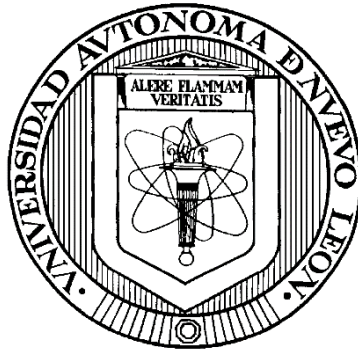


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN



RELACIÓN DEL POLIMORFISMO rs10881197 DEL GEN *AMY1* CON EL EFECTO DE LA INTERVENCIÓN DIETÉTICA BASADA EN PLANTAS PARA LA REDUCCIÓN DEL PESO CORPORAL EN ADULTOS CON SOBREPESO DE LA CIUDAD DE MONTERREY, NUEVO LEÓN - ESTUDIO PILOTO.

POR:

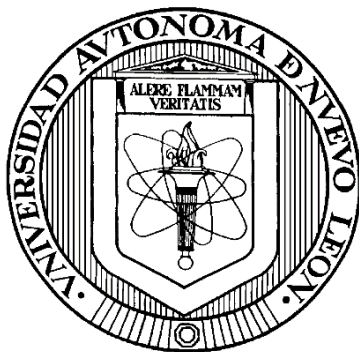
LN. BERENICE GUADALUPE VELÁZQUEZ VELASCO

**Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN NUTRICIÓN**

Julio, 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN



RELACIÓN DEL POLIMORFISMO rs10881197 DEL GEN *AMY1* CON EL EFECTO DE LA INTERVENCIÓN DIETÉTICA BASADA EN PLANTAS PARA LA REDUCCIÓN DEL PESO CORPORAL EN ADULTOS CON SOBREPESO DE LA CIUDAD DE MONTERREY, NUEVO LEÓN - ESTUDIO PILOTO.

Por:

LN. BERENICE GUADALUPE VELÁZQUEZ VELASCO

**Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN NUTRICIÓN**

Monterrey, Nuevo León

Julio, 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN NUTRICIÓN



RELACIÓN DEL POLIMORFISMO rs10881197 DEL GEN *AMY1* CON EL EFECTO DE LA INTERVENCIÓN DIETÉTICA BASADA EN PLANTAS PARA LA REDUCCIÓN DEL PESO CORPORAL EN ADULTOS CON SOBREPESO DE LA CIUDAD DE MONTERREY, NUEVO LEÓN - ESTUDIO PILOTO.

Presenta:

LN. BERENICE GUADALUPE VELÁZQUEZ VELASCO

Monterrey, Nuevo León.

Julio, 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN NUTRICIÓN



RELACIÓN DEL POLIMORFISMO rs10881197 DEL GEN *AMY1* CON EL EFECTO DE LA INTERVENCIÓN DIETÉTICA BASADA EN PLANTAS PARA LA REDUCCIÓN DEL PESO CORPORAL EN ADULTOS CON SOBREPESO DE LA CIUDAD DE MONTERREY, NUEVO LEÓN - ESTUDIO PILOTO.

Presenta:

LN. BERENICE GUADALUPE VELÁZQUEZ VELASCO

DIRECTOR:

DR. JESÚS ALBERTO VÁZQUEZ RODRÍGUEZ

CO-DIRECTORA:

DRA. ESTHER ALHELÍ HERNÁNDEZ TOBÍAS

Monterrey, Nuevo León.

Julio, 2024

APROBACIÓN DE TESIS DE MAESTRÍA

RELACIÓN DEL POLIMORFISMO rs108811197 DEL GEN *AMY1* CON EL EFECTO DE LA INTERVENCIÓN DIETÉTICA BASADA EN PLANTAS PARA LA REDUCCIÓN DEL PESO CORPORAL EN ADULTOS CON SOBREPESO DE LA CIUDAD DE MONTERREY, NUEVO LEÓN - ESTUDIO PILOTO

Dr. Jesús Alberto Vázquez Rodríguez

Presidente

Dra. Esther Alhelí Hernández Tobías

Secretaria

Dr. Med. Paulina Delgado González

Vocal

Dra. Blanca Edelia González Martínez

Subdirectora de Investigación, Innovación y Posgrado

COMITÉ DE EVALUACIÓN DE TESIS

El comité de evaluación de tesis APROBÓ la tesis titulada “**RELACIÓN DEL POLIMORFISMO rs108811197 DEL GEN *AMY1* CON EL EFECTO DE LA INTERVENCIÓN DIETÉTICA BASADA EN PLANTAS PARA LA REDUCCIÓN DEL PESO CORPORAL EN ADULTOS CON SOBREPESO DE LA CIUDAD DE MONTERREY, NUEVO LEÓN - ESTUDIO PILOTO**” presentada por la LN. Berenice Guadalupe Velázquez Velasco, con la finalidad de obtener el grado de Maestría en Ciencias en Nutrición.

Dra. Esther Alhelí Hernández Tobías

Dr. Jesús Alberto Vázquez Rodríguez

Dr. Med. Paulina Delgado González

DRA. EN C. BLANCA EDELIA GONZÁLEZ MARTÍNEZ
SUBDIRECTOR(A) DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y POSGRADO

FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN

PRESENTE. –

Nos permitimos comunicarle que hemos concluido la Dirección y Co-dirección de la tesis titulada **“RELACIÓN DEL POLIMORFISMO rs108811197 DEL GEN *AMY1* CON EL EFECTO DE LA INTERVENCIÓN DIETÉTICA BASADA EN PLANTAS PARA LA REDUCCIÓN DEL PESO CORPORAL EN ADULTOS CON SOBREPESO DE LA CIUDAD DE MONTERREY, NUEVO LEÓN - ESTUDIO PILOTO”** presentado por la LN. Berenice Guadalupe Velázquez Velasco, con la finalidad de obtener el grado de Maestría en Ciencias en Nutrición.

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

Atentamente

“Alere Flamman Veritatis”

Monterrey, Nuevo León a ___ de _____ de _____

Dr. Jesús Alberto Vázquez Rodríguez

Dra. Esther Alhelí Hernández Tobías

AGRADECIMIENTO

Gracias Dios por ser mi guía, mi compañero fiel, la luz en mis tinieblas y mi mejor amigo, por permitirme cumplir una meta más en mi formación profesional. Además, porque has permitido que conozca amigos que me acercan más a ti durante la maestría.

Gracias a mi familia, en especial a mis padres Blanqui y Marco, por apoyarme en todos los aspectos, en darme las herramientas necesarias para aprender a volar y ser una mujer capaz, fuerte y llena de valores. También a mi hermano por ser ejemplo como profesionista y ser humano.

A mi director de tesis, al Dr. Jesús por los abrazos recibidos en los momentos más difíciles, las motivaciones y sobre todo la paciencia, tal vez no fui su mejor tesista, pero di mi 100%. A mi co-directora la Dra. Alhelí, por los ánimos, las enseñanzas en el laboratorio, la paciencia. Además, por enseñarme a ser constante, ordenada y sin bajones, admiración total como mujer, madre y científica.

A los Doctores de la maestría, por los comentarios positivos para mejorar siempre el proyecto, también por las clases impartidas durante los dos años de estudio.

Al CONAHCYT por el apoyo económico durante estos 2 años de estancia.

A mis amigos de la maestría, Sofí, Pablo y Marce, aunque el grupo fue muy pequeño, logramos apoyarnos con las tareas, los PIAS y los seminarios. Especialmente a Sofi y Pablo, por estar presentes en las crisis emocionales y los duelos inesperados, las palabras de ánimos, aliento, las salidas al café y los buenos tacos que fueron especiales para hacerme sentir bien.

A la Sra. Ofelia Barba, por acogerme como un miembro de su familia, los abrazos y el cariño de todos los días.

Al Dr. Abdel por apoyarme en las tomas de muestras de sangre, preocuparse por mi e invitarme a vivir un bello encuentro con Dios. A la Dra. Ana Laura por sus palabras de fortaleza, su amistad y su cariño.

DEDICATORIA

A Dios porque sin él no sería nada.

A mis padres por todo el amor y dame las herramientas necesarias para ser una mujer valiente y capaz.

A mi hermano Marco, por cuidarme y estar conmigo siempre.

A mi tío Coqui (+) y mi abuelito Javier (+), comencé este camino con ellos y se me adelantaron, pero sé que desde el cielo están felices y orgullosos de mí.

A mis abuelitos Chonita (+) y Carmelito (+), han sido mis dos ángeles durante mi estancia en Monterrey.

A mi abuelita Cholita, por ser ejemplo de mujer, madre, amiga y abuela.

A mis sobrinos David, Diego, Marijo, Jassia y Leonardo (y los futuros), que vean en mi como tía ejemplar en todos los aspectos.

A todos los que me apoyaron durante este camino.

La ciencia más grande en el mundo, en el cielo y en la tierra; es el amor.

Madre Teresa de Calcuta

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	7
----------------------	---

DEDICATORIA	9
1. RESUMEN.....	19
2. ABSTRACT	22
3. ANTECEDENTES	24
3.1 Definición de sobrepeso	24
3.2 Epidemiología.....	24
3.3 Etiología del sobrepeso	24
3.3.1 Alimentación.....	25
3.3.2 Actividad física.....	26
3.3.3 Genética.....	27
3.3.3.1 Genes relacionados al sobrepeso.....	29
3.4 Interacción genotipo-dieta.....	35
3.5 Tratamiento dietético.....	40
3.5.1 Dieta basada en plantas	40
3.5.1.1 Consideraciones nutricionales para las dietas basadas en plantas	43
3.5.1.1.1 Macronutrientes	44
3.5.1.1.2 Micronutrientes.....	46
3.5.1.2 Mecanismos bioquímicos y fisiológicos de la dieta basada en plantas	49
3.5.1.2.1 Densidad Calórica	50
3.5.1.2.2 El papel del microbiota.....	53
3.5.1.2.3 Termogénesis inducida por la dieta.....	54
3.5.1.2.4 Capacidad antioxidante de la dieta.....	54
3.5.1.2.3 Estudios de dietas basadas en plantas como una estrategia para mejorar la condición del sobrepeso y obesidad.....	56
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	62
6. HIPÓTESIS	64
7. OBJETIVOS	64
6.1 Objetivo general.....	64
6.2 Objetivos específicos	64
8. METODOLOGÍA.....	65
8.1 Diseño del estudio	65
8.2 Criterios de selección.....	65

<i>Criterios de inclusión</i>	65
<i>Criterios de exclusión</i>	65
<i>Criterios de eliminación</i>	65
8.3 Técnica muestral	66
8.3.1 Cálculo del tamaño de la muestra	66
8.4 Instrumentos de medición, materiales y equipo utilizado.....	66
8.5 Estrategia general de trabajo.....	67
.....	68
8.5.1 Metodología para las mediciones antropométricas y composición corporal.	69
8.5.1.1 Obtención de datos antropométricos y composición corporal	69
8.5.1.1.1 Índice de masa corporal	69
8.5.1.1.2 Estatura	69
8.5.1.1.3 Circunferencia de cintura y cadera	70
8.5.1.1.4 Datos de porcentaje de grasa por bioimpedancia	70
8.5.2 Metodología para el diseño de las intervenciones nutricionales	71
8.5.2.1 Diseño de intervenciones dietéticas	71
8.5.2.1.1 Diseño de la dieta basada en plantas	73
8.5.2.1.2 Dieta convencional	74
8.5.3 Metodología para las determinaciones genéticas.....	75
8.5.3.1 Obtención de sangre periférica.....	75
8.5.3.2 Extracción de ADN por <i>precipitación con sales</i>	76
8.5.3.3 Cuantificación del material genético	76
8.5.3.4 Genotipificación.....	77
8.5.3.5 Frecuencias alélicas y genotípicas	81
8.6 Asociación de las variables.....	81
8.6.1 Plan de análisis.....	81
8.7 Consideraciones éticas	82
8.8 Consideraciones de bioseguridad.....	82
8.9 Recursos	82
9. RESULTADOS	83
9.1 Resultados particulares del objetivo 1.....	83
9.1.1 Diseño de las intervenciones nutricionales	83

9.2 Resultados particulares del objetivo 2.....	86
9.2.1 Características generales de la población de estudio.....	86
9.2.2 Cambios en mediciones antropométricas y composición corporal en las intervenciones dietéticas.....	86
9.2.3 Ingesta de calorías, macronutrientes y fibra.....	90
9.3 Resultados objetivos particular 3 y 4.....	95
9.3.1 Características genéticas de la población.....	95
9.3.2 Relación del polimorfismo rs10881197 del Gen <i>AMY1</i> en las intervenciones nutricionales.....	96
10. DISCUSIÓN.....	101
10.1 Diseño de las intervenciones nutricionales.....	101
10.3 Mediciones antropométricas y composición corporal.....	105
10.4 Determinación de las frecuencias alélicas y genotípicas.....	109
10.5 Relación del polimorfismo rs10881197 del Gen <i>AMY1</i> en el grupo con intervención dietética basada en plantas.....	110
10. CONCLUSIONES.....	112
11. RECOMENDACIONES PARA INVESTIGACIONES FUTURAS.....	113
ANEXOS.....	114
Anexo 1. Carta de consentimiento informado.....	114
Anexo 2: Flyer aprobado para reclutar a los participantes.....	119
Anexo 3. Expediente clínico.....	120
Anexo 4. Recordatorio de 24 horas.....	124
Anexo 5. Frecuencia alimentaria.....	125
Anexo 6. Cuestionario internacional de actividad física.....	130
Anexo 7. Protocolo de extracción de ADN por precipitación de sales.....	132
Anexo 8: Ejemplo de un menú en ambas intervenciones nutricionales.....	134
REFERENCIAS.....	135
RESUMEN CURRICULAR.....	151

LISTA DE TABLAS

Tabla

Página

Tabla I: Relación entre la cantidad de actividad física aeróbica y pérdida de peso	27
Tabla II: Generalidades del gen <i>AMY1</i>	30
Tabla III: Frecuencia del SNP rs10881197	32
Tabla IV: Interacción del genotipo y las intervenciones dietéticas en la reducción del peso corporal	37
Tabla V: Categorías derivadas de las dietas basadas en plantas	42
Tabla VI: Estudios previos sobre los efectos antropométricos, composición corporal de las dietas basadas en plantas	59
Tabla VII: Características y distribuciones de macronutrientes de las intervenciones nutricionales	72
Tabla VIII: Requerimiento calórico de acuerdo con la ecuación de MIFFLIN ST JEOR	72
Tabla IX: Cantidades recomendadas diarias para la dieta basada en plantas	74
Tabla X: Equipos y materiales para la extracción de ADN por precipitación de sales...	76
Tabla XI: Sonda Taqman para la genotipificación del polimorfismo <i>AMY1</i> rs10881197	79
Tabla XII: Tabla de componentes de la reacción qPCR	79
Tabla XIII: Condiciones de temperatura en termociclador.....	80
Tabla XIV: Materiales, reactivos y equipos utilizados para la genotipificación	80
Tabla XV: Ejemplos de platillos proporcionado por los pacientes.....	84
Tabla XVI: características generales de los participantes	87
Tabla XVII: Cambios en mediciones antropométricas y composición corporal con la dieta basada en plantas	88
Tabla XVIII: Cambios en mediciones antropométricas y composición corporal con la dieta convencional	89
Tabla XIX: Diferencia de ingesta total de calorías, macronutrientes y fibra en ambas intervenciones.....	91
Tabla XX: Ingesta dietaría de la dieta basada en plantas	93
Tabla XXI: Ingesta dietaría en dieta convencional.....	94
Tabla XXII: Frecuencias alélicas del polimorfismo rs10881197 en la población de estudio.....	95
Tabla XXIII: Frecuencias esperadas y observadas de la población de estudio.....	95

LISTA DE FIGURAS

Figura I: Mecanismo del gen <i>AMY1</i>	30
Figura II: Relación de la actividad enzimática y el riesgo a sobrepeso/obesidad.....	31

Figura III: Efectos fisiológicos de la dieta basada en plantas en el papel e interacción de los sistemas orgánicos en el contexto de la pérdida de peso.....	50
Figura IV: Mecanismos de acuerdo con la calidad nutricional de la dieta basada en plantas.	52
Figura V: Procedimiento general para la obtención de la información	68
Figura VI: Nuevo plato del bien comer.....	73
Figura VII: Plato del bien comer.....	75
Figura VIII: Procedimiento de qPCR utilizando sondas Taqman	78
Figura IX: Diseño del recetario para la preparación de las dietas basadas en plantas .	85
Figura X: Pérdida de peso de acuerdo con los genotipos.....	96
Figura XI: Pérdida de masa grasa de acuerdo con los genotipos.....	97
Figura XII: Pérdida de porcentaje de grasa de acuerdo con los genotipos	98
Figura XIII: Reducción de circunferencia de acuerdo con los genotipos	98
Figura XIV: Reducción de circunferencia de cintura de acuerdo con los genotipos	99
Figura XV: Disminución de cadera de acuerdo con los genotipos.....	100
Figura XVI: Frecuencias alélicas del polimorfismo <i>AMY1</i> -rs10881197 en el proyecto 1000 genomas	110

LISTA DE ABREVIATURAS

AA	Ácido Araquidónico
ADA	Asociación Americana de Dietética
ADN	Ácido desoxirribonucleico
AG	Ácidos grasos
AGCC	Ácidos grasos de cadena corta
AGL	Ácidos grasos libres
ALA	Ácido Linolénico
C	Citocina
CINSP	Centro de Investigación de Nutrición Salud Pública
cm	Centímetros
CNV	Variación en número de copias
CPIR	Respuesta de insulina en la fase cefálica
DASH	Enfoques dietéticos para detener la hipertensión
DBP	Dieta basada en plantas
DHA	Ácido docosahexaenoico
DIETFITS	Intervención dietética que examina los factores que interactúan con el éxito del tratamiento
DioGenes	Dieta, Obesidad y Genes
DIRECT	Ensayo Clínico de remisión de diabetes
DRAG	Gen adaptativo relacionado con la dieta
ECCA	Ensayo clínico controlado aleatorizado
EDTA	Ácido etilendiaminotetracético

EFSA	Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria
ENSANUT	Encuesta Nacional de Salud Pública y Nutrición
EPA	Ácido Eicosapentaenoico
FASPYN	Facultad de Salud Pública y Nutrición
GENOMEX	Dieta mexicana basado en el genoma
GLP-1	Péptido similar al glucagón tipo 1
GPC	Guía Práctica Clínica
GWAS	Estudios de asociación del genoma completo
HTA	Hipertensión Arterial
ICAM-1	Molécula de adhesión intercelular
IL 6	Interleucina 6
IMC	Índice de Masa Corporal
InDels	Inserción-delección
IPAQ	Cuestionario Internacional de Actividad Física
ISAK	Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría
KCAL	Kilocalorías
Kg	Kilogramo
LA	Ácido Linoleico
m²	Metro cuadrado
MAF	Alelo de Menor Frecuencia
mL	Mililitros

NF-KB	Factor Nuclear Kappa B
Ng	Nanogramos
NIH	National Institutes of Health
NOM	Norma Oficial Mexicana
NOX	Óxidos de nitrógeno
NUGENOB	Interacciones nutriente-gen para la obesidad humana
OMS	Organización Mundial de la Salud
ORAC	Capacidad de Absorción de Radicales de Oxígeno
pb	Pares de base
PCR	Reacción en Cadena de la Polimerasa
POUND Lost	Prevención del sobrepeso mediante nuevas estrategias dietéticas
PPAR-α	Receptor activados por proliferadores peroxisomales alfa
PPAR-γ	Receptor activados por proliferadores peroxisomales gamma
PREDIMED	Prevención con dieta mediterránea
ROS	Especies reactivas de oxígeno
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
SMAE	Sistema Mexicano de Equivalentes
SMNE	Sociedad Mexicana de Nutrición y Endocrinología
SNP	Polimorfismo de un solo nucleótido
STR	Repeticiones tándem cortas
TMAO	Trimetilamina N-Óxido

TNF-α	Factor de necrosis tumoral alfa
UCP	Proteínas de desacoplamiento
UI	Unidades Internacionales
VCAM-1	Molécula de adhesión Celular Vascular-1
WPBD	Dieta basada en plantas
XO	Oxácido
μL	Microlitros

1. RESUMEN

INTRODUCCIÓN: El sobrepeso es una condición multifactorial, en México más del 70% de la población adulta la padece. El tratamiento dietético ha sido uno de los métodos principales, como la dieta basada en plantas (WPBD, por sus siglas en inglés) que se ha postulado como una estrategia nutricional eficaz por sus diversos mecanismos para la prevención y tratamiento del sobrepeso. Sin embargo, su grado de efectividad puede ser inespecífico e inadecuado, esto se debe en función a la arquitectura genética de cada individuo. El gen *AMY1* ha sido asociado a la asimilación de hidratos de carbono en la dieta, incremento del IMC y adiposidad, por lo cual el genotipo de *AMY1* puede participar en la efectividad del tratamiento dietético. **OBJETIVO:** Analizar la relación del polimorfismo rs108811197 del gen *AMY1* y la reducción de peso corporal después de una intervención dietética basada en plantas en adultos con sobrepeso de 20 a 60 años. **METODOLOGÍA:** Ensayo clínico controlado aleatorizado, con 28 individuos en el rango de sobrepeso (IMC: ≥ 25 y ≤ 29.9), sometidos a dietas hipocalóricas (WPBD, N=17 y dieta convencional, N=11), ajustado por actividad física y una disminución de 500 Kcal para ambas dietas. Se analizó la composición corporal y mediciones antropométricas mediante bioimpedancia y protocolos estandarizados ISAK. En el análisis genético se utilizó el método de discriminación alélica con sondas TAQMAN para el polimorfismo rs108811197. **RESULTADOS:** En los 28 individuos el rango de edad fue de 29.46 ± 9.00 años, peso inicial 73.15 ± 9.23 kg, talla 163.40 ± 8.83 cm e IMC 27.25 ± 1.25 kg/m², sin diferencias entre grupos. Posterior a la intervención dietética se encontró una diferencia significativa en las variables de peso, circunferencia de cintura/cadera, masa grasa y porcentaje de grasa en el grupo con WPBD ($P < 0.05$), en cambio, se encontró diferencia significativa en circunferencia de cintura normal con la dieta convencional ($P < 0.05$). Además, el consumo de fibra fue mayor en dieta basada en plantas ($P < 0.05$) vs dieta convencional. Las frecuencias genéticas se mostraron similares en ambos grupos, en las frecuencias genotípicas el *AMY1*-rs108811197-GG se encontró en menor frecuencia en el grupo de WPBD (0.17) y el CC en el grupo de dieta convencional (0.27), no obstante, estas diferencias no fueron significativas. En

este sentido, no se encontró una relación entre el polimorfismo rs108811197 del gen *AMY1* con el efecto de la intervención dietética basada en plantas, aunque existió una tendencia de los individuos con genotipo GG sometidos a la dieta basada en plantas que disminuyeron los parámetros antropométricos y composición corporal, en cambio, con dieta convencional y genotipos GC disminuyeron peso, cintura estrecha y cadera, y genotipos CC porcentaje de grasa y masa grasa e individuos con las variantes GG circunferencia normal.

CONCLUSIONES: La WPBD demostró una mayor eficacia en disminución de peso, masa grasa y porcentaje de grasa en comparación a la dieta convencional. Asimismo, el consumo de fibra dietaría fue mayor en este grupo. Sin embargo, se necesitan más investigaciones con mayor número de individuos para corroborar los resultados de nuestro estudio piloto.

2. ABSTRACT

INTRODUCTION: Overweight is a multifactorial condition, in Mexico more than 70% of the adult population suffers from it. Dietary treatment has been one of the main methods, such as the plant-based diet (WPBD), which has been postulated as an effective nutritional strategy due to its various mechanisms for the prevention and treatment of overweight. However, their degree of effectiveness can be unspecific and inadequate, depending on the genetic architecture of each individual. The *AMY1* gene has been associated with dietary carbohydrate assimilation, increased BMI and adiposity, so the *AMY1* genotype may be involved in the effectiveness of dietary treatment. **OBJECTIVE:** To analyze the relationship of the *AMY1* gene rs10888811197 polymorphism and body weight reduction after a plant-based dietary intervention in overweight adults aged 20 to 60 years. **METHODOLOGY:** Randomized controlled clinical trial, with 28 individuals in the overweight range (BMI: ≥ 25 and ≤ 29.9), subjected to hypocaloric diets (WPBD, N=17 and conventional diet, N=11), adjusted for physical activity and a decrease of 500 Kcal for both diets. Body composition and anthropometric measurements were analyzed using bioimpedance and standardized ISAK protocols. The allelic discrimination method with TAQMAN probes for the rs108811197 polymorphism was used in the genetic analysis. **RESULTS:** In the 28 individuals the age range was 29.46 ± 9.00 years, initial weight 73.15 ± 9.23 kg, height 163.40 ± 8.83 cm and BMI 27.25 ± 1.25 kg/m², with no differences between groups. After the dietary intervention, a significant difference was found in the variables of weight, waist/hip circumference, fat mass and fat percentage in the WPBD group ($P < 0.05$), In contrast, a significant difference was found in normal waist circumference with the conventional diet ($P < 0.05$). In addition, fiber intake was higher in plant-based diet ($P < 0.05$) vs. conventional diet. The gene frequencies were similar in both groups, in genotypic frequencies *AMY1*-rs108811197-GG was found in lower frequency in the WPBD group (0.17) and CC in the conventional diet group (0.27), however, these differences were not

significant. In this respect, no relationship was found between the rs108811197 polymorphism of the *AMY1* gene with the effect of the plant-based dietary intervention, although there was a tendency for individuals with GG genotype subjected to the plant-based diet to decrease anthropometric parameters and body composition, In contrast, with conventional diet and GC genotypes decreased weight, narrow waist and hip, and CC genotypes decreased fat percentage and fat mass and individuals with the GG variants normal circumference. **CONCLUSIONS:** The WPBD demonstrated greater efficacy in decreasing weight, fat mass and fat percentage compared to the conventional diet. Likewise, dietary fiber intake was higher in this group. However, further research with a larger number of individuals is needed to corroborate the results of our pilot study.

3. ANTECEDENTES

3.1 Definición de sobrepeso

La organización Mundial de la Salud (OMS), define al sobrepeso como una acumulación anormal o excesiva de grasa, que es causado por un desbalance en la ingesta calórica en cual supera al gasto de energía. De acuerdo con el índice de masa corporal (IMC) se considera entre igual o mayor a 25 y menor a 29.9 en adultos (OMS, 2021). El sobrepeso promueve un proceso de inflamación crónica asociado a las comorbilidades como diabetes, hipertensión arterial, enfermedades cardiovasculares, entre otros (Franzago et al., 2022).

3.2 Epidemiología

En las últimas cuatro décadas, el sobrepeso ha aumentado de manera significativa, por lo anterior, se ha identificado como uno de los principales riesgos para la salud en el mundo (Bayer et al., 2020). La Federación Mundial de Obesidad considera que mil millones de personas presentarán sobrepeso en el 2030, es decir, una de cada cinco mujeres y uno de cada siete hombres la padecerán. Asimismo, en México se considera el quinto país con sobrepeso en población adulta. La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) ha demostrado que en México la prevalencia de sobrepeso supera el 70% en adultos (Shamah-Levy et al., 2019; ENSANUT, 2018).

3.3 Etiología del sobrepeso

El sobrepeso es una condición metabólica compleja, altamente heredable y multifactorial entre los que se encuentran: la alimentación, la actividad física y la genética (Albuquerque et al., 2015; Bil & Možeńska, 2021).

3.3.1 Alimentación

La alimentación es un evento regulado por procesos biológicos, pero también aspectos socioculturales y económicos que determinan los hábitos y patrones de alimentación (Calloway et al., 2019; MacLean et al., 2017). En la actualidad, los investigadores han centrado los estudios en conocer los cambios de la alimentación, a esto se le denominada transición alimentaria, en la que se ha modificado en estructura y composición de la dieta (Popkin et al., 2012). Por ejemplo, la población amerindia ha modificado la alimentación prehispánica-tradicional y ahora existe un consumo de carnes enlatadas, alimentos empaquetados, por lo tanto, se ha sustituido el consumo de algunos alimentos como frutas, verduras, leguminosas, cereales y tubérculos. En México, la transición alimentaria dio inicio desde el inicio de los 1980's, esto se debe a que la producción de los principales cultivos ha disminuido. Por ejemplo, la producción del frijol para el año 1980 era entre un 12-17% y para el año 2020 entre un 7-12%, el trigo para el año 1980 oscilaba entre un 27-32 % y para el año 2020 entre un 17-20%, a lo que se ha considerado la disminución en biodisponibilidad y accesibilidad de alimentos regionales y autóctonos (Camps & Chávez Gómez, 2022). Por lo anterior, se ha identificado que es un reto modificar la alimentación casera y regional, debido a la disponibilidad y accesibilidad de los productos de la canasta básica, además, el tiempo para prepararlos influye en la decisión de una dieta casera, saludable y sustentable (NHI, 2016). Estas dietas incluyen alimentos frescos y locales, ricas en fibra, vitaminas y minerales (verduras, frutas, leguminosas y aceites vegetales), en cambio, las comidas rápidas (alimentos ultra-procesados) son ricas en calorías, grasas saturadas, colesterol y sodio, lo cual suelen ser bajas en calidad nutricional, provocando un aumento de peso y riesgo a enfermedades crónicas no transmisibles (Galán Ramírez Gabriela A., 2021; Poti et al., 2017). Por lo tanto, estos factores mencionados se relacionan con el estilo de vida, el nivel socioeconómico y la demografía que pueden influir en el estado de salud de la población.

Además del estudio de la transición alimentaria en cuanto a los patrones de alimentación, durante las últimas décadas se ha estudiado el papel que juega el genotipo en la asimilación de nutrientes. De estos surge la nutrigenética y la nutrición de precisión que se encargan de estudiar la relación gen-dieta para desarrollar intervenciones dietéticas más específicas para las distintas poblaciones contemporáneas (Voruganti, 2023).

3.3.2 Actividad física

La Organización Mundial de la Salud define la actividad física como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos y es un factor importante de protección para prevenir el sobrepeso (OMS, 2022). Sin embargo, en las últimas décadas la población a nivel mundial ha presentado ser inactiva o sedentaria, lo cual provoca un aumento del peso corporal. Por lo contrario, se ha demostrado que la actividad física tiene diversos beneficios, por ejemplo; disminución de peso, grasa corporal y grasa visceral (Swift et al., 2018). Así mismo, la actividad física mejora el riesgo cardiovascular, previene diabetes tipo 2, disminuye el riesgo de cáncer, mejora la salud musculoesquelética y contribuye a presentar un estado de ánimo óptimo (Oppert et al., 2021).

De acuerdo con la recomendación de la Organización Panamericana de la Salud (OPA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). En la población adulta entre 18 a 64 años se considera saludable 150 minutos semanales de ejercicios aeróbicos o 75 minutos de actividad moderada o vigorosa. En cambio, el Colegio Americano de Medicina Deportiva recomienda 225-420 minutos a la semana para la disminución de peso en adultos con sobrepeso o de 200 a 300 minutos para mantener un peso saludable (Tabla I).

Tabla I: Relación entre la cantidad de actividad física aeróbica y pérdida de peso

Cantidad de actividad física aeróbica	Cantidad de peso perdido
<150 minutos a la semana	No existe pérdida de peso o una disminución muy mínima
150-225 minutos por semana	Pérdida de peso de 2 a 3 kg
225-420 minutos por semana	Pérdida de peso de 5 a 7.5 kg
200-300 min por semana	Mantenimiento de peso después de adelgazar

Adaptada del Colegio de medicina deportiva (2009).

La actividad física representa un pilar de la gestión en las personas con sobrepeso, al aumentar el nivel general de actividad física se obtienen muchos beneficios y la prescripción dependerá de los objetivos que se hayan definido para el paciente (Johns et al., 2014). Por lo tanto, la adherencia a nuevos hábitos de actividad física a lo largo del tiempo sigue siendo un reto que debe investigarse más a fondo en pacientes con sobrepeso. Aunque se ha observado que la pérdida de peso puede mantenerse a corto plazo, esto se debe a que el tratamiento nutricional y el ejercicio no son las únicas claves para explicar o reducir la prevalencia del sobrepeso en la población (Johns et al., 2014).

3.3.3 Genética

El sobrepeso es una condición compleja que es afectada por factores ambientales, es decir, la alimentación y actividad física, además el factor genético se ha implicado por ser altamente heredable. Por lo tanto, los individuos responden y tienen necesidades diferentes a los requerimientos nutricionales y otros componentes de la dieta. Esta heterogeneidad nos da un panorama de los intrincados procesos metabólicos que están dictados por la arquitectura genética de cada individuo (Voruganti, 2023).

Genéticamente en la obesidad y por ende el sobrepeso se ha clasificado en dos: la *monogénica*, con un patrón mendeliano; suele ser poco frecuente de aparición

precoz y grave, e implica grandes deleciones cromosómicas o defectos de un solo gen. En cambio, la *poligénica*, también conocida como obesidad común, es el resultado de cientos de polimorfismos que cada uno tiene un pequeño efecto (Loos & Yeo, 2022).

La heredabilidad del sobrepeso oscila entre un 40-70%, aunado a su alta heredabilidad puede contribuir al aumento de la prevalencia de enfermedades no transmisibles como diabetes tipo 2, hipertensión arterial (HTA), dislipidemias, enfermedades coronarias, entre otras (Franzago et al., 2022).

El estudio del factor genético se ha realizado a través de genes candidatos y del genoma completo (GWAS: *Genome-Wide Association Studies* por sus siglas en inglés) en donde se han identificado cientos de variantes genéticas que aumentan la susceptibilidad al sobrepeso. Estas mutaciones son conocidas como polimorfismos ya que están en al menos el 1% de la población y se clasifican en función de su longitud en el genoma:

- STR (Short Tandem Repeats, por sus siglas en inglés): Las repeticiones cortas en tándem, también conocidas como microsatélites, son secuencias cortas de ADN repetidas de 1-6 pares de bases (pb), formando series con longitudes de hasta 100 nucleótidos (Fan & Chu, 2007).
- CNV (Variación en el Número de Copias): Son los polimorfismos en los que un segmento específico de ADN varía en su longitud. Las variantes individuales pueden ser cortas o incluir miles de bases (NIH, 2023).
- InDels (Inserción o Delección): Se refiere a la eliminación o adición aleatoria de nucleótidos y secuencia de ADN (NHI, 2022).
- SNPs (Polimorfismos de un solo nucleótido): Es el cambio de una sola base nitrogenada y son los más frecuentes en el genoma ya que ocurren uno cada 3000 pb, sin embargo, muchos son silentes y no modifican la función de la proteína. Por el contrario, otros SNPs pueden alterar los procesos de expresión, transcripción, Splicing alternativo (corte y empalme) en función de la región de localización (intrónica, promotora y codificante). (Mullins et al., 2020; Singh et al., 2017).

La arquitectura genética es importante ya que difiere entre poblaciones y grupos étnicos. Por ejemplo, la población mexicana es el resultado de una mezcla de las poblaciones amerindias, africanas y europeas (Martínez-López et al., 2013). Esto supone que la distribución de los alelos varía en poblaciones, haciendo a unos marcadores más útiles que otros (Albuquerque et al., 2015; Goodarzi, 2018). Además, los genes no han cambiado con el tiempo, sino que el ambiente y el estilo de vida se han modificado, por lo tanto, algunas personas con predisposición genética son más susceptibles a desarrollar sobrepeso al interrelacionarse con un ambiente obesogénico con respecto a las personas sin dicha predisposición genética (Goodarzi, 2018).

3.3.3.1 Genes relacionados al sobrepeso

Se han reportado más de 140 genes candidatos asociados con medidas sugestivas de sobrepeso, como el Índice de Masa Corporal (IMC), composición corporal (grasa corporal) y la circunferencia de cintura (Goodarzi, 2018). Además, se ha descrito que existen genes que responsables al control del apetito (preferencias alimentarias) y el metabolismo, algunos de los más estudiados son *FTO*, *LEP*, *MCR*, *ADRB*, entre otros (Singh et al., 2017).

En la actualidad se ha relacionado el gen *AMY1* como un candidato para el desarrollo del sobrepeso y las preferencias hacia alimentos con un alto contenido de carbohidratos.

3.3.3.1.1 Gen *AMY1*

Este gen se localiza en el cromosoma 1p21.1, tiene una longitud de 9,036 pb (tabla II) y codifica la enzima de amilasa salival. La principal función de esta isoenzima es hidrolizar los enlaces α -1-4 glicosídicos de los alimentos ricos en almidón, iniciando la digestión en la cavidad oral. Esta enzima es altamente expresada en la glándula salival o en el páncreas (Figura I) (Bonfond et al., 2017; Falchi et al., 2014).

Tabla II: Generalidades del gen *AMY1*

Nombre del gen	<i>AMY1</i>
Nombre oficial	Amilasa 1 ^a
Tipo de gen	Codificante
Localización	1p21.1
Cromosoma	Cromosoma 1
Número de transcritos	4
Localización del gen	103,655,760...103,664,554
Alelos	C>G
Tamaño	9,036 pb

Adaptada y modificada de Ensamble, 2022 & Biblioteca Nacional de Medicina (NLM, sigla en inglés), 2022.

El mecanismo de *AMY1* se basa en la actividad de la amilasa salival, esto depende de los receptores del gusto dulce, lo cual implica la percepción en la vía oral de la degradación de alimentos ricos en almidón. Es decir, existe una activación gustativa que estimula las funciones fisiológicas como el aumento de la secreción salival, ácido gástrico y secreciones pancreáticas (Figura I) (Peyrot des Gachons & Breslin, 2016).

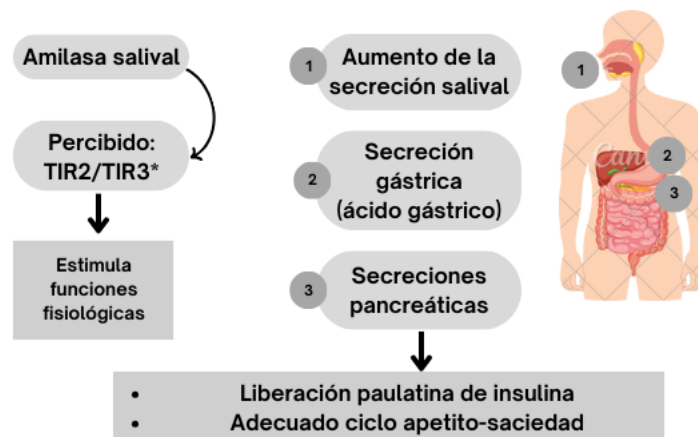


Figura I: Mecanismo del gen *AMY1*

TIR2/TIR3: Receptores de sabor dulce. Adaptado y modificado de Peyrot des Gachons C 2016.

Por lo tanto, estas respuestas preparan el sistema digestivo para metabolizar y absorber nutrientes y permiten un mejor mantenimiento de la homeostasis de nutrientes en el plasma, lo cual existe la liberación de insulina en la fase cefálica, en donde se presentan respuestas preabsortivas o fisiológicas a la alimentación, aunque es un componente relativamente menor de la liberación de insulina en la fase cefálica se ha demostrado que es un determinante muy importante de la tolerancia general a la glucosa y las consecuencias (Figura II). Asimismo, los niveles de actividad de la amilasa salival varían en respuesta a factores ambientales y estrés (Peyrot des Gachons & Breslin, 2016).

Además, genéticamente se correlaciona con el número de copias, lo cual puede representar entre 2-20% de la variación genética total del sobrepeso, también se cree que el aumento del número de copias de genes de este locus ha evolucionado en el linaje humano como consecuencia del cambio a una dieta rica en almidón (Falchi et al., 2014). Las poblaciones humanas que tradicionalmente consumen una elevada proporción de carbohidratos en su dieta muestran un mayor número de copias y una mayor actividad de amilasa salival que las que consumen una dieta baja en almidón (Román et al., 2013).

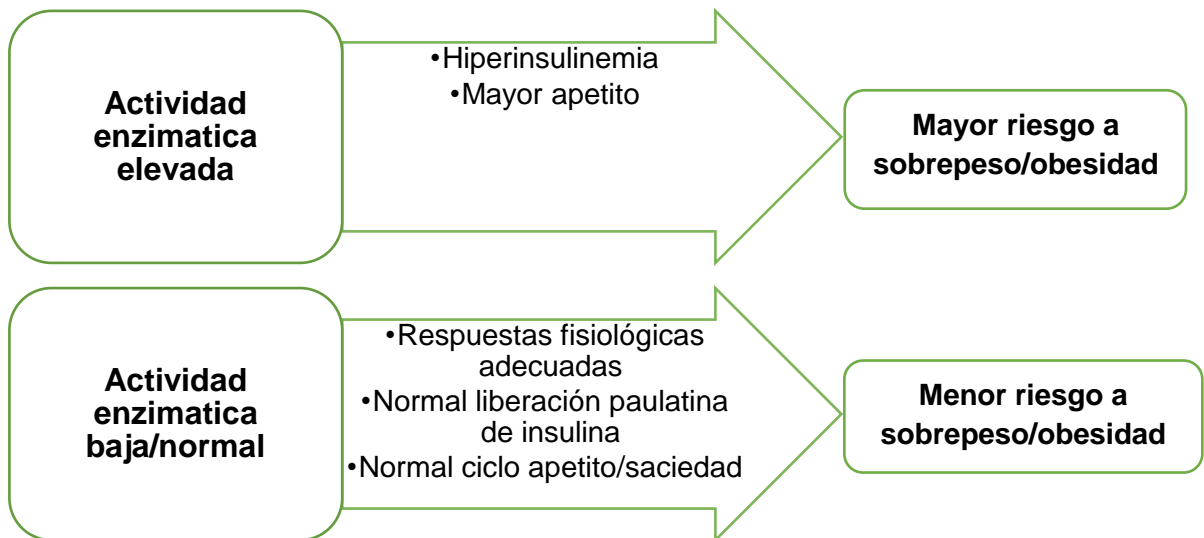


Figura II: Relación de la actividad enzimática y el riesgo a sobrepeso/obesidad

Adaptada y modificada por Carpenter, 2017; Peyrot Des Gachons & Breslin, 2016.

Este gen presenta más de 20 SNPs asociados a la alteración y concentración enzimática. Uno de ellos es rs10881197 variante intrón, además ocasiona una sustitución de guanina (G) por citosina (C), el porcentaje en la población con ascendencia mexicana en los Ángeles, California es 63% (G) y 36% (C), en donde el alelo de riesgo (G) predomina (Tabla III).

Tabla III: Frecuencia del SNP rs10881197

Variante (SNP)	Frecuencia Alélica (%)	Frecuencia Genotípica (%)
rs10881197	C: 36.7 G:63.33	CC:3.1% CG:67.2% GG:29.7%

SNP: Polimorfismo de un solo nucleótido. Adaptada y modificada de Ensembl, 2022.

Por lo tanto, en la población mexicana se ha propuesto como un polimorfismo relacionado a la ganancia de peso. Especialmente en los individuos portadores del alelo G y que además han experimentado la transición de la dieta (menor consumo de alimentos de la región; ricos en fibra, vitaminas y minerales, y mayor consumo de alimentos ultra-procesados, ricos en grasa saturada) así como los cambios en el ambiente del mestizo mexicano (Ojeda-Granados et al., 2017, 2020). De acuerdo con lo anterior, este gen está relacionado a la susceptibilidad al sobrepeso en México, debido a los cambios estructurales que ocasionan una variación en las preferencias sensoriales, alterando el umbral de la saciedad y apetito, ya que predispone a un consumo preferente de alimentos ricos en carbohidratos simples en comparación de alimentos ricos en hidratos de carbono complejos (Bonfond et al., 2017; Hariharan et al., 2021; Nakajima, 2016).

Para *AMY1*, la mayoría de los estudios en población se relacionan a cambios en el número de copias y el sobrepeso. En este tenor, una investigación demostró que los individuos con baja actividad de amilasa salival y bajo número de copias

de *AMY1* no presentaban respuesta de liberación de insulina en la fase cefálica (CPIR) al consumo de alimentos ricos en almidón, por lo que presentaban una mayor respuesta glucémica desarrollando sobrepeso (Mandel & Breslin, 2012).

Otro estudio realizado en México con infantes encontró una asociación entre el incremento del IMC (kg/m²) y adiposidad debido a un menor número de copias del gen *AMY1*, probablemente derivado de la reducción en la síntesis de la amilasa salival y pancreática. No obstante, se ha demostrado que el efecto puede ser atenuado con una alimentación baja en carbohidratos complejos, lo que destaca la importancia de las interacciones dietéticas con base en genotipo (Hariharan et al., 2021)

Por el otro lado, se realizó un estudio sobre una dieta regionalizada basada en el genoma mexicano (GENOMEX), en individuos con sobrepeso y obesidad con riesgo a síndrome metabólico, se propuso una intervención nutricional rica en folato, baja en grasa saturada y colesterol, exclusión de leche y abundantes alimentos ricos en almidón con bajo índice glucémico, prefiriendo alimentos regionales utilizados en la alimentación prehispánica. En este estudio se propusieron polimorfismos de genes adaptativos (DRAG, por sus siglas in ingles) relacionados con la dieta, en el cual se utilizaron los genes: *AMY1*, *MTHFR*, *ABCA1*, *APOE* y *LCT*. Cuyo objetivo principal era evaluar los efectos de una dieta regionalizada (GENOMEX) en los parámetros antropométricos y bioquímicos e identificar la relación con el perfil genético en la población de estudio. El resultado principal fue una asociación entre un mayor número de copias del gen *AMY1* (>6) y un mejor estado metabólico en comparación de los individuos con un menor número de copias (<6). Por lo tanto, en la población mexicana es importante conocer las variaciones de número de copias del gen *AMY1* para identificar el riesgo a síndrome metabólico asociado al sobrepeso y así poder proporcionar alimentos adecuados para disminuir la aparición de enfermedades crónicas degenerativas (Ojeda-Granados et al., 2020)

En Italia se realizó un estudio con adolescentes, su objetivo era evaluar la asociación del número de copias del gen *AMY1* y el IMC (kg/m²). Los resultados

principales fueron que no hubo asociación entre el número de copias de *AMY1* y el IMC en ambos grupos (hombres y mujeres), aunque al segmentar por género se presentó un mayor número de copias del gen *AMY1* y la reducción del IMC (kg/m²) y circunferencia de cintura en adolescentes varones (Marcovecchio et al., 2016). Además, un estudio de cohorte demostró que individuos con bajo número de copias del gen *AMY1* presentaron mayor adiposidad, perfil de lípidos elevados y un riesgo a enfermedades cardiovasculares (Marquina et al., 2019).

En menor medida, también existen estudios con marcadores tipo SNPs donde asocian la actividad y la función de amilasa salival. Un estudio de cohorte prospectivo realizado en una población coreana, cuyo objetivo principal era identificar la incidencia a diabetes tipo 2 entre diversos SNPs de *AMY1* (rs6696797, rs4244372, rs1999478, rs1930212, rs1566154, rs10881197) y el consumo de hidratos de carbono complejos. Los resultados principales demostraron la asociación de 3 SNPs (rs6696797, rs4244372 y rs10881197) con la incidencia de diabetes tipo 2 con una ingesta mayor del 65% de hidratos de carbono del total de energía. Además, demostró que en los individuos con el alelo rs6696797-A la incidencia fue de un mayor que los individuos con el alelo rs6696797-G. En cambio, con la variante rs4244372-A la incidencia era mayor que en los individuos con el alelo rs6696797-T. Asimismo, los individuos con rs10881197-G presentaron mayor probabilidad en desarrollar diabetes que los individuos con rs10881197-C (Shin & Lee, 2021).

Otro ensayo clínico aleatorizado llamado POUNDS Lost también analizó la asociación del número de copias relacionadas con el genotipo *AMY1* y *AMY2* y los cambios de adiposidad en dos años de intervenciones dietéticas para la reducción de peso y adiposidad, además investigar sobre genotipo *AMY1* y *AMY2* rs11185098, que podría determinar el metabolismo del almidón e influir en la respuesta a la pérdida de peso a largo plazo. En este estudio se observaron cambios en peso y circunferencia de cintura según el genotipo *AMY1-AMY2* rs11185098, es decir, los individuos portadores del alelo A presentaban mayor cantidad y actividad amilasa asociado a una mayor reducción de peso corporal,

adiposidad y perímetro de cintura que los portadores del alelo rs11185098-G mostraron una menor actividad de la amilasa y una mayor ganancia de peso y adiposidad (Heianza et al., 2017).

3.4 Interacción genotipo-dieta

Algunos estudios han sugerido que las intervenciones dietéticas para perder peso y grasa corporal son ineficaces. Esto se debe al factor genético de cada individuo, el cual debe ser considerado para determinar una intervención nutricional específica. Las intervenciones nutricionales personalizadas con base en el genotipo se fundamentan en adaptar el plan dietético de una persona a su arquitectura genética para mejorar la condición fisiopatológica y calidad de vida (L. R. Ferguson et al., 2016; Ramos-Lopez et al., 2017; Rivera-Iñiguez et al., 2022).

La nutrigenética estudia el papel de los genes en diversas condiciones metabólicas y su intervención nutricional con el objetivo de determinar el impacto de la variación genética y la respuesta de un individuo a la ingesta de alimentos. Es decir, conocer los términos de como la variación genética influye en el estado metabólico del individuo, y con ello generar recomendaciones personalizadas, dietas específicas o de componentes nutricionales particulares, con el fin de tener una solución a los problemas de salud, y así poder prevenir, manejar y proporcionar una terapia nutricional específica (de Toro-Martín et al., 2017). Sin embargo, la búsqueda de variaciones genéticas que impactan la relación con el enfoque nutricional ha sido una tarea desafiante y muchos permanecen sin ser estudiados en la población mestiza mexicana (Marcum, 2020). Por el contrario, en otros países, se han realizado diversos estudios con el objetivo de buscar la relación entre genotipos y los efectos de las dietas para la reducción del peso corporal como. Entre ellos se encuentran los estudios *DIETFITS* (*Diet Intervention Examining the factors Interacting with treatment Success*), *NUGENOB* (*The Nutrient-Gene Interactions in Human Obesity: Implications for Dietary Guidelines*), *DioGenes* (*Diet, Obesity, y Genes*), *POUNDS Lost*

(*Prevencion Overweight Using Novel Dietary Strategies*) (Bayer et al., 2020) En México ninguno de los ensayos clínicos hasta el momento tiene la magnitud de los mencionados previamente.

Con estos grandes ensayos clínicos se ha demostrado la diversidad interindividual en la respuesta a las diferentes intervenciones dietéticas para la reducción de peso corporal, más allá han postulado que esta diversidad en la respuesta está ampliamente regulada por las variantes genéticas de cada individuo (Mullins et al., 2020; Peña-Romero et al., 2018).

En el estudio POUNDS Lost donde participaron más de 800 individuos con sobrepeso y obesidad, sometidos a intervenciones dietéticas con diferentes proporciones de macronutrientes, incluyó variantes genéticas del *AMY1*. Entre los marcadores genéticos analizados en este estudio se incluyó al SNP rs11185098. Estudios de asociación genética previos han relacionado al alelo A con una mayor capacidad enzimática de la amilasa que puede influir la respuesta a las intervenciones dietética para reducción de peso corporal. En POUNDS Lost, se reportó que los individuos portadores del alelo rs11185098-A mostraban un menor riesgo al incremento en dietas bajas en calorías, mientras que este efecto no era observado en los individuos con el alelo G (Heianza et al., 2017).

Por lo tanto, se considera que las dietas de restricción calórica podrían ser más efectivas solo en algunos individuos, esto supone que se debe utilizar distintas estrategias con distribución de macronutrientes diferentes para la reducción de peso corporal, es decir, las intervenciones dietéticas deben ser basadas en la información y análisis del genotipo para mejorar la adherencia, el manejo y el tratamiento nutricional al sobrepeso y obesidad (tabla IV) (Vesnina et al., 2020).

Aunque las investigaciones en la actualidad son prometedoras, aún no existe evidencia científica suficiente en los marcadores del gen *AMY1*. Además, estudios tipo nutrigenética no se han implementado en la población mestiza mexicana ya que la arquitectura no permite que los resultados de otras poblaciones sean extrapolares para esta población.

Tabla IV: Interacción del genotipo y las intervenciones dietéticas en la reducción del peso corporal

Nombre del estudio	Población de estudio	Intervención dietética	GEN	SNP	Tiempo de intervención	Resultados	Referencia
POUNDS Lost	811 participantes	<p>Reducción de 750 kcal/ día</p> <p>Dieta baja en grasa /proteína 20% de grasa, 15% en proteína y 65 % de HC</p> <p>Dieta baja en grasa/ alta en proteína 20% grasa, 25% proteína 20 % HC</p> <p>Dieta alta en grasa/ baja proteína 40% grasa, 15% proteína, 45 % HC</p> <p>Alta grasa/alta proteína: 40% grasa, 25% proteína, 35% HC</p>	<p><i>AMY1</i></p> <p><i>AMY2</i></p> <p><i>APOA5</i></p>	<p>rs11185098</p> <p>rs964184</p>	2 años	No se encontró asociación de la dieta y el genotipo	<p>Heianza et al.,2017</p> <p>Zhang et al., 2012</p>
NUGENOB	771 participantes	<p>Reducción de 600 kcal/ día</p> <p>Dieta baja en grasa :20-25 % grasa, 15% de</p>	<i>ADIPOQ</i>	<p>rs266729</p> <p>rs2241766</p> <p>rs1501299</p>		Portadores del alelo G tuvieron mayor pérdida de peso con una dieta ricas en	<p>Screnson et al. ,2006</p>

		<p>Dieta mediterránea + aceite de olivo</p> <p>Dieta mediterránea + nueces</p>				<p>mediterránea con aceite de oliva que los portadores del alelo G.</p> <p>Individuos con el genotipo CC tuvieron mayor pérdida de peso en la dieta mediterránea con aceite de oliva que los portadores del alelo G.</p>	
--	--	--	--	--	--	--	--

3.5 Tratamiento dietético

Las tendencias actuales para el tratamiento de personas con sobrepeso incluyen; dieta y ejercicio, farmacoterapia, suplementos o cirugías (Ivanova et al., 2021). Las intervenciones nutricionales y el ejercicio son las más usadas, además, pueden existir diferentes modalidades de tratamientos dietéticos, por ejemplo: alimentación de tiempo restringido (ayuno intermitente de 12 o más horas), variación en la composición de macronutrientes (carbohidratos, lípidos y proteínas), o patrones dietéticos, como la dieta mediterránea, la dieta DASH (*Dietary Approaches to Stop Hypertension*, por sus siglas en inglés), la dieta basada en plantas, entre otras. Sin embargo, el éxito de las intervenciones dietéticas se verá afectado por la adherencia, la actividad física, la motivación del paciente y la arquitectura genética de cada individuo (Chao et al., 2021; Ordovas et al., 2018).

3.5.1 Dieta basada en plantas

La dieta basada en plantas (WPBD, *Whole-foods Plant-Based Diet*, por sus siglas en inglés), es un patrón dietético que ha existido desde el comienzo de la humanidad, teniendo registros desde el año 3200 a.C. por los egipcios; además varios personajes históricos, como Pitágoras, Platón, George Bernard Shaw, Mahatma Gandhi, Albert Einstein, Leonardo da Vinci y León Tolstoi, entre otros siguieron este tipo de patrón alimenticio (Galindo et al., 2021). La WPBD es una dieta que prioriza en cantidad y variedad alimentos de origen vegetal como base de la alimentación, y que carece completa o casi completamente de alimentos de origen animal, incluyendo carnes de todo tipo, lácteos, derivados y huevo, así como alimentos ultra-procesados (Fehér et al., 2020).

El interés por WPBD se ha disparado en la última década por diversas razones. Entre las más comunes son por prácticas religiosas, beneficios para la salud,

preocupaciones éticas y morales asociadas al bienestar o medioambientales, debido a que existen datos importantes sobre una menor emisión de gases de efecto invernadero, por uso menor de tierra, agua y energía en comparación con la cría de animales (Magkos et al., 2020).

Este patrón dietético suelen ser dietas bajas en densidad energética debido a su contenido bajo en grasas saturadas, colesterol y alto contenido de fibra, así como el contenido de compuestos bioactivos, vitaminas y minerales; por lo cual se le ha atribuido a la disminución de peso y grasa corporal de forma saludable causando un efecto positivo a la salud (Melina et al., 2016; Morales et al., 2021; Rocha et al., 2019).

Las dietas basadas en plantas se derivan por categorías de acuerdo con la calidad y la frecuencia del consumo de alimentos de origen animal, más que la cantidad y la frecuencia del consumo de alimentos de origen vegetal (Tabla V).

Por el otro lado, es importante considerar calidad de la dieta más que la cantidad de alimentos vegetales consumidos, por ejemplo, un estudio realizado por Satija y colaboradores (2018), demostró que la dieta basada en plantas puede considerarse no saludable al no ser planificada de manera adecuada, en este estudio se propusieron índices para las dietas basadas en plantas, divididas en una dieta vegetal saludable y una dieta vegetal no saludable, en donde se determinó que la dieta vegetal saludable contiene alimentos de alta calidad en nutrientes y con efectos beneficiosos para la salud, lo cual incluía cereales integrales, frutas y verduras frescas, frutos secos, leguminosas, aceites vegetales, té y café, por el otro lado, la dieta vegetal no saludable demostró una calidad baja de nutrientes, en esta dieta se incluían zumos de frutas, cereales refinados, tubérculos, bebidas azucarados, dulces o postres, por lo tanto, demostró la posibilidad de un mayor riesgo a desarrollar enfermedades crónicas causado por el sobrepeso y obesidad (Satija & Hu, 2018).

Tabla V: Categorías derivadas de las dietas basadas en plantas

Tipo de dieta	Definición
Pescovegetariano	Consumo de pescado, producto lácteo y huevos, pero no carne roja, cerdo o aves de corral.
Lacto-Ovovegetariano	Consumo de huevos, leche y derivados, pero no consumo de carnes rojas, cerdo o aves de corral.
Lacto vegetariano	Consumo de leche y derivados, pero no alimentos de carne roja, cerdo o aves de corral o huevos.
Ovo-vegetariano	Consumo de huevos y productos lácteos, pero no consumo de otros alimentos de origen animal.
Vegetariana	Consumo de huevo, miel, leche, pero no consumo de carnes rojas, cerdo, aves de corral.
Vegano	Evita todos los productos de origen animal y derivados.

Información adaptada y modificada Sabaté, 2014; Shaw, et.al. 2022.

Además, la distribución de la dieta basada en plantas se considera entre un 80-85% deben provenir de origen vegetal (Moya Silivia, 2023).

Existe un programa de alimentación saludable basado en una dieta basada en plantas donde se realizó en Eslovenia con adultos entre 18-78 años, utilizaron una distribución de macronutrientes promedio: 58% de hidratos de carbono, 15% de lípidos y 20% de grasa, priorizando alimentos de origen vegetal. El principal resultado fue que el consumo de fibra excedía en los individuos con dieta basada en plantas en comparación con dieta convencional (Jakše et al., 2021). Por el otro lado, una investigación realizada con dos patrones de alimentación basada en plantas (dieta mediterránea y vegetariana), el porcentaje de adecuación fue de 50-55% de hidratos de carbono, 20-25% de lípidos y 15-20% de proteínas, ambas priorizando alimentos de origen vegetal, evitando el consumo de carnes como pollo, puerco y/o res (Sofi et al., 2018).

3.5.1.1 Consideraciones nutricionales para las dietas basadas en plantas

Mediante estudios de ensayos clínicos en humanos, los investigadores han demostrado que los individuos que optan por la dieta basada en plantas tienen un estado de salud más favorable y óptimo a diferencia de los individuos con una dieta convencional en donde incluyen alimentos de origen animal (Melina et al., 2016).

La Asociación Americana de Dietética afirma que las dietas basadas en plantas bien planificadas son saludables, nutricionalmente adecuadas y pueden ser benéficas para la prevención, tratamiento de enfermedades no transmisibles.

Asimismo, la cantidad de macronutrientes, micronutrientes, compuestos bioactivos y fibra dietaria que incluye este patrón alimenticio ha demostrado que su consumo es mayor en comparación a otras intervenciones nutricionales, por lo tanto, estos componentes nutricionales pueden prevenir el desarrollo de inflamación que se presenta en los individuos con sobrepeso y obesidad (Fehér et al., 2020).

3.5.1.1.1 Macronutrientes

Proteínas y aminoácidos

Con respecto a la cantidad necesaria de proteínas, se ha descrito que las proteínas de origen vegetal tienen un bajo o mediano valor biológico, aunque algunos estudios han demostrado que al ser ingeridas con variedad y cantidad adecuada a lo largo del día pueden aportar una cantidad suficiente de todos los aminoácidos esenciales, proporcionando de esa manera una proteína de alto valor biológico, por lo tanto, se logra cubrir de manera óptima las necesidades de acuerdo a su adecuación y el valor calórico para cada individuo (Melina et al., 2016). Las recomendaciones de proteínas son de 0.8 a 1.0 g/kg de peso corporal, dependerá del estado fisiológico del individuo y a actividad física que realice (Magkos et al., 2020).

Lípidos

Las dietas basadas en plantas suelen ser más bajas en grasas saturadas que las dietas occidentales, es una de las características que se considera beneficioso para salud, sin embargo, es más probable que sea el tipo de grasa y no la cantidad a lo que se le atribuye este efecto saludable (Lee et al., 2021).

Por lo que los ácidos grasos mono y poliinsaturados desempeñan un papel importante en la salud especialmente en la prevención y el tratamiento de diversas enfermedades y afecciones inflamatorias, así como la absorción de algunas vitaminas. Una dieta basada en plantas es saludable de acuerdo con su adecuación de ácidos grasos omega-6 donde incluye el ácido linoleico (LA), araquidónico (AA), así como ácidos grasos insaturados n-3 donde incluye el linolénico (ALA) y ácido eicosapentaenoico (EPA), aunque se ha demostrado que la cantidad de omega 3 es menos abundante en la dieta basada en plantas en comparación de omega 6. Sin embargo, se debe balancear el consumo de los ácidos grasos omega 6 y optimizar el requerimiento de omega 3. (Shaw et al., 2022). Por lo que se recomienda consumir alimentos ricos en este nutriente como

alimentos fortificados con DHA, asimismo los aceites de origen vegetal (canola y oliva) y oleaginosas como la linaza, chía, nueces, semillas de cáñamo y chía (Craig et al., 2021). Actualmente, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria ha recomendado una ingesta de 250 mg/día de EPA y DHA. Hasta la fecha, la ingesta adecuada de ALA se ha especificado en 1.6 g para los hombres y 1.1 g para las mujeres.

Hidratos de carbono

De acuerdo con la Sociedad Mexicana de Nutrición y Endocrinología (SMNE) define a los hidratos de carbono como macromolécula que se encuentra mayormente en los alimentos y es la principal fuente de energía a todas las células. Diversos estudios y manuales de nutrición han demostrado que el porcentaje de adecuación en el cálculo de carbohidratos oscilan entre los 50-65%, esto depende del objetivo que se desea conocer (Jakše et al., 2021; Sofi et al., 2018). En el patrón de alimentación basado en plantas se recomienda el consumo de cereales integrales, leguminosas, verduras y frutas, por lo tanto, es rica en fibra dietaría.

Fibra dietaría

La fibra dietaría consiste en una amplia gama de compuestos vegetales, es decir son polímeros de carbohidratos con 10 unidades monoméricas (Veronese et al., 2018) . Algunos estudios han demostrado que no tienen valor nutricional, pero desempeñan un papel importante en la regulación de distintas funciones fisiológicas del organismo (Miketinas et al., 2019; Trautwein & McKay, 2020).

La fibra dietaría incluyen celulosa, hemicelulosas y lignina, estos ayudan a la función intestinal facilitando el tiempo de tránsito de los alimentos, normalizando los movimientos intestinales, aumentando el volumen de las heces y previniendo el estreñimiento. Asimismo, la fibra soluble incluye pectina, betaglucanos, gomas como el guar o el manono konjac, y mucílagos como el psilio. Se disuelven en agua y forman geles viscosos en la luz intestinal, lo que retrasa o reduce

parcialmente la absorción de hidratos de carbono, grasa, colesterol y proteínas. La fibra insoluble se encuentra principalmente en verduras, patatas, frutos secos y productos integrales. En cambio, la fibra soluble se encuentra en verduras, legumbres, frutas como la manzana, peras, cítricos y cereales como la avena y la cebada (Evans, 2020). De acuerdo con la OMS y Autoridad Europea de Seguridad alimentaria (EFSA; por sus siglas en inglés) la recomendación es mayor a 25 g de fibra al día.

3.5.1.1.2 Micronutrientes

Vitamina B12

La vitamina B12 también conocida como cianocobalamina se encuentra casi exclusivamente en alimentos de origen animal y, por lo tanto, es un nutriente potencialmente preocupante para quienes siguen la dieta basada en plantas (Jakše et al., 2021; Pellinen et al., 2022). Las funciones fisiológicas de la vitamina B12 incluyen eritropoyesis, síntesis y mantenimiento de la vaina de mielina, así como la síntesis de ácido nucleico (González Contreras, 2021). Se suele reconocer que una restricción moderada de alimentos animales puede afectar a individuos con dieta basada en plantas, ya que evitan la carne, las aves y el pescado, por lo que es importante suplementar esta vitamina a los participantes que consumen este patrón dietario. Aunque la población que opta por este patrón dietético consume alimentos fortificados como bebidas vegetales, cereales de desayuno, análogos de carne o de suplemento habitual, asimismo como los alimentos no fortificados como la soya fermentada, las verduras de hojas verdes, las algas marinas, las setas y la espirulina no contienen cantidades significativas de vitamina B12 para cubrir las necesidades diarias (Craig et al., 2021). Por lo tanto, es necesario la suplementación de vitamina B12 y la recomendación de dosis de cianocobalamina es de 250 a 1000 mg. 3 veces por semana (Norris Jack, 2020).

Hierro

El hierro tiene la capacidad de transferir oxígeno por medio de la hemoglobina y la mioglobina, este funciona como cofactor de varias enzimas importantes y desempeña un papel en la síntesis de la hormona tiroidea y el metabolismo de los aminoácidos. Existen dos clasificaciones de hierro, el hierro hem que se encuentra en su mayoría en alimentos de origen animal y el hierro no hem que se hallan en mayor proporción con alimentos de origen vegetal. La biodisponibilidad del hierro hem es entre un 15-30%, mientras que el hierro no hem su biodisponibilidad se encuentra entre 5-10%, pero mejora su absorción con componentes como la vitamina C y otros ácidos orgánicos (ácido cítrico, málico, láctico y tartárico) y el ácido eritórico (Craig et al., 2021). De acuerdo con el Instituto Nacional de Salud la recomendación de consumo en hombres es de 8 mg y en mujeres 18 mg.

Algunas investigaciones han demostrado que los individuos con una dieta basada en plantas variada y equilibrada no presentan el riesgo de anemia. Una dieta rica en cereales integrales, legumbres, frutos secos, semillas y verduras de hoja verdes proporciona una ingesta adecuada de hierro. Se ha concluido en algunos estudios que las dietas basadas en plantas suelen contener la misma cantidad o más de hierro que las dietas omnívoras o flexivegetarias (Pellinen et al., 2022).

Yodo

Dado que las dietas basadas en plantas pueden ser bajas en yodo, los individuos que siguen este patrón alimenticio tienen un consumo bajo en yodo, como la sal yodada o las verduras marinas, lo cual provocan una deficiencia de yodo. La ingesta de este mineral no debe superar el nivel de 1.100 mg/día para adultos. Existen alimentos como la soya, las verduras crucíferas y los que contienen goitrógenos naturales, estos alimentos no se han asociado con la insuficiencia tiroidea en personas sanas, siempre cuando la ingesta de yodo sea adecuada (Craig et al., 2021; González Contreras, 2021).

Zinc

El zinc se ha considerado como un micronutriente presente en las todas células del cuerpo, de sus principales funciones es al sistema inmunitario y para producir ADN. Además, ayuda a la cicatrización de heridas y el buen funcionamiento al gusto. La ingesta recomendada en hombres es de 11 mg y mujeres 8 mg (NIH, 2022). Existen pruebas insuficientes para determinar si el requerimiento de zinc es menor en los individuos con dieta basada en plantas en comparación con los que no optan por este patrón dietético. Las principales fuentes de zinc para los que consumen una dieta basada en plantas incluyen los productos de soya, legumbres, cereales, queso, semillas y frutos secos, asimismo, las técnicas de preparación de alimentos que mejoran la biodisponibilidad de este micronutriente es remojar y germinar las judías, granos, frutos secos y semillas, así como la fermentación del pan (Melina et al., 2016).

Vitamina D

El consumo adecuado de vitamina D depende de la ingesta de alimentos fortificados o suplementos, así como la exposición cutánea por el sol es muy variable y depende de varios factores, como la hora del día, la estación del año, altitud, contaminación, pigmentación de la piel, el uso de algún protector solar, la cantidad de ropa que cubre y la piel, así como la edad. Diversos estudios han demostrado que los individuos con dieta basada en plantas pueden presentar una disminución de esta vitamina, por lo que es importante el consumo de fuentes dietéticas de vitamina D para satisfacer las necesidades de esta población. Los alimentos fortificados son opciones viables para adquirir este micronutriente, los alimentos ricos son: la leche de vaca y algunas leches no lácteas, zumos de fruta y las margarinas, los huevos, champiñones o setas tratadas con luz ultravioleta. La recomendación diaria de ingesta de vitamina D es de 1.00 a 2.00 UI (Melina et al., 2016).

Calcio

El calcio es un mineral abundante en diversos alimentos, pero mayormente en productos lácteos y derivados. Su función principal es para la coagulación de la sangre, la estimulación muscular, el metabolismo de la vitamina D y el mantenimiento de la masa musculoesquelética (Bolado Eugenia et al., 2021). La ingesta diaria recomendada en hombres es de 1,000 mg y mujeres 1,200 mg.

En individuos con dieta basada en plantas se sugiere que un consumo de alimentos fortificados o alimentos ricos en calcio y menor contenido de oxalato. Algunos de estos alimentos son: Kale, mostaza, alimentos hervidos como bruselas, brócoli, higos, entre otros (Norris Jack, 2020).

3.5.1.2 Mecanismos bioquímicos y fisiológicos de la dieta basada en plantas

Se han asociado diversos mecanismos fisiológicos para el manejo, tratamiento y prevención del sobrepeso a través de las WPBD, por ejemplo: la saciedad, el efecto térmico de los alimentos, la modulación del microbiota y la capacidad antioxidante de la dieta (Figura 3) (Miketinas et al., 2019; Najjar & Feresin, 2019; Nani et al., 2021; Sohoulí et al., 2020; Tuso et al., 2013; Wright et al., 2017; Zhu et al., 2020).

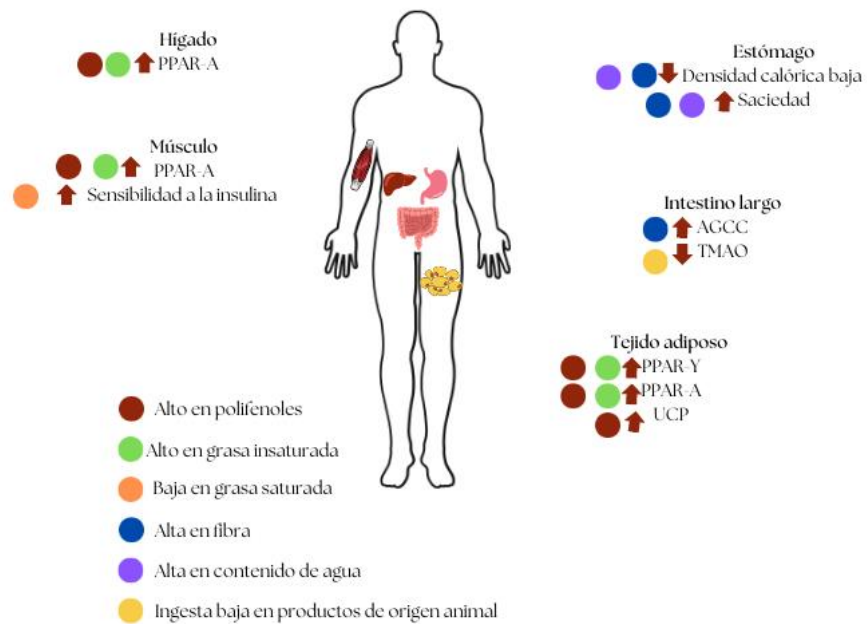


Figura III: Efectos fisiológicos de la dieta basada en plantas en el papel e interacción de los sistemas orgánicos en el contexto de la pérdida de peso.

PPAR- α ; receptores activados pro proliferador de peroxisomas alfa. **PPAR- γ** ; receptores activados pro proliferador de peroxisomas gamma. **AGCC**; Ácidos grasos de cadena corta. **TMAO**; trimetilamina- N- óxido. **UCP**; proteínas de desacoplamiento.

Adaptado y modificado por Najjar, 2019

Por el otro lado, la calidad de la dieta basada en plantas es un punto clave para identificar los alimentos a incluir en este patrón de alimentación y con ello los efectos beneficiosos puedan ser notables y efectivos (figura 4) (Najjar & Feresin, 2019; Satija & Hu, 2018).

3.5.1.2.1 Densidad Calórica

La densidad calórica se refiere al número de kilocalorías (Kcal) por unidad de peso del alimento. Los alimentos de origen vegetal contienen principalmente agua, por lo que suelen tener una densidad calórica baja, además, la fibra constituye el peso, pero no contribuye plenamente a las kilocalorías esperadas de los hidratos de carbono digeribles (Slavin & Carlson, 2014).

Por lo tanto, los alimentos de menor densidad calórica, debido a su mayor contenido de fibra y agua, suelen ocupar más volumen estomacal que los alimentos de mayor densidad calórica, lo que reduce la ingesta calórica y produce saciedad precoz. El aumento de la síntesis de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) a partir de la fermentación de la fibra en el intestino, aumenta las hormonas de saciedad y retrasa el vaciado gástrico. El microbiota intestinal favorece resultante de la disminución del consumo de productos de origen animal disminuyendo la síntesis de trimetilamina- N- óxido (TMAO). La disminución de TMAO aumenta la presentación de tejido adiposo beige metabólicamente más activo (Galindo et al., 2021).



Figura IV: Mecanismos de acuerdo con la calidad nutricional de la dieta basada en plantas.

Fuente: Adaptado y modificado de Najjar 2019.

3.5.1.2.2 El papel del microbiota

El microbiota puede influir en el equilibrio energético y es un importante lugar para producción de metabolitos que pueden influir en la saciedad e inflamación intestinal. Además, se ha correlacionado a los taxones *Bacteroidetes* asociados a la reducción de adiposidad en comparación con los Firmicutes asociados a la obesidad (Dahl et al., 2020; Najjar & Feresin, 2019). Por ejemplo, un ensayo clínico aleatorizado y cruzado encontró que al aumento de un 20% en *Firmicutes* se asoció a una absorción alta de kilocalorías, mientras que un aumento de un 20% en *Bacteroidetes* se asoció con menos kilocalorías absorbidas en sujetos delgados (Jumpertz et al., 2011).

Además, por la supresión del apetito en quienes consumen dietas basadas en plantas esta mediada por el microbiota, a este efecto se le conoce como efecto de la segunda comida, lo cual significa que la comida consumida por primera ocasión a una hora determinada logra suprimir el apetito durante la comida posterior después de una hora, lo cual reduce la ingesta calórica y mejora el control glucémico. Este proceso depende en gran medida de la fermentación colónica de las fibras no digeribles de los cereales integrales y leguminosas que producen ácidos grasos de cadena corta (AGCC; butirato, propionato y acetato), además, los AGCC actúan como sustratos de receptores acoplados a las proteínas G en varios tejidos, estimulando la liberación de la hormona del péptido YY, el cual su función es reducir el apetito y por ende la ingesta de alimentos; también estimula la liberación de la hormona del péptido similar al glucagón (GLP-1) que por función es el retraso del vaciado gástrico (Ibrügger et al., 2014; Najjar & Feresin, 2019).

Por lo tanto, el conjunto de microorganismos desempeña un papel importante en la regulación del metabolismo energético, esto depende en la composición bacteriana puede ser modificada por la cantidad y el consumo de fibra dietética adquirido de alimentos de origen vegetal.

3.5.1.2.3 Termogénesis inducida por la dieta

A pesar de la densidad calórica relativamente alta de los frutos secos, no se asocian al aumento de peso, de hecho, se asocia a una reducción del peso corporal y perímetro de cintura. Estos alimentos son buena fuente de fibra, los mecanismos por los cuales reducen peso corporal son independientes al contenido de grasa, es decir, el efecto se debe principalmente a la masticación incompleta de las paredes celulares del alimento, por lo tanto, mejora la saciedad y los efectos termogénicos (Najjar & Feresin, 2019; Pellinen et al., 2022; Tan et al., 2014).

Además, el consumo elevado de cereales integrales y el bajo contenido de grasa saturada está asociado a una activación postprandial del sistema nervioso simpático y a un aumento del gasto energético, lo cual contribuye a una disminución del peso corporal (Calcagno et al., 2019).

3.5.1.2.4 Capacidad antioxidante de la dieta

Los alimentos de origen vegetal (verduras, frutas y leguminosas) son una fuente rica de antioxidantes, lo cual pueden realizar una función como ligandos, sustratos, inhibidores y cofactores de varias enzimas. El consumo de alimentos ricos en antioxidantes se ha asociado a una reducción de mortalidad y del riesgo de enfermedades crónicas atribuidas al sobrepeso y obesidad (Aune et al., 2017).

Investigaciones previas han demostrado posibles propiedades antiinflamatorias de estos antioxidantes, por ejemplo, un estudio de casos y controles realizado por Sohoulí y colaboradores (2020)., con individuos enfermos de hígado graso no alcohólico halló que la capacidad antioxidante de la dieta era mayor en los controles que en los casos, lo cual concluyen que con dietas pobres en antioxidantes presentan una mayor la probabilidad de desarrollar enfermedad de hígado graso no alcohólico (Sohoulí et al., 2020). Otro estudio realizado por Chung y colaboradores (2022) utilizó individuos con síndrome metabólico y demostró que el consumo de una dieta rica en antioxidantes durante 4 semanas

existió una mejoría y una disminución en los parámetros del síndrome metabólico (Chung et al., 2022). Estos estudios previos han demostrado que el consumo de una dieta basada en plantas rica en antioxidantes puede prevenir múltiples enfermedades asociadas a sobrepeso.

Por lo tanto, los compuestos bioactivos pueden actuar como agentes antiinflamatorios mediante el refuerzo de la actividad antioxidante o mostrando propiedades reguladoras de diversas vías de la inflamación, por ejemplo, el desequilibrio oxidativo puede provocar aumento de citoquinas proinflamatorias (TNF-alfa e IL-6) y de moléculas inflamatorias (VCAM-1, ICAM-1 y NF-kB). Asimismo, los procesos inflamatorios inducen estrés oxidativo y reducen la capacidad antioxidante celular a través de la regulación al alza de determinadas enzimas celulares como (NOX y XO) y, como consecuencia, una mayor liberación de especies reactivas de oxígeno (ROS). Los antioxidantes pueden mediar la inflamación al afectar la polarización y repolarización de los macrófagos proinflamatorios a antiinflamatorios. Aunque también pueden contribuir a la regulación del sistema inmunitario adaptativo al afectar a la función de las células B y a la diferenciación de las células T (Grosso et al., 2022).

Además, los polifenoles y los ácidos grasos insaturados pueden actuar sobre el músculo, el hígado y el tejido adiposo para aumentar la expresión del receptor activado por el receptor proliferador de peroxisomas alfa (PPAR- α), lo que aumenta la B-oxidación y reduce la reserva circulante de ácidos grasos libres (AGL), disminuyendo así la biodisponibilidad de AGL para la absorción y la hipertrofia del tejido adiposo. Además, los polifenoles y ácidos grasos insaturados pueden actuar sobre el tejido adiposo para aumentar la expresión de receptor proliferador de peroxisomas gamma (PPAR- γ), lo que en la captación de AGL por el tejido adiposo, disminuyendo aún más la reserva de AG. La disminución de los AGL mejora sensibilidad a la insulina que conduce a un aumento de la termogénesis debido a un mejor manejo de la glucosa. Un menor de grasas saturadas, que proceden de alimentos de origen animal principalmente, mejora aún más la sensibilidad a la insulina. Los polifenoles también actúan sobre las

proteínas de desacoplamiento (UCP; por sus siglas en inglés) dentro de las mitocondrias, aumentando la termogénesis (Flori et al., 2023).

3.5.1.2.3 Estudios de dietas basadas en plantas como una estrategia para mejorar la condición del sobrepeso y obesidad.

Existen estudios que sustentan el beneficio de la restricción y/o disminución de alimentos de origen animal y aumento de alimentos de origen vegetal puede contribuir a la reducción de peso y grasa corporal (tabla VI) (Eichelmann et al., 2016; Magkos et al., 2020).

Por ejemplo, un metaanálisis de 95 estudios de cohorte encontró que el incremento de consumo de 100 g/día de frutas y verduras está asociado con una disminución de enfermedades crónicas. De igual forma, otro metaanálisis encontró una relación considerable entre el consumo de cereales integrales promedio de al menos 70 g/día, que demuestra la reducción de la mortalidad por enfermedades crónicas (Aune et al., 2017; Hemler & Hu, 2019).

El ensayo clínico controlado llamado Cardiovascular Prevention with Vegetarian diet (CARDIVEG por sus siglas en inglés), con duración de 3 meses, utilizó adultos mayores con sobrepeso y obesidad con riesgo a enfermedades cardiovasculares, a los cuales se les proporcionaron dos intervenciones dietéticas hipocalóricas (dieta vegetariana y dieta mediterránea), de acuerdo con los alimentos permitidos en la dieta vegetariana fueron *at libitum* alimentos de origen vegetal (frutas, verduras y leguminosas), incluyendo huevo y lácteos como fuente de origen animal. En cambio, la dieta mediterránea se les permitió alimentos de origen vegetal, así como huevo, leche o derivados, además, pescado, pollo y en muy poca proporción puerco y carne de res. Ambas intervenciones con una distribución de macronutrientes igual de acuerdo con el requerimiento nutricional de cada individuo. Los resultados arrojaron una diferencia significativa en la disminución de peso de 1.88 kg con dieta vegetariana y 1.77 kg con dieta mediterránea, una reducción del IMC (kg/m²) 0.64 vs 0.67 y masa grasa de 1.23 kg vs 1.46 kg, sin encontrar diferencia significativa entre

grupos, es decir, ambas intervenciones nutricionales fueron efectivas para la reducción de peso corporal. Lo cual concluyen que ambos patrones dietéticos basados en plantas son efectivos para la reducción de peso corporal, grasa corporal e IMC (Sofi et al., 2018).

Otro ensayo clínico controlado y aleatorizado con intervenciones nutricionales de dieta basada en plantas y una dieta control descritos por Kahleova y colaboradores (2018) con pacientes con sobrepeso y obesidad durante 16 semanas, cuyo objetivo era explorar los efectos de las proteínas de origen vegetal de una dieta asada en plantas en el control de peso, composición corporal y resistencia a la insulina en individuos con sobrepeso. Los principales resultados fueron que la reducción del consumo de 36.2 g del consumo de proteína de origen animal en el grupo con dieta basada en plantas era asociado con la reducción de 1.45 kg de masa grasa, en cambio, el aumento del consumo de 19.2 g proteína de origen vegetal se asoció con una disminución de grasa corporal de 0.88 kg de peso (Kahleova et al., 2018).

Además, un ensayo clínico aleatorizado descrito por Wright et al., 2017 en el cual proporcionaron una dieta basada en plantas y una dieta convencional durante 12 semanas, con el objetivo principal de evaluar la eficacia de un programa dietético comunitario como criterios de valoración primarios fueron el IMC (kg/m^2) y los niveles de colesterol en sujetos con sobrepeso y obesidad. Los principales resultados fueron una reducción en peso e IMC (kg/m^2) con los individuos con dieta basada en plantas comparado con la dieta control (Wright et al., 2017).

En Eslovenia se realizó un programa de estilo de vida saludable con más de 100 individuos, el objetivo principal era evaluar los cambios en marcadores antropométricos y composición corporal para obesidad (IMC, masa grasa y % de grasa), entre participantes a corto plazo (5 meses a 2 años), mediano plazo (2 a 5 años) y largo plazo (5-10 años). Los principales resultados fueron que todos los parámetros de composición corporal se vieron favorables para los 3 grupos (corto, mediano y largo plazo), lo cual se considera que una alimentación basada

en plantas es una estrategia saludable y adecuada para disminuir el riesgo a enfermedades cardiovasculares (Jakše et al., 2022).

Otro ensayo aleatorizado cruzado realizado Barnard y colaboradores, se proporcionaron dos intervenciones nutricionales (una dieta mediterránea y una dieta basada en plantas), se encontró una disminución de peso en ambas intervenciones. Los investigadores afirman que los cambios en peso están asociados particularmente al consumo de fibra insoluble en la dieta mediterránea, en cambio con la dieta basada en plantas la pérdida de peso se asocia a la reducción de la ingesta de energía, específicamente el consumo de grasa saturada (Barnard et al., 2022).

Un estudio de cohorte realizado por Chen y colaboradores (2019), su objetivo era examinar la asociación entre la adherencia a la dieta basada en plantas, utilizando como instrumento una frecuencia alimentaria basado en plantas de 23 grupos. Los principales resultados fueron que los individuos con más de 10 puntos de la frecuencia alimentaria disminuyeron las mediciones de adiposidad, como IMC, peso, circunferencia de cintura y cadera, masa grasa, porcentaje de grasa (Chen et al., 2019).

Una investigación realizada con mujeres australianas, cuyo propósito era investigar la asociación entre la dieta basada en plantas y el sobrepeso comparado con dietas con alto consumo de carnes, asimismo, la relación entre la frecuencia de ingesta de alimentos de origen animal y el sobrepeso. Los resultados obtenidos fue que los individuos con el consumo de alimentos de origen animal con una frecuencia menor de 2 veces a la semana existieron reducción en IMC, circunferencia de cintura y peso (J. J. A. Ferguson et al., 2022).

También se ha demostrado que este patrón alimenticio sin restricción calórica, ni porciones se asoció a una disminución en el peso corporal y una buena adherencia al plan dietético largo plazo (Wright et al., 2017).

Tabla VI: Estudios previos sobre los efectos antropométricos, composición corporal de las dietas basadas en plantas

Diseño de estudio	Número de participantes	Duración de estudio	Tipos de intervención	Resultados	Referencia
Ensayo cruzado aleatorizado, en el que participaron adultos con sobrepeso asignados en 2 grupos	62	16 semanas	Dieta vegana vs dieta mediterránea	Reducción significativa en peso corporal en el grupo vegano	Barnard et al, 2021
Ensayo clínico aleatorizado. Se utilizó composición corporal como un parámetro de medición.	75	16 semanas	Dieta vegana/ dieta omnívora	La disminución del peso fue significativa en el grupo con dieta vegana. La media de la pérdida de peso en el grupo vegano fue de 5.8 kg comparado con el grupo con dieta omnívora de 3.8 kg	Kahleova et al, 2018
Ensayo multicéntrico de control aleatorizado	291	18 semanas	Dieta vegana vs dieta omnívora	Se reporta una mejoría en composición corporal, perfil lipídico y glucosa en el grupo vegano	Mishra et al, 2013

<p>Ensayo aleatorizado de intervención dietética, los participantes se dividieron en 2 grupos</p>	118	3 meses	Dieta vegana vs dieta mediterránea	Ambas dietas fueron efectivas para la reducción de peso, IMC, y masa grasa. No existió diferencia significativa entre grupos para estos parámetros.	Sofi et al, 2018
<p>Ensayo clínico controlado aleatorizado, ambas dietas fueron con restricción calórica y baja en grasa</p>	176	1 año	Dieta vegetariana vs dieta estándar	En todos los participantes existió una reducción de peso corporal	Burke et al, 2007
<p>Ensayo clínico controlado en pacientes con sobrepeso y obesidad.</p>	143	6 meses	Dieta estándar vs dieta vegetariana	Diferencia significativa en la pérdida de peso en ambos grupos, sin diferencia significativa entre grupos	Acharya et al, 2013

Por lo tanto, el propósito de este trabajo de investigación es analizar la posible relación del polimorfismo rs11185098 del gen *AMY1* y la reducción de peso corporal después de una intervención dietética basada en plantas, particularmente en una población de adultos con sobrepeso de 20 a 60 años de la ciudad de Monterrey, Nuevo León.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las últimas décadas, la prevalencia al sobrepeso ha aumentado, se considera que un 70% de la población mexicana adulta la padece, esto es causado por el consumo elevado de calorías y la disminución de actividad física.

Existen diversos métodos para disminuir el riesgo al sobrepeso, por ejemplo, farmacoterapia, ingesta de suplementos, dietas hipocalóricas con distribución de macronutrientes diferentes (altas en proteínas y/o bajas en lípidos) así como el aumento de la actividad física. Aunque las intervenciones dietéticas son inespecíficas ya que no se logra mantener y/o disminuir el peso y la grasa corporal, esto es causado a que la arquitectura genética del individuo difiere entre individuos y puede influir en la respuesta a los tratamientos nutricionales (Ivanova et al., 2021; Mullins et al., 2020).

Además, la disminución al consumo de frutas, verduras, leguminosas, semillas y carbohidratos complejos, así como el aumento del consumo de alimentos hipercalóricos (ultra procesados) ricos en grasas saturadas, colesterol e hidratos de carbono simples ha influenciado al aumento del riesgo a sobrepeso en la población mexicana, por lo que la dieta basada en plantas (*WPBD*, por sus siglas en inglés) se ha considerado un patrón nutricional con efectividad para disminuir la grasa corporal, asimismo para mantener un peso corporal saludable; estos beneficios se le atribuye al contenido nutricional por la variedad y calidad de alimentos ricos en vitaminas, minerales, compuestos bioactivos, fibra, asimismo como su nula cantidad de colesterol y grasas saturadas. Se han reportado varios ensayos clínicos con esta intervención nutricional y ha demostrado eficacia y efectividad en pacientes con sobrepeso y obesidad.

En México no existen estudios relación genotipo-dieta. Por lo que se requiere generar conocimiento con este enfoque y así poder determinar un tratamiento nutricional con precisión en adultos de la ciudad de Monterrey, Nuevo León.

5. JUSTIFICACIÓN

El sobrepeso es un problema de salud que tiene como riesgo desarrollar diabetes mellitus, hipertensión arterial, enfermedades cardiovasculares, enfermedades endocrinas, cáncer, etc. Cuya génesis influyen diversos factores tanto biológicos como ambientales que actúan de manera compleja y desigual en los diferentes individuos. La genética es factor altamente influyente ya que se considera como piedra angular en la etiología del sobrepeso, entre un 40 a 70% de la etiología, por lo que es altamente heredable (Loos & Yeo, 2022). Por lo que estudiar el genoma de la población es de utilidad para poder implementar una nutrición personalizada con enfoque a la carga genética. Por lo tanto, la relevancia este estudio piloto sobre la interacción del genotipo-dieta brindó la viabilidad, asimismo permitió poder diseñar y planear un estudio de mayor escala o magnitud para futuras investigaciones, lo cual podrían dar el tratamiento nutricional específico y personalizado en la población mexicana. Además, existirá mayor efectividad y adherencia al plan dietético logrando disminuir y/o erradicar el tiempo, costo monetario y esfuerzo en el tratamiento de pérdida de peso.

Se necesitan más investigaciones que puedan integrarse a las prácticas de salud pública y privada, como las intervenciones personalizadas con estrategias genómicas que permitan abordar el problema del sobrepeso y la obesidad. Con estos estudios sobre la interacción del genotipo-dieta para la reducción de peso corporal, cada individuo logrará mejorar el estilo de vida, la salud y el estado emocional-corporal, cumpliendo los objetivos de mejorar la salud, sin la necesidad de requerir estrategias nutricionales inadecuadas e innecesarias y con las especificaciones de cada individuo que se necesiten.

Por lo expuesto, el presente trabajo se analizó la relación del polimorfismo rs10881197 del gen *AMY1* y la reducción de peso corporal con el efecto de una intervención dietética basada en plantas en adultos con sobrepeso de 20 a 60 años de la ciudad de Monterrey, Nuevo León.

6. HIPÓTESIS

El polimorfismo rs10881197 del gen *AMY1* tiene una relación con el efecto de la intervención dietética basada en plantas para la reducción del peso corporal en adultos con sobrepeso.

7. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

Analizar la relación del polimorfismo rs10881197 del gen *AMY1* y la reducción de peso corporal después de una intervención dietética basada en plantas en adultos con sobrepeso de 20 a 60 años de la ciudad de Monterrey, Nuevo León.

6.2 Objetivos específicos

- Diseñar e implementar la intervención de dieta basada en plantas para los adultos con sobrepeso de la ciudad de Monterrey.
- Valorar el estado nutricional con enfoque de medidas antropométricas y composición corporal de la población de estudio.
- Determinar las frecuencias alélicas y genotípicas, con respecto a la ecuación de Hardy-Weinberg del polimorfismo rs10881197 en la intervención dietética basada en plantas.
- Analizar la relación del polimorfismo rs10881197 del Gen *AMY1* en el grupo con intervención dietética basada en plantas en una población adulta con sobrepeso de 20 a 60 años de la ciudad de Monterrey, Nuevo León.

8. METODOLOGÍA

8.1 Diseño del estudio

El estudio fue un ensayo clínico de intervención controlado aleatorizado (ECCA) ya que estableció una relación de causa-efecto, además permitió evaluar eficacia de las intervenciones dietéticas sobre la reducción del peso y grasa corporal de acuerdo con la relación del polimorfismo rs10881197 del gen *AMY1*.

8.2 Criterios de selección

Criterios de inclusión

La población de estudio se conforma de adultos con sobrepeso en un IMC (kg/m²) ≥ 25 y ≤ 29.9 entre 20 a 60 años en la metrópolis de Nuevo León. Los participantes fueron reclutados de forma voluntaria y firmaron un consentimiento informado en concordancia con el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud (secretaría de Salud, 1988).

Criterios de exclusión

Se excluyeron a los pacientes con alguna enfermedad crónica, cardiovascular, hipertensión arterial (HTA), diabetes, enfermedad endocrina o utilizaran algún método anticonceptivo oral o dispositivos y/o que pueda comprometer el estado fisiopatológico de la persona o no cumplan con el rango de edad.

Criterios de eliminación

Se eliminaron a los pacientes que no se adaptaron a las intervenciones dietéticas, o durante el tiempo de la intervención fueron prescritos con algún medicamento que pueda inferir con las variables de estudio o declinaron en el proceso, así como los individuos que no permita obtener su material genético y/o genotipo.

8.3 Técnica muestral.

8.3.1 Cálculo del tamaño de la muestra

Las pruebas piloto son parte de una metodología de investigación que sirve para realizar aproximaciones reales en proyectos grandes. De acuerdo con algunos autores, el tamaño de muestra para pruebas piloto se recomienda incluir entre 30 y 50 participantes, por consiguiente, utilizar y encontrar la diversidad genética en los marcadores seleccionados (Mora et al., 2015).

8.4 Instrumentos de medición, materiales y equipo utilizado

Para este ensayo clínico controlado aleatorizado se obtuvo la firma de un documento “Carta de consentimiento informado”, el cual se encuentra en el anexo 1. Este consentimiento fue firmado por todos los participantes para a dar a conocer todas las indicaciones del proyecto y la autorización de los datos que se generarían en el periodo establecido. Se utilizó una historia clínica nutricia (Anexo 3), frecuencia alimentaria (Anexo 5), recordatorio de 24 horas (Anexo 4) y un cuestionario de actividad física (Anexo 6), además de In bodyJ10 y cinta marca SECA que se encuentran en el laboratorio de gasto energético del CINSP.

Los equipos y materiales utilizados para las determinaciones genotípicas, para la extracción de DNA genotípico y cuantificación de DNA se utilizó el método de precipitación de sales (Anexo 7), incluyendo Vortex, la microcentrífuga y el equipo Nanodrop 2000 de Thermo Scientific ® ubicados en el laboratorio de Genética y Biología Molecular y en el Laboratorio de Proteómica del CINSP. Y para las determinaciones genotípicas (q-PCR) el equipo de PCR en tiempo real QuanStudio 7 Flex™ utilizando sondas Taqman ubicados en el Laboratorio de Terapia Celular del Departamento de Bioquímica y Medicina Molecular de la Facultad de Medicina, UANL.

8.5 Estrategia general de trabajo

Para el cumplimiento de los objetivos establecidos se siguió la estrategia general de trabajo que se muestra en la Figura 5. En donde se reclutaron pacientes por redes sociales oficiales de la institución educativa (Anexo 2), siendo reclutados se realizó la selección de los individuos con la valoración antropométrica (peso, talla, IMC, porcentaje de grasa y circunferencia de cintura) y valoración nutricional (historia clínica (Anexo 3), recordatorio de 24 horas (Anexo 4) y frecuencia alimentaria (Anexo 5), el total de participantes se dividió en 2 grupos de forma aleatorizada para proporcionarles la intervención dietética (dieta basada en plantas o dieta convencional) que se realizó por 3 meses. Además, se realizó la toma de sangre para poder determinar las frecuencias genotípicas y alélicas de población de estudio, para poder conocer y analizar los resultados sobre la relación genotipo- dieta.

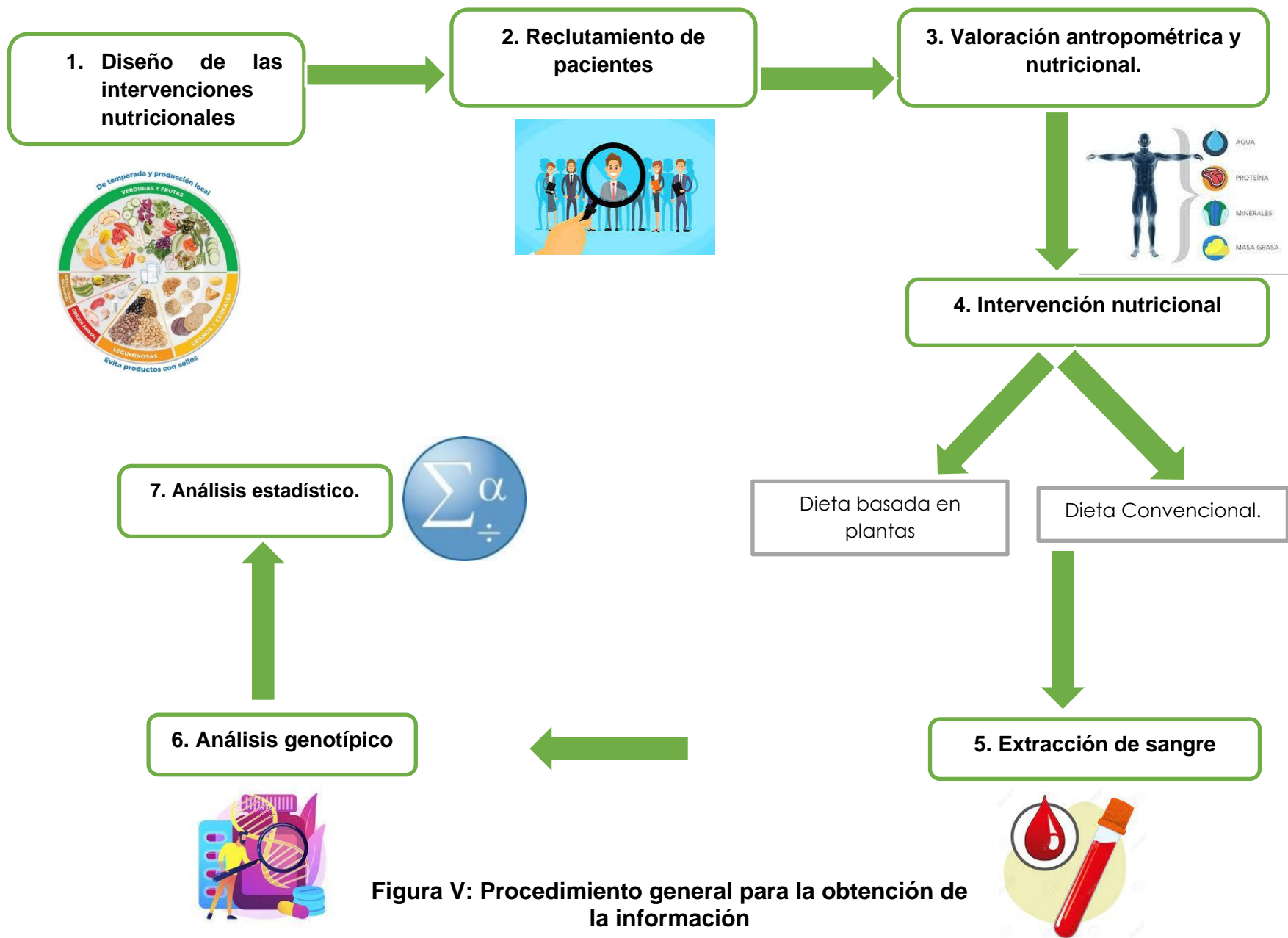


Figura V: Procedimiento general para la obtención de la información

8.5.1 Metodología para las mediciones antropométricas y composición corporal.

La recolección de la información fue obtenida por medio de una valoración nutricional con enfoque en medidas antropométricas y composición corporal en el laboratorio de gasto energético en el Centro de Investigación en Nutrición y Salud Pública (CINSP) de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).

8.5.1.1 Obtención de datos antropométricos y composición corporal

Se solicitó a los participantes acudir con ropa ligera para obtener peso (kg), estatura (m) y % de grasa (mediante bioimpedancia), con ayuno de mínimo 5 horas.

Las mediciones que se efectuaron son: estatura (cm), peso (kg), estatura (m), circunferencia de cintura (cm), circunferencia de cadera (cm), masa grasa corporal (kg) y porcentaje de grasa (%). Las mediciones se llevaron a cabo de acuerdo con las guías internacionales del International Society for the Advancement of Kinanthromponetry (ISAK) y protocolos estandarizados. Los procedimientos se describen a continuación.

8.5.1.1.1 Índice de masa corporal

El Índice de Masa Corporal (IMC) se calculó con los valores corrientes de la talla y el peso corporal, como se recomienda en todas partes. El sobrepeso se calificó ante valores del IMC (kg/m^2) ≥ 25 y ≤ 29.9 , de acuerdo con los establecimientos de la OMS.

8.5.1.1.2 Estatura

Persona en bipedestación (sin calzado), con los miembros superiores a ambos lados del cuerpo, las palmas y dedos de las manos rectos y extendidos hacia

abajo, viendo hacia el frente, con el peso distribuido equitativamente en ambos pies y la cabeza en posición de Frankfurt (Carmenate, 2015).

8.5.1.1.3 Circunferencia de cintura y cadera

La circunferencia de la cintura normal se tomó con una cinta métrica inextensible entre la última costilla y la cresta ilíaca, con los miembros superiores a ambos lados del cuerpo, las palmas y dedos de las manos rectos y extendidos hacia abajo, mirando hacia el frente, en bipedestación, con el peso distribuido equitativamente en ambos pies (posición de atención antropométrica). Además, se obtuvo la medición de circunferencia estrecha con el sujeto con brazos cruzados sobre el tórax, midiendo el punto más estrecho entre la 10ª costilla de la cresta iliaca, el sujeto baja los brazos y se mide al final de una espiración normal (Carmenate Lino et al., 2014; Stewart Arthur et al., 2011).

Para la medición de cadera de igual forma se utilizó una cinta métrica, el individuo en posición erecta, con los miembros superiores a ambos lados del cuerpo, las palmas y dedos de las manos rectos y extendidos hacia abajo, mirando hacia el frente en bipedestación, con el peso distribuido en ambos pies (Carmenate Lino et al., 2014).

8.5.1.1.4 Datos de porcentaje de grasa por bioimpedancia

Los valores de composición corporal que se tomaron fueron: peso, masa grasa y porcentaje de grasa total, dichos datos se obtuvieron por bioimpedancia eléctrica por medio de InBody j10.

Se tomaron las mediciones con el siguiente procedimiento estandarizado: las participantes deben despojarse de todo tipo de objetos metálicos y portar ropa ligera ajustada, ayuno de 5 horas previas mínimo y vestir con ropa cómoda y ligera.

8.5.2 Metodología para el diseño de las intervenciones nutricionales

8.5.2.1 Diseño de intervenciones dietéticas

Una vez que los interesados en participar a este estudio firmen el consentimiento informado, las intervenciones serán asignadas de forma aleatoria (tabla VII), el requerimiento calórico fue diseñado de acuerdo con las condiciones fisiológicas del individuo utilizando la fórmula del *MIFFLIN-ST JEOR* (tabla VIII), disminuyendo entre 500 a 1000 kcal del gasto energético teórico de cada paciente de acuerdo con la guía práctica clínica (GPC) (IMSS, 2013).

Se establecieron las siguientes pautas generales para ambas intervenciones de acuerdo con las recomendaciones de la academia de nutrición y dietética y la guía de práctica clínica para intervención dietética:

- Evitar el consumo de bebidas azucaradas.
- Consumir frutas y verduras con cáscara, de temporada y locales.
- Realizar las comidas en casa utilizando preparaciones caseras, como: asado, hervido, al vapor, guisado, de manera que se evite el consumo de comida rápida por su alto aporte calórico y grasa satura.
- Para endulzar, utilizar edulcorantes en lugar de azúcar o miel.
- Evitar el consumo de bebidas alcohólicas.
- Procurar consumir 2 litros de agua al día.

Tabla VII: Características y distribuciones de macronutrientes de las intervenciones nutricionales

<i>Tipo de dieta</i>	<i>Características generales de la dieta</i>	<i>Distribución de macronutrientes</i> <i>(Porcentaje de adecuación)</i>
Grupo de dieta basada en plantas	Grupo con una dieta hipocalórica convencional con un consumo de frutas, verduras, cereales integrales, leguminosas, oleaginosas sin alimentos de origen animal.	El porcentaje de adecuación fue de 55% de Hidratos de carbono, 25% de lípidos y 20% de proteína.
Grupo de dieta convencional	Grupo con una dieta hipocalórica convencional con un consumo de frutas, verduras, cereales integrales, leguminosas, oleaginosas además con alimentos de origen animal de todo tipo.	El porcentaje de adecuación fue de 55% de Hidratos de carbono, 25% de lípidos y 20% de proteína.

Tabla VIII: Requerimiento calórico de acuerdo con la ecuación de MIFFLIN ST JEOR

<i>Género</i>	<i>Ecuación</i>
Hombres	$GER\ kcal / día = (9.99 \times Peso\ kg) + (6.25 \times Talla\ cm) - (4.92 \times Edad\ años) + 5$
Mujeres	$GER\ kcal / día = (9.99 \times Peso\ kg) + (6.25 \times Talla\ cm) - (4.92 \times Edad\ años) - 161$

Para ambos grupos se les informó sobre la necesidad de que mantengan la actividad física habitual con el fin de que la pérdida de peso se presente únicamente a las pautas que se introducirán y no al aumento de actividad física, asimismo se les realizó un cuestionario internacional de actividad física (International Physical Activity Questionnaire; IPAQ por sus siglas en inglés) (Anexo 6) para poder calcular los Mets realizados, asimismo para tomar en cuenta en el cálculo dietético y como una variable confusora.

Además, se les proporcionó planes de alimentación con menú de 15 menús diferentes al mes y una guía de porciones y equivalentes (Anexo 8) (López, 2015; Cani et al.,2008; Raynor et al 2016).

8.5.2.1.1 Diseño de la dieta basada en plantas

Se le proporcionó a un grupo una dieta hipocalórica con un consumo de 2/3 partes de la dieta con alimentos de origen vegetal: 50 % frutas y verduras, 25 % cereales integrales, 25% leguminosas y derivados de origen animal (queso, huevo, leche o derivados) de acuerdo a la guía alimentaria de Canadá, además actualmente en México se actualizo el plato del bien comer priorizando el consumo de una dieta basada en plantas, se proporciona un 50% de verduras y frutas, 22 % de cereales y tubérculos, 15% de leguminosas, 8% de alimentos de origen animal y 5% de grasas saludables (figura 6). Las recomendaciones generales de este patrón dietético se establecen la tabla IX. Se proporcionó un recetario de alimentos para la preparación de cada platillo.



Figura VI: Nuevo plato del bien comer

Fuente: Secretaria de Salud, 2023

Tabla IX: Cantidades recomendadas diarias para la dieta basada en plantas

Grupo de ingredientes	Cantidades diarias recomendadas
Vegetales	“Ad libitum” con diversidad
Frutas	2- 4 porciones
Cereales integrales (avena, quinoa, arroz integral, etc)	6-11 porciones
Leguminosas (lentejas, frijoles, habas, garbanos, etc)	2-3 porciones
Hortalizas (brócoli, lechuga, kale)	Al menos 2-3 porciones
Semillas oleaginosas (pistacho, nuez, almendra, etc)	30-55 g
Semillas (Chía, linaza)	1-3 cucharadas soperas
Leche vegetal (soya, almendra, coco)	2-3 tzas
Huevo, leche o derivados	1 vez al día
Hierbas frescas	“Ad libitum”

Fuente: Elaboración por Fehér adaptada de Hever y Szabó et al., 2020.

8.5.2.1.2 Dieta convencional

Se le proporcionó a un grupo una dieta hipocalórica convencional de acuerdo con la guía alimentaria del plato del bien comer 2012. Con una distribución del 50% con frutas y verduras, 25% de cereales integrales y tubérculos, 25% de leguminosas y alimentos de origen animal (carnes, pollo, pescado, cerdo, leche y derivados) (Figura 7).

El seguimiento dietético fue realizado por la candidata a máster en ciencias Berenice Guadalupe Velázquez Velasco, con el objetivo de guiar y apoyar a los participantes, así proporcionando mayor acercamiento y disminuyendo errores o

confusiones en las intervenciones dietéticas, logrando con ello tener un control en el estudio.

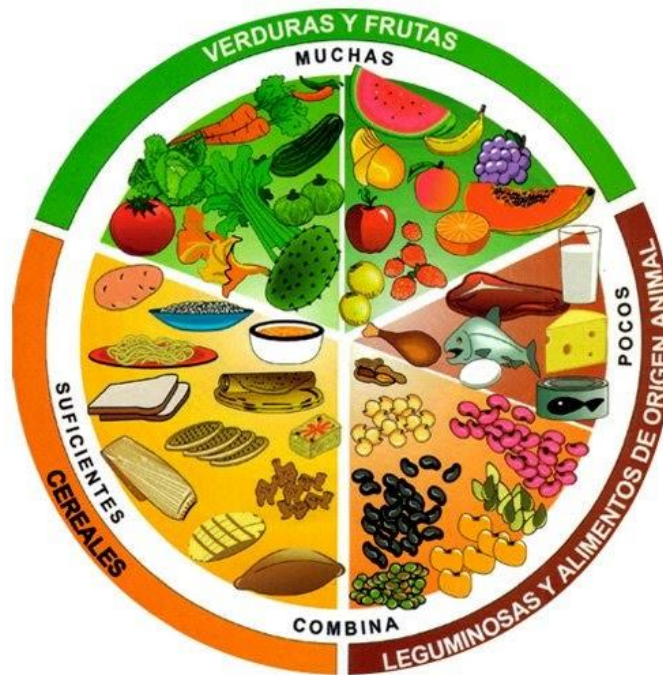


Figura VII: Plato del bien comer

Fuente: Secretaria de Salud, 2012

8.5.3 Metodología para las determinaciones genéticas

Primero se obtendrá la sangre de los participantes, posteriormente se hizo la determinación de frecuencias genotípicas y alélicas, donde se realizó la extracción del ADN genómico por el método de precipitación con sales. Una vez extraído se cuantificó su concentración con Nanodrop 2000.

8.5.3.1 Obtención de sangre periférica

Para la obtención de las muestras de sangre, los individuos se encontraban en un estado de ayuno mínimo de 5 horas anteriores a la extracción, la toma de muestras se realizó por el personal capacitado mediante venosa, extrayendo 5

mL de sangre en tubo anticoagulante EDTA (BD Vacutainer ®) para el análisis genotípico.

8.5.3.2 Extracción de ADN por *precipitación con sales*

La obtención del material genético a partir de la sangre recuperada se realizó por el método de precipitación de sales; donde el método consiste en centrifugación, eliminación del sobranate, incubación, agitación con vórtex, las proteínas fueron eliminadas del extracto mediante precipitación salina (*salting-out*) (Anexo 7). En la tabla X se desarrollan todos los materiales y equipos para la extracción de ADN.

Tabla X: Equipos y materiales para la extracción de ADN por precipitación de sales

Materiales y reactivos	Equipos
• Tubos de Espenford de 1.5 ml	• Microcentrifuga
• Pipeta 100µL, 200 µL, 1000 µL.	• Vortex Genie 2
• Puntillas para pipeta 100µL, 200 µL, 1000 µL.	• Vortem 56
• RBC: Red blood solution	• Thermoline DRI BATH
• CLS: Cell Lysis Solution	• Centrifuga 5414D
• PPS: Protein Precipitation Solution	
• Isopropanol	
• Etanol	
• Agua inyectable	

µL: Microlitros. mL: Mililitros

8.5.3.3 Cuantificación del material genético

Se utilizó el equipo de NanoDrop 2000c de Thermo Scientific ® para cuantificar las concentraciones y observar la calidad de los ácidos nucleicos extraídos, siguiendo el protocolo establecido: para calibrar y limpiar las superficies se tomó 1 µ de agua en el lente, bajará el brazo asegurado que el agua entre en contacto con la superficie superior y seleccionar la opción medir en el software. Una vez hecho la calibración, elegir los valores de absorbancia adecuados para la medición de ácidos nucleicos.

8.5.3.4 Genotipificación

Después de cuantificar los ácidos nucleicos, se buscó la obtención de las frecuencias alélicas y genotípicas de las muestras de ADN, para esto se utilizó la técnica de reacción en cadena de polimerasa en tiempo real (qPCR), por lo cual se puede identificar el progreso continuo, esta técnica hace el uso de fluorescencia, utilizando sondas tipo Taqman (tabla XIV). mediante el uso del equipo 7500 Fast Real- Time PCR System, con el software 7500 v2.3. El fundamento consiste en una detección cuantitativa, así como cualitativa al ampliar una secuencia de DNA utilizando secuencias cortas (cebadores o sondas) con el que se selecciona la parte específica que se quiere amplificar y de manera simultánea, las sondas detectan cambios de base en casa alelo mediante el uso de fluoróforos en cada una de las muestras de ADN. El objetivo de la técnica qPCR es amplificar millones de copias de un segmento específico de ADN durante varios ciclos repetidos y así poder identificar el progreso en tiempo real, utilizando como sustrato el DNA genómico, esto lo hace por medio de la enzima DNA polimerasa, la cual tiene la posibilidad de sintetizar DNA en las células, las sondas tipo Taqman son utilizadas debido a que son enzimas termoestables (*Thermus Aquaticus*), también tiene una actividad exonucleasas en dirección 5´-3´ y son aptas para detectar la secuencia específica de ADN por cada ciclo se produce dentro de la reacción, cuando son identificados generan una señal fluorescente con cada ampliación y es directamente proporcional al volumen de fluoróforo que se expresó, por lo tanto, con ello se logra identificar y cuantificar en tiempo real cuales alelos son los que están presentes en el

fragmento de DNA analizado. La sonda de oligonucleótidos tiene como objetivo hibridarse dentro de la secuencia diana para que con ello se manipule el ADN; en la amplificación de esta secuencia, se crea una sustancia que es ideal para la actividad de las enzimas termoestables (*Thermus Aquaticus*), eso con la finalidad de deteriorar la sonda en pequeñas partes una vez que haya sido identificado el segmento diferenciándose con el fragmento que no está, esto permite que la técnica qPCR en tiempo real sea un ensayo apreciable, fácil y exacto. En la figura XVII se ilustra el procedimiento de la qPCR utilizando sondas Taqman. En la tabla XI, XII y XIII se demuestran los componentes de la técnica qPCR, las condiciones del termociclador y los materiales.

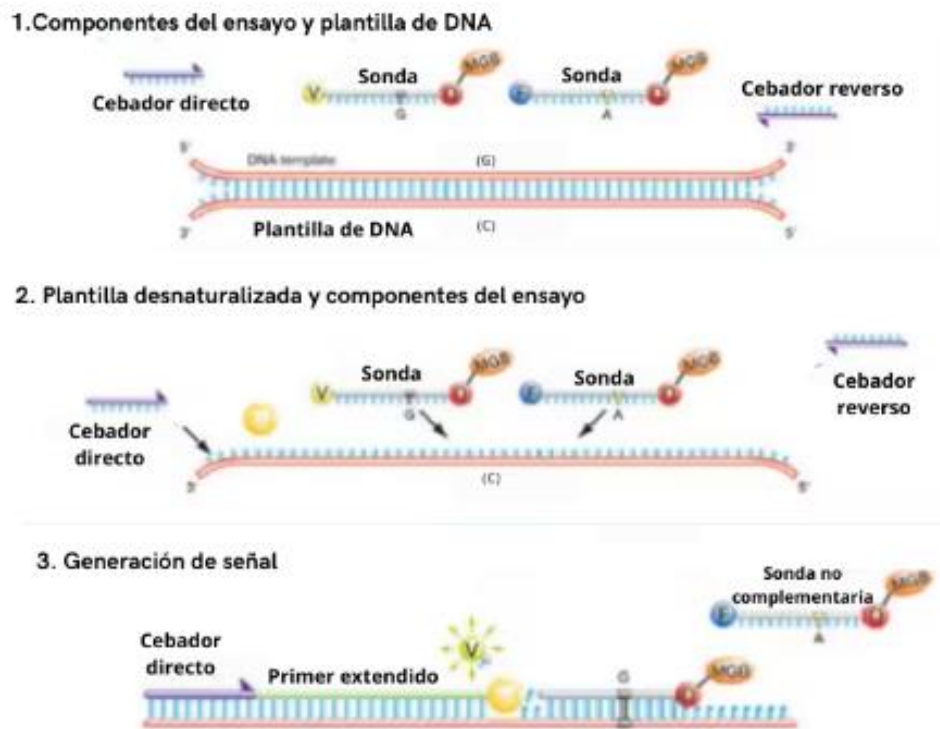


Figura VIII: Procedimiento de qPCR utilizando sondas Taqman

Discriminación alélica mediante el uso de fluoróforos VIC y FAM

Fuente: ThermoFisher Scientific (n.d.-a)

En el termociclador se procedió tomar 5 µL y posterior las muestras se colocaron en placas para qPCR, después se colocó Máster Mix a las placas a cada pocillo agregando un a cada pocillo 1 mL de producto genómico dejando controles a lo largo de la placa. Finalmente, se selló la placa con una cubierta adhesiva con el fin de evitar contaminantes.

Se configuro la plantilla en el Software 7500 v2.3 (7500 Fast Real- Time PCR System), estableciendo el número de ciclos, así como las temperaturas correspondientes y se continuó con el análisis.

Tabla XI: Sonda Taqman para la genotipificación del polimorfismo *AMY1* rs10881197

SNP	GEN	LOCALIZACIÓN	GENOTIPOS	SECUENCIA
C__26148 6_10 rs10881197	<i>AMY1</i>	Chr.1:103523031	CC, CG, GG	GCTACCAATA ACTGAAAAAG GGAGTTTGG (C/G) AACTTCT GGGCTAGACA AAGA

Fuente: Thermofishier Scientific (n.d-a).

Tabla XII: Tabla de componentes de la reacción qPCR

Reactivos	Concentración	1 reacción (µL)	27 reacciones
Stock			
Máster Mix	1X	6.25 µL	168.75 µL
Sondas	20 X	0.625 µL	16.875 µL
DNA	10 ng/µL	5.62µL	151.74 µL
Volumen final		12.5 µL	337.36 µL

ng: Nanogramos. µL: microlitros. Fuente:Thermofishier Scientific (n.d-a).

Tabla XIII: Condiciones de temperatura en termociclador

Etapa	Temperatura °C	Tiempo	# de Ciclos
1	60°C	10 minutos	1
1	95 °C	10 minutos	1
1	95 °C	15 segundos	40
2	60 °C	1 minuto	1
3	60 °C	1 minuto	1

°C: grados centígrados. Fuente: ThermoFisher Scientific (n.d-a).

Tabla XIV: Materiales, reactivos y equipos utilizados para la genotipificación

Materiales y reactivos	Equipo
Ensayo de genotipado sondas TaqMan® SNP	Centrífuga con adaptador para placa de 96 pocillos
MicroAmp™ placa de reacción óptica de 96 pocillos con código de barras	Microcentrífuga
6700 Tubos para reactivos, 10 mL	Vortexer
Guantes	
Tubos de microcentrífuga estériles de 1.5 mL	
Agua libre de nucleasas	
Puntas de pipeta con tapones filtrantes	
Pipetas de desplazamiento positivo	
Tampón Tris-EDTA (TE), pH 8,0	

mL: mililitros. Fuente: Guía de iniciación de discriminación alélica de ThermoFisher.

8.5.3.5 Frecuencias alélicas y genotípicas

Después de la caracterización genotípica de los participantes, se determinaron las frecuencias genotípicas y alélicas del polimorfismo en la población completa estudiada y por las intervenciones implementadas en pacientes con sobrepeso y obesidad. Los datos fueron sometidos diferentes softwares genéticos; GENETIX, PGDSpider. 2.1.1.5 Y GENALEX, para realizar las pruebas estadísticas del equilibrio de Hardy-Weinberg para comparar la población estudiada contra una población con dieta convencional, y así observar si cumple principio de Hardy-Weinberg, en el cual establece que bajo ciertas condiciones se mantiene el equilibrio de las frecuencias de generación entre generación.

En estos resultados se encontró un alelo de mayor frecuencia, que será denominado ancestral o wild type, mientras que el de menor frecuencia será MAF (Minor Allele Frequency).

8.6 Asociación de las variables

Una vez recopilados los datos se procesará el análisis estadístico, el cual describe con mejores resultados en el apartado Plan de análisis.

8.6.1 Plan de análisis

Los análisis incluyeron Wilcoxon para diferenciar los cambios en ingesta de macronutrientes, mediciones antropométricas y composición corporal en la misma intervención, además la prueba de U-Mann Whitney para conocer las diferencias entre grupos. Por último, se realizó una regresión logística para determinar las asociaciones entre dieta y genotipo ajustando por covariables o factores confusores como la actividad física y la ingesta dietética.

8.7 Consideraciones éticas

Proyecto aprobado (22-FasPyN-SA13) por el comité de investigación, ética y bioseguridad de la Facultad de Salud Pública y Nutrición (FaSPyN).

Los pacientes firmaron una carta de consentimiento informado de acuerdo con lo establecido en la norma técnica 313 (Anexo 1). Esta tiene como finalidad explicar al paciente todos los procesos a los cuales será sometido y los posibles efectos de las mediciones antropométricas que se realizaran, así como asegurar la confiabilidad que se usara para cumplir los objetivos del presente estudio.

8.8 Consideraciones de bioseguridad

El desarrollo experimental consiste en la toma de muestra y análisis bioquímico y genotipificación los cuales se realizó en el laboratorio de genética y biología molecular. Los desechos resultantes de éstos se dispondrán cumpliendo con la normativa correspondiente al manejo de residuos peligrosos biológico-infeccioso, de acuerdo con lo establecido en la NOM-987-ECOL-SSA-2002. El presente estudio no incluye la utilización de materiales radioactivos o microorganismos patógenos que representen un riesgo para la salud.

8.9 Recursos

El desarrollo de este estudio experimental se realizó en el Laboratorio de Composición Corporal y Laboratorio de Genética y Biología Molecular del Centro de Investigación en Nutrición y Salud Pública (CINSP) de la Facultad de Salud Pública y Nutrición (FaSPyN) y el Laboratorio de Terapia Celular del departamento de Bioquímica y Medicina Molecular de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).

9. RESULTADOS

9.1 Resultados particulares del objetivo 1

9.1.1 Diseño de las intervenciones nutricionales

Para el diseño de las intervenciones nutricionales se utilizaron las recomendaciones generales de acuerdo con la literatura (tabla VII y IX), además a los individuos se les proporciono 15 menús al mes (Anexo 8). Asimismo, ellos podían utilizar el Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes (SMAE) para que ellos tuvieran la opción de cambiar frutas, verduras o cereales (Anexo 9). En la tabla XV se presentan algunas fotografías proporcionadas por los pacientes de los platillos consumidos por cada individuo.

Tabla XV: Ejemplos de platillos proporcionado por los pacientes

Dieta basada en plantas	Convencional
	
	
	
	
	

Asimismo, se les proporcionó a los pacientes con la intervención dietética basada en plantas un recetario para que ellos pudieran conocer el tipo de preparación de cada platillo (figura IX), respetando las cantidades recomendadas.



Figura IX: Diseño del recetario para la preparación de las dietas basadas en plantas

9.2 Resultados particulares del objetivo 2

9.2.1 Características generales de la población de estudio

Se reclutaron 55 individuos de cuales 27 fueron eliminados por utilización de farmacoterapia, voluntad propia o desarrollo a enfermedades hormonales. Se dividieron de forma aleatorizada y por cada grupo se establecieron; 10 con dieta convencional (9 mujeres y 2 hombres) y 17 con dieta basada en plantas (12 mujeres y 5 hombres). Las características de los individuos que permanecieron y terminaron el estudio se demuestran en la tabla XVI. No se encontró diferencia significativa en ningún parámetro ($P < 0.05$) entre grupos al inicio del estudio.

9.2.2 Cambios en mediciones antropométricas y composición corporal en las intervenciones dietéticas

De acuerdo con los resultados en mediciones antropométricas y composición corporal, se encontró que la intervención nutricional de dieta basadas en plantas (tabla XVII) tuvo mayor efectividad, ya que existió diferencia significativa ($P < 0.05$) entre las mediciones basales y semana 12 con disminución de peso ($P < 0.05$), masa grasa ($P < 0.05$), porcentaje de grasa ($P < 0.05$), circunferencia de cintura normal ($P < 0.05$), circunferencia de cintura estrecha ($P < 0.05$) y un pequeño aumento en circunferencia de cadera ($P < 0.05$), en comparación con la dieta convencional (tabla XVIII) en donde únicamente disminuyó significativamente la circunferencia de cintura normal ($P < 0.05$).

Tabla XVI: características generales de los participantes

Variable	Total	WPBD	Convencional	Valor <i>P</i> *
	Mediana N=28 (p25-p75)	Mediana N=17 (p25-p75)	Mediana N=11 (p25-p75)	
Edad (años)	26.00 (22.50-36.75)	28.00 (24.50-38.50)	25.00 (22.00-31.00)	0.161
Peso (kg)	71.55 (65.37-77.50)	71.10 (65.75-78.75)	73.60 (64.80-76.00)	0.781
Talla (cm)	160.70 (155.52-169.95)	160.90 (156.85-170.65)	160.20 (152.40-164.10)	0.517
IMC (kg/m ²)	27.55 (26.15-28.07)	26.80 (25.75-27.65)	27.90 (27.20-28.10)	0.059
Circunferencia de cintura estrecha (cm)	84.50 (82.25-89.37)	84.00 (81.75-89.25)	88.00 (82.00-90.50)	0.578
Circunferencia de cintura normal (cm)	89.50 (86.52-94.75)	90.00 (86.55-96.25)	89.00 (86.50-92.00)	0.781
Circunferencia de cadera (cm)	104.50 (101.12-104.50)	102.00 (100.25-110.25)	106.00 (102.80-109.00)	0.578
Masa grasa corporal (kg)	26.70 (25.15-29.45)	25.60 (22.00-29.05)	27.60 (26.50-29.70)	0.053
Porcentaje de grasa (%)	38.10 (33.07-42.65)	36.80 (30.55-40.45)	40.40 (34.80-43.50)	0.191

IMC: Índice de masa corporal. P: Percentiles. WPBD: Whole plant-based diet. Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes. Significancia <0.05*.

Tabla XVII: Cambios en mediciones antropométricas y composición corporal con la dieta basada en plantas

Variable	Basal	Semana 4	Semana 8	Semana 12	Valor P*
	Mediana (p25-p75)	Mediana (p25-p75)	Mediana (p25-p75)	Mediana (p25-p75)	
<i>Peso (Kg)</i>	71.10 (65.75-78.75)	70.20 (64.20-75.85)	69.50 (63.60-76.45)	69.00 (64.25-76.20)	0.01*
<i>IMC (Kg/m²)</i>	26.80 (25.75-27.65)	26.40 (25.10-27.40)	26.30 (24.95-27.55)	26.20 (25.20-27.60)	0.007*
<i>Circunferencia normal (cm)</i>	90.00 (86.55-96.25)	86.00 (84.00-92.50)	88.00 (84.00-91.00)	87.00 (81.75-90.75)	0.001*
<i>Circunferencia estrecha (cm)</i>	84.00 (81.75-89.25)	82.20 (80.50-88.50)	82.50 (77.50-86.50)	83.50 (78.75-86.50)	0.005*
<i>Circunferencia de cadera (cm)</i>	102.00 (100.25-110.25)	101.00 (98.25-106.50)	100.50 (98.50-106.50)	103.00 (96.00-105.00)	0.003*
<i>Masa grasa corporal (Kg)</i>	25.60 (22.00-29.05)	25.10 (21.10-27.75)	24.70 (20.40-27.20)	24.00 (21.05-26.55)	0.006*
<i>Porcentaje de grasa (%)</i>	36.80 (30.55-40.45)	37.90 (30.10-41.30)	35.70 (29.85-39.50)	35.30 (29.15-40.00)	0.01*

Los datos se muestran en medianas y percentiles **25-75**. N total=17. *Valor p* = Diferencia entre basal y semana 12. Nivel de significancia (* $p < 0.05$), correspondiente a la prueba estadística no paramétrica de Wilcoxon para muestras relacionadas. Se muestran en negritas y con asterisco los resultados estadísticamente significativos. IMC: índice de masa corporal. p: Percentil. Kg: Kilogramo. m²: Metro cuadrado. cm: Centímetro.

Tabla XVIII: Cambios en mediciones antropométricas y composición corporal con la dieta convencional

Variable	Basal	Semana 4	Semana 8	Semana 12	Valor P*
	Mediana (p25-P75)	Mediana (p25-P75)	Mediana (p25-P75)	Mediana (p25-P75)	
<i>Peso (Kg)</i>	73.60 (64.80-76.00)	69.00 (64.30-76.70)	69.00 (64.80-75.40)	69.80 (64.70-74.80)	0.85
<i>IMC (Kg/m²)</i>	27.90 (27.20-28.10)	27.20 (26.70-28.70)	27.30 (26.90-28.40)	28.00 (27.20-28.10)	0.59
<i>Circunferencia Normal (cm)</i>	89.00 (86.50-92.00)	89.00 (86.00-92.50)	89.50 (85.00-95.00)	86.50 (82.00-94.00)	0.02*
<i>Circunferencia estrecha (cm)</i>	88.00 (82.00-90.50)	86.00 (82.00-88.00)	85.30 (82.00-90.00)	87.50 (84.00-90.50)	0.50
<i>Circunferencia de cadera (cm)</i>	106.00 (102.80-109.00)	103.50 (98.00-109.50)	104.50 (104.00-106.00)	105.00 (104.00-106.00)	0.32
<i>Masa grasa corporal (Kg)</i>	27.60 (26.50-29.70)	27.00 (26.20-28.50)	27.20 (26.70-29.60)	27.50 (27.20-28.20)	0.85
<i>Porcentaje de grasa (%)</i>	40.40 (34.80-43.50)	39.90 (35.00-42.00)	39.00 (35.50-42.30)	39.70 (34.90-43.40)	0.68

Los datos se muestran en medianas y percentiles **25-75**. N total= 11. *Valor p* = Diferencia entre basal y semana 12. Nivel de significancia (* $p < 0.05$), correspondiente a la prueba estadística no paramétrica de Wilcoxon para muestras relacionadas. Se muestran en negritas y con asterisco los resultados estadísticamente significativos. IMC: índice de masa corporal. p: Percentil. Kg: Kilogramo. m²: Metro cuadrado. cm: Centímetro.

9.2.3 Ingesta de calorías, macronutrientes y fibra.

En los resultados en ingesta total de calorías, macronutrientes y fibra (tabla XIX), a la semana 4 se encontró diferencia entre grupos en el consumo de proteínas ($P<0.05$) y lípidos ($P<0.05$). Asimismo, en la semana 12 se encontró diferencia significativa ($P<0.05$) en la ingesta de proteínas y fibra.

Además, se encontró entre el recordatorio de 24 horas y la semana 12 existió una disminución en la ingesta de calorías ($P<0.05$), proteínas ($P<0.05$) y lípidos ($P<0.05$), y un aumento en el consumo de fibra ($P<0.05$) en la dieta basada en plantas (Tabla XX). En cambio, con la dieta convencional (tabla XXI) se encontró entre el recordatorio de 24 horas y la semana 12 una disminución en la ingesta de calorías ($P<0.05$), hidratos de carbono ($P<0.05$) y proteínas ($P<0.05$), pero no se encontró diferencia en la ingesta de lípidos ($P>0.05$) y el consumo de fibra ($P>0.05$). Lo anterior se presentó una disminución en diversos parámetros dietéticos ya que ambas dietas fueron hipocalóricas, por lo tanto, la disminución de algunos macronutrientes se debe a la reducción del requerimiento calórico calculado.

Tabla XIX: Diferencia de ingesta total de calorías, macronutrientes y fibra en ambas intervenciones

Variable	nutricionales			Valor P*
	WPBD Mediana (p25-p75)	Convencional Mediana (p25-p75)	Total Mediana (p25-p75)	
<i>Recordatorio de 24 horas</i>				
<i>Calorías (Kcal)</i>	2430.11 (1724.58-2796.19)	2677.47 (1998.83-2762.94)	2548.18 (2008.62-2756.35)	0.40
<i>Hidratos de carbono (g)</i>	255.55 (154.69-334.66)	276.96 (208.39-324.90)	257.32 (192.71-325.89)	0.37
<i>Proteínas (g)</i>	100.68 (78.04-142.51)	126.43 (96.61-146.91)	105.59 (82.92-143.90)	0.28
<i>Lípidos (g)</i>	100.93 (71.79-125.02)	87.25 (50.36-153.89)	94.09 (63.91-125.83)	1.00
<i>Fibra (g)</i>	19.26 (10.13-37.12)	19.62 (15.81-27.53)	19.44 (13.54-27.92)	0.67
<i>Semana 4</i>				
<i>Calorías (Kcal)</i>	1370.29 (1208.93-1640.78)	1512.04 (1359.93-1901.51)	1445.79 (1298.40-1712.54)	0.17
<i>Hidratos de carbono (g)</i>	173.57 (155.78-216.51)	168.71 (146.08-181.30)	171.14 (150.87-2212.54)	0.57
<i>Proteínas (g)</i>	57.23 (47.62-64.98)	89.85 (77.35-102.85)	67.33 (54.67-89.27)	0.00*
<i>Lípidos (g)</i>	52.33 (41.02-59.81)	68.01 (49.54-73.15)	54.49 (43.93-67.64)	0.02*
<i>Fibra (g)</i>	37.02 (25.70-44.70)	26.34 (17.43-29.73)	29.52 (23.92-41.30)	0.08

<i>Semana 8</i>				
<i>Calorías (Kcal)</i>	1481.85 (1281.37-1736.87)	1461.12 (1280.22-1858.97)	1471.48 (1300.84-1799)	0.78
<i>Hidratos de carbono (g)</i>	192.83 (154.14-209.72)	161.45 (126.90-220.84)	180.27 (141.79-217.17)	0.57
<i>Proteínas (g)</i>	60.30 (47.23-69.28)	90.01 (80.11-100.30)	69.24 (55.81-69.24)	0.002*
<i>Lípidos (g)</i>	51.36 (43.67-73.28)	59.98 (53.48-67.24)	57.38 (48.94-70.99)	0.61
<i>Fibra (g)</i>	30.87 (22.14-40.06)	23.95 (12.60-29.32)	26.96 (20.97-35.28)	0.08
<i>Semana 12</i>				
<i>Calorías (Kcal)</i>	1528.88 (1236.33-2126.57)	1528.28 (1357.70-1839.08)	1528.58 (1341.05-1982.53)	0.92
<i>Hidratos de carbono (g)</i>	222.22 (151.01-280.25)	172.80 (139.16-215.83)	199.84 (144.79-259.88)	0.20
<i>Proteínas (g)</i>	59.46 (52.84-79.08)	86.57 (80.37-91.72)	78.43 (57.20-87.22)	0.01*
<i>Lípidos (g)</i>	54.29 (41.33-79.74)	65.63 (53.48-72.53)	56.02 (45.28-72.46)	0.35
<i>Fibra (g)</i>	40.18 (27.09-44.16)	23.26 (13.71-31.35)	31.90 (20.96-42.07)	0.01*

Los datos se muestran en medianas y percentiles **25-75**. N total= 28. *Valor p*= Diferencia entre el grupo de dieta convencional y dieta basada en plantas. Nivel de significancia (* $p < 0.05$), correspondiente a la prueba estadística no paramétrica U-Mann Whitney. Se muestran en negritas y con asterisco los resultados estadísticamente significativos. IMC: índice de masa corporal. p: Percentil. Kcal: kilocalorías. g: Gramos.

Tabla XX: Ingesta dietaria de la dieta basada en plantas

Variable	Basal Mediana (P25-P75)	Semana 4 Mediana (P25-P75)	Semana 8 Mediana (P25-P75)	Semana 12 Mediana (P25-P75)	Valor P*
<i>Calorías (Kcal)</i>	2430.11 (1724.58-2796.19)	1370.29 (1208.93-1640.78)	1481.85 (1281.37-1736.87)	1528.88 (1236.33-2126.57)	0.02*
<i>Hidratos de carbono (g)</i>	255.55 (154.69-334.66)	173.57 (155.78-216.51)	192.83 (154.14-209.72)	222.22 (151.01-280.25)	0.55
<i>Proteína (g)</i>	100.68 (78.04-142.51)	57.23 (47.62-64.98)	60.30 (47.23-69.28)	59.46 (52.84-79.08)	0.002*
<i>Lípidos (g)</i>	100.93 (71.79-125.02)	52.33 (41.02-59.81)	51.36 (43.67-73.28)	54.29 (41.33-79.74)	0.013*
<i>Fibra (g)</i>	19.26 (10.13-37.12)	37.02 (25.70-44.70)	30.87 (22.14-40.06)	40.18 (27.09-44.16)	0.003*

Los datos se muestran en medianas y percentiles **25-75**. N total= 17. Valor p= Diferencia entre basal y semana 12. Nivel de significancia (*p<0.05), correspondiente a la prueba estadística no paramétrica de Wilcoxon para muestras relacionadas. Se muestran en negritas y con asterisco los resultados estadísticamente significativos. IMC: índice de masa corporal. p: Percentil. Kcal: kilocalorías. g: Gramos.

Tabla XXI: Ingesta dietaria en dieta convencional

Variable	Basal Mediana (p25-p75)	Semana 4 Mediana (p25-p75)	Semana 8 Mediana (p25-p75)	Semana 12 Mediana (p25-p75)	Valor P*
<i>Calorías (Kcal)</i>	2677.47 (1998.83-2762.94)	1512.04 (1359.93-1901.51)	1461.12 (1280.22-1858.97)	1528.28 (1357.70-1839.08)	0.003*
<i>Hidratos de carbono (g)</i>	276.96 (208.39-324.90)	168.71 (146.08-181.30)	161.45 (126.90-220.84)	172.80 (139.16-215.83)	0.006*
<i>Proteína (g)</i>	126.43 (96.61-146.91)	89.85 (77.35-102.85)	90.01 (80.11-100.30)	86.57 (80.37-91.72)	0.010*
<i>Lípidos (g)</i>	87.25 (50.36-153.89)	68.01 (49.54-73.15)	59.98 (53.48-67.24)	65.63 (53.48-72.53)	0.09
<i>Fibra (g)</i>	19.62 (15.81-27.53)	26.34 (17.43-29.73)	23.95 (12.60-29.32)	23.26 (13.71-31.35)	0.722

Los datos se muestran en medianas y percentiles **25-75**. N total= 11. Valor p= Diferencia entre basal y semana 12. Nivel de significancia (*p<0.05), correspondiente a la prueba estadística no paramétrica de Wilcoxon para muestras relacionadas. Se muestran en negritas y con asterisco los resultados estadísticamente significativos. IMC: índice de masa corporal. p: Percentil. Kcal: kilocalorías. g: Gramos

9.3 Resultados objetivos particular 3 y 4

9.3.1 Características genéticas de la población

Las frecuencias genéticas de cada grupo se muestran en la tabla 22. De manera general, el análisis en conjunto de las poblaciones en el de dieta basada en plantas mostró desviaciones con respecto a la ecuación de *Hardy-Weinberg* ($p > 0.05$). De acuerdo con los resultados, el SNP *AMY1*-rs10881197 mostró frecuencias alélicas similares entre ambos alelos (tabla XXII). De acuerdo con los genotipos, en el grupo de dieta basada en plantas el más común fue el heterocigoto CG (0.59) y en menor frecuencia el genotipo GG (0.18). En cambio, en la intervención dietética convencional el genotipo CC fue el que se encontró en menor frecuencia (0.28) (tabla XXII).

Tabla XXII: Frecuencias alélicas del polimorfismo rs10881197 en la población de estudio

Población/ SNP's	Alelo	DBP	Dieta convencional
rs10881197	C	0.53	0.46
	G	0.47	0.54

SNP: Polimorfismo de un solo nucleótido. C: Citocina; G: Guanina. DBP: Dieta basada en plantas

Tabla XXIII: Frecuencias esperadas y observadas de la población de estudio

Población/ SNP's	Genotipos	Frecuencia	Ho	He	Fis	P HWE
<i>Dieta convencional/</i> rs10881197	CC	0.27	3	2.27	0.310	0.40
	CG	0.36	4	5.45		
	GG	0.36	4	3.27		
<i>Dieta basada en plantas/</i> rs10881197	CC	0.23	4	4.76	-0.151	0.90
	CG	0.59	10	8.47		
	GG	0.18	3	3.76		

SNP: Polimorfismo de un solo nucleótido. C: Citocina; G: Guanina. Ho: Frecuencias observadas, HE: Frecuencias esperadas. Fis: índice de homocigosidad. *Valor de p corresponde a la prueba de Equilibrio de Hardy-Weinberg (HWE=Hardy Weinberg Equilibrium).

9.3.2 Relación del polimorfismo rs10881197 del Gen *AMY1* en las intervenciones nutricionales

Se realizó el análisis univariado para conocer la asociación entre el polimorfismo rs10881197 del gen *AMY1* y la disminución de peso, grasa corporal y mediciones antropométricas dependiendo del tipo de dieta. El análisis fue ajustado por el consumo total de kilocalorías, hidratos de carbono, proteína, lípidos y la actividad física. No existió una relación entre el polimorfismo del gen *AMY1* rs10881197, el tipo de dieta, la disminución del peso corporal ($P=0.64$), la masa grasa ($P=0.73$), el porcentaje de grasa ($P=0.76$), la circunferencia de cintura normal ($P=0.60$), la circunferencia de cintura estrecha ($P=0.44$) y la circunferencia cadera ($P=0.53$).

Es de resaltar que en el análisis se encontró una tendencia de acuerdo con los genotipos entre el tipo de dieta y la disminución de masa grasa, porcentaje de grasa y mediciones antropométricas. Por ejemplo, los individuos con los genotipos GG en la intervención dietética basada en plantas, disminuyeron peso en comparación con individuos con genotipos CC y GC. En cambio, los individuos con los genotipos GC disminuyeron más peso corporal en la dieta convencional que individuos con el genotipo CC y GG (figura X)

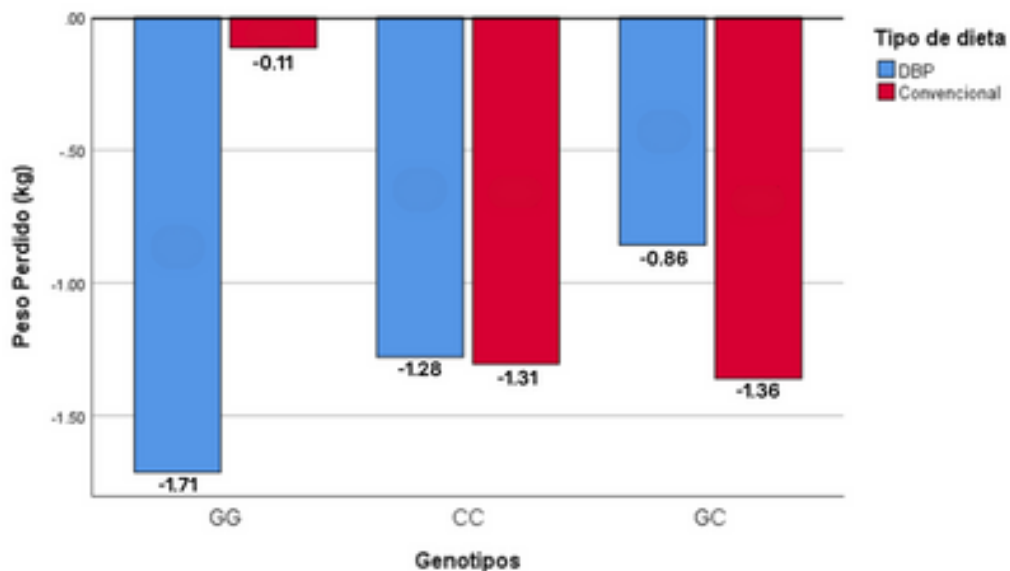


Figura X: Pérdida de peso de acuerdo con los genotipos

En cambio, en los resultados de la masa grasa corporal los individuos con los genotipos GG disminuyeron más con la dieta basada en plantas, en comparación de los individuos con los genotipos CC y GC. Además, los individuos con los genotipos CC con dieta convencional disminuyeron más de masa grasa corporal que los individuos con los genotipos GC y GG (Figura XI).

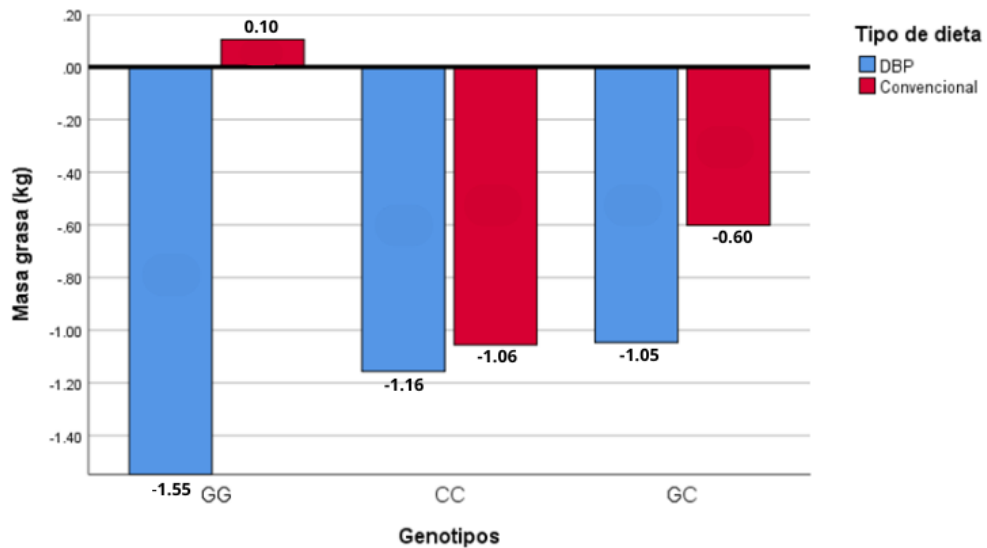


Figura XI: Pérdida de masa grasa de acuerdo con los genotipos

Asimismo, los pacientes con el genotipo GG en la dieta basada en plantas fue favorable para la disminución del porcentaje de grasa en comparación de los individuos con los genotipos CC y GC. En cambio, los individuos con el genotipo CC con la dieta convencional fue favorable en la disminución de porcentaje de grasa vs con los genotipos GG y GC (figura XII).

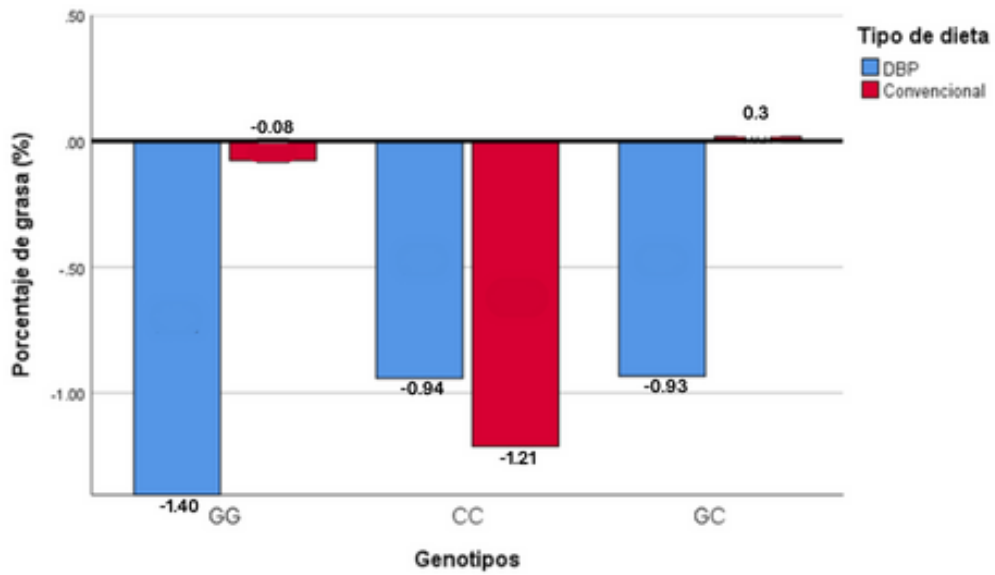


Figura XII: Perdida de porcentaje de grasa de acuerdo con los genotipos

De acuerdo con las mediciones de circunferencia de cintura estrecha, los individuos con el genotipo GG con dieta basada en plantas disminuyeron más que los individuos con los genotipos CC y GC. Por el otro lado, los pacientes con dieta convencional y el genotipo GC presentaron una mayor disminución, en comparación a los individuos con los genotipos GG y CC (figura XIII).

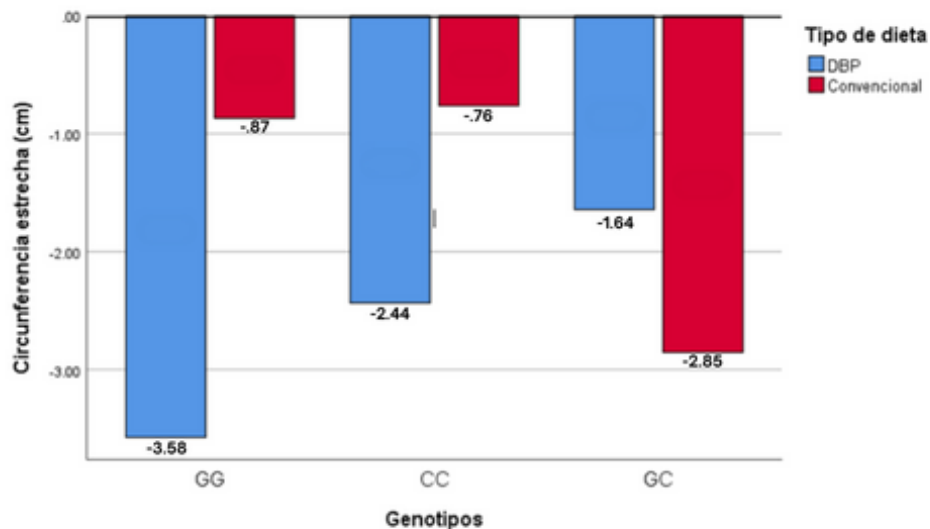


Figura XIII: Reducción de circunferencia de acuerdo con los genotipos

En los resultados con la disminución de circunferencia normal, los pacientes con los genotipos GG con la intervención dietética basada en plantas presentaron una mayor disminución en comparación con los individuos con los genotipos CC y CG. Asimismo, los individuos con el genotipo GG con la dieta convencional disminuyeron más en comparación con los individuos con los genotipos CC y GC (figura XIV).

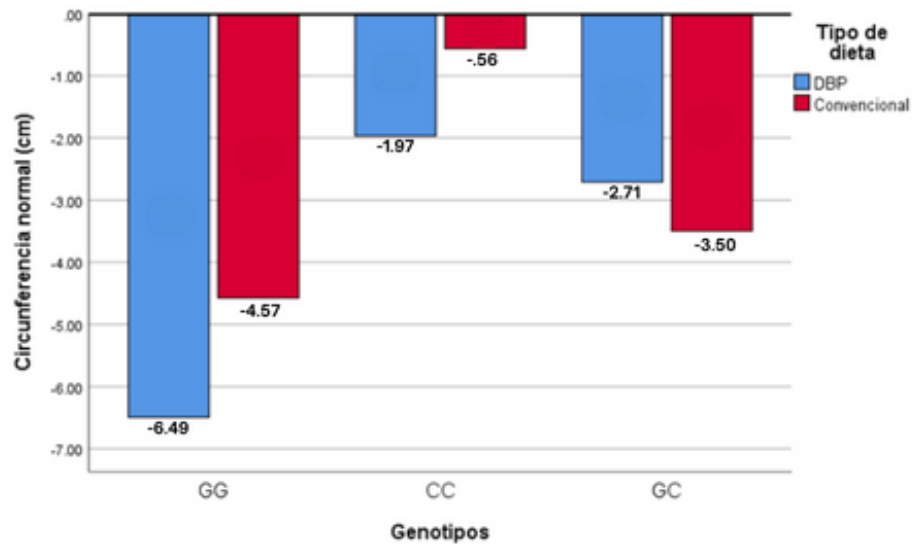


Figura XIV: Reducción de circunferencia de cintura de acuerdo con los genotipos

De igual forma, en los individuos con dieta basada en plantas y el genotipo GG existió una disminución de circunferencia de cadera en comparación con los individuos con los genotipos CC y GC. Por el otro lado, en los individuos con los genotipos GC con dieta convencional fue favorable para la disminución de cadera en comparación con los individuos con los genotipos GG y CC (figura XV).

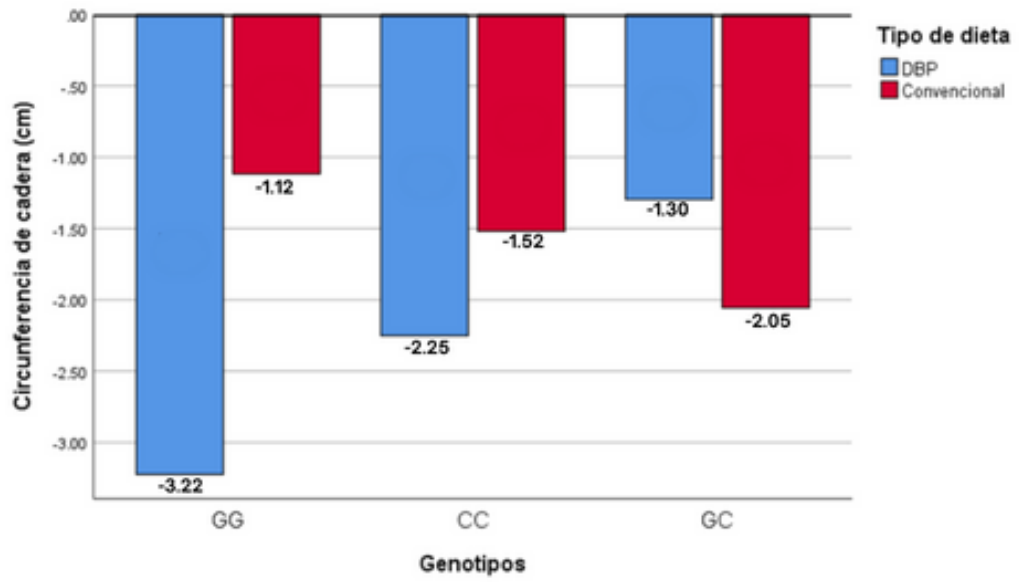


Figura XV: Disminución de cadera de acuerdo con los genotipos

10. DISCUSIÓN

Se ha considerado que las intervenciones dietéticas son los más utilizadas para la reducción de peso corporal. Existen diferentes tipos de intervenciones nutricionales para disminuir el sobrepeso y sus complicaciones (Chao et al., 2021). Una de las más estudiadas y con múltiples beneficios es el patrón dietético basada en plantas. Este tipo de alimentación se caracteriza por la disminución parcial o nula de alimentos de origen animal y prioriza los alimentos de origen vegetal, favoreciendo la calidad y cantidad de alimentos de origen vegetal. Asimismo, existen distintas intervenciones dietéticas con adecuaciones específicas en macronutrientes; por ejemplo, las dietas convencionales se caracterizan por contener todos los grupos de alimentos del plato del bien comer (frutas, verduras, cereales y tubérculos, alimentos de origen animal y leguminosas, así como aceites vegetales). Además, este tipo de intervención pueden ser altas en proteínas y bajas en grasa, o altas en grasa y bajas en proteínas, etc. Esto dependerá del criterio del profesional de salud y la condición del paciente (Hemler & Hu, 2019).

Actualmente, la Asociación Americana de Dietética (ADA; por sus siglas en inglés) ha demostrado que una alimentación basada en plantas bien planificada es una buena estrategia nutricional para la reducción de peso y sus complicaciones en comparación con las dietas convencionales o estándares.

10.1 Diseño de las intervenciones nutricionales

Para cumplir con el objetivo 1 y 2, este estudio piloto utilizó un porcentaje de adecuación para la dieta basada en plantas el 50% de frutas y verduras, 25% de cereales integrales y 25% de leguminosas y derivados de origen animal (huevo, leche o derivados) del total de las calorías requeridas por los individuos. Por el otro lado, para la dieta convencional se utilizó el 50% de frutas y verduras, 25% de cereales integrales y tuberculosos y 25% de leguminosas y alimentos de origen animal (todo tipo de proteínas de origen animal y derivados) del total de

calorías requeridas por participante. Nuestros resultados son muy similares al ensayo clínico controlado y aleatorizado definido CARDIVEG, donde la metodología que utilizó para el diseño de dietas hipocalóricas fue el porcentaje de adecuación del 50-55% de hidratos de carbono provenientes de frutas, verduras y cereales integrales, 25-30% de lípidos (oleaginosas, aceites vegetales) y 15-20% de proteínas de origen vegetal y animal, priorizando en una intervención nutricional derivados de origen animal como huevo, leche o quesos y la eliminación de alimentos de origen animal (carnes de todo tipo) (Sofi et al., 2018). Asimismo, en un programa de intervención nutricional basado en plantas se presentó el porcentaje de adecuación similar al nuestro, es decir, entre el 20-21% de grasa, 15% de proteínas y entre 57-58% de hidratos de carbono complejos (Jakše et al., 2021). Ambas intervenciones se suplementaron a sus participantes con vitamina B₁₂.

Por el otro lado, en abril del 2023, la Secretaría de Salud informó la actualización de la guía alimentaria “El plato del bien comer”, estipulada en la NOM-043-SSA2-2012, donde se menciona la importancia del consumo diario de alimentos de origen vegetal. Esta guía establece un porcentaje de adecuación del 50% de frutas y verduras, 22% de granos y cereales integrales, 15% de leguminosas, 8% de alimentos de origen animal y/o derivados, 5% de aceites y grasas saludables. Es decir, un aproximado del 85% del plato se debe integrar alimentos de origen vegetal. La propuesta de modificar la estructura de la guía alimentaria se debe a estudios previos con este patrón de alimentación basada en plantas se considera beneficioso por su contenido nutricional, es decir, el alto consumo adecuado de fibra, vitaminas, minerales, compuestos bioactivos y el bajo contenido de grasa saturada, en el cual favorece la disminución al riesgo a enfermedades no trasmisibles, como las enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus, enfermedades renales, cáncer, entre otras. Además, se ha asociado a la disminución del calentamiento global y se considera una alimentación sustentable y sostenible (Magkos et al., 2020; Moya Silivia, 2023).

Además, existen revisiones sistemáticas que han demostrado las consideraciones generales para un diseño adecuado de las dietas basadas en plantas, de manera primordial los macro y micronutrientes, por ejemplo, se consideró en proteína entre 0.8-1 g/kilogramo de peso, los hidratos de carbono integrales y ácidos grasos poliinsaturados y monoinsaturados como el omega 3. Asimismo, el consumo de alimentos ricos en hierro, zinc, yodo, calcio, vitamina D y vitamina B₁₂ para no presentar desbalances de micronutrientes y así erradicar enfermedades por la disminución de ellas (Fehér et al., 2020; Melina et al., 2016). Todos estos puntos ya mencionados se presentan en este proyecto en la sección de metodología de las intervenciones nutricionales, tomando en cuenta que se realizaron planes de alimentación con las características necesarias para cada individuo.

De igual manera, en nuestro estudio, se proporcionaron alimentos de calidad y adecuados para esta intervención nutricional, es decir, cereales integrales, frutas y verduras de preferencia con cáscara, de temporada y locales, evitando el consumo de jugos de frutas, utilizar cereales integrales, además se priorizó alimentos ricos en omega 3, y el consumo de leguminosas enteras o machacados. Estos criterios relacionados a las características de la dieta de acuerdo con su valor nutricional se relacionan con el estudio de Satija y colaboradores (2018), donde describieron un índice de la calidad de la dieta basada en plantas, en decir, el valor nutricional que debe incluirse para implementar este tipo de patrón de alimentación. En este estudio proporcionaron dos tipos de índices; el saludable incluían verduras, frutas, cereales integrales, semillas y legumbres. Por el otro lado, el índice no saludable incluía patatas, jugos de frutas, cereales refinados, frutas en conserva, etc. Todo esto se propone para consumir alimentos de alto valor nutricional que puedan aportar fibra, vitaminas, minerales, compuestos bioactivos y grasas saludables para mantener una salud óptima y disminuir el riesgo a enfermedades cardiovasculares (Satija & Hu, 2018).

10.2 Ingesta dietética

Por el otro lado, la ingesta dietética ha sido un punto importante para conocer el efecto de las intervenciones nutricionales. Se ha investigado que la disminución de las calorías y las grasas saturadas, además el aumento del consumo de fibra son los principales factores que tienen un efecto positivo para la disminución de parámetros antropométricos y composición corporal en los individuos con dieta basada en plantas. En nuestro estudio piloto se realizó el análisis de calorías, proteínas, hidratos de carbono, grasas y fibra con el programa Food Processor.

Durante las 12 semanas del estudio piloto, se encontró diferencia significativa entre grupos (dieta basada en plantas vs dieta convencional) en la cantidad de algunos macronutrientes, es decir, a la semana 4 el consumo de proteínas y lípidos fue mayor en los individuos con dieta convencional en comparación con la dieta basada en plantas. Además, en la semana 8 y 12 los individuos con dieta convencional, su consumo de proteína fue mayor en comparación con la dieta basada en plantas. Estos resultados son similares a un estudio realizado por Pellin y colaboradores (2022), demostraron que la ingesta de proteína disminuyó ligeramente en los individuos con dieta basada en planta en comparación con los individuos con dieta convencional (Pellinen et al., 2022). Asimismo, estudios realizados por Kahelova y colaboradores (2018), demostraron que los participantes con dieta basada en plantas redujeron el consumo de proteína, pero presentó un aumento en el consumo de fibra dietaría. Estos resultados están asociados al consumo de proteína de origen vegetal que se prioriza en la dieta basada en plantas, es decir, la ingesta de leguminosas, oleaginosas, verduras, cereales integrales y frutas (Kahleova et al., 2018).

En cambio, a la semana 12 el consumo de fibra dietaría fue mayor en la dieta basada en plantas en comparación con la dieta convencional. Es decir, los individuos con dieta basada en plantas consumían en promedio 40.23 g/día de fibra vs 23.95 g/día con dieta convencional. Por lo tanto, los pacientes con WPBD sobrepasaron el consumo de fibra en comparación a la dieta convencional. Esto indica que los individuos con dieta basada en plantas superaron la

recomendación del consumo de fibra de acuerdo con la Asociación Americana de Diabetes (ADA; por sus siglas en inglés), donde establece que el consumo de fibra debe ser entre 20-35 g/día. Los resultados encontrados tienen una similitud con un programa de salud de estilo de vida saludable realizado por Jakse y colaboradores (2021), en este estudio realizaron una comparación en el consumo una dieta basada en plantas y convencional con las recomendaciones de ingesta dietaria diaria de acuerdo con diversas organizaciones como la Organización Mundial de la salud, la Sociedad Española de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición, entre otras, en el cual se demostró que todos los participantes excedían la ingesta recomendada de fibra (71 ± 10 VS 66 ± 9 g/día en mujeres vs hombres) (Jakše et al., 2021). Asimismo, otro estudio realizado por Pellin y colaboradores (2022) presenta datos similares a nuestro estudio piloto, es decir, demostró el consumo de fibra fue 37.0 ± 7.0 g/día en individuos con dieta basada en plantas en comparación 28.9 ± 13.1 g/día con dieta convencional (Pellinen et al., 2022). Además, la revisión sistemática y metaanálisis de Veronese y colaboradores demostraron que el aumento de la ingesta de fibra dietética proveniente de frutas, verduras, leguminosas y granos integrales contribuye de forma esencial a una dieta saludable y es beneficioso a la salud principalmente en el sobrepeso, obesidad, enfermedades cardiovasculares y cáncer (Veronese et al., 2018).

10.3 Mediciones antropométricas y composición corporal

En el caso de los resultados de las mediciones antropométricas y composición corporal, se demostró que fue favorable en individuos con dieta basada en plantas para disminución de peso, masa grasa, porcentaje de grasa, circunferencia de cintura normal y estrecha, en comparación a las dietas convencional. Existen estudios previos relacionados a la disminución de mediciones antropométricas y composición corporal. Por ejemplo, el estudio realizado por Wright y col. en el 2017 durante 12 semanas en pacientes con sobrepeso y obesidad proporcionaron dietas hipocalóricas (dieta basada en plantas y dieta convencional) encontraron una reducción significativa de peso

corporal en pacientes con dieta basada en comparación al grupo control (Wright et al., 2017). Otro estudio realizado por Kahleova y col en el 2018, durante 16 semanas en pacientes con sobrepeso y obesidad, demostraron que los individuos con dieta basada en plantas presentaron una disminución en masa grasa en comparación a la dieta convencional (Kahleova, Fleeman, et al., 2018). Los mismos autores realizaron una intervención durante 16 semanas en pacientes con sobrepeso y riesgo a resistencia a la insulina, se demostró que el consumo elevado de alimentos de origen vegetal está asociado a la disminución de masa grasa y menos probabilidad de resistencia a la insulina (Kahleova, Tura, et al., 2018). Un estudio cohorte realizado por Chen et al., encontró una disminución de los parámetros de adiposidad en individuos con mayor adherencia a la dieta basada en plantas (Chen et al., 2019). Lo cual se ha considera que la dieta basada en plantas es un patrón con diversos mecanismos que favorecen la reducción de parámetros antropométricos y composición corporal.

Por otra parte, la circunferencia de cintura de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana N° 43 los parámetros al ser considerados mayor a >80 cm en mujeres y >90 cm en hombres se conoce como obesidad central y un riesgo de comorbilidad. En los resultados de este estudio se encontraron que los individuos con dieta basada en plantas disminuyeron circunferencia normal y circunferencia estrecha, en cambio en la dieta convencional únicamente disminuyeron la circunferencia normal. Al comparar estos resultados con un estudio realizado por Ferguson y colaboradores (2022) en mujeres australianas, se encontró una disminución en circunferencia de cintura en la intervención dietética basada en plantas en comparación con la dieta control que incluía una frecuencia mayor de alimentos de origen animal (Ferguson et al., 2022). Por el otro lado, un estudio realizado por Wright y colaboradores demostró que la intervención dietética basada en plantas fue efectiva para la disminución de circunferencia de cintura en comparación con la dieta control (Wright et al., 2017).

Existen diversos mecanismos asociados a la disminución de valores antropométricos y la dieta basada en plantas. Se ha observado que, en el sobrepeso, se produce un estado de estrés oxidativo caracterizado por cantidades elevadas de especies reactivas de oxígeno, causado por la presencia de un exceso de tejido adiposo, lo que genera un incremento de la producción de citoquinas como TNF- α IL-1 y IL-6. Estas proteínas son potentes estimuladores de la producción de oxígeno y especies nitrogenadas por parte de macrófagos y monocitos. Por lo tanto, un aumento de la concentración de estas citocinas provoca un mayor estrés oxidativo (ROS). Además, el sobrepeso conlleva a trastornos que afectan el metabolismo mitocondrial, lo que favorece la generación de ROS (Grosso et al., 2022b; Jarvis et al., 2022; Wang et al., 2021). La dieta basada en plantas, al presentar porcentajes elevados de verduras, frutas y legumbres, la hace rica en compuestos bioactivos como fitoquímicos, polifenoles, flavonoides, isoflavonas, entre otras; que son considerados compuestos inhibidores de ROS, así ayudando a disminuir la presencia de citoquinas inflamatorias asociadas a tejido adiposo y aminorar sus efectos (Grosso et al., 2022).

Relacionando nuestros resultados con un mayor consumo de fibra dietética y la disminución de parámetros antropométricos y composición corporal. La fibra dietaria es uno de los componentes que presenta mecanismos para el beneficio en los individuos con sobrepeso y obesidad. Los mecanismos que se presentan son: la mayor masticación, el volumen viscosidad intraluminal y el tiempo de tránsito que puede generar apetito. La supresión del apetito de quienes consumen la dieta basada en plantas está medida, en parte, por el microbioma intestinal. A este efecto se le conoce como efecto de la segunda comida, lo cual significa que la comida consumida por primera ocasión a una hora determinada logra suprimir el apetito durante la comida posterior después de una hora, lo cual reduce la ingesta calórica y mejora el control glucémico. Este proceso depende en gran medida de la fermentación colónica de las fibras no digeribles de los cereales integrales y leguminosas que producen ácidos grasos de cadena corta (AGCC; butirato, propionato y acetato), además, los AGCC actúan como

sustratos de receptores acoplados a las proteínas G en varios tejidos, estimulando la liberación de la hormona del péptido YY, el cual su función es reducir el apetito y por ende la ingesta de alimentos; también estimula la liberación de la hormona del péptido similar al glucagón (GLP-1) el cual su función es el retraso del vaciado gástrico que controlan el apetito y la saciedad (Ibrügger et al., 2014; Najjar & Feresin, 2019). Por lo tanto, el conjunto de microorganismos desempeña un papel importante en la regulación del metabolismo energético, esto depende en la composición bacteriana puede ser modificada por la cantidad y el consumo de fibra dietética adquirido de alimentos de origen vegetal.

Por el otro lado, se ha identificado mayor efecto térmico de los alimentos por la presencia de hidratos de carbono no digeribles que se encuentran en las leguminosas, cereales integrales, frutas y verduras. En cambio, el contenido menor de grasas saturada de la dieta basada en plantas está asociado a una activación postprandial del sistema nervioso simpático con un aumento de gasto energético, lo cual contribuye a una disminución de peso (Calcagno et al., 2019; Najjar & Feresin, 2019).

A pesar de la densidad calórica relativamente alta de los frutos secos, no se asocian al aumento de peso, de hecho, se asocia a una reducción del peso corporal y perímetro de cintura. Estos alimentos son buena fuente de fibra y omega 3, los mecanismos que se presentan para la reducción del peso corporal se deben principalmente a la masticación incompleta de las paredes celulares del alimento, lo cual la mejora de la saciedad y efecto termogénico Pellinen et al., 2022; Tan et al., 2014).

Este tipo de patrón alimenticio se ha considerado como una opción adecuada para mejorar diversas condiciones patológicas desarrolladas por el sobrepeso y la obesidad por su adecuado contenido rica en fibra, compuestos bioactivos, fitoquímicos, grasas monoinsaturadas y poliinsaturadas, entre otros (Magkos et al., 2022; Turner-McGrievy et al., 2017).

10.4 Determinación de las frecuencias alélicas y genotípicas

El gen *AMY1* ha sido asociado al sobrepeso y la obesidad, ya que se ha considerado con la elección y preferencias alimentarias especialmente por los hidratos de carbono. Una de las variantes asociadas es el SNP rs10881197-C/G, (Shin & Lee, 2021; Usher et al., 2015).

Para cumplir el objetivo específico 3 los resultados obtenidos de las frecuencias genotípicas y alélicas de la variante del gen *AMY1* fueron comparados con los valores presentados en la base de datos de ENSEMBL GENOME.

En el estudio, al analizar el rs10881197 las frecuencias generales corresponden a 52.9% corresponden al alelo C como el más frecuente, mientras que el alelo G corresponde fue 47.1% considerado el de menor frecuencia (MFA: por sus siglas en inglés). Al comparar con la base del proyecto 1000 genomas se encuentra similares a la población de América, por lo cual se presenta el 54 % el alelo G y 46% el alelo C (Figura 15). Además, al analizar las subpoblaciones de América, los resultados presentados en este estudio se encuentran semejantes con Medellín, Colombia. Las frecuencias en esta población del alelo C son el 46.3% y alelo G el 53.7%.

Se obtuvo en la dieta basada en plantas la frecuencia del genotipo CC (23.53%), CG (58.82%) y GG (17.65%), al comparar estos resultados a nivel global con la base de ENSEMBL del proyecto 1000 genomas, se encuentran similares con la población americana, el genotipo CC (20.5%), CG (51.3%) y GG (28.2%) respectivamente. De igual manera, se encontró semejanza con la población de Medellín, Colombia los genotipos homocigotos CC (20.2%) y GG (27.7%) y heterocigoto CG (52.1%).

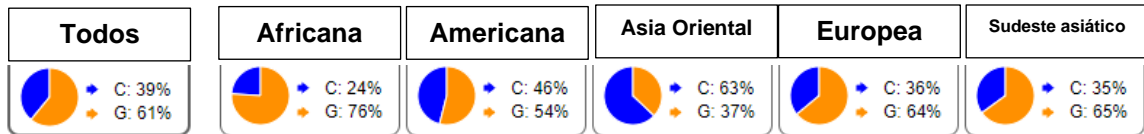


Figura XVI: Frecuencias alélicas del polimorfismo *AMY1*-rs10881197 en el proyecto 1000 genomas

Fuente: Ensamble (n.d-a).

Se conoce que México es un país con una gran diversidad genética. Este estudio tuvo una similitud con la población colombiana, al comparar nuestros resultados con el proyecto internacional definido como HapMap (Mapa de haplotipos del genoma humano) que cuyo objetivo fue distinguir la variabilidad genética entre una población de otra y de algunas enfermedades. Para identificar las variantes genéticas en la población colombiana se utilizó una muestra de individuos originarios de Bogotá, donde existió niveles bajos de diferenciación genética con la población mexicana. A pesar de que la población americana se encuentra más cerca a la población europea, se ha identificado que la americana presenta dos líneas genéticas claramente identificadas: una más cercada a la población amerindios, representada por la población mexicana, y la segunda, más cerca a la población afrodescendientes, representada por la población puertorriqueña (Caicedo et al., 2019).

10.5 Relación del polimorfismo rs10881197 del Gen *AMY1* en el grupo con intervención dietética basada en plantas.

En México existen muy pocos estudios sobre la asociación entre variantes genéticas e intervenciones nutricionales. GENOMEX es uno de los estudios pioneros donde demuestran como influye la alimentación prehispánica y arquitectura genética en la población mestiza mexicana para disminuir el riesgo a enfermedades crónicas degenerativas (Ojeda-Granados et al., 2020)

En el análisis de este estudio entre la relación del polimorfismo rs10881197 del gen *AMY1* y el grupo de la intervención dietética basado en plantas no se encontró una relación, aunque demostró tendencias. Aun no se han reportado

estudios de la relación del polimorfismo rs10881197 y alguna intervención dietética. Aunque existe un estudio realizado en Korea, con un SNP del gen *AMY1*, muy cercano a la región que nosotros estudiamos y por ende en desequilibrio de ligamiento. En esa población analizaron a individuos con diabetes tipo 2 y la relación entre el consumo de hidratos de carbono. Esta investigación demostró que el consumo mayor de 65% de hidratos de carbono en individuos con genotipos GC y GG tienen la incidencia de desarrollar entre un 10 y 25% diabetes tipo dos en comparación con los individuos con genotipos CC, comparando con nuestro estudio se identifica que los individuos con dieta basada en plantas y genotipos GG con una distribución de adecuación de 50% de hidratos de carbono pueden disminuir peso corporal, masa grasa, porcentaje de grasa y circunferencias antropométricas, además lograr aminorar el riesgo a desarrollar diabetes tipo 2, en cambio con dieta convencional e individuos con genotipo GC pueden disminuir parámetros antropométricos y composición corporal (Shin & Lee, 2021).

10. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en este estudio se concluye lo descrito a continuación:

- 1) Se observó que la dieta basada en plantas demostró mayor reducción en los parámetros antropométricos y composición corporal (peso, masa grasa, porcentaje de grasa y circunferencia de cintura), en comparación con la dieta convencional que únicamente disminuyó circunferencia de cintura normal.
- 2) El consumo de fibra dietaria fue mayor en individuos con dieta basada en plantas en comparación con la dieta convencional. Además, el consumo de la fibra superó las recomendaciones de ingesta dietaria.
- 3) Este estudio piloto es uno de los primeros reportes sobre frecuencias alélicas y genotípicas de la variante rs1088197 del gen *AMY1* en México. También no se encontró equilibrio de acuerdo con la ecuación de Hardy-Weinberg. En la población total se observó una similitud de frecuencias alélicas y genotípicas con la población de Medellín, Colombia.
- 4) En la presente investigación no se encontró una relación del polimorfismo rs10881197 del gen *AMY1* en el grupo con intervención dietética basada en plantas y convencional. Se presentaron algunas tendencias; los individuos con dieta basada en plantas y genotipos GG presentaron una disminución en peso corporal, masa grasa y circunferencia de cintura y cadera. En cambio, los individuos con dieta convencional y genotipos GC existió una disminución en peso corporal, circunferencia de cintura y cadera. Por lo consiguiente, individuos con genotipos CC disminuyeron masa grasa y porcentaje de grasa.
- 5) Con los resultados obtenidos en este estudio se sugiere ampliar el número de individuos, ya que se demuestran que los resultados están pobres, esto se debe al ser un estudio piloto, en el cual se realizó para conocer la viabilidad, factibilidad y alcance que puede tener a mayor escala.

11. RECOMENDACIONES PARA INVESTIGACIONES FUTURAS

- Incrementar el número de individuos para obtener mejores resultados y mayor viabilidad.
- Utilizar parámetros bioquímicos que puedan enriquecer el proyecto de investigación.
- Utilizar alguna herramienta que pueda controlar el consumo de alimentos durante el tiempo de intervención. Lo anterior para obtener mejores resultados en la ingesta dietética.

ANEXOS

Anexo 1. Carta de consentimiento informado



CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO



Dirigido a: hombres y mujeres de 20 a 60 años residentes del área metropolitana de Monterrey, NL.

Título del estudio: Relación del polimorfismo rs11185098 del gen *AMY1* con el efecto de la intervención dietética basada en plantas para para la reducción del peso corporal de pacientes adultos de la ciudad de Monterrey, Nuevo León - Estudio Piloto.

Nombre del Investigador Principal: Dr. Jesús Alberto Vázquez Rodríguez (Céd.Prof. 8526080)

Fecha aprobación por el Comité de ética: -

Propósito del estudio:

En este estudio se desea analizar la relación del polimorfismo y la reducción del peso corporal después de una intervención dietética basada en plantas, por lo cual tendrá un seguimiento y asesoramiento durante 3 meses, así poder identificar los cambios en el peso corporal. Así mismo el apego de investigador-paciente podrá disminuir una confusión sobre la intervención y que los resultados serán precisos y adecuados.

Le pedimos participar en este estudio porque usted forma parte de la población de 20 a 60 años que residen en el área metropolitana de Monterrey, Nuevo León y cumple con el requisito de no presentar alguna enfermedad crónica diagnosticada como diabetes mellitus, hipertensión, enfermedades endocrinas o utilizando algún dispositivo anticonceptivo o en su efecto medicamento.

Procedimientos realizados en el estudio:

Si usted decide participar en este proyecto de investigación, los procedimientos realizados no le afectarán de manera absoluta en su salud, su participación consistirá en:

- Contestar la Historia clínica: se le solicitará complete un cuestionario de la manera más atenta y honesta posible).

- Permitir la extracción de 1 tubo de 5 mL de sangre: para extracción de ADN.
- Evaluación de la composición corporal: en donde se debe acudir con ropa ligera y un ayuno de mínimo 10 horas. Las mediciones que se tomarán serán: estatura (con un estadiómetro SECA®), peso (Tanita® BC554), circunferencia de cintura y cadera (con una cinta Lufkin con graduación milimétrica) de acuerdo con protocolos estandarizados. Los valores de porcentaje de grasa se obtendrán por medio de bioimpedancia con una Tanita.
- Se le proporcionará una intervención nutricional para reducción de peso, ya sea dieta basada en plantas o una dieta hipocalórica convencional, el cual tendrá asesoría nutricional y seguimiento durante 3 meses.

Las muestras de ADN serán extraídas y analizadas por la candidata a máster en ciencias Berenice Guadalupe Velázquez Velasco con la codirección de la Dra. Esther Alhelí Hernández Tobías en el Centro de Investigación en Nutrición y Salud Pública de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).

Una vez terminado éste estudio, si usted está de acuerdo, la muestra se almacenará en un banco de sueros (biobanco), en el cual se almacenará en las condiciones adecuadas para realizar otros estudios en el futuro relacionados con composición corporal. Este biobanco en el que se conservarán sus muestras pertenece al Laboratorio de Genética y Biología Molecular del Centro de Investigación en Nutrición y Salud Pública de la UANL.

Riesgos del estudio:

Usted puede sentir algunas inconveniencias o riesgos si decide participar en el estudio, por lo que le informamos de las posibles molestias o riesgos derivados de los procedimientos:

- En la toma de muestra de sangre: malestar, dolor y formación de hematoma en el sitio del piquete de la vena.
- En la evaluación de composición corporal, al ser un método simple, rápido y no invasivo no requiere preparación especial y se considera no tiene efectos secundarios y sus riesgos son considerados como mínimos.

Los procedimientos serán realizados y monitoreados por personal capacitado, y en caso de algún evento adverso se contará con el apoyo de los servicios médicos de la universidad.

Confidencialidad de los datos:

- Las muestras serán etiquetadas con un número de folio, evitando la vinculación con los datos personales de los participantes.
- En la creación de la base de datos y muestras se identificarán los datos de los sujetos por medio del folio asignado y no con su nombre, asegurando la confidencialidad y conservando el anonimato.
- Las muestras biológicas obtenidas no serán utilizadas para líneas celulares permanentes ni inmortales.

- Los datos genéticos no se incluirán en algún expediente clínico ni se le proporcionarán a su médico.

Beneficios:

- Los beneficios que obtendrá por participar en este estudio incluyen la evaluación de composición y mediciones antropométricas sin ningún costo.
- Proporcionar una intervención nutricional de acuerdo con sus necesidades para reducción de peso corporal sin ningún costo.
- En el examen genético usted no obtendrá algún beneficio directo o inmediato, pero al proporcionar las muestras para obtención de información genética los datos ayudarán a comprender mejor cómo las variantes genéticas pueden afectar la salud y de esta manera poder ayudar a más personas en el futuro. Con lo anterior se generará información para este y estudios posteriores.

Participación Voluntaria/ Retiro del estudio:

Su participación en este estudio es absolutamente voluntaria. Usted está en plena libertad de decidir qué muestras son las que está de acuerdo en proporcionar o de negarse a participar o de retirar su participación en el estudio en el momento en que desee. Podrá solicitar también que se retiren sus muestras del estudio sin que ello implique ningún tipo de consecuencia, para ello le pedimos dirigirse al investigador/a responsable del estudio
Dr. Jesús Alberto Vázquez Jiménez.

Aviso de Privacidad:

El investigador principal de este estudio, Dr. Jesús Alberto Vázquez Rodríguez., es responsable del tratamiento y resguardo de los datos personales que proporcione, los cuales serán protegidos conforme a lo dispuesto por la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados. Los datos personales que le solicitaremos serán utilizados exclusivamente para las finalidades expuestas en este documento. Usted puede solicitar la corrección de sus datos o que sus datos se eliminen de nuestras bases o retirar su consentimiento para su uso. En cualquiera de estos casos le pedimos dirigirse al investigador responsable del proyecto a la siguiente dirección de correo

Por favor marque cada uno de los recuadros de abajo para indicar su decisión

- Mis muestras/información genética puede ser utilizada solo para este estudio.
- Mis muestras/información genética puede ser utilizada para este estudio y para investigación futura.
- Mis muestras pueden ser almacenadas en un banco de muestras/ biobanco.

- Sí deseo conocer los resultados de la información generada en este estudio.

Declaración de la persona que da el consentimiento

- Se me ha leído esta Carta de consentimiento.
- Me han explicado el estudio de investigación incluyendo el objetivo, los posibles riesgos y beneficios, y otros aspectos sobre mi participación en el estudio.
- He podido hacer preguntas relacionadas a mi participación en el estudio, y me han respondido satisfactoriamente mis dudas.
- Entiendo la información otorgada, estoy de acuerdo en participar en este estudio, de manera total o parcial, y también estoy de acuerdo en permitir que la información de salud sea usada como se describió antes.

PARTICIPANTE:

Nombre: _____

Firma: _____ Fecha/hora

TESTIGO 1

Nombre: _____

Firma: _____ Relación con la participante:

Fecha/hora: _____

TESTIGO 2

Nombre: _____

Firma: _____ Relación con la participante:

Fecha/hora: _____

Nombre y firma del investigador o persona que obtiene el consentimiento:

Nombre:

Firma: _____ Fecha/hora _____

Anexo 2: Flyer aprobado para reclutar a los participantes



LA FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN INVITA A FORMAR PARTE DEL:

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

"INFLUENCIA DEL POLIMORFISMO RS11185098 DEL GEN AMY1A SOBRE INTERVENCIONES DIETÉTICAS PARA LA REDUCCIÓN DEL PESO CORPORAL DE PACIENTES ADULTOS DE LA CIUDAD DE MONTERREY, NUEVO LEÓN - ESTUDIO PILOTO".

Requisitos:

Edades: 20 a 60 años

IMC: de 25 a 29.9

Ofrecemos sin costo:

Orientación nutricional

Análisis de composición corporal

Análisis genéticos

No participan:

Pacientes con diabetes tipo 2, hipertensión arterial, enfermedad renal, endocrina, cardiopatía o cáncer, que utilicen algún método anticonceptivo (oral o dispositivo) o no cumplan con el rango de edad.

Lugar:

Centro de Investigación en Nutrición y Salud Pública.

Facultad de Salud Pública y Nutrición, UANL.
Av. Dr. Eduardo Aguirre Pequeño y Yuriria.
Col. Mitras Centro, Monterrey, N.L.

Contacto:

LN. Berenice Guadalupe Velázquez Velasco
Cédula profesional: 12126988

 961-654-9751

 berenice.velazquezv@uanl.edu.mx

 *lunes a domingo de 8:00 a 19:00 hrs.*

Registro:



Anexo 3. Expediente clínico

DATOS PERSONALES			
Nombre _____			
Estado	civil	_____	Teléfono
Domicilio _____			

Edad	_____	Fecha	de
nacimiento	_____		
Correo			electrónico

Ocupación	_____	Número	de hijos

Lugar de nacimiento	
Personal	_____
Abuelo paterno	_____
Abuela paterna	_____
Madre	_____
Abuelo materno	_____
Abuela materna	_____

ANTECEDENTES DE SALUD / ENFERMEDAD		
Enfermedad	diagnosticada _____	¿Cuál?

Intervenciones	quirúrgicas _____	¿Cuál?

Alergias	_____	Especificar

Presión arterial	_____	

Padecimiento actual

Gastritis () Indigestión () Náuseas ()
Estreñimiento () Pirosis () Dentadura
()
Colitis () Diarrea () Úlcera ()
Otros:

Personal Familiar Familiar. Patología.
Cardiopatías () ()
Diabetes Mellitus () ()
Hipertensión arterial () ()
Obesidad () ()
Hipercolesterolemia () ()
Hipertrigliceridemia () ()
Enfermedad hepática () ()
Enfermedad renal () ()
Trastornos hormonales () ()
Otra

INDICADORES DIETÉTICOS

Número de comidas al día _____ ¿Quién la prepara?

Desayuno () Comida () Cena () Colaciones ()
) _____

Tiempo que tarda en consumir la comida _____

¿Agrega sal a la comida ya preparada? _____

¿Ha modificado su alimentación en los últimos 6 meses? (Trabajo, estudio)

Apetito: Bueno _____ Malo _____ Regular _____

¿Toma algún complemento/suplemento? _____ ¿cual? y ¿por qué?

¿Ha utilizado medicamentos para bajar de peso? _____ ¿cuál?

¿Ha llevado algún régimen dietético? _____

Duración _____ Cuánto se apegó a ella _____

Vasos de agua natural al día (L-J) _____ (V-D)

Otras: Leche _____ Jugo _____ Café _____ Otra

Alcohol: Cerveza _____ Otra

ACTIVIDAD FÍSICA

¿Realiza actividad física o ejercicio? _____ ¿Cuál?

¿Con _____ qué frecuencia?

¿Cuántos minutos? _____ ¿Desde cuándo?

INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS

Nombre _____ Expediente _____

	Medición inicial	Medición mes 1	Medición mes 2	Medición mes 3
Peso				
Estatura				
IMC				
Circunferencia de cintura estrecha				
Circunferencia de cintura estrecha				
Circunferencia de cadera				

Anexo 4. Recordatorio de 24 horas

Nombre _____ Expediente _____

Recordatorio de 24 horas

Hora	Tiempo de alimentación
Despertarse	
Desayuno	
Comida	
Cena	
Dormir	

Anexo 5. Frecuencia alimentaria

Frecuencia alimentaria

Alimentos	Frecuencia			
	Nunca o casi nunca	Al mes de 1-3	A la semana	Al día
Leche entera				
Leche semidescremada				
Leche descremada				
Yogurt entero				
Yogurt descremado				
Queso crema				
Otros quesos: curados, semicurados (manchego, gouda, oaxaca, mozzarella)				
Queso cottage				

Huevo, carnes, pescado				
Huevos de gallina				
Pollo o pavo CON piel				
Pollo o pavo SIN piel				
Carne de res				
Carne de cerdo				
Jamón cocido				
Otras vísceras (menudo, sesos, corazón, mollejas)				
Pescado azul: sardinas, atún, salmón, huachinango, bagre				
Carnes procesadas (salami, chorizo, longaniza, rellena, moronga,				
Jamón cocido (cerdo, pavo, etc)				
Pescados y mariscos enlatados en agua (sardinas, anchoas, atún, salmón)				
Pescados y mariscos enlatados en aceite (sardinas, anchoas				

medianas, atún, salmón)				
Chicharrón				
<i>Verduras y hortalizas</i>				
Acelgas, espinacas o verdolagas				
Col, coliflor, brócoli				
Lechuga, endivias				
Tomate rojo o jitomate crudo o en salsa				
Zanahoria, calabaza				
Ejotes				
Berenjenas, calabacitas, pepinos				
Pimientos, chile morrón				
Espárragos				
Nopales cocidos				
Setas, champiñones				
Chayote cocido				
Jícama				
Flor de calabaza				
Chile poblano				
<i>Frutas</i>				
Naranja, toronja, mandarinas				
Plátano				
Manzana o pera				
Fresas				
Cerezas, ciruelas				

Durazno, albaricoque, nectarina				
Sandía				
Melón				
Kiwi				
Uvas				
Guayaba				
Tuna				
Piña				
Papaya				
Leguminosas				
Lentejas				
Alubias				
Garbanzos, habas				
Chícharos				
Frijoles cocidos				
<i>Cereales y tubérculos</i>				
Papa				
Camote				
Elote				
Bolillo, birote, telera, pan blanco de caja				
Pan integral de caja u otro tipo				
Arroz blanco				

Pasta: fideos, macarrones, espaguetis, otras				
Tortilla de maíz				
Tostada				
Tortilla de harina				
Pan para hamburguesa, pan para hot dog				
Galletas tipo María				
Galletas integrales o de fibra				
Pan dulce: conchas, orejas, moños, polvorón, etc.				
Repostería (pastel, gelatina, flan)				
Aceites y grasa				
Tipo:				
Mantequilla				
Margarina				
Mantequilla				
Manteca de cerdo				
Manteca vegetal				
<i>Azúcar</i>				
Azúcar				
Mermeladas				
Miel				
Piloncillo				

Anexo 6. Cuestionario internacional de actividad física

CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA

Estamos interesados en saber acerca de la clase de actividad física que la gente hace como parte de su vida diaria. Las preguntas se referirán acerca del tiempo que usted utilizó siendo físicamente activo(a) en los últimos 7 días. Por favor responda cada pregunta aún si usted no se considera una persona activa. Por favor piense en aquellas actividades que usted hace como parte del trabajo, en el jardín y en la casa, para ir de un sitio a otro, y en su tiempo libre de descanso, ejercicio o deporte.

Piense acerca de todas aquellas actividades vigorosas que usted realizó en los últimos 7 días. Actividades vigorosas son las que requieren un esfuerzo físico fuerte y le hacen respirar mucho más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

1. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días realizó usted actividades físicas vigorosas como levantar objetos pesados, excavar, aeróbicos, o pedalear rápido en bicicleta?

_____ días por semana Ninguna actividad física vigorosa *Pase a la pregunta 3*

2. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le tomó realizar actividades físicas vigorosas en uno de esos días que las realizó?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca de todas aquellas actividades moderadas que usted realizó en los últimos 7 días. Actividades moderadas son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado y le hace respirar algo más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

3. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas moderadas tal como cargar objetos livianos, pedalear en bicicleta a paso regular, o jugar dobles de tenis? No incluya caminatas.

_____ días por semana

Ninguna actividad física moderada *Pase a la pregunta 5*

4. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas moderadas?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca del tiempo que usted dedicó a caminar en los últimos 7 días. Esto incluye trabajo en la casa, caminatas para ir de un sitio a otro, o cualquier otra caminata que usted hizo únicamente por recreación, deporte, ejercicio, o placer.

5. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días caminó usted por al menos 10 minutos continuos?

_____ días por semana No caminó *Pase a la pregunta 7*

6. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días caminando?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

La última pregunta se refiere al tiempo que usted permanenció sentado(a) en la semana en los últimos 7 días. Incluya el tiempo sentado(a) en el trabajo, la casa, estudiando, y en su tiempo libre. Esto puede incluir tiempo sentado(a) en un escritorio, visitando amigos(as), leyendo o permanecer sentado(a) o acostado(a) mirando televisión.

7. Durante los últimos 7 días, ¿Cuánto tiempo permaneció sentado(a) en un día en la semana?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

Anexo 7. Protocolo de extracción de ADN por precipitación de sales

PROTOCOLO PARA EXTRACCIÓN DE DNA

1. Tomar **300 µl** del tubo para recuperar el *buffy coat* y pasarlo a un microtubo de 1.5 mL.
2. Agregar **900 µl de solución de lisis de RBC** (homogeneizar con rapidez e incubar durante 30 minutos a temperatura ambiente (Invertir cada 10 minutos durante la incubación)).
3. Centrifugar a 3 minutos a 12000 rpm.
4. Quitar sobrenadante (con una pipeta dejando en el fondo un pellet de células visibles, 50 µl).
5. Pasar por vortex 10 segundos (hasta disolver pellet con el remanente).
6. Repetir los pasos del 2 al 5 en caso de ser necesario (muestra muy roja aún).
7. Agregar **450 µl de RBC**.
8. Incubar durante 15 minutos.
9. Vortex 10 segundos.
10. Centrifugar 5.5 minutos 12000 rpm.
11. Quitar sobrenadante por decantación y con ayuda de una servilleta eliminar el restante.
12. Agregar **300 µl de CLS** y resuspender o dar vortex para lisar las células.
13. Dejar reposar toda la noche a temperatura ambiente.
14. Resuspender con ayuda de una pipeta. Si aún no es posible hacer esto, agregar 300 µl más de CLS y vortex. Tratar de resuspender y vortex más ocasiones. Tiempo promedio: 72-96 horas.
15. Pasar por vortex durante 30 segundos.
16. Añadir **100 µl** de solución PPS.
17. Vortex durante 20 segundos.
18. Incubar en congelador durante 20 minutos y revisar cada 10 minutos cuidando que la muestra no se congele (no es necesario este paso si la centrifuga no es en frío).
19. Vortex 10 segundos.
20. Centrifugar 5.5 minutos a 12000 rpm.
21. Recuperar sobrenadante con pipeta y pasarlo a un tubo nuevo.
22. Añadir 600 µl de isopropanol frío.
23. Mezclar la muestra por inversión durante 1 minuto (el ADN debe ser visible).
24. Guardar la muestra en congelador toda la noche.
25. Centrifugar a 3 minutos 12000 rpm.
26. Desechar el sobrenadante y drenar residuos sobre papel.
27. Añadir 500 µl de etanol al 70% frío.
28. Invertir el tubo varias veces para lavar el pellet (1 minuto).
29. Centrifugar 3 minutos a 12000 rpm.
30. Desechar el etanol por decantación.
31. Centrifugar "short" para poder eliminar todo el etanol con ayuda de una pipeta.

32. Secar a temperatura ambiente toda la noche con los tubos abiertos.
33. Añadir 200 μ l de agua miliQ.
34. Vortex 20 segundos.
35. Incubar la muestra a temperatura ambiente por 1 hora.
1. Almacenar a -20°C .

Anexo 8: Ejemplo de un menú en ambas intervenciones nutricionales

Dieta basada en plantas	Dieta convencional
Desayuno: sándwich de queso panela acompañado de brócoli	Desayuno: sándwich de queso panela acompañado de brócoli
Colación: 1 tza de zanahoria y 10 almendras	Colación: 15 almendras, 1 pza de mandarina y agua de jamaica, tamarindo o limón
Comida: torta de garbanzos con tofu	Comida: carne para hamburguesa acompañado de ensalada, frijoles y arroz
Colación: agua con chía (jamaica, tamarindo o limón) y ½ tza de jícama	Colación: 1 pza de mandarina
Cena: licuado de plátano con pan tostado y crema de cacahuete	Cena: tacos de pollo con pimientos
Dieta basada en plantas	Dieta convencional
Desayuno: sándwich de queso panela acompañado de brócoli	Desayuno: sándwich de queso panela acompañado de brócoli
Colación: 1 tza de zanahoria y 10 almendras	Colación: 15 almendras, 1 pza de mandarina y agua de jamaica, tamarindo o limón
Comida: torta de garbanzos con tofu	Comida: carne para hamburguesa acompañado de ensalada, frijoles y arroz
Colación: agua con chía (jamaica, tamarindo o limón) y ½ tza de jícama	Colación: 1 pza de mandarina
Cena: licuado de plátano con pan tostado y crema de cacahuete	Cena: tacos de pollo con pimientos

REFERENCIAS

- Albuquerque, D., Stice, E., Rodríguez-López, R., Manco, L., & Nóbrega, C. (2015). Current review of genetics of human obesity: from molecular mechanisms to an evolutionary perspective. In *Molecular Genetics and Genomics* (Vol. 290, Issue 4, pp. 1191–1221). Springer Verlag. <https://doi.org/10.1007/s00438-015-1015-9>
- Aune, D., Giovannucci, E., Boffetta, P., Fadnes, L. T., Keum, N. N., Norat, T., Greenwood, D. C., Riboli, E., Vatten, L. J., & Tonstad, S. (2017). Fruit and vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all-cause mortality—A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *International Journal of Epidemiology*, *46*(3), 1029–1056. <https://doi.org/10.1093/ije/dyw319>
- Barnard, N. D., Alwarith, J., Rembert, E., Brandon, L., Nguyen, M., Goergen, A., Horne, T., do Nascimento, G. F., Lakkadi, K., Tura, A., Holubkov, R., & Kahleova, H. (2022). A Mediterranean Diet and Low-Fat Vegan Diet to Improve Body Weight and Cardiometabolic Risk Factors: A Randomized, Cross-over Trial. *Journal of the American Nutrition Association*, *41*(2), 127–139. <https://doi.org/10.1080/07315724.2020.1869625>
- Bayer, S., Winkler, V., Hauner, H., & Holzapfel, C. (2020). Associations between genotype–diet interactions and weight loss—a systematic review. In *Nutrients* (Vol. 12, Issue 9, pp. 1–28). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/nu12092891>
- Bil, J., & Możejńska, O. (2021). The vicious cycle: a history of obesity and COVID-19. *BMC Cardiovascular Disorders*, *21*(1). <https://doi.org/10.1186/s12872-021-02134-y>
- Bolado Eugenia, Borges Héctor, Galindo Susana, Godínez Sergio, & Godínez Regina. (2021). *Análisis de dietas en el manejo del peso saludable* (Galindo

Delfín Susana Guadalupe, Godínez Gutiérrez Sergio Arturo, Bolado García Victoria Eugenia, & González Fajardo Krystar Dennicé, Eds.; Permanyer).

Bonnefond, A., Yengo, L., Dechaume, A., Canouil, M., Castelain, M., Roger, E., Allegaert, F., Caiazzo, R., Raverdy, V., Pigeyre, M., Arredouani, A., Borys, J. M., Lévy-Marchal, C., Weill, J., Roussel, R., Balkau, B., Marre, M., Pattou, F., Brousseau, T., & Froguel, P. (2017). Relationship between salivary/pancreatic amylase and body mass index: A systems biology approach. *BMC Medicine*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s12916-017-0784-x>

Caicedo, J. D., Cáceres, A., Arboleda-Bustos, C. E., Mahecha, M. F., Ortega, J., Arboleda, G., & Arboleda, H. (2019). Genetic variability analysis in a population from Bogota: Towards a haplotype map. *Biomedica*, 39(3). <https://doi.org/10.7705/BIOMEDICA.4753>

Calcagno, M., Kahleova, H., Alwarith, J., Burgess, N. N., Flores, R. A., Busta, M. L., & Barnard, N. D. (2019). The Thermic Effect of Food: A Review. In *Journal of the American College of Nutrition* (Vol. 38, Issue 6, pp. 547–551). Routledge. <https://doi.org/10.1080/07315724.2018.1552544>

Calloway, E. E., Parks, C. A., Bowen, D. J., & Yaroch, A. L. (2019). Environmental, social, and economic factors related to the intersection of food security, dietary quality, and obesity: An introduction to a special issue of the *Translational Behavioral Medicine* journal. In *Translational Behavioral Medicine* (Vol. 9, Issue 5, pp. 823–826). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/tbm/ibz097>

Camps, S. P., & Chávez Gómez, P. (2022). LA TRANSICIÓN ALIMENTARIA EN MÉXICO: Causas económicas y consecuencias para la salud humana y ambiental. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 35(2), 20–36. <https://redibec.org/ojs>

Carmenate Lino, Moncada Federico, & Borjas Engels. (2014). *Manual de medidas antropométricas* (Vol. 18).

<https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/8632/MANUAL%20ANTROPOMETRIA.pdf>

- Chao, A. M., Quigley, K. M., & Wadden, T. A. (2021). Dietary interventions for obesity: Clinical and mechanistic findings. In *Journal of Clinical Investigation* (Vol. 131, Issue 1). American Society for Clinical Investigation. <https://doi.org/10.1172/JCI140065>
- Chen, Z., Schoufour, J. D., Rivadeneira, F., Lamballais, S., Ikram, M. A., Franco, O. H., & Voortman, T. (2019). Plant-based Diet and Adiposity over Time in a Middle-aged and Elderly Population: The Rotterdam Study. *Epidemiology*, *30*(2), 303–310. <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000961>
- Chung, H. K., Kim, J. H., Choi, A., Ahn, C. W., Kim, Y. S., & Nam, J. S. (2022). Antioxidant-Rich Dietary Intervention Improves Cardiometabolic Profiles and Arterial Stiffness in Elderly Koreans with Metabolic Syndrome. *Yonsei Medical Journal*, *63*(1), 26–33. <https://doi.org/10.3349/YMJ.2022.63.1.26>
- Craig, W. J., Mangels, A. R., Fresán, U., Marsh, K., Miles, F. L., Saunders, A. V., Haddad, E. H., Heskey, C. E., Johnston, P., Larson-meyer, E., & Orlich, M. (2021). The safe and effective use of plant-based diets with guidelines for health professionals. In *Nutrients* (Vol. 13, Issue 11). MDPI. <https://doi.org/10.3390/nu13114144>
- Dahl, W. J., Rivero Mendoza, D., & Lambert, J. M. (2020). Diet, nutrients and the microbiome. In *Progress in Molecular Biology and Translational Science* (Vol. 171, pp. 237–263). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/bs.pmbts.2020.04.006>
- de Toro-Martín, J., Arsenault, B. J., Després, J. P., & Vohl, M. C. (2017). Precision nutrition: A review of personalized nutritional approaches for the prevention and management of metabolic syndrome. In *Nutrients* (Vol. 9, Issue 8). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/nu9080913>

- Eichelmann, F., Schwingshackl, L., Fedirko, V., & Aleksandrova, K. (2016). Effect of plant-based diets on obesity-related inflammatory profiles: a systematic review and meta-analysis of intervention trials. In *Obesity Reviews* (Vol. 17, Issue 11, pp. 1067–1079). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/obr.12439>
- Evans, C. E. L. (2020). Dietary fibre and cardiovascular health: A review of current evidence and policy. *Proceedings of the Nutrition Society*, 79(1), 61–67. <https://doi.org/10.1017/S0029665119000673>
- Falchi, M., El-Sayed Moustafa, J. S., Takousis, P., Pesce, F., Bonnefond, A., Andersson-Assarsson, J. C., Sudmant, P. H., Dorajoo, R., Al-Shafai, M. N., Bottolo, L., Ozdemir, E., So, H. C., Davies, R. W., Patrice, A., Dent, R., Mangino, M., Hysi, P. G., Dechaume, A., Huyvaert, M., ... Froguel, P. (2014). Low copy number of the salivary amylase gene predisposes to obesity. *Nature Genetics*, 46(5), 492–497. <https://doi.org/10.1038/ng.2939>
- Fan, H., & Chu, J.-Y. (2007). A Brief Review of Short Tandem Repeat Mutation. *Genomics Proteomics Bioinformatics*, 5, 1–8.
- Fehér, A., Gazdecki, M., Véha, M., Szakály, M., & Szakály, Z. (2020). A comprehensive review of the benefits of and the barriers to the switch to a plant-based diet. *Sustainability (Switzerland)*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/su12104136>
- Ferguson, J. J. A., Oldmeadow, C., Mishra, G. D., & Garg, M. L. (2022). Plant-based dietary patterns are associated with lower body weight, BMI and waist circumference in older Australian women. *Public Health Nutrition*, 25(1), 18–31. <https://doi.org/10.1017/S1368980021003852>
- Ferguson, L. R., De Caterina, R., Görman, U., Allayee, H., Kohlmeier, M., Prasad, C., Choi, M. S., Curi, R., De Luis, D. A., Gil, Á., Kang, J. X., Martin, R. L., Milagro, F. I., Nicoletti, C. F., Nonino, C. B., Ordovas, J. M., Parslow, V. R., Portillo, M. P., Santos, J. L., ... Martinez, J. A. (2016). Guide and Position of

the International Society of Nutrigenetics/Nutrigenomics on Personalised Nutrition: Part 1 - Fields of Precision Nutrition. *Journal of Nutrigenetics and Nutrigenomics*, 9(1), 12–27. <https://doi.org/10.1159/000445350>

Flori, L., Piragine, E., Spezzini, J., Citi, V., Calderone, V., & Martelli, A. (2023). Influence of Polyphenols on Adipose Tissue: Sirtuins as Pivotal Players in the Browning Process. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 24, Issue 11). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/ijms24119276>

Franzago, M., Di Nicola, M., Fraticelli, F., Marchioni, M., Stuppia, L., & Vitacolonna, E. (2022). Nutrigenetic variants and response to diet/lifestyle intervention in obese subjects: a pilot study. *Acta Diabetologica*, 59(1), 69–81. <https://doi.org/10.1007/s00592-021-01787-7>

Galán Ramírez Gabriela A. (2021, October 15). *Patrón de alimentación en México*. <https://alimentacionysalud.unam.mx/patron-de-alimentacion-en-mexico/>

Galindo, S., Godínez, S., Bolado, V., & González, K. (2021). Dietas vegetarianas. In *Análisis de dietas en el manejo del peso saludable* (Permanyer, pp. 55–65).

González Contreras, P. de M. (2021). *Análisis de dietas en el manejo del peso saludable* (S. G. Galindo Delfín, S. A. Godínez Gutiérrez, V. E. Bolado García, & K. D. González Fajardo, Eds.).

Goodarzi, M. O. (2018). Genetics of obesity: what genetic association studies have taught us about the biology of obesity and its complications. In *The Lancet Diabetes and Endocrinology* (Vol. 6, Issue 3, pp. 223–236). Lancet Publishing Group. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(17\)30200-0](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(17)30200-0)

Grosso, G., Laudisio, D., Frias-Toral, E., Barrea, L., Muscogiuri, G., Savastano, S., & Colao, A. (2022a). Anti-Inflammatory Nutrients and Obesity-Associated Metabolic-Inflammation: State of the Art and Future Direction. In *Nutrients* (Vol. 14, Issue 6). MDPI. <https://doi.org/10.3390/nu14061137>

- Grosso, G., Laudisio, D., Frias-Toral, E., Barrea, L., Muscogiuri, G., Savastano, S., & Colao, A. (2022b). Anti-Inflammatory Nutrients and Obesity-Associated Metabolic-Inflammation: State of the Art and Future Direction. In *Nutrients* (Vol. 14, Issue 6). MDPI. <https://doi.org/10.3390/nu14061137>
- Hariharan, R., Mousa, A., & de Courten, B. (2021). Influence of AMY1A copy number variations on obesity and other cardiometabolic risk factors: A review of the evidence. *Obesity Reviews*, 22(6). <https://doi.org/10.1111/obr.13205>
- Heianza, Y., Sun, D., Wang, T., Huang, T., Bray, G. A., Sacks, F. M., & Qi, L. (2017). Starch digestion-related amylase genetic variant affects 2-year changes in adiposity in response to weight-loss diets: The POUNDS lost trial. *Diabetes*, 66(9), 2416–2423. <https://doi.org/10.2337/db16-1482>
- Hemler, E. C., & Hu, F. B. (2019). Plant-Based Diets for Personal, Population, and Planetary Health. *Advances in Nutrition*, 10, S275–S283. <https://doi.org/10.1093/advances/nmy117>
- Ibrügger, S., Vignsnæs, L. K., Blennow, A., Škuflić, D., Raben, A., Lauritzen, L., & Kristensen, M. (2014). Second meal effect on appetite and fermentation of wholegrain rye foods. *Appetite*, 80, 248–256. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2014.05.026>
- IMSS. (2013). *Intervención Dietética: Paciente con Obesidad*. IMSS. <https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/684GRR.pdf>
- Ivanova, S., Delattre, C., Karcheva-Bahchevanska, D., Benbasat, N., Nalbantova, V., & Ivanov, K. (2021). Plant-based diet as a strategy for weight control. In *Foods* (Vol. 10, Issue 12). MDPI. <https://doi.org/10.3390/foods10123052>
- Jakše, B., Jakše, B., Pinter, S., Pajek, J., & Fidler Mis, N. (2022). Whole-Food Plant-Based Lifestyle Program and Decreased Obesity. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 16(3), 260–270. <https://doi.org/10.1177/1559827620949205>

- Jakše, B., Jakše, B., Pinter, S., Pajek, J., Godnov, U., & Mis, N. F. (2021). Nutrient and Food Intake of Participants in a Whole-Food Plant-Based Lifestyle Program. *Journal of the American College of Nutrition*, *40*(4), 333–348. <https://doi.org/10.1080/07315724.2020.1778584>
- Jarvis, S. E., Nguyen, M., & Malik, V. S. (2022). Association between adherence to plant-based dietary patterns and obesity risk: a systematic review of prospective cohort studies. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, *47*(12), 1115–1133. <https://doi.org/10.1139/apnm-2022-0059>
- Johns, D. J., Hartmann-Boyce, J., Jebb, S. A., & Aveyard, P. (2014). Diet or exercise interventions vs combined behavioral weight management programs: A systematic review and meta-analysis of direct comparisons. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, *114*(10), 1557–1568. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2014.07.005>
- Jumpertz, R., Le, D. S., Turnbaugh, P. J., Trinidad, C., Bogardus, C., Gordon, J. I., & Krakoff, J. (2011). Energy-balance studies reveal associations between gut microbes, caloric load, and nutrient absorption in humans. *American Journal of Clinical Nutrition*, *94*(1), 58–65. <https://doi.org/10.3945/ajcn.110.010132>
- Kahleova, H., Fleeman, R., Hlozkova, A., Holubkov, R., & Barnard, N. D. (2018). A plant-based diet in overweight individuals in a 16-week randomized clinical trial: metabolic benefits of plant protein. *Nutrition and Diabetes*, *8*(1). <https://doi.org/10.1038/s41387-018-0067-4>
- Kahleova, H., Tura, A., Hill, M., Holubkov, R., & Barnard, N. D. (2018). A plant-based dietary intervention improves beta-cell function and insulin resistance in overweight adults: A 16-week randomized clinical trial. *Nutrients*, *10*(2). <https://doi.org/10.3390/nu10020189>

- Lee, K., Kim, H., Rebholz, C. M., & Kim, J. (2021). Association between different types of plant-based diets and risk of dyslipidemia: A prospective cohort study. *Nutrients*, *13*(1), 1–13. <https://doi.org/10.3390/nu13010220>
- Loos, R. J. F., & Yeo, G. S. H. (2022). The genetics of obesity: from discovery to biology. In *Nature Reviews Genetics* (Vol. 23, Issue 2, pp. 120–133). Nature Research. <https://doi.org/10.1038/s41576-021-00414-z>
- MacLean, P. S., Blundell, J. E., Mennella, J. A., & Batterham, R. L. (2017). Biological control of appetite: A daunting complexity. *Obesity*, *25*, S8–S16. <https://doi.org/10.1002/oby.21771>
- Magkos, F., Søndergaard, C., Rohaiza Ahmad, S., Darussalam, B., & Seri Begawan, B. (2022). *Plant-based diet for obesity treatment*. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.952553>
- Magkos, F., Tetens, I., Bügel, S. G., Felby, C., Schacht, S. R., Hill, J. O., Ravussin, E., & Astrup, A. (2020). A Perspective on the Transition to Plant-Based Diets: A Diet Change May Attenuate Climate Change, but Can It Also Attenuate Obesity and Chronic Disease Risk. In *Advances in Nutrition* (Vol. 11, Issue 1, pp. 1–9). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/advances/nmz090>
- Mandel, A. L., & Breslin, P. A. S. (2012). High endogenous salivary amylase activity is associated with improved glycemic homeostasis following starch ingestion in adults. *Journal of Nutrition*, *142*(5), 853–858. <https://doi.org/10.3945/jn.111.156984>
- Marcovecchio, M. L., Florio, R., Verginelli, F., De Lellis, L., Capelli, C., Verzilli, D., Chiarelli, F., Mohn, A., & Cama, A. (2016). Low AMY1 gene copy number is associated with increased body mass index in prepubertal boys. *PLoS ONE*, *11*(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154961>

- Marcum, J. A. (2020). Nutrigenetics/Nutrigenomics, Personalized Nutrition, and Precision Healthcare. In *Current Nutrition Reports* (Vol. 9, Issue 4, pp. 338–345). Springer. <https://doi.org/10.1007/s13668-020-00327-z>
- Marquina, C., Mousa, A., Belski, R., Banaharis, H., Naderpoor, N., & De Courten, B. (2019). Increased inflammation and cardiometabolic risk in individuals with low AMY1 copy numbers. *Journal of Clinical Medicine*, 8(3). <https://doi.org/10.3390/jcm8030382>
- Martínez-López, E., Roxana García-García, M., Campos-Pérez, W. Y., & González-Becerra, K. (2013). Artículo de revisión Genómica nutricional: Conceptos y expectativas. In *Revista de Endocrinología y Nutrición* (Vol. 21, Issue 1). www.medigraphic.org.mx Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/endocrinologia>
- Melina, V., Craig, W., & Levin, S. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(12), 1970–1980. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2016.09.025>
- Miketinas, D. C., Bray, G. A., Beyl, R. A., Ryan, D. H., Sacks, F. M., & Champagne, C. M. (2019). Fiber Intake Predicts Weight Loss and Dietary Adherence in Adults Consuming Calorie-Restricted Diets: The POUNDS Lost (Preventing Overweight Using Novel Dietary Strategies) Study. *Journal of Nutrition*, 149(10), 1742–1748. <https://doi.org/10.1093/jn/nxz117>
- Mora, E. A., Amelia, A., Carrasco, S., Paola Muñoz Muñoz, V., Salinas, R. S., Carrera Huerta, S., Noriega, E. P., & Olvera, E. L. (2015). Autores: Palabras clave: Prueba piloto, validez y confiabilidad CHARACTERISTICS OF THE PILOT TEST: A REVIEW OF ARTICLES PUBLISHED IN NURSING (Vol. 14, Issue 3).
- Morales, G., Ruíz, F., Bes-Rastrollo, M., Schifferli, I., Muñoz, A., & Celedón, N. (2021). Plant-based diets and cardio-metabolic risk factors. What does the

evidence say? In *Revista Chilena de Nutricion* (Vol. 48, Issue 3, pp. 425–436). Sociedad Chilena de Nutricion Bromatologia y Toxologica. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182021000300425>

Moya Silivia. (2023, May 12). *Nuevas guías alimentarias para la población mexicana y el plato del bien comer*. Centro de Investigación En Alimentación y Desarrollo. <https://www.ciad.mx/nuevas-guias-alimentarias-para-la-poblacion-mexicana-y-el-plato-del-bien-comer/>

Mullins, V. A., Bresette, W., Johnstone, L., Hallmark, B., & Chilton, F. H. (2020). Genomics in personalized nutrition: Can you “eat for your genes”? In *Nutrients* (Vol. 12, Issue 10, pp. 1–23). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/nu12103118>

Najjar, R. S., & Feresin, R. G. (2019). Plant-based diets in the reduction of body fat: Physiological effects and biochemical insights. In *Nutrients* (Vol. 11, Issue 11). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/nu11112712>

Nakajima, K. (2016). Low serum amylase and obesity, diabetes and metabolic syndrome: A novel interpretation. *World Journal of Diabetes*, 7(6), 112. <https://doi.org/10.4239/wjd.v7.i6.112>

Nani, A., Murtaza, B., Khan, A. S., Khan, N. A., & Hichami, A. (2021). Antioxidant and anti-inflammatory potential of polyphenols contained in Mediterranean diet in obesity: Molecular mechanisms. In *Molecules* (Vol. 26, Issue 4). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/molecules26040985>

NHI. (2016). *Changing your habits for better health* . <https://www.niddk.nih.gov/health-information/diet-nutrition/changing-habits-better-health>

NHI. (2022). *InDels*. National Human Genome Research Institute. <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Insercion>

- NIH. (2022). *Datos sobre el zinc*. National Institutes of Health. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Zinc-DatosEnEspanol/>
- NIH. (2023). *Variación en el número de copias*. National Human Genome Research Institute. <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Variacion-en-el-n%C3%BAmero-de-copias>
- Norris Jack. (2020, November 11). *Vitamin B12 Recommendations: updated*. Vegan Health. <https://veganhealth.org/vitamin-b12-recommendations-updated/>
- Ojeda-Granados, C., Panduro, A., Gonzalez-Aldaco, K., Sepulveda-Villegas, M., Rivera-Iñiguez, I., & Roman, S. (2017). Tailoring nutritional advice for mexicans based on prevalence profiles of diet-related adaptive gene polymorphisms. *Journal of Personalized Medicine*, 7(4). <https://doi.org/10.3390/jpm7040016>
- Ojeda-Granados, C., Panduro, A., Rivera-Iñiguez, I., Sepúlveda-Villegas, M., & Roman, S. (2020). A regionalized genome-based mexican diet improves anthropometric and metabolic parameters in subjects at risk for obesity-related chronic diseases. *Nutrients*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/nu12030645>
- OMS. (2022). *Physical activity*. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
- Oppert, J. M., Bellicha, A., & Ciangura, C. (2021). Physical activity in management of persons with obesity. In *European Journal of Internal Medicine* (Vol. 93, pp. 8–12). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ejim.2021.04.028>
- Ordovas, J. M., Ferguson, L. R., Tai, E. S., & Mathers, J. C. (2018). Personalised nutrition and health. *BMJ (Online)*, 361. <https://doi.org/10.1136/bmj.k2173>
- Pellinen, T., Päivärinta, E., Isotalo, J., Lehtovirta, M., Itkonen, S. T., Korkalo, L., Erkkola, M., & Pajari, A. M. (2022). Replacing dietary animal-source proteins

with plant-source proteins changes dietary intake and status of vitamins and minerals in healthy adults: a 12-week randomized controlled trial. *European Journal of Nutrition*, 61(3), 1391–1404. <https://doi.org/10.1007/s00394-021-02729-3>

Peña-Romero, A. C., Navas-Carrillo, D., Marín, F., & Orenes-Piñero, E. (2018). The future of nutrition: Nutrigenomics and nutrigenetics in obesity and cardiovascular diseases. In *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* (Vol. 58, Issue 17, pp. 3030–3041). Taylor and Francis Inc. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1349731>

Peyrot des Gachons, C., & Breslin, P. A. S. (2016). Salivary Amylase: Digestion and Metabolic Syndrome. In *Current Diabetes Reports* (Vol. 16, Issue 10). Current Medicine Group LLC 1. <https://doi.org/10.1007/s11892-016-0794-7>

Popkin, B. M., Adair, L. S., & Ng, S. W. (2012). Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. *Nutrition Reviews*, 70(1), 3–21. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2011.00456.x>

Poti, J. M., Braga, B., & Qin, B. (2017). Ultra-processed Food Intake and Obesity: What Really Matters for Health-Processing or Nutrient Content? In *Current obesity reports* (Vol. 6, Issue 4, pp. 420–431). <https://doi.org/10.1007/s13679-017-0285-4>

Ramos-Lopez, O., Milagro, F. I., Allayee, H., Chmurzynska, A., Choi, M. S., Curi, R., De Caterina, R., Ferguson, L. R., Goni, L., Kang, J. X., Kohlmeier, M., Marti, A., Moreno, L. A., Pérusse, L., Prasad, C., Qi, L., Reifen, R., Riezu-Boj, J. I., San-Cristobal, R., ... Martínez, J. A. (2017). Guide for current nutrigenetic, nutrigenomic, and nutriepigenetic approaches for precision nutrition involving the prevention and management of chronic diseases associated with obesity. *Journal of Nutrigenetics and Nutrigenomics*, 10(1–2), 43–62. <https://doi.org/10.1159/000477729>

- Rivera-Iñiguez, I., Panduro, A., Villaseñor-Bayardo, S. J., Sepulveda-Villegas, M., Ojeda-Granados, C., & Roman, S. (2022). Influence of a Nutrigenetic Intervention on Self-Efficacy, Emotions, and Rewarding Behaviors in Unhealthy Eating among Mexicans: An Exploratory Pilot Study. *Nutrients*, 14(1). <https://doi.org/10.3390/nu14010213>
- Rocha, J. P., Laster, J., Parag, B., & Shah, N. U. (2019). Multiple Health Benefits and Minimal Risks Associated with Vegetarian Diets. In *Current Nutrition Reports* (Vol. 8, Issue 4, pp. 374–381). Springer. <https://doi.org/10.1007/s13668-019-00298-w>
- Román, S., Ojeda-Granados, C., & Panduro, A. (2013). Artículo de revisión Genética y evolución de la alimentación de la población en México. In *Revista de Endocrinología y Nutrición* (Vol. 21, Issue 1). www.medigraphic.org.mx Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/endocrinologia> www.medigraphic.org.mx
- Satija, A., & Hu, F. B. (2018). Plant-based diets and cardiovascular health. In *Trends in Cardiovascular Medicine* (Vol. 28, Issue 7, pp. 437–441). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.tcm.2018.02.004>
- Shamah-Levy, T., Campos-Nonato, I., Cuevas-Nasu, L., Hernández-Barrera, L., Morales-Ruán, M. del C., Rivera-Dommarco, J., Barquera, S., Shamah-Levy, T., Campos-Nonato, I., Cuevas-Nasu, L., Hernández-Barrera, L., Morales-Ruán, M. del C., Rivera-Dommarco, J., & Barquera, S. (2019). Sobrepeso y obesidad en población mexicana en condición de vulnerabilidad. Resultados de la Ensanut 100k. *Salud Pública de México*, 61(6, nov-dic), 852. <https://doi.org/10.21149/10585>
- Shaw, K. A., Zello, G. A., Rodgers, C. D., Warkentin, T. D., Baerwald, A. R., & Chilibeck, P. D. (2022). Benefits of a plant-based diet and considerations for the athlete. In *European Journal of Applied Physiology* (Vol. 122, Issue 5, pp. 1163–1178). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s00421-022-04902-w>

- Shin, D., & Lee, K. W. (2021). Dietary carbohydrates interacts with AMY1 polymorphisms to influence the incidence of type 2 diabetes in Korean adults. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-96257-z>
- Singh, R. K., Kumar, P., & Mahalingam, K. (2017). Molecular genetics of human obesity: A comprehensive review. In *Comptes Rendus - Biologies* (Vol. 340, Issue 2, pp. 87–108). Elsevier Masson SAS. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2016.11.007>
- Slavin, J., & Carlson, J. (2014). Carbohydrates. In *Advances in Nutrition* (Vol. 5, Issue 6, pp. 760–761). American Society for Nutrition. <https://doi.org/10.3945/an.114.006163>
- Sofi, F., Dinu, M., Pagliai, G., Cesari, F., Gori, A. M., Sereni, A., Becatti, M., Fiorillo, C., Marcucci, R., & Casini, A. (2018). Low-calorie vegetarian versus mediterranean diets for reducing body weight and improving cardiovascular risk profile. *Circulation*, 137(11), 1103–1113. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.117.030088>
- Sohouli, M. H., Fatahi, S., Sayyari, A., Olang, B., & Shidfar, F. (2020). Associations between dietary total antioxidant capacity and odds of non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) in adults: a case-control study. *Journal of Nutritional Science*. <https://doi.org/10.1017/jns.2020.39>
- Stewart Arthur, Jones Michael, Olds Timothy, & De Ridder Hans. (2011). *Protocolo internacional para la valoración antropométrica* . Sociedad Internacional Para El Avance de La Cineantropometría . <https://toaz.info/doc-view-3>
- Swift, D. L., McGee, J. E., Earnest, C. P., Carlisle, E., Nygard, M., & Johannsen, N. M. (2018). The Effects of Exercise and Physical Activity on Weight Loss and Maintenance. In *Progress in Cardiovascular Diseases* (Vol. 61, Issue 2, pp. 206–213). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2018.07.014>

- Tan, S. Y., Dhillon, J., & Mattes, R. D. (2014). A review of the effects of nuts on appetite, food intake, metabolism, and body weight. *American Journal of Clinical Nutrition*, *100*(SUPPL. 1). <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.071456>
- Trautwein, E. A., & McKay, S. (2020). The role of specific components of a plant-based diet in management of dyslipidemia and the impact on cardiovascular risk. In *Nutrients* (Vol. 12, Issue 9, pp. 1–21). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/nu12092671>
- Turner-McGrievy, G., Mandes, T., & Crimarco, A. (2017). A plant-based diet for overweight and obesity prevention and treatment. In *Journal of Geriatric Cardiology* (Vol. 14, Issue 5, pp. 369–374). Science Press. <https://doi.org/10.11909/j.issn.1671-5411.2017.05.002>
- Tuso, P. J., Ismail, M. H., Ha, B. P., & Bartolotto, C. (2013). Nutritional update for physicians: plant-based diets. *The Permanente Journal*, *17*(2), 61–66. <https://doi.org/10.7812/TPP/12-085>
- Usher, C. L., Handsaker, R. E., Esko, T., Tuke, M. A., Weedon, M. N., Hastie, A. R., Cao, H., Moon, J. E., Kashin, S., Fuchsberger, C., Metspalu, A., Pato, C. N., Pato, M. T., McCarthy, M. I., Boehnke, M., Altshuler, D. M., Frayling, T. M., Hirschhorn, J. N., & McCarroll, S. A. (2015). Structural forms of the human amylase locus and their relationships to SNPs, haplotypes and obesity. *Nature Genetics*, *47*(8), 921–925. <https://doi.org/10.1038/ng.3340>
- Veronese, N., Solmi, M., Caruso, M. G., Giannelli, G., Osella, A. R., Evangelou, E., Maggi, S., Fontana, L., Stubbs, B., & Tzoulaki, I. (2018). Dietary fiber and health outcomes: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. In *American Journal of Clinical Nutrition* (Vol. 107, Issue 3, pp. 436–444). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqx082>
- Vesnina, A., Prosekov, A., Kozlova, O., & Atuchin, V. (2020). Genes and eating preferences, their roles in personalized nutrition. In *Genes* (Vol. 11, Issue 4). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/genes11040357>

- Voruganti, V. S. (2023). Precision Nutrition: Recent Advances in Obesity. In *Physiology* (Vol. 38, Issue 1). American Physiological Society. <https://doi.org/10.1152/physiol.00014.2022>
- Wang, Y. B., Shivappa, N., Hébert, J. R., Page, A. J., Gill, T. K., & Melaku, Y. A. (2021). Association between dietary inflammatory index, dietary patterns, plant-based dietary index and the risk of obesity. *Nutrients*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/nu13051536>
- Wright, N., Wilson, L., Smith, M., Duncan, B., & McHugh, P. (2017). The BROAD study: A randomised controlled trial using a whole food plant-based diet in the community for obesity, ischaemic heart disease or diabetes. *Nutrition and Diabetes*, 7(3). <https://doi.org/10.1038/nutd.2017.3>
- Zhu, C., Sawrey-Kubicek, L., Beals, E., Rhodes, C. H., Houts, H. E., Sacchi, R., & Zivkovic, A. M. (2020). *Human gut microbiome composition and tryptophan metabolites were changed differently by fast food and Mediterranean diet in 4 days: a pilot study.*

RESUMEN CURRICULAR

Licenciada en Nutrición

Candidata para el grado de Maestra en Ciencias en Nutrición

Tesis: Relación del polimorfismo rs10881197 del gen *AMY1* con el efecto de la intervención dietética basada en plantas para la reducción del peso corporal en adultos con sobrepeso de la ciudad de Monterrey, Nuevo León - estudio piloto.

Datos personales:

Lugar de Nacimiento: Venustiano Carranza, Chiapas, México.

Fecha de Nacimiento: 01 de Noviembre de 1995

Estado civil: Soltera

Nombre del padre: Marco Artemio Velázquez Gutú

Nombre de la madre: Blanca de Jesús Velasco Abarca

Formación Academia:

- 2021-2023.- Mestra en Ciencias en Nutrición. Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) Tesis: Relación del polimorfismo rs10881197 del gen *AMY1* con el efecto de la intervención dietética basada en plantas para la reducción del peso corporal en adultos con sobrepeso de la ciudad de monterrey, nuevo león- estudio piloto.
- 2014-2019.- Licenciada en Nutrición, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH)
Tesis: Programa educativo nutricional dirigido a niños de 2 a 5 años de la EBDI.

Estancias de investigación:

- 2018- Estancia de investigación por el programa Delfín: Verano de Investigación Científica y Tecnológica. Colaboración con el Proyecto: "Manual de validación y utilización de mapas de conversación en el hospital Valentín Gómez Farías para una educación en Diabetes Mellitus conociendo escala de hábitos alimenticios en la población". Realizado en Ixtlahuaca, Estado de México, México. Asesorada por la Dra. Claudia Nelly Orozco González, profesora investigadora de la Universidad Autónoma del Estado de México y la Universidad Internacional Iberoamericana.