 2220.
- Lorenzini, R., Betancur-Ancona, D. A., Chel-Guerrero, L. A., Segura-Campos, M. R. y Castellanos-Ruelas, A. F. (2015). Estado nutricional en relación con el estilo de vida de estudiantes universitarios mexicanos. *Nutrición Hospitalaria*, 32(1), 94-100.
- Magrone, T., Russo, M. A. y Jirillo, E. (2017). Cocoa and Clinical Application. *Frontier Immunology*, 8, 677.
- Meertens, Lesbia, Díaz, Nayka, Fraile, Carlos, Riera, Melissa, Rodríguez, Adelmo, Rodríguez, Luis, y Solano, Liseti. (2011). Estado nutricional, indicadores antropométricos y homocisteína sérica en mujeres posmenopáusicas venezolanas. *Revista chilena de nutrición*, 38(3), 278-284.
- Montagna, M. T., Diella, G., Triggiano, F., Caponio, G. R., De Giglio, O., Caggiano, G. y Portincasa, P. (2019). Chocolate, "Food of the Gods": History, Science and Human Health. *Revista internacional de investigación ambiental y salud pública*, 16(24), 4960.
- Morales, G., Guillen-Grima, F., Muñoz, S., Belmar, C., Schifferli, I., Muñoz, A. y Soto, A. (2017). Factores de riesgo cardiovascular en universitarios de primer y tercer año. *Revista Médica Chilena*, 145, 299-308.
- Moreno-González, M. A. (2010). Circunferencia de cintura: una medición importante y útil del riesgo cardiometabólico. *Revista chilena de cardiología*, 29(1), 85-87.

- Muñoz-De Mier, G., Lozano, E., María del Carmen, Romero, M., Carlos Santiago, Pérez de Diego, J. y Veiga-Herreros, P. (2017). Evaluación del consumo de alimentos de una población de estudiantes universitarios y su relación con el perfil académico. *Nutrición Hospitalaria*, 34(1), 134-143.
- Mursu, J., Voutilainen, S., Nurmi, T., Rissanen, T. H., Virtanen, J. K., Kaikkonen, J., Nyysönen, K. y Salonen, T. J. (2004). Dark Chocolate Consumption Increases HDL Cholesterol Concentration and Chocolate Fatty Acids May Inhibit Lipid Peroxidation in Healthy Humans. *Free Radical Biology & Medicine*, 37(9), 1351-1359.
- National Institutes of Health. "Ird report of the National Cholesterol Education Program Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). (2001). Bethesda: National Institutes of Health.
- Neufingerl, N., Zebregs, Y., Schuring, E. y Trautwein, E. (2013). Effect of cocoa and theobromine consumption on serum HDL cholesterol concentrations: a randomized controlled trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 97(6), 1201-209.
- Nickols-Richardson, S. M., Piehowski, K. E., Metzgar, C.J, Miller, D. L. y Preston, A. G. (2014). Changes in body weight, blood pressure and metabolic biomarkers selected with an energy-restricted diet that includes sweet snacks twice a day and a sugar-free drink once a day. *Research and practice on nutrition*, 8(6), 695-704.
- Norma Oficial Mexicana NOM-008-SSA3-2017 "Para el tratamiento integral del sobrepeso y la obesidad". Diario de la Federación, 18 de mayo de 2018.
- Norma Oficial Mexicana NOM-030-SSA2-2009 "Para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial sistémica. Diario de la Federación, 31 de mayo de 2010.

Norma Oficial Mexicana NOM-186-SSA1/SCFI-2002 “Productos y servicios. Cacao, productos y derivados. I Cacao. II Chocolate. III Derivados. Especificaciones sanitarias. Denominación comercial”. Diario de la Federación, 08 de Noviembre de 2002.

Nour-Rahman, S., Citrakesumasari, y Astuti-Taslim, N. (2019). Effect of cocoa on body weight, waist circumference and visceral fat patient with central obesity. *International Journal of Science and Healthcare Research*, 3(1), 2455-7587.

Olveira-Fuster, G. y Gonzalo-Marín, M. (2017). Requerimientos nutricionales. En D. A. De Luis-Román, D. Bellido-Guerrero, P.P. García y G. Olveira-Fuster (Ed.), *Dietoterapia, nutrición clínica y metabolismo* (p. 35-48). España: Aula médica.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2010). Necesidades nutricionales. Recuperado de <http://www.fao.org/3/am401s/am401s03.pdf>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (1995). Estado físico: el uso e interpretación de la antropometría. Recuperado de [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/37003/WHO\\_TRS\\_854.pdf;jsessionid=0797AA1B2FA5CE7F0F7499FDF3B00F8C?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/37003/WHO_TRS_854.pdf;jsessionid=0797AA1B2FA5CE7F0F7499FDF3B00F8C?sequence=1)

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2000). Obesidad: prevención y gestión de la epidemia mundial. Recuperado de [https://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO\\_TRS\\_894/en/](https://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO_TRS_894/en/)

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2003). Nutrientes. Recuperado de <https://www.who.int/elena/nutrient/es/>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2013). Información general sobre la hipertensión en el mundo. Recuperado de

[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/87679/WHO\\_DCO\\_WHD\\_2013.2\\_spa.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/87679/WHO_DCO_WHD_2013.2_spa.pdf?sequence=1)

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2017). Enfermedad cardiovascular. Recuperado de [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2019). Hipertensión. Recuperado de <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/hypertension>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2019). Recomendaciones mundiales sobre la actividad física para la salud. Recuperado de [https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet\\_recommendations/es/](https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/es/)

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2020). El estado físico: uso e interpretación de la antropometría. Recuperado de [https://www.who.int/childgrowth/publications/physical\\_status/es/](https://www.who.int/childgrowth/publications/physical_status/es/)

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2020). Género. Recuperado de <https://www.who.int/topics/gender/es/#:~:text=El%20g%C3%A9nero%20se%20refiere%20a,los%20hombres%20y%20las%20mujeres>

Otago, N. (2007). El cacao. CONABIO. *Biodiversistas*, 72, 1-5.

Paredes-Salido, F. y Roca-Fernández, J. J. Influencia de los radicales libres en el envejecimiento celular. *Bioquímica*, 21(7), 96-100.

Pineda, C. A. (2008). Síndrome metabólico: definición, historia, criterios. *Colombia Médica*, 39(1), 96-106.

Ramírez-López, E. y Valencia-Juillerat, M. E. (2008). Tamaño y composición corporal en niños mexicanos I: implicaciones en el uso del bod pod, dxa y dilución con deuterio en la evaluación de la masa grasa y masa libre de grasa. *Revista Salud Pública y Nutrición*, 9(3).

- Ramos-Romero, S., Pérez-Cano, F. J., Ramiro-Puig, E., Franch-Masferrer, A. y Castell, M. (2012). Cocoa intake attenuates oxidative stress associated with rat adjuvant arthritis. *Pharmacological Research*, 66(3), 207-212.
- Ravasco, P., Anderson, H. y Mardones, F. (2010). Métodos de valoración del estado nutricional. *Nutrición Hospitalaria*, 25(S3), 57-66.
- Ried, K., Fakler, P. y Stocks, N. P. (2017). Effect of cocoa on blood pressure. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 8.
- Rodríguez-Lagunas, M. J., Vicente, F., Pereira, P., Castell, M. y Pérez-Cano, F. J. (2019). Relationship between cocoa intake and healthy status: a pilot study in university students. *Molecules*, 21(4), 812.
- Rodríguez-Meléndez, C. T. (2020). Análisis y comparación de la composición química proximal y antioxidantes del cacao (*Theobroma cacao*) antes y después del proceso de tostado para elaborar una barra de pasta de cacao (Tesis Licenciatura). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo.
- Rodríguez-Ramiro, I., Ramos, S., López-Oliva, E., Agis-Torres, A., Bravo, L., Goya, L. y Martín, M. A. (2013). Cocoa polyphenols prevent inflammation in the colon of azoxymethane-treated rats and in TNF- $\alpha$ -stimulated Caco-2 cells. *British Journal of Nutrition*, 110(2), 206-15.
- Ruano-Nieto, C. I. (2016). Síndrome metabólico en adultos jóvenes. *Revista Ecuatoriana de Medicina Eugenio Espejo*, 5(6), 6-19.
- Rusconi, M. y Conti, A. (2010). *Theobroma cacao* L., the Food of the Gods: A scientific approach beyond myths and claims. *Pharmacological Research*, 61(1), 5-13.
- Salas, J. y Hernández, L. (2015). Cacao, una aportación de México al mundo. *Ciencia*, 32-39.

- Scapagnini, G., Davinelli, S., Di Renzo, L., De Lorenzo, A., Olarte, H. H., Micali, G., Cicero, A. F. y González, S. (2014). Bioactive cocoa compounds: importance and potential for maintaining skin health. *Nutrients*, 6(8), 3202-3213.
- Schnorr, O., Brossette, T., Momma, T. Y., et al. (2008). Cocoa flavanols lower vascular arginase activity in human endothelial cells in vitro and in erythrocytes in vivo. *Arch Biochem Biophys*, 476, 211-215.
- Schroeter, H., Heiss, C., Balzer, J., et al. (2006). Epicatechin mediates beneficial effects of flavanol-rich cocoa on vascular function in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103, 1024-1029.
- Shrime, M.G., Bauer, S. R., McDonald, A. C., et al. (2011). Flavonoid-rich cocoa consumption affects multiple cardiovascular risk factors in a meta-analysis of short-term studies. *Journal Nutrition*, 141, 1982-1988.
- Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría. Normas Internacionales para la Valoración Antropométrica de ISAK. (2001). Recuperado de <https://antropometria fisica end.files.wordpress.com/2016/09/manual-isak-2005-cineantropometria-castellano1.pdf>
- Soto-Pereira, M. J. (2012). Desarrollo del proceso de producción de cascarilla de semilla de cacao en polvo destinada al consumo humano (Tesis Licenciatura). Universidad Simón Bolívar, Sartenejas.
- Strat. K. M., Rowley, J. T., Smithson, A. T., Tessem, J. S., Hulver, M. W., Liu, D., Davy, B. N., Davy, P. Q. y Neilson, A. P. (2016). The mechanisms by which cocoa flavonoids improve metabolic syndrome and related disorders. *The journal of nutritional biochemistry*, 35, 1-21.

- Taubert, D., Berkels, R., Roesen, R. y Klaus, W. (2003). Chocolate and blood pressure in elderly individuals with isolated systolic hypertension. *JAMA Internal Medicine*, 290, 1029-30.
- Tecnomed. (2000). BOD POD. Recuperado de <https://tecnomed2000.com/producto/analizador-composicion-corporal-adulto-bod-pod-cosmed/>
- Tzounis, X., Rodriguez-Mateos, A., Vulevic, J., Gibson, G. R., Kwik-Urbe, C. y Spencer, J. P. (2011). Prebiotic evaluation of cocoa-derived flavanols in healthy humans by using a randomized, controlled, double-blind, crossover intervention study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 93, 62-72.
- Valdés-Badilla, P. A., Godoy-Cumillaf, T., Herrera-Valenzuela, S. y Durán-Agüero. (2015). The comparison between food habits and physical condition among physical education and other undergraduate students. *Nutrición Hospitalaria*, 32(2), 829-36.
- Vallejo-Zamudio, E., Rojas-Velázquez, A. y Torres-Bugarín, O. (2017). Una poderosa herramienta en la medicina preventiva del cáncer: los antioxidantes. *Medigraphic*, 12(3), 104-11.
- Villar, A., Ortega, T. (2005). Cacao ¿alimento y medicamento? *Fito farmacia*, 19(2), 68-72.
- Vilchez-Avaca, C., Silva Cancino, C. A., Contreras-Muñoz, A. M., García-Montecinos, M. M., Rojas-Jorquera, O., Gómez-Campos, R. y Cossio-Bolaños, M. (2017). Evaluación de la adiposidad corporal según índice de masa corporal y circunferencia de cintura en jóvenes universitarios. *Ciencia y enfermería*, 23(2), 13-20.
- Wilson, D. G., Nash, P., Singh-Buttar, H., Griffiths, K., Singh, R., De Meester, F., Horiuchi, R. y Takahashi, T. (2017). The Role of Food Antioxidants,



Benefits of Functional Foods, and Influence of Feeding Habits on the Health of the Older Person: An Overview. *Antioxidants*, 6(4), 81.

Yuan, S., Li, X., Jin, Y. y Lu, J. (2017). Chocolate consumption and risk of coronary heart disease, stroke and diabetes: a meta-analysis of prospective studies. *Nutrients*, 9(7), 688.

Zhang, H. y Tsao, R. (2016). Dietary polyphenols, oxidative stress and antioxidant and anti-inflammatory effects. *Current Opinion in Food Science*, 8, 33-42.

Zurita, P. (2009). Diferencias significativas entre el hombre y la mujer deportista en cuanto a la capacidad de rendimiento deportivo. Recuperado de [https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero\\_17/REBECA\\_ZURITA\\_PEREZ\\_2.pdf](https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_17/REBECA_ZURITA_PEREZ_2.pdf)

## 12. ANEXOS

### 12.1 Consentimiento informado

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias de la Salud

Licenciatura en Nutrición

Proyecto de investigación

“Efecto de la pasta de cacao (*Theobroma cacao L.*) sobre los indicadores antropométricos y clínicos en estudiantes universitarios”

Texto Informativo

El Chocolate es un producto altamente nutritivo y de gran consumo, se obtiene a partir de los granos que se encuentran en el interior de las bayas del árbol del cacao (*Theobroma cacao L.*) siendo el insumo más importante para su elaboración.

El cacao es un producto de alta demanda debido al sabor que tiene así como los múltiples beneficios nutrimentales, incluye varios componentes tales como grasas saturadas (40-50 %) el cual es decisivo en las propiedades características del chocolate. Los ácidos grasos que contiene en su mayoría son ácidos grasos saturados (ácido esteárico, ácido palmítico), así como insaturados (ácido oleico 35 %) y < 2 % de ácido linoleico, aunque se cree que el consumo de grasas saturadas aumenta los niveles de colesterol en suero, el consumo regular de cacao ha negado un aumento en este parámetro.

Múltiples estudios han demostrado que el consumo de chocolate negro ejerce varios efectos beneficiosos sobre la salud, como la reducción de la resistencia a la insulina, inflamación, estrés oxidativo, reducción de peso, mejoras en el perfil lipídico, esto debido a su contenido de antioxidantes, principalmente flavonoides.

Fecha:

Estimado participante :

Le invitamos a participar en el estudio del consumo de pasta de cacao (*Theobroma cacao* L.) que se aplicará a 40 estudiantes universitarios con el objetivo de conocer el efecto de los ácidos grasos contenidos en la pasta de cacao sobre el perfil lipídico e indicadores antropométricos. Dicho estudio tiene como finalidad realizar un diagnóstico nutricional de la población estudiantil, información que se tratará de manera confidencial.

Procedimiento:

Para lograr lo anterior necesitamos su participación en el estudio, el cual es completamente voluntario por lo que podrá retirarse en el momento que lo desee, es gratuita y no condiciona ninguna prestación de servicio dentro o fuera de la institución educativa.

Si acepta participar se le realizarán las siguientes valoraciones:

Toma de medidas antropométricas (peso, talla, circunferencia de cintura), signos vitales (tensión arterial y frecuencia cardiaca); para ello, se requiere uso de ropa cómoda para permitir con facilidad las mediciones (top, lycra).

Aplicación de cuestionarios que permitan conocer características de su alimentación, actividad física y posibles riesgos nutricionales.

Se tomará una muestra sanguínea de tipo venoso al inicio y término del estudio, donde se determinarán las concentraciones de colesterol, HDL, LDL y triacilglicéridos, por lo cual deberá presentarse en ayuno con un mínimo de 8 horas y ropa que permita descubrir ambos brazos a la altura del codo.

La toma de medidas antropométricas, cuestionarios y toma de muestra sanguínea, tendrá una duración aproximada de 20-30 minutos.

Se le proporcionará una dosis de 1 g diario de pasta de cacao, el cual se le dará de lunes a viernes en un horario de 7 am a 1 pm en el cubículo 6 del Dr. José Alberto Ariza Ortega, ubicado en cuarta etapa. Los días viernes se les proporcionará una dosis extra para el fin de semana; la duración del consumo de chocolate será de 4 semanas, según las indicaciones.

La información proporcionada por usted, así como las valoraciones y determinaciones efectuadas durante el proyecto, serán completamente con total confidencialidad, las cuales serán utilizadas solamente con fines de investigación. Como resultado de su participación se elaborará un diagnóstico nutricional, el cual le entregaremos de manera personalizada y de forma confidencial al término de la investigación.

Los posibles riesgos que podría presentar en caso de participar en el estudio son: formación de un ligero moretón al momento de la punción y mareo. Los beneficios implican, conocer el estado de nutrición a través de las pruebas antes mencionadas.

Le agradecemos su participación. Si en cualquier momento usted tiene alguna duda respecto al estudio podrá dirigirse a las autoridades de su instituto o bien al Área de Nutrición de la Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, de 9:00 a 14:00 horas con los responsables de la Investigación: Dr. José Alberto Ariza Ortega y Dra. Araceli Ortiz Polo, profesores investigadores. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencia de la Salud. Ex-Hacienda La Concepción Tilcuautla, Municipio de San Agustín Tlaxiaca, Hgo. CP. 4216. Tel. (01771) 71 72 000 ext. 4312 y 5116 o bien con Carla Taryn Rodríguez Meléndez, tel. 5571995568, Andrea Guadalupe Romero Ornelas tel. 5574876746, Imelda Sánchez Montoya, tel. 5577833820, pasantes de Licenciatura de Nutrición.

Nombre y firma de los responsables:

### Consentimiento Informado

He sido invitado a participar en una investigación para conocer el efecto de la pasta de cacao sobre mi perfil lipídico e indicadores antropométricos. Me han informado que los riesgos a presentar son \_\_\_\_\_ y que recibiré mis resultados de forma gratuita.

Se me ha dado una explicación clara y mis dudas han sido resueltas.

Acepto voluntariamente participar en este estudio y entiendo que tengo derecho a retirarme de la investigación, sin perder derecho como participante de este estudio.

Nombre \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_\_ participante:

Dirección \_\_\_\_\_ Teléfono \_\_\_\_\_

Firma del Participante \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Nombre del Testigo 1: \_\_\_\_\_ Parentesco \_\_\_\_\_

Dirección \_\_\_\_\_ Teléfono \_\_\_\_\_

Firma del Testigo 1 \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Nombre del Testigo 2: \_\_\_\_\_ Parentesco \_\_\_\_\_

Dirección \_\_\_\_\_  
Teléfono \_\_\_\_\_

Firma del Testigo 2 \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Nombre y Firma de quien solicitó el consentimiento \_\_\_\_\_

## 12.2 Formato para evaluación antropométrica y clínica

“Efecto de la pasta de cacao (*Theobroma cacao L.*) sobre los indicadores antropométricos y clínicos en estudiantes universitarios”

### FORMATO PARA EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA Y CLÍNICA

Fecha										Folio					
Nombre:															
Semestre		Grupo				Edad			años	Sexo	F	M			
Peso						kg	Talla				cm	Grasa corporal			%
CC						cm	Presión Arterial					mmHg			
FC						p/m	IMC					Kg/m <sup>2</sup>			