Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Farmacia y Bioquímica
Unidad de Posgrado

Efecto Comparativo entre las *Semillas de Salvia* hispanica L. "chía" y *Linum usitatissimum* "linaza" sobre el Nivel Glicémico en Estudiantes Universitarias

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Ciencia de los Alimentos

AUTOR

Vidalina Irene HEREDIA JIMENEZ

ASESOR

Mg. Mario ALCARRAZ CURI

Dra. Mirtha Marieta YARLEQUÉ CHOCAS (Coasesor)

Lima, Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Heredia V. Efecto Comparativo entre las *Semillas de Salvia* hispanica L. “chía” y *Linum usitatissimum* “linaza” sobre el Nivel Glicémico en Estudiantes Universitarias [Tesis de maestría]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Unidad de Posgrado; 2023.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Vidalina Irene Heredia Jimenez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	08470741
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6556-5948
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Mario Alcarraz Curi
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	31159746
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-5262-2969
Datos de coasesor	
Nombres y apellidos	Mirtha Marieta Yarlequé Chocas
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	07667972
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-3440-1780
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Gloria Clotilde Gordillo Rocha
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10223170
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Luz Rocío Alguiar Bernaola
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	09578116
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Elizabeth Liz Chávez Hidalgo
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41354431
Datos de investigación	
Línea de investigación	Diversidad Genética: Identificación y producción de biocompuestos, biomoléculas, biosensores y metabolitos secundarios de interés para salud humana y animal y biocidas, a partir de cultivo de células y órganos vegetales in vitro. Mejoramiento genético de cultivos con aplicación de modernas biotecnología para atender la demanda de alimentos en cantidad y calidad (valor nutricional) y responder al cambio climático.
Grupo de investigación	Grupo de investigación en Bioeconomía se basa en el uso de la investigación y la innovación en las ciencias biológicas para crear actividad económica y beneficio público. No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: Facultad Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos País: Perú Departamento: Lima Provincia. Lima Distrito: Lima Av. Venezuela s/n cuadra 34. Lima 1-Perú Ciudad Universitaria. UNMSM. Latitud: - 12°03’35”S Longitud: -77°04’55”W Edificio de la Facultad de Medicina Hipólito Unánue. Laboratorio de Investigación de Bioquímica y Principios Activos Naturales. Universidad Federico Villareal- -País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima X245+QHH Rio Chepen, El Agustino Latitud: 12°02’35”S Longitud:76°59’27”W
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Abril 2017 – junio 2023

URL de disciplinas OCDE	Farmacología, Farmacia http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.01.05 Sistema cardiaco, Sistema cardiovascular https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.02.04 Alimentos y bebidas https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.01

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Farmacia y Bioquímica
Unidad de Posgrado

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN CIENCIA DE LOS ALIMENTOS

Siendo las **14:00 hrs. del 12 de diciembre de 2023** se reunieron en el auditorio de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el Jurado de tesis, presidido por la Dra. Gloria Clotilde Gordillo Rocha e integrado por los siguientes miembros: Mg. Mario Alcarraz Curi (asesor), Mg. Luz Rocio Alguiar Bernaola y la Mg. Elizabeth Liz Chávez Hidalgo; para la sustentación oral y pública de la tesis intitulada: **"Efecto Comparativo entre las *Semillas de Salvia* hispanica L. "chía" y *Linum usitatissimum* "linaza" sobre el Nivel Glicémico en Estudiantes Universitarias"**, presentado por la Bachiller en Ciencias Biológicas **Vidalina Irene Heredia Jimenez**.

Acto seguido se procedió a la exposición de la tesis, con el fin de optar al Grado Académico de **Magíster en Ciencia de los Alimentos**. Formuladas las preguntas, éstas fueron absueltas por la graduando.

A continuación el Jurado de la tesis procedió a la calificación, la que dio como resultado el siguiente calificativo:

Diecisiete (17) - APROBADO POR LO GRO

Luego, el Presidente del Jurado recomienda que la Facultad proponga que se le otorgue a la Bachiller en Ciencias Biológicas **Vidalina Irene Heredia Jimenez**, el Grado Académico de **Magíster en Ciencia de los Alimentos**.

Siendo las 15.30 hrs. se levanta la sesión.

Se extiende el acta en Lima, a las 16.30 hrs. del 12 de diciembre de 2023

Dra. Gloria Clotilde Gordillo Rocha (P. P. T.C.)
Presidenta

Mg. Mario Alcarraz Curi (P.P, T.C.)
Miembro - Asesor

Mg. Luz Rocio Alguiar Bernaola (P. Aux, T.C.)
Miembro

Mg. Elizabeth Liz Chávez Hidalgo (P. Asoc., T.C.)
Miembro

Observaciones:

.....

.....

Jr. Puno 1002 – Lima 1
Apartado Postal 4559 Lima 1
Teléfono 619-7000 anexo 4812
Email:upg.farmacia@unmsm.edu.pe

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Mg. Mario Alcarraz Curi en mi condición de asesor acreditado con la Dictamen N°036-FFB-UPG-2019 de la tesis, cuyo título es: **Efecto Comparativo entre las *Semillas de Salvia* hispanica L. "chía" y *Linum usitatissimum* "linaza" sobre el Nivel Glicémico en Estudiantes Universitarias,** presentado por la Bach. **Vidalina Irene Heredia Jimenez** para optar el Grado Académico de Magíster en Ciencia de los Alimentos CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Tesis, de Investigación y Producción Intelectual. Según larevisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de **18%** de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional.**

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado correspondiente.

Firma de la Asesor _____

DNI: 31159746

Mg. Mario Alcarraz Curi



DEDICATORIA

A mis padres, hijos y hermanos

AGRADECIMIENTOS

Dra. Dra. Eloísa Hernández Fernández

Dra. Mirtha Marieta Yarlequé Chocas

Mg. Mario Alcarraz Curi

Tabla de Contenido

Contenido

Resumen 1
Summary: 2
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN 1
1.1. Situación Problemática 1
1.2. Formulación del Problema 1
1.3. Justificación Teórica 2
1.4. Justificación Práctica 2
1.5. Objetivos 3
1.5.1. Objetivo General 3
1.5.2. Objetivos Específicos 3
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO 4
2.1. Antecedentes de investigación 4
2.2. Bases teóricas 6
2.2.1. Descripción de *Salvia hispanica* L. "chía". 6
2.2.2. Descripción de *Linum usitatissimum* "linaza". 9
2.3. Glosario 12
2.3.1. Glicemia 12
2.3.2 Alteración de la Glicemia. 12
2.3.3 Índice Glicémico 12
2.3.4. Cereal 12
2.3.5. Cereal integral. 13
2.3.6. Salvado 13
2.3.7. Semillas 13
2.3.8. IMC (índice de masa corporal): 13
2.3.9. Parámetros antropométricos y composición corporal 14
2.3.10. Hematocrito 15
2.3.11. La alimentación como factor esencial 16
2.3.12. Fibra dietética 17
2.3.13. Componentes de la fibra dietética 17
2.3.14. Alimento funcional 18
2.4. Hipótesis 18

2.4.1. Hipótesis General 18
2.4.2. Hipótesis específica 18
2.5 Operacionalización de Variables: 19
2.6. Matriz de Consistencia: 20
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA 22
3.1 Tipo y Diseño de Investigación. 22
3.2. Técnicas de recolección de datos 23
3.3. Unidad de análisis: 23
3.3.1. De las semillas: 23
3.3.2. Población. 23
3.4. Tamaño de la muestra poblacional. 23
3.5. Selección de la muestra. 23
3.6. Técnicas de recolección de datos 24
3.7. Equipos de laboratorio 24
3.8. Materiales de Laboratorio 24
3.9. Reactivos 25
3.10. Pruebas Bioquímicas de los sujetos 25
3.11. Análisis proximal de las semillas. 25
3.11.1. Determinación de Humedad. 26
3.11.2. Determinación de Proteínas por el Método Kjeldahl. 26
3.11.3. Cálculo del contenido de proteína 27
3.11.4. Determinación de grasa por el Método Soxhlet. 27
3.11.5. Determinación de Minerales totales o cenizas. 28
3.11.6. Determinación de Elementos Minerales 29
3.11.7. Determinación de Fibra Dietética (Método AOAC 985.29): 30
3.12. Técnicas de procesamiento de datos 32
3.13. Diseño de investigación experimental. 32
3.13.1. Pruebas Bioquímicas 32
3.14. Análisis Estadístico 33
CAPÍTULO IV: RESULTADOS 34
4.1. Análisis de la composición química de las semillas. 34
4.2. Parámetros antropométricos y pruebas bioquímicas: 35
4.3. Efecto de la chía y la linaza sobre la glicemia postprandial: 366
4.4. Efecto de la chía y la linaza sobre el área bajo la curva de glicemia (AUC): 38

4.5. Efecto de la chía y la linaza sobre la concentración máxima de glucosa .....
postprandial:……...39
CAPÍTULO V. DISCUSIONES 40
5.1. Composición química nutricional 40
5.2. Efecto de la chía y linaza sobre la glicemia postprandial 41
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES ……..... 44
RECOMENDACIONES……...44
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 46
CAPÍTULO VIII. ANEXOS 53

Lista de tablas

Tabla 1. Composición química de las semillas de chía. 7
Tabla 2. Valores nutricionales de las semillas de linaza. 10
Tabla 3.a. Evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios para la clasificación del peso según (IMC). 14
Tabla 3.b. Parámetros para la determinación de elementos minerales en las semillas. 29
Tabla 4. Composición química de las semillas de linaza y chía. 34
Tabla 5. Características antropométricas, hemoglobina y hematocrito de las participantes. 35
Tabla 6. Promedios de la glicemia postprandial en las participantes. 36
Tabla 7: Área bajo la curva del control glicémico y los tratamientos. 38
Tabla 8: Concentraciones máximas de glucosa en sangre entre los tratamientos. 39

Lista de figuras:

Figura 1. Representación gráfica de la relación entre las variables. 22
Figura 2. Representación Gráfica del Método AOAC 985.29 para Determinación de Fibra. 31
Figura 3: Curva de glucosa postprandial de los tratamientos de glucosa y glucosa + chía. (Anexos II y III) * $p < 0.05$ 36
Figura 4: Curva de glucosa postprandial de los tratamientos con glucosa y glucosa +linaza. (Anexos II y IV) * $p < 0.05$ 37
Figura 5: Curva comparativa de los tratamientos con glucosa o glucosa + chía o linaza.

(Anexo III y IV). 37
Figura 6: Área bajo la curva glicémica (AUC: mg/dL/min) del grupo control y los tratamientos con glucosa +chía y glucosa + linaza.* $p < 0.05$ 38
Figura 7: Concentraciones máximas de glucosa en sangre de los tratamientos 39

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo comparar los efectos de las semillas de chía (*Salvia hispanica* L.) y las semillas de linaza (*Linum usitatissimum*) en los niveles de glicemia postprandial. Se reclutaron 25 estudiantes universitarias sanas, de edades entre 18 y 26 años, con IMC dentro de los parámetros normales y sin antecedentes familiares de diabetes. Se midieron los niveles basales de glucosa y se evaluaron las curvas glicémicas a intervalos de 0, 30, 60, 90 y 120 minutos después de consumir los tratamientos (1: chía, 2: linaza).

Se calcularon valores de área bajo la curva glicémica (AUC) y aumento máximo de glucosa en sangre. Los contenidos de fibra total en las semillas de linaza y chía fueron altos (41.19% y 43.49% respectivamente). La linaza presentó más grasa (12.05%) en comparación con la chía (2.13%), mientras que la chía tenía más proteínas (21.22%) que la linaza (18.37%).

Se observó una reducción en las curvas de glicemia postprandial para ambos tratamientos en comparación con el grupo control. Además, los valores de AUC y pico de glucosa disminuyeron en ambos grupos de tratamiento con semillas. En general, se notaron diferencias significativas entre los tratamientos de chía y linaza en comparación con el control. Los efectos de la chía y la linaza en los niveles glicémicos postprandiales fueron similares.

Palabras clave: *Salvia hispanica L., Linum usitatissimum,* efecto hipoglicemiante, glicemia en mujeres.

Summary:

The objective of this study was to compare the effects of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) and flax seeds (*Linum usitatissimum*) on postprandial blood glucose levels. Twenty-five healthy female university students, aged between 18 and 26 years, with BMI within normal parameters and without a family history of diabetes, were recruited. Basal glucose levels were measured, and glycemic curves were evaluated at intervals of 0, 30, 60, 90 and 120 minutes after consuming the treatments (1: chia, 2: flax seed).

Area under the glycemic curve (AUC) values and maximum rise in blood glucose were calculated. Total fiber contents in linseed and chia seeds were high (41.19% and 43.49% respectively). Flax seed had more fat (12.05%) compared to chia (2.13%), while chia had more protein (21.22%) than flaxseed (18.37%).

A reduction in the postprandial glycemia curves was observed for both treatments compared to the control group. In addition, AUC and peak glucose values decreased in both seed treatment groups. Overall, significant differences were noted between the chia and flax seed treatments compared to the control. The effects of chia and flax seed on postprandial glycemic levels were similar.

Keywords: *Salvia hispanica L., Linum usitatissimum,* hypoglycemic effect, women.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Situación Problemática

A favor de una buena calidad de vida y la prevención de problemas de salud, tanto personas sanas como enfermas deben adoptar hábitos alimentarios saludables y equilibrados (1). Los malos hábitos alimentarios exponen a individuos, especialmente mayores de 20 años, al riesgo de desarrollar enfermedades "silenciosas" como la diabetes tipo II. En el Perú, el Ministerio de Salud (MINSA) informó 65.683 nuevos casos de diabetes mellitus en el primer semestre de 2014, con cerca de 1,3 millones de personas afectadas y la mitad sin diagnóstico (2).

La Asociación Americana de Diabetes (ADA) recomienda, en el tratamiento de la Diabetes Mellitus (DM), optar por carbohidratos complejos, alimentos ricos en fibra, bajos en grasa y moderados en sodio (3). La identificación de alimentos funcionales con propiedades preventivas es también vital (4). Las semillas de chía (*Salvia hispanica* L.) y linaza (*Linum usitatissimum*) se perfilan como posibles recursos, dada su composición química, para reducir los niveles glicémicos.

La salud integral se vincula con una alimentación adecuada, incorporando nutrientes en cantidades balanceadas. Una dieta saludable abarca variedad de alimentos, desde vegetales y frutas hasta cereales integrales, lácteos sin grasa y proteínas magras o alternativas a la carne.

1.2. Formulación del Problema

¿Las semillas de chía y de linaza tienen la capacidad de modificar el nivel glicémico postprandial de las jóvenes universitarias?

1.3 Justificación Teórica

Ciertamente, la evidencia científica respalda la relación entre un consumo elevado de fibra dietética y una menor prevalencia de factores de riesgo para enfermedades cardiovasculares, como hipertensión, obesidad y diabetes mellitus tipo II (5). Aquellos con una dieta rica en fibra también tienden a tener un menor riesgo de enfermedad cardiaca coronaria e infarto.

Tres mecanismos se han propuesto para explicar cómo la fibra dietética regula el sobrepeso y la obesidad: primero, a través de la expansión del estómago y mayor saciedad debido al aumento del tiempo de masticado; segundo, mediante la formación de soluciones viscosas que ralentizan la digestión y absorción de nutrientes en el intestino delgado; tercero, a través de la fermentación de la fibra por bacterias intestinales, generando ácidos grasos de cadena corta (6).

El estudio de la composición química de las semillas de chía y linaza es crucial para entender los nutrientes que consumen las personas, ya que hay variabilidad en el contenido de fibra, aceites y proteínas entre ambas semillas (7). Además, factores como la procedencia y la variedad de las semillas que también influyen en sus contenidos (8, 9).

1.4. Justificación Práctica

La investigación se justifica puesto que, al incorporar productos naturales como las semillas de chía y linaza en la dieta, estas podrían ejercer efectos preventivos sobre los estados de niveles glicémicos postprandiales en sujetos sanos, gracias a las características nutricionales y funcionales que poseen.

La linaza tiene efectos potencialmente beneficiosos para la salud, como antihipertensivo, antiaterogénico, hipocolesterolémico, acción antiinflamatoria e inhibición de arritmias. Estas propiedades se basan en su composición química: una alta concentración de ácidos grasos, especialmente ácido linolénico (omega 3), y otros compuestos bioactivos, como lignanos, péptidos cíclicos, proteínas y un alto contenido de fibra soluble e insoluble (10).

La chía es un alimento con una amplia gama de efectos benéficos para el humano, entre ellos se encuentran el antihipertensivo, hipoglicémico, antimicrobiano e inmunoestimuladores. La composición química de la chía es variada y presenta un perfil interesante de ácidos grasos, especialmente los ácidos linoleico, linolénico, oleico y palmítico; además de aminoácidos esenciales, minerales y algunas vitaminas (11).

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Comparar el efecto que ejercen las semillas de chía (*Salvia hispanica* L.) y linaza (*Linum usitatissimum*) sobre los niveles de glicemia postprandial en jóvenes estudiantes universitarias sanas.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Establecer el efecto de la ingesta de la linaza (*Linum usitatissimum*) sobre la glicemia postprandial en jóvenes estudiantes universitarias sanas.
- Establecer el efecto de la ingesta de la chía (*Salvia hispanica L.*) sobre la glicemia postprandial en jóvenes estudiantes universitarias sanas.
- Comparar el efecto de la ingesta de chía y linaza sobre la glicemia postprandial en jóvenes estudiantes universitarias sanas.
- Caracterizar la composición química nutricional de las semillas de "chía" (*Salvia hispánica* L.) y de las semillas de linaza (*Linum usitatissimum*): % de humedad, % de proteínas, % carbohidratos, % de fibra, % lípidos, y porcentaje de los elementos minerales totales.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación

En el Perú, un preocupante porcentaje de la población enfrenta diagnósticos de diabetes, así como altos índices de obesidad y sobrepeso. El estudio PERUDIAB reveló que, en 2012, la prevalencia nacional de diabetes era del 7.0%, y esta cifra había aumentado al 8.2% en la región de Lima Metropolitana en tan solo 7 años (12). La alta ingesta de alimentos calóricos, como la comida "chatarra", el consumo de bebidas azucaradas (principalmente gaseosas) y la falta de actividad física son factores que contribuyen a las altas tasas de sobrepeso y obesidad (13).

Según el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición del Instituto Nacional de Salud, el 90% de la población utiliza frituras en la preparación de alimentos y el 60% consume comida rápida con alto contenido de carbohidratos y grasas (14). Además, Seclén et al. (15) señalaron que Perú tiene una de las tasas de incidencia de diabetes más altas del mundo. Aunque en las ciudades de la sierra la prevalencia de diabetes ha sido históricamente baja, esta situación está cambiando. Ciudades como Huaraz han experimentado un aumento importante en la prevalencia, triplicándose del 1.5% al 4.4% en comparación con la prevalencia nacional del 16.8%. En Lima Metropolitana, el síndrome metabólico se manifiesta en un 20.7%, mientras que en otras zonas costeras llega al 21.5%. En la sierra rural, la prevalencia es menor, con un 11.1% (16).

El consumo de alimentos ricos en fibra dietética, como verduras, frutas, cereales integrales y leguminosas, está asociado con una menor prevalencia de factores de riesgo para enfermedades cardiovasculares, hipertensión, obesidad y diabetes mellitus tipo II (5). Este problema de salud afecta no solo al Perú, sino también a nivel mundial. Sin embargo, quienes consumen alimentos ricos en fibra tienen un menor riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares (17).

En relación con la semilla de chía, Capitani (18) descubrió un alto porcentaje de fibra bruta total en la harina de chía, tanto desgrasada como parcialmente desgrasada (52% y 32%

respectivamente), lo que sugiere su potencial como aditivo en diversos alimentos. Además, Ixtaina et al. (19) señalan que el mucílago de chía, un carbohidrato complejo de alto peso molecular, puede mejorar la nutrición humana. La chía también es una fuente de ácidos grasos omega-3, antioxidantes, proteínas, vitaminas, minerales y fibra dietética.

En un estudio de Jiménez et al. (7), se analizó la composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta, así como sus aceites. Se encontró un alto contenido de materia grasa en chía y linaza (27.9% y 37.4% respectivamente) y una cantidad significativa de proteínas en ambas (19.9%). Aunque la rosa mosqueta tenía más fibra (64%) que la chía y la linaza (33.0% y 25.2% respectivamente), estos valores aún son altos y representan fuentes valiosas de fibra dietética.

Torres-Zapata et al. (3) encontraron que el almidón de banano disminuye las posibles complicaciones crónicas microvasculares. Consideraron que la hiperglicemia, además de ser un marcador bioquímico, es un factor patogénico que perpetúa el estado diabético; por ese efecto tóxico que ejerce la glucosa, debería tenerse en cuenta cualquier medida que disminuya la hiperglicemia como lo son los alimentos que tengan un factor hipoglicemiante e incluso insulinémico; de esta manera, se podría aumentar los niveles circulantes de la hormona y mejorar su acción.

Considerando la información consultada en la literatura científica y los reportes por instituciones gubernamentales, queda en claro un incremento de casos de diabetes mellitus II en personas jóvenes adultas en el Perú. Al no disponer de datos sobre el eficaz empleo de alimentos funcionales como la chía y la linaza, se propone un estudio comparativo de su efecto sobre el nivel glicémico postprandial en jóvenes adultos. Dadas las virtudes que manifiestan estos alimentos, se propone también investigar la composición química y nutricional de las semillas para ser incluidas en la dieta de personas normales a nivel poblacional en nuestro medio y así puedan utilizarse para disminuir riesgos de desarrollar la enfermedad asociada.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Descripción de *Salvia hispanica* L. "chía".

2.2.1.1. Descripción botánica

La planta es una herbácea anual que alcanza alturas de 1 a 1.5 metros. El tallo, de alrededor de 2 cm de diámetro, tiene una forma cuadrangular. Las hojas son simples, opuestas, enteras, miden de 8 a 12 cm de largo y de 4 a 7 cm de ancho, con bordes dentados o aserrados. El fruto es un carcérulo que produce de 1 a 4 mericarpos indehiscentes. Cada semilla es un aquenio indehiscente, de forma ovalada, con contenido albuminoso, textura suave y longitud de 1.5 a 2.0 mm (20).

2.2.1.2. Clasificación taxonómica:

La chía es parte de la familia Lamiaceae, también conocida como la familia de las mentas. Esta familia engloba alrededor de 7 subfamilias, más de 300 géneros y unas 7500 especies. Dentro de esta familia, el género *Salvia* es el más amplio, y *Salvia hispanica* L. es una de las pocas especies cultivadas dentro de este género (21). Según el Sistema Integrado de Información Taxonómica (22), la taxonomía de *Salvia hispanica* es la siguiente:

Reino: Plantae
División: Tracheophyta
Clase: Magnoliopsida
Superorden: Asteranae
Orden: Lamiales
Familia: Lamiaceae
Género: *Salvia* L.
Especie: *Salvia hispanica* L.

2.2.1.3. Descripción geográfica y hábitat en el Perú.

La chía es originaria de México y Guatemala, adaptada a climas tropicales y subtropicales, pero no tolera las heladas (23). Ha sido cultivada en varios países, incluyendo Argentina, México, Bolivia, Guatemala, Ecuador, Uruguay, Australia y Perú (24). En Perú, se ha

registrado su cultivo en varias regiones, como Arequipa, Cuzco, Lambayeque, Virú, Moche, Chongoyape, Chepén, Andahuaylas y Apurímac (20).

2.2.1.4. Composición Química y Aspectos Nutricionales:

La semilla de chía no solo cumple un papel en la propagación de las plantas mediante la reproducción sexual, sino que también posee un valor significativo en la alimentación humana. Su composición química y valor nutricional son altamente prometedores (Tabla 1).

La composición química de las semillas de chía es notable gracias a sus niveles de fibra dietética y grasas. Contienen entre un 30% y 34% de fibra dietética, de los cuales el 85% al 93% pertenece a la fracción insoluble, valores superiores a los encontrados en frutos secos, cereales o nueces. Entre los nutrientes de interés alimentario se encuentran los ácidos grasos poliinsaturados, con un enfoque particular en el ácido α-linolénico, que abarca aproximadamente el 60% de su contenido de grasa. Aunque también contienen ácidos grasos como el linoleico, oleico y palmítico, estos se presentan en proporciones menores. En comparación con la linaza, la chía contiene más ácidos grasos omega-3. La chía también posee una concentración de proteínas que varía entre el 18% y 24% de su peso, y contiene 10 aminoácidos exógenos, destacando la arginina, leucina, fenilalanina, valina y lisina. En cuanto a las vitaminas, se destacan la B1, B2 y niacina (11).

Tabla 1. Composición química de las semillas de chía.

Nutriente	Valor	
Energía	562	kcal
Proteína	24.2	g/100g
Lípidos totales	40.2	
Cenizas	4.77	
Carbohidratos	26.9	

Fibra dietética	30.2	
Calcio	456	mg/100g
Hierro	9.18	
Magnesio	449	
Fósforo	919	
Potasio	726	
Sodio	0.26	
Zinc	6.47	
Cobre	1.86	
Manganeso	3.79	

Fuente: Kulczyński et al., 2019 (11).

2.2.1.5. Usos en la alimentación.

Aunque su introducción reciente en el mercado se ve como algo novedoso, la chía ha sido conocida como un alimento-medicina desde hace alrededor de 3500 años antes de Cristo. En la época precolombina, fue uno de los cuatro cultivos básicos en la alimentación maya, junto con el maíz, el frijol y el amaranto (25).

La versatilidad de la chía permite su incorporación en diversas dietas. Puede consumirse como agua de chía, añadiendo las semillas en agua tibia o fría y dejándolas reposar. También puede agregarse en yogur, frutas o ensaladas. La chía molida es otra opción, ideal para batidos. Adicionalmente, existen presentaciones como la harina y el aceite de chía, ambas también ricas en nutrientes (26).

2.2.2. Descripción de *Linum usitatissimum* "linaza".

2.2.2.1. Descripción botánica.

La linaza es una planta herbácea anual con un tallo erguido y liso que puede alcanzar hasta 70 cm de altura, y que se ramifica en la parte superior. Sus hojas son alternas, pequeñas, delgadas y alargadas, y sus flores tienen un color azul pálido. El fruto de la linaza es una cápsula globular de tamaño pequeño que contiene diez semillas. Estas semillas son ovales, miden entre 4 y 6 mm de longitud, tienen un extremo puntiagudo y el otro redondeado, y su superficie es lisa y brillante (27).

2.2.2.2. Descripción taxonómica:

La linaza pertenece a la familia Linaceae, que comprende 14 géneros y aproximadamente 230 especies. El género *Linus* incluye casi dos tercios de las especies de la familia, siendo *Linum sativum* la única especie cultivada comercialmente (30). Según el Sistema Integrado de Información Taxonómica (28), la taxonomía de *Linum usitatissimum* es la siguiente:

Reino: Plantae
División: Tracheophyta
Clase: Magnoliopsida
Superorden: Rosanae
Orden: Malpighiales
Familia: Linaceae
Género: *Linum* L.
Especie: *Linum usitatissimum* L.

2.2.2.3. Descripción geográfica y hábitat en el Perú:

El mejor crecimiento se obtiene en climas templados a cálidos, terreno arcilloso, con suficiente materia orgánica y buen drenaje (29).

La linaza se cree que se originó en las regiones orientales del Mar Mediterráneo y se extendió a través de Asia y Europa antes de llegar a América. Actualmente, se cultiva por sus semillas en lugares como India, China, Estados Unidos, Argentina y Canadá. De hecho, Canadá es el principal productor a nivel mundial (30). En Perú, se siembra en los valles de la zona central,

específicamente en la ceja de selva, en departamentos como Cajamarca, Junín y Huancavelica (31).

Para obtener un óptimo crecimiento, la linaza prefiere climas templados a cálidos, suelos arcillosos con buena cantidad de materia orgánica y un sistema de drenaje eficiente (29).

2.2.2.4. Composición Química y Aspectos Nutricionales:

La semilla de linaza es una excelente fuente de proteínas, con un contenido del 20.3%, y contiene niveles significativos de aminoácidos como arginina, ácido aspártico y ácido glutámico. Además, debido a su contenido de cisteína y metionina, posee propiedades antioxidantes. La semilla es rica en fibra dietética, alcanzando un 24.5%, y tiene una baja concentración de carbohidratos (Tabla 2).

En cuanto al aceite de linaza, es especialmente rico en ácidos grasos poliinsaturados, que representan un 73% del total de ácidos grasos presentes. Su contenido en ácidos grasos monoinsaturados es moderado, con un 18%, y la cantidad de grasa saturada es baja, constituyendo un 9% del total de grasa en el aceite. El aceite de linaza es especialmente rico en ácidos α-linolénico y linolénico (32).

Tabla 2. Composición química de las semillas de linaza.

Nutrientes	Cantidad/100 gramos
Humedad (g)	6.5
Proteína (N x 6.25) (g)	20.3
Grasa (g)	37.1
Minerales (g)	2.4
Fibra cruda (g)	4.8
Fiebra dietética total (g)	24.5
Carbohidratos (g)	28.9

Energía (kcal)	530
Potasio (mg)	750
Calcio (mg)	170
Fósforo (mg)	370
Hierro (mg)	2.7
Vitamina A (µg)	30
Vitamina E (mg)	0.6
Tiamina (B1) (mg)	0.23
Riboflavina (mg)	0.07
Niacina (mg)	1
Piridoxina (mg)	0.61
Ácido pantoténico	0.57
Biotina (µg)	0.6
Ácido fólico (µg)	112

Fuentes: Kajla et al., 2015. (32)

2.2.2.5. Usos en la alimentación.

Los usos de la semilla de linaza son muy variados debido a su versatilidad. Se puede consumir en distintas presentaciones, tanto entera como molida. La entera puede agregarse a postres, ensaladas e incluso al pan. Además, en el mercado se encuentran productos derivados de esta, como el aceite, la harina y la leche de linaza; esta última es una alternativa interesante para las personas intolerantes a la lactosa, pues también es buena fuente de proteína. Puede ser usado también en suplementos alimenticios y nutritivos (33).

2.3. Glosario

2.3.1. Glicemia

Es una medida del nivel de glucosa en sangre. Este análisis es importante pues valores altos de glucosa basal en la sangre pueden señalar estados pre-diabéticos o diabéticos.

2.3.2 Alteración de la Glicemia.

Cuando hay un problema en el metabolismo de los carbohidratos y por tanto de la insulina, las células de los tejidos no pueden absorber la glucosa de manera efectiva, lo que provoca una acumulación de glucosa en la sangre.

Los niveles de glucosa en sangre en ayunas entre 100 y 125 mg/dL, y después de comer entre 140 y 199 mg/dL, se consideran elevados y son señales de un estado prediabético. Esto significa que aún no se ha desarrollado la diabetes mellitus, pero hay un riesgo aumentado a desarrollarla. Se considera un estado diabético cuando los niveles de glucosa en ayunas superan los 126 mg/dL y los niveles después de comer exceden los 200 mg/dL (34, 35).

2.3.3 Índice Glicémico

El índice glicémico se define como el área bajo la curva de respuesta (AUC) de la glucosa en sangre después de haber consumido una porción de 50 gramos de carbohidratos de cierto alimento, expresado como el porcentaje de la AUC de un alimento estándar (pan blanco o glucosa) tomados por el mismo sujeto (36).

Para determinar el índice glicémico de un alimento, las tablas internacionales recomiendan utilizar de cinco a siete sujetos (3).

2.3.4. Cereal

Planta que produce semillas en forma de granos de las que se hacen harinas. Son parte de la familia de las gramíneas y se utilizan como alimento para humanos y ganado.

Los principales cereales son el trigo, el arroz, el maíz, el centeno, la avena, la cebada, el sorgo, el mijo, el trigo kamut, la espelta (variedad de trigo), etc.

2.3.5. Cereal integral.

Son aquellos que no han sido sometidos a un proceso de refinamiento, por lo que conservan todas sus partes, especialmente la fibra, vitaminas y minerales.

2.3.6. Salvado.

Cáscara del grano de cereal desmenuzada por la molienda. Procede de las cinco capas más externas del grano. Los más conocidos son el salvado de avena y el de trigo.

2.3.7. Semillas

Semilla de grano contenido en el interior del fruto de una planta y que, puesto en las condiciones adecuadas, germina y da origen a una nueva planta de la misma especie.

Las principales semillas que se utilizan en la dieta son el trigo, el arroz, el amaranto, el lino, la chía, semillas de calabaza, semillas de sésamo, la quinua (un pseudocereal de la familia Amaranthaceae), etc.

2.3.8. IMC (índice de masa corporal):

Se emplea el concepto de índice de masa corporal porque los valores se aplican tanto a varones como a mujeres. Se puede considerar que un índice de masa corporal de 25 a 29.9 es un indicador de sobrepeso comparado con una población estándar y no necesariamente un indicador de exceso de grasa.

Se calcula dividiendo el peso (en kilogramos) entre la estatura (en metros) al cuadrado (31). Un valor mayor o igual a 25 indica sobrepeso y un valor mayor o igual a 30 significa obesidad.

$$IMC = \frac{Peso\ (kg)}{Altura^2 (m^2)}$$

Sin embargo, se debe tomar en cuenta que cualquier estándar de peso corporal para estatura es en realidad una medida imperfecta; por ejemplo, muchos varones tienen un índice de masa

corporal mayor de 25 por causa del tejido muscular extra. Asimismo, los adultos muy bajos, pueden tener un IMC alto que quizás no refleja sobrepeso o gordura. Por esta razón cualquier medición de peso para estatura solo debe utilizarse como una prueba de selección en cuanto a sobrepeso u obesidad. Entre los valores referenciales establecidos por entidades internacionales, se encuentra la tabla 3.a. propuesta por Salas-Salvado et al. 2007 (38).

Tabla 3.a. Evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios para la clasificación del peso según (IMC).

IMC	Clasificación
<18,5	Peso insuficiente
18,5-24,9	Normopeso
25-26,9	Sobrepeso grado I
27-29,9	Sobrepeso grado II (preobesidad)
30-34,9	Obesidad de tipo I
35-39,9	Obesidad de tipo II
40-49,9	Obesidad de tipo III (mórbida)
>50	Obesidad de tipo IV (extrema)

Fuente: Salas-Salvado et al., 2007 (38).

2.3.9. Parámetros antropométricos y composición corporal

La antropometría se define como el estudio del tamaño, proporción, maduración, forma y composición corporal. Tiene como objetivo describir las características físicas, evaluar y monitorizar el crecimiento, nutrición y los efectos de la actividad física sobre el individuo. Algunas medidas antropométricas son el peso del cuerpo, la altura del cuerpo, altura al ojo, hombro, codo, cadera, etc. (39).

Las medidas antropométricas son fáciles de obtener, requieren un instrumental sencillo y tienen un bajo costo. Los cambios en el peso y en las circunferencias de la cintura y de la cadera sirven como indicadores de variación en el estado nutricional y pueden analizarse comparándolos con valores previos obtenidos o con los intervalos de normalidad calculados en estudios poblacionales. Se acepta que una variación reciente de peso del 10% indica un cambio significativo en el estado nutricional; además, es más útil este valor que el peso en sí (40)

2.3.9.1 Talla

La talla se determina con la persona en posición erecta, sin calzado, con los brazos en ambos lados del cuerpo, las palmas y dedos de las manos rectos y extendidos hacia abajo, mirando hacia el frente, con el peso distribuido equitativamente en ambos pies. La relación entre la talla y la circunferencia de la muñeca permite determinar la complexión individual.

2.3.9.2 Peso

El peso es un buen parámetro de evaluación del estado nutricional individual. Se determina con la persona en posición erecta, con los brazos en ambos lados del cuerpo, las palmas y dedos de las manos rectos y extendidos hacia abajo, mirando hacia el frente, con el peso distribuido equitativamente en ambos pies (39).

2.3.10. Hematocrito

Es la fracción sólida que se encuentra en la sangre, la cual está compuesta por eritrocitos. Aunque un hematocrito bajo no significa en sí un problema de salud, puede llegar a ser un indicio de otro padecimiento, y que algunas veces puede poner en riesgo la vida de la persona. Algunos niveles de referencia son (42).

- Hombres adultos: 41-50%
- Mujeres adultas: 36-44%
- Niños: 32-42%
- Recién nacidos: 45-61%

La variación entre hombres y mujeres adultas se debe principalmente a la diferencia en la masa muscular, y las mayores necesidades de oxígeno que se tiende en el sexo masculino.
Un hematocrito bajo significa que el porcentaje de glóbulos rojos es menor al límite inferior de la normalidad para la edad de la persona, el sexo o la condición específica (por ejemplo, el embarazo o la gran altitud de estar). Otro término para bajo hematocrito es la anemia.

2.3.10.1. Causas del hematocrito bajo o anemia

Las causas que provocan un bajo hematocrito o anemia son las siguientes:

- Sangrado: Úlceras, traumatismo, cáncer de colon, hemorragia interna.

- Destrucción de los glóbulos rojos: Anemia de células falciformes, agrandamiento del bazo.
- Disminución de la producción de las células rojas de la sangre: Supresión de la médula ósea, el cáncer, las drogas.
- Problemas nutricionales: Deficiencia de hierro, vitamina B12, ácido fólico y la desnutrición.
- Sobrehidratación: Polidipsia, sobre hidratación intravenosa.
- Farmacodependencia: La adición de drogas que puedan generar múltiples daños a los órganos internos y conlleven a una escasa producción de hematíes.
- Síndrome mielodisplásico, provocados por el deficiente funcionamiento de la médula ósea ocasionando una débil maduración de los hematíes, provocando su muerte prematura.

2.3.10.2. Síntomas

Algunos síntomas, según el National Heart, Lung and Blood Institute (43), son:

- Cansancio y debilidad
- Piel pálida o amarillenta,
- Mareos o desmayos.
- Aumento de la sed.
- Sudoración.
- Pulso débil y rápido
- Dificultad para respirar
- Síntomas relacionados con el corazón (ritmos cardíacos anormales, soplo cardíaco, agrandamiento del corazón, insuficiencia cardíaca)

2.3.11. La alimentación como factor esencial

La buena alimentación se recomienda para combatir un hematocrito bajo; en caso de anemia, el consumo de hierro a través de dietas ricas en frutos secos como almendras y nueces, carnes rojas magras, hígado, verduras como acelgas, espinaca, alfalfa moringa; entre los moluscos como las almejas y mejillones, las legumbres y productos integrales. Los mariscos además

son fuente de cobalamina (vitamina B12). Las vísceras de res, el pescado, las algas y los champiñones también pueden incrementar la hemoglobina. La vitamina C puede ayudar a incrementar el hematocrito bajo, por lo que se recomienda el consumo de alimentos ricos en estos nutrientes, como los cítricos (kiwi, mandarinas, naranjas, aguaymanto, guayaba).

2.3.12. Fibra dietética

Este término se refiere a la parte comestible de la planta o carbohidratos análogos que resisten la digestión y absorción en el intestino delgado humano y que son parcial o completamente fermentados en el intestino grueso (44, 46). Este término comprende polisacáridos como la celulosa y hemicelulosa, oligosacáridos, lignina y sustancias vegetales asociadas.

Estos polisacáridos difieren en sus componentes químicos. La celulosa es un polímero de glucosa unida en posición β 1-4; las hemicelulosas son un grupo de heteropolisacáridos constituidos por cadenas cortas y ramificadas de azúcares, entre los que se encuentran algunas pentosas, hexosas, desoxihexosas, así como ácidos urónicos y lignina (polímero no polisacárido con unidades de fenilpropano derivados de los alcoholes sinapílico, coniferílico y cumarílico) (45). Además, se encuentran los componentes no estructurales como gomas, mucílagos, polisacáridos de algas y celulosa modificada.

2.3.13. Componentes de la fibra dietética

La fibra se clasifica de acuerdo con su solubilidad en agua en fibra insoluble (FI) y soluble (FS).

2.3.13.1. Fibra insoluble (FI):

La fibra insoluble no se disuelve en agua y pasa a través del tracto gastrointestinal sin ser digerida ni modificada en forma de una mezcla de baja viscosidad y no es fuente de calorías. La celulosa, hemicelulosa, lignina, cutina, suberina, ceras, quitina y quitosano son parte de la fibra insoluble. Algunos alimentos que proporcionan estos compuestos son el trigo integral, salvado de trigo, hortalizas y cereales (46). Además, evita la aglomeración en productos y funge como humectante, fluidizante, contribuye a que las heces pasen más

rápidamente a través del intestino reduciendo el tiempo de tránsito intestinal, por lo que es más útil para la prevención del estreñimiento.

2.3.13.2. Fibra soluble (FS):

La fibra soluble disuelve en agua para formar en el estómago una sustancia de alta viscosidad. Este tipo de fibra es más propensa a la degradación bacteriana en el intestino. Los componentes que forman parte de esta fibra son las pectinas, b-glucanos, gomas e inulinas y se encuentran en frutas y hortalizas, cebada, avena y chía (46).

2.3.14. Alimento funcional

Son aquellos alimentos que además de su valor nutritivo, tienen efectos benéficos sobre nuestra salud y pueden reducir las posibilidades de desarrollar enfermedades debido a sus componentes biológicamente activos (47).

Este término incluye alimentos naturales o que han sido modificados al añadirles o quitarles algún componente. Entre estos alimentos se pueden mencionar a las semillas de chía, de linaza, por el contenido de fibra y ácidos grasos, al tomate, zanahorias por el contenido de vitaminas y los que están enriquecidos con vitaminas y minerales, como los cereales o los lácteos (48).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Las semillas de chía (*Salvia hispanica* L.) y de linaza (*Linum usitatissimum)* regulan en distinta magnitud los niveles de glicemia postprandial en las estudiantes universitarias en estudio.

2.4.2. Hipótesis específica

- El nivel glicémico postprandial de las estudiantes universitarias será regulado con la ingesta de chía.

- El nivel glicémico postprandial de las estudiantes universitarias será regulado con la ingesta de linaza.
- El nivel glicémico postprandial de las estudiantes universitarias será regulado en distintas magnitudes por la ingesta de chía y de linaza.
- El contenido químico nutricional de las semillas de chía y de linaza guardan relación con los niveles de glicemia postprandial en las estudiantes universitarias en estudio.

2.5 Operacionalización de Variables:

Variables	**Independientes**	**Medición**
	Componentes fisicoquímicos de las semillas de Chía y semilla de linaza	En cada muestra se analizará la composición química nutricional aplicando el Análisis Proximal: de acuerdo con el Método oficial de la AOAC (1990) y de minerales: Ca, Mg, Na, Zn, Fe por absorción atómica y P por el método colorimétrico de vanadomolibdatofosforico
Variables	**Dependientes**	
	Niveles de glicemia	Se registrará los niveles de glucosa en sangre periférica empleando en el medidor One Touch "Ultra" mediante el método enzimático descrito en (Life Scan de Johnson & Johnson).

2.6. Matriz de Consistencia:

Título: "Efecto Comparativo entre las Semillas de *Salvia hispánica* L. "chía" y de "linaza" *Linum usitatissimum* "linaza" sobre el Nivel Glicémico de Estudiantes Universitarias"

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	INDICDORES	METODOLOGÍA
General Incremento de casos de diabetes mellitus II en personas jóvenes adultas. No se dispone de datos sobre el eficaz empleo de alimentos funcionales como chía y linaza que puedan utilizarse para disminuir riesgos de desarrollar la enfermedad asociada.	**General** Comparar el efecto que ejercen las semillas de chía (*Salvia hispanica) y la de linaza* (*Linum usitatissimum*) sobre los niveles de glicemia postprandial en jóvenes estudiantes universitarias sanas.	**General** Las semillas de chía y de linaza regulan los niveles de glicemia postprandial de las estudiantes universitarias en estudio	**Independientes** Componentes fisicoquímicos de las semillas de chía, linaza	Niveles de los componentes químicos de las semillas de chía y de la linaza.	**Unidad de Análisis:** 25 estudiantes de sexo femenino. **Población:** 25 estudiantes de sexo femenino. **25** estudiantes voluntarias universitarias de 18 a 26 años, de sexo femenino, sanas sin antecedentes familiares de diabetes
Específicos Conocimiento de la composición química, nutricional de las semillas para ser incluidas a nivel poblacional en la dieta de personas normales.	**Específicos** Establecer el efecto de la ingesta de la linaza (*Linum usitatissimum*) sobre la glicemia postprandial en jóvenes estudiantes universitarias sanas. Establecer el efecto de la ingesta de la chía (*Salvia hispánica* L.) sobre la glicemia postprandial en jóvenes estudiantes universitarias sanas. Determinar la composición	**Especificas** El nivel glicémico postprandial de las estudiantes universitarias será regulado con el consumo de chía. El nivel glicémico postprandial de las estudiantes universitarias será regulado con el consumo de linaza. El contenido químico nutricional de las semillas de chía y linaza guardan relación con los niveles de glicemia postprandial en las estudiantes universitarias en estudio.	**Dependiente** Niveles de Glicemia	Concentración de glucosa en sangre**.**	**Diseño de Investigación** Experimental, analítico con 3 repeticiones independientes. **Técnicas de recolección de Datos:** Método observacional sistemático Los resultados de la experimentación se recolectarán en registros sistematizados **Pruebas Bioquímicas:** **De las semillas:** Composición Química: Análisis proximal (Método oficial de la AOAC

	química nutricional de las semillas de chía (*Salvia hispánica* L.) y linaza (*Linum usitatissimum*).				(1990). Composición de Fibra (Método AOAC 985.29 Minerales por absorción atómica Standard Methods 3110 y para fósforo el Standard Methods 4500-P C Vanadomolybdophosphoric Acid Colorimetric Method. **Del Análisis estadístico**: Análisis de variancia ANOVA de medidas repetidas y la prueba de Bonferroni para comparaciones *post hoc* a un nivel de significancia de $p<0,05$.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación.

El tipo de diseño Figura 1. El Tipo de estudio de investigación fue experimental, analítico con tres repeticiones independientes.

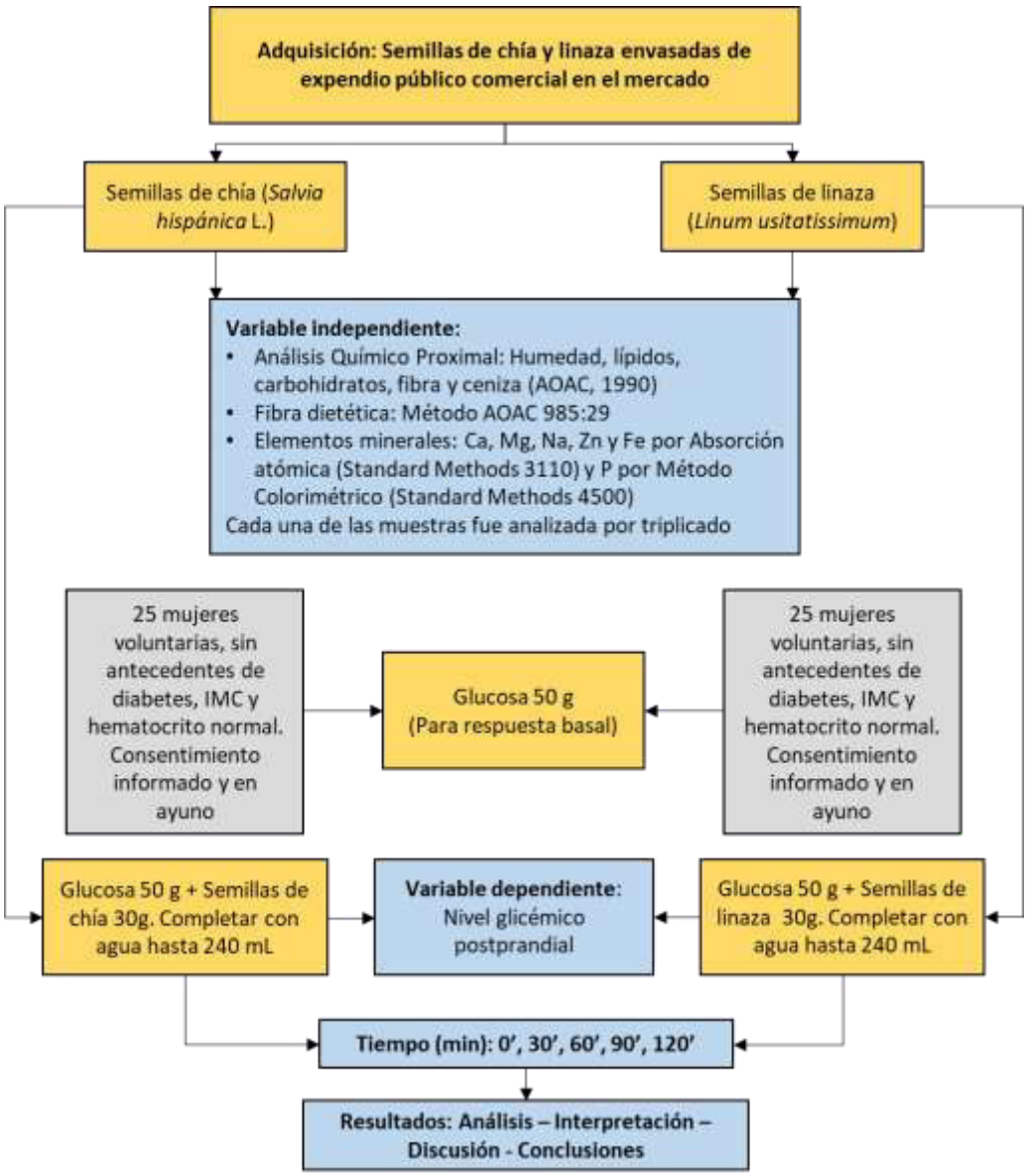


Figura 1. Representación gráfica de la relación entre las variables

3.2. Técnicas de recolección de datos

Métodos de recolección de datos: Se utilizó la técnica observacional sistemática y el programa Excel para consignar los datos concernientes al trabajo de investigación.

Se recogió la información específica bibliográfica sobre la variable independiente y dependiente.

3.3. Unidad de análisis:

3.3.1. De las semillas:

Se utilizó semillas envasadas de expendio público de chía (*Salvia hispánica* L.) y de linaza (*Linum usitatissimum)* a las que se realizó por triplicado el análisis fitoquímico proximal, según el Método de la AOAC 1990 (Figura 1).

3.3.2. Población.

Se incluyeron en el estudio un total de 25 estudiantes universitarias voluntarias de género femenino. Estas participantes consumieron las diferentes variedades de semillas que fueron analizadas. La edad de las participantes varió entre 18 y 26 años.

Para el estudio se utilizaron semillas de chía y linaza que fueron adquiridas en una tienda naturista con la autorización requerida para llevar a cabo la investigación.

3.4. Tamaño de la muestra poblacional.

Participaron 25 estudiantes universitarias voluntarias de 18 a 26 años, sanas sin antecedentes familiares de diabetes tipo II. Por cada especie de semilla analizada.

3.5. Selección de la muestra.

El grupo en estudio fue seleccionado entre las estudiantes universitarias sanas, sin antecedentes familiares de diabetes dentro de la primera y segunda generación, estando comprendidas dentro de los parámetros antropológicos de normalidad de índice de masa corporal (lMC), con hemoglobina y valores de hematocrito normal. Libres de consumo de fármacos desde 12 horas antes del periodo de ensayo.

Las veinticinco estudiantes universitarias voluntarias, firmaron previamente el consentimiento informado de acuerdo con los principios éticos nacionales e internacionales para las investigaciones médicas en seres humanos (Declaración de Helsinki. Helsinki, 2000),

3.6. Técnicas de recolección de datos

Lugar de Ejecución:

- Laboratorio de Química de los Alimentos en la Facultad de Ciencias Biológicas. UNMSM.
- Laboratorio de Investigación de Bioquímica y Principios Activos Naturales. Facultad de Medicina "Hipólito Unanue" – UNFV.

3.7. Equipos de laboratorio

Glucómetro ONE TOUCH, Ultra Mini de Johnson – Johnson

Balanza analítica de precisión con sensibilidad de 0,01 g

Balanza analítica con sensibilidad de 0,001 g

Balanza de pie.

Estufa con aire circulante y regulador de temperatura a 120±2°C, marca TOMOS.

Equipo de digestión y destilación Kjeldahl.

Extractor Soxhlet.

Espectrofotómetro serie GENESYS 10S UV-Vis.

Espectrofotómetro de absorción atómica.

Centrífuga de 5000 rpm.

Tallímetro.

3.8. Materiales de Laboratorio

De vidrio: para digestión como balones de 800 mL Kjeldahl.

Balones volumétricos de 100 y 200 mL para extracción de grasa.

Dedales de extracción Soxhlet.

Crisoles de porcelana con tapa.

3.9. Reactivos

Etanol de 98°

Dextrosa anhidra de grado BP, 2 015 de WEIFANG NOGA IMP AND EXP. CO., LTD.

Jugo de limón como saborizante.

Las semillas de chía y linaza serán obtenidas de la tienda naturista que cuenta con autorización sanitaria.

Hidróxido de sodio 0,1 N (solución valorada).

Indicadores: Fenolftaleína 1 %

Ácido sulfúrico concentrado (93-98%).

Hidróxido de sodio 40%.

Éter de petróleo.

3.10. Pruebas Bioquímicas de los sujetos

Con el equipo medidor One Touch "Ultra", se toma la muestra de sangre periférica por punción en la yema del dedo completamente desinfectada y se mezcla con las sustancias químicas de la cinta reactiva (glucosa oxidasa de *Aspergillus niger* > 0,08 IU; ferricianida > 22 ug, y solución neutralizadora). Se produce una pequeña corriente eléctrica que es registrada por el medidor de glucosa en sangre cuya potencia de corriente cambia con la cantidad de muestra de sangre. El rango de medición del sistema One Touch "Ultra", es de 20 a 600 mg/dl (1.1 – 33.3 mmol/L), Según LIFESCAN de Johnson & Johnson.

3.11. Análisis proximal de las semillas.

Se determinó la composición química usando el análisis proximal (AOAC, 1990):

- Humedad.
- Proteína cruda (N x 6.25 Kjeldhal).
- Contenido de grasa por el método de Soxhlet.
- Fibra cruda.

- Contenido de hidratos de carbono.
- Minerales totales o cenizas.
- Elementos minerales.

3.11.1. Determinación de Humedad.

El método se basa en el secado de 5 g de la semilla de chía o linaza previamente molida a 105°C por un mínimo de 12 h en un horno y su determinación por diferencia de peso entre las semillas antes y después del tratamiento térmico. Se pesa nuevamente evitando que esté expuesto al medio ambiente.

Cálculos:

$$Contenido\ de\ humedad\ (\%) = \frac{((B - A) - (C - A))}{(B - A)} \times 100$$

A = Peso del recipiente (g)

B = Peso de chía o linaza húmeda (g)

C = Peso de chía o linaza seca + Recipiente (g)

3.11.2. Determinación de Proteínas por el Método Kjeldahl.

El proceso involucra la disolución de 1 g de muestra en 25 mL de ácido sulfúrico. Esto se lleva a cabo junto con 10 g de sulfato de cobre (como catalizador) y 0.5 g de sulfato de potasio (que aumenta el punto de ebullición). El nitrógeno liberado se convierte en una sal de amonio. Luego, se agrega hidróxido de sodio concentrado para liberar el amoníaco, y la mezcla se destila. El amoníaco destilado se recoge en una solución de ácido estandarizado, y el exceso de ácido se titula con una solución de hidróxido de sodio estandarizado.

El proceso de digestión continúa hasta que la solución cambia de color, específicamente a verde esmeralda, y se calienta durante 1 hora. Para la destilación, se utiliza un matraz Erlenmeyer con 50 mL de solución de ácido sulfúrico 0.1 N y unas 3-4 gotas del indicador

rojo de metilo. Luego, se agrega con precaución 65 mL de solución de hidróxido de sodio (con una gravedad específica ≥1.36) al balón Kjeldahl. Se tapa y se agita. Después, se calienta y se destila hasta que el volumen total en el matraz Erlenmeyer llegue a 200-250 mL. El contenido del matraz Erlenmeyer se titula con una solución valorada de NaOH 0.1 N. Es importante tomar nota de la cantidad utilizada durante la titulación.

Cálculos:

Cálculo del contenido de Nitrógeno de la muestra como porcentaje en masa (% N total).

$$\% \, N \; total = \frac{(Vb - Vm) \times N_{NaOH} \times 0.014 \times 100}{m}$$

Donde:

N: Normalidad de la solución valorada de NaOH.

Vb: Volumen en mL de solución valorada de NaOH gastados para titular el blanco.

Vm: Volumen en mL de solución valorada de NaOH gastados para la titular la muestra

m: Peso en g de la muestra.

3.11.3. Cálculo del contenido de proteína

Este valor es expresado en porcentaje de proteínas totales teniendo en cuenta el contenido de nitrógeno total.

$$\% \, Proteína \; total = \% \, N \; total \; x \; F$$

F: factor de conversión de porcentaje de nitrógeno a % de proteínas, cuyo valor es 5.7 para trigo y avena, mientras que 6.25 para maíz y la mayoría de los cereales.

3.11.4. Determinación de grasa por el Método Soxhlet.

Una cantidad previamente medida o pesada del alimento, homogeneizada y secada, se somete a una extracción con éter de petróleo o éter etílico, libre de peróxidos o mezcla de ambos. Posteriormente, se realiza la extracción total de la materia grasa libre por Soxhlet.

Se muele y pasa por tamiz de malla de 1 mm, por duplicado, 5 gramos de muestra preparada, en el dedal de extracción con papel filtro previamente pesado y tapado con algodón desgrasado. Se registra el peso. Secar el balón de extracción por 30 min a 103 ± 2ºC.

Pesar el balón de extracción. Registrar (m1).

Poner el balón de extracción en el sistema Soxhlet y el dedal en el tubo de extracción y adicionar el solvente al balón.

Extraer la muestra con el solvente por 6 a 8 horas a una velocidad de condensación de 3-6 gotas/seg. Terminada la extracción eliminar el solvente.

Secar el balón con la grasa en estufa a 103 ± 2°C por 10 min, enfriar en desecador y pesar. Registrar el peso (m2).

Cálculo y expresión de resultados

$$\%\ grasa\ cruda = \frac{m2 - m1}{m} \times 100$$

Donde:

m: peso de la muestra

m1: tara del balón solo

m2: peso balón con grasa.

$$\%\ grasa\ cruda\ en\ base\ seca = \%\ grasa\ cruda\ \times \frac{100}{100 - \%\ humedad}$$

Los resultados se informan en % de materia grasa en base seca o húmeda. Se promedia los valores obtenidos y se expresa el resultado con 2 decimales. Repetibilidad: La diferencia de los 2 resultados no debe ser superior al 2 % del promedio.

3.11.5. Determinación de Minerales totales o cenizas.

La fracción de cenizas del análisis proximal representa los constituyentes inorgánicos del alimento. Se usa un método gravimétrico a través de la calcinación de la muestra colocándola

en un crisol de porcelana e incinera en una mufla; para obtener los elementos químicos: al residuo que contiene la materia mineral se le llama cenizas.

Cálculo del % de minerales:

$$\% = \frac{Pérdida\ de\ peso\ (gramos)}{Peso\ de\ la\ muestra\ (gramos)} \times 100$$

3.11.6. Determinación de Elementos Minerales

Se pesa 0.1 g de muestra previamente pulverizada y calcinada a 550 °C. La digestión se realiza con 10 ml de ácido nítrico hasta casi sequedad se trasvasa a una fiola de 50 ml; para la determinación de Ca, Mg, Na, Zn, Fe y se realiza la lectura por absorción atómica (Standard Methods 3110) y para fósforo se utiliza el Standard Methods 4500-P (Vanadomolybdophosphoric Acid Colorimetric Method), de acuerdo con la tabla 5.

Tabla 3.b. Parámetros para la determinación de elementos minerales en las semillas.

Minerales	Ca	Mg	Na	Zn	Fe	P
Parámetros Ópticos: Longitud de onda (mm)	422.7	285.2	330.3	213.9	248.3	470
Modo flama	Aire/acetileno					-
Método	Absorción atómica					Ácido vanadomolibdofosfórico

3.11.7. Determinación de Fibra Dietética (Método AOAC 985.29):

Se lleva a cabo según el método de Prosky (50). Se trata de un método enzimático-gravimétrico de determinación de fibra total (FDT), que se fundamenta en la digestión de las muestras con α-amilasa, proteasa y amiloglucosidasa para eliminar la proteína y el almidón presentes. La determinación del porcentaje de FDT se calculó de la siguiente manera:

$$\%FDT = \frac{(P1 - P2 - P3)}{W} \times 100\%$$

Donde:

P1: peso del residuo insoluble (g)

P2: peso de las proteínas (g)

P3: peso de las cenizas (g)

W: peso de la muestra expresada en base seca (g)

Este método ha sido adoptado oficialmente por la AOAC y permite determinar por separado FI y FS: Método 991.42 (AOAC, 1995ª) y Método 993.19 (AOAC, 1995b).

$$\%FI = (RI - P - C) \times 100\ M$$
$$\%FS = (RS - P - C) \times 100\ M$$

Donde:

RI = residuo insoluble (g)

RS = residuo soluble (g)

P = proteínas (g)

C = cenizas (g)

M = peso de la muestra (g)

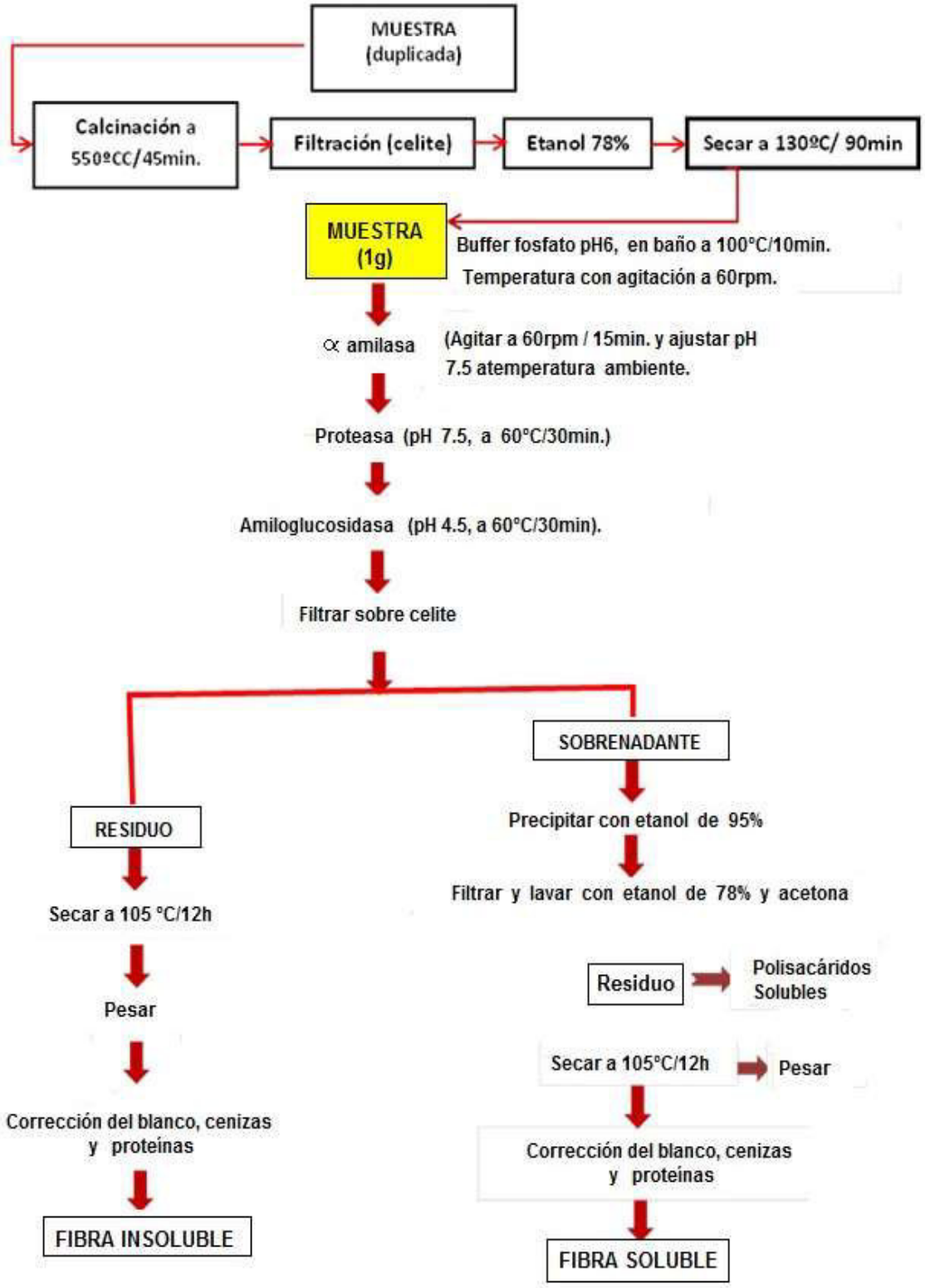


Figura 2. Representación Gráfica del Método AOAC 985.29 para Determinación de Fibra.

3.12. Técnicas de procesamiento de datos

Se consideró a personas sin antecedentes familiares o personales de diabetes tipo II, con mínimo de 12 horas sin tratamiento farmacológico y durante el tiempo de duración del ensayo.

3.13. Diseño de investigación experimental.

Analítico con 3 repeticiones independientes.

3.13.1. Pruebas Bioquímicas

3.13.1.1. Determinación de Niveles Glicémicos.

Glucosa basal. A veinticinco sujetos de sexo femenino se le toma inicialmente la glucosa basal, con un mínimo de 12 horas después de haber ingerido su último alimento y se determina la glicemia en muestras de sangre periférica a tiempo 0; utilizando un glucómetro ONE TOUCH, "Ultra Mini" de Johnson–Johnson y Tiras reactivas de Johnson – Johnson y para la punción, lancetas esterilizadas, calibre 28 Tabbot.

Control: Glucosa. Formado por las mismas integrantes a las que se le tomó la glucosa basal. Se les toma los niveles de glucosa basal y luego ingieren 50 gramos de glucosa diluida en un volumen de 240 ml con agua tibia en agua de mesa con jugo de limón a temperatura de 40°C.

Tratamiento 1: Grupo A (Chía). Formado por las mismas integrantes a las que se le tomó la glucosa basal en estado de ayuno de 12 h. Se les toma los niveles de glucosa basal y luego ingieren un preparado con 30 g de semillas de chía que se hidratan con 30 ml de agua de mesa 16 horas antes, a las que se les adiciona 50 g de glucosa diluida en agua de mesa y jugo de limón a temperatura de 40°C; se mezcla y se completa a un volumen de 240 ml con agua tibia.

Se mide el nivel glicémico a tiempos de 0, 30, 60, 90 y 120 minutos.

Tratamiento 2: Grupo B (Linaza). Formado por las mismas integrantes a las que se le tomó la glucosa basal en estado de ayuno de 12 h. Se les toma nuevamente los niveles de glucosa basal y luego ingieren 30 g de semillas de linaza preparadas bajo las mismas condiciones que las semillas de chía.
Se medirá el nivel glicémico a tiempos de 0, 30, 60, 90 y 120 minutos.

Evaluación del estado nutricional. Durante el estudio, se registraron los parámetros antropométricos de talla y peso de las participantes para calcular el índice de masa corporal (IMC). Para clasificar el peso según el IMC en adultos, se emplearon los criterios establecidos por Salas-Salvado et al., 2007.

Además, se realizaron mediciones de hemoglobina y hematocrito. La medición de la hemoglobina se llevó a cabo utilizando el equipo Hemocue, que cuenta con un filtro incorporado y una escala calibrada para obtener lecturas directas de la hemoglobina en g/dL o g/L. Se siguieron estrictas medidas de higiene, incluyendo el uso de guantes de látex, mascarillas y gafas de protección facial.

Antes de tomar la muestra, se realizó una desinfección rigurosa de las manos y se aconsejó a las participantes lavarse las manos y desinfectarlas con alcohol de 70°. Durante la medición, las participantes se sentaron en una posición cómoda, y se verificó que sus manos estuvieran tibias al tacto. En caso contrario, se realizaron masajes para estimular el flujo de sangre capilar. La punción se efectuó de manera perpendicular a las crestas papilares, siguiendo la técnica descrita por Jordan (51).

3.14. Análisis Estadístico

Se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de los datos y la prueba de Levene de homocedasticidad. Las curvas de glicemia postprandial fueron analizadas usando un ANOVA de dos factores de medidas repetidas. El pico de la glucosa y el área bajo la curva de glicemia fueron analizados usando ANOVA de medidas repetidas con la prueba

de Bonferroni para pruebas *post hoc*. Los análisis fueron realizados en el software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS v. 22) y un criterio de aceptación de $p<0.05$.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de la composición química de las semillas.

En la tabla 4 se presentan los resultados promedios de las muestras por triplicado de la composición proximal y el contenido de algunos minerales como Ca, P, Mg, Na, Zn y Fe.

Se obtuvo que los valores de fibra total fueron de 41.19% para linaza y 43.49% para chía, considerándose relativamente altos. La linaza presentó una mayor cantidad de grasa (12.05%) en comparación con la chía (2.13%). Con respecto a las proteínas, la chía presentó mayor concentración (21.22%) que la linaza (18.37%). Las cantidades de Mg, Na y Zn fueron mayores en la linaza (3.23%, 3.11% y 54.84 ppm) que en la chía (0.26%, 0.1%, 46.09 ppm), mientras que el Ca y Fe fueron mayores en la chía (1.41%, 105.06 ppm) que para la linaza (0.06%, 54.48 ppm).

Tabla 4. Composición química nutricional de las semillas de linaza y chía

Variable	Linaza	Chía
Humedad (%)	6.01	7.71
Proteínas (%)	18.37	21.22
Aceites y grasas (%)	12.05	2.13
Fibra Total (%)	41.19	43.49
Fibra Soluble (%)	12.9	10.6
Fibra Insoluble (%)	29.8	33.7
Carbohidratos (%)	19.24	22.95
Cenizas (%)	3.14	2.50

Ca (%)	0.06	1.41
P (%)	0.03	0.05
Mg (%)	3.23	0.26
Na (%)	3.11	0.10
Zn (ppm)	54.84	46.09
Fe (ppm)	54.48	105.06

4.2. Parámetros antropométricos y pruebas bioquímicas:

Se comprobó que los niveles antropométricos del grupo de estudio se encontraron dentro de los parámetros promedios normales (Tabla 5). El IMC de las participantes fue de 21.3 $Kg/m^{2,}$ encontrándose todos dentro de los valores normales (18.5 - 24.9), Con respecto al hematocrito, los valores promedio fueron de 38.8% estando dentro del rango de normalidad según la OMS (35,5 a 44,9%), y para la hemoglobina de 12.98 g/dL.

Tabla 5. Características antropométricas, hemoglobina y hematocrito de las participantes

Variable	**Media ± DS**	**Rango**
Edad	20.48 ± 1.9	18-26
Altura (m)	1.55 ± 0.1	1.45-1.72
Peso (kg)	51.71 ± 5.5	37-64
IMC (kg/m^2)	21.3 ± 1.5	17.6-24.0
Hb (g/dL)	12.98 ± 0.9	11.0-15.3
Hematocrito (%)	38.8 ± 2.63	33-45

n=25

4.3. Efecto de la chía y la linaza sobre la glicemia postprandial:

Se observó una disminución de la curva de glicemia postprandial para la linaza y la chía comparada con el tratamiento control con glucosa, a partir de los 60 minutos, acentuándose cada vez más hasta alcanzar los 120 minutos (Tabla 6. Figuras 3 y 4). Sin embargo, no se encontraron diferencias entre el efecto de las dos semillas (Fig. 5).

Tabla 6. Concentraciones promedio de la glicemia postprandial en las participantes

mg/dL	Basal	30 min	60 min	90 min	120 min
Glucosa	92.12	150	135.78	121.58	101.66
Glucosa + Chía	91.44	141.5	126.4	114.24	92.32
Glucosa + Linaza	90.56	144	124.92	112.64	90.51

Glucosa: 50g. (Anexo II), Chía: 30g. (Anexo III), Linaza: 30g. (Anexo IV).

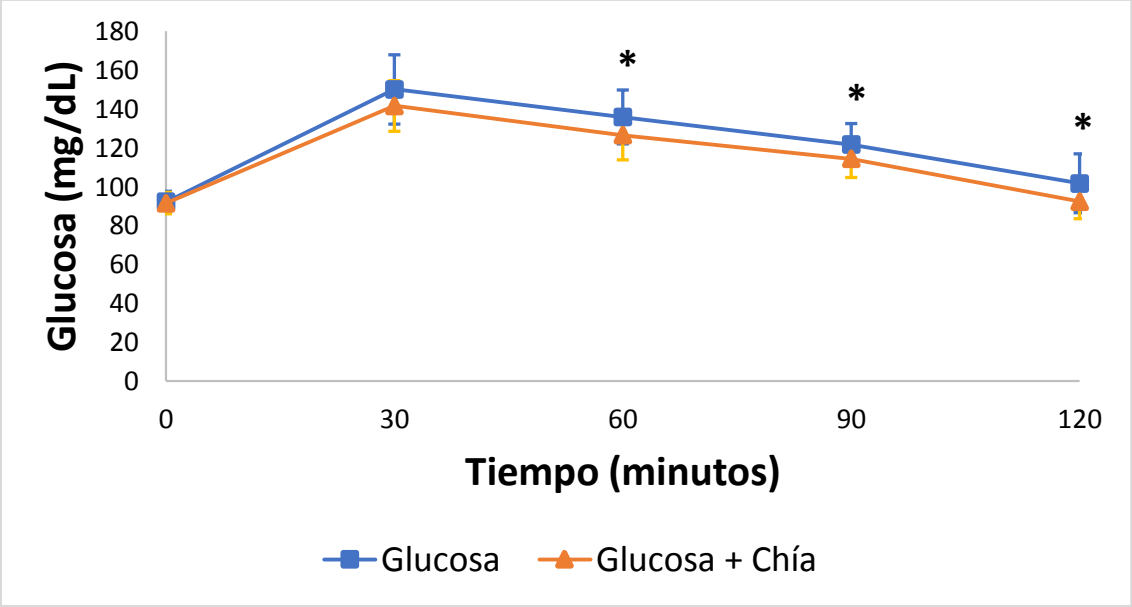


Figura 3: Curva de glucosa postprandial de los tratamientos de glucosa y glucosa + chía. (Anexos II y III) * p < 0.05

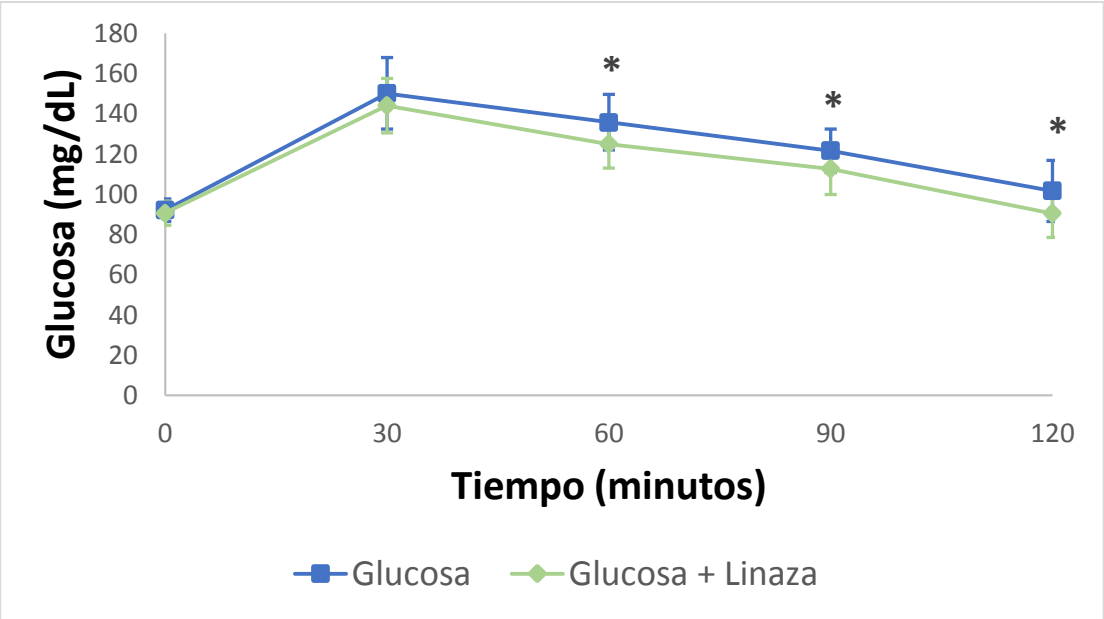


Figura 4: Curva de glucosa postprandial de los tratamientos con glucosa y Glucosa + linaza. (Anexos II y IV) * p < 0.05

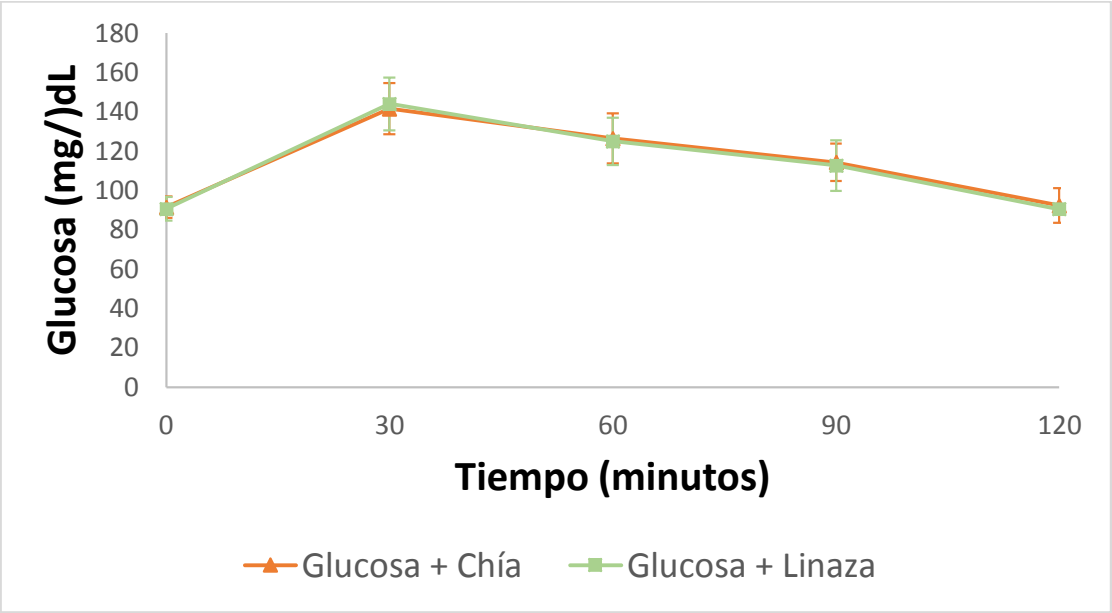


Figura 5: Curva comparativa de los tratamientos con glucosa + chía o linaza. (Anexo III y IV).

4.4. Efecto de la chía y la linaza sobre el área bajo la curva de glicemia (AUC):

Se observó una disminución significativa en el área bajo la curva de glicemia tanto para el tratamiento con chía como con linaza (Tabla 7. Figura 5). Para la primera semilla, esta disminución fue de 20.2%, mientras que la segunda fue 18.6%. No se encontraron diferencias significativas entre los efectos de la chía y la linaza (p = 1.000. Anexo VI)

Tabla 7: Área bajo la curva del control glicémico y los tratamientos

Área bajo la curva (AUC)	**Media ± D.S.**
Glucosa	2049.10 ± 522.71
Glucosa + Chía	1634.17 ± 469.70
Glucosa + Linaza	1666.70 ± 523.16

AUC: mg/dL/min.

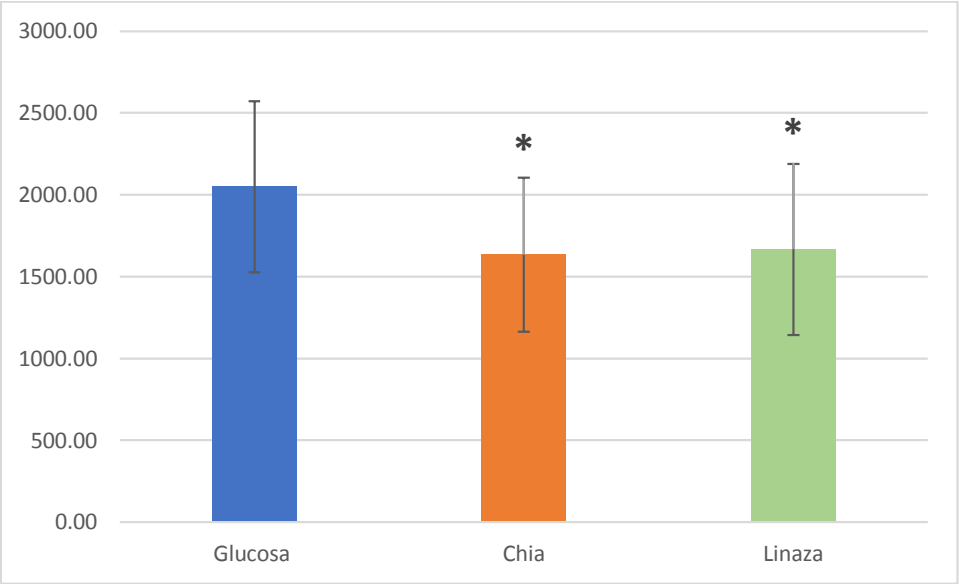


Figura 6: Área bajo la curva glicémica (AUC: mg/dL/min) del grupo control y los tratamientos con glucosa + chía y glucosa + linaza. * $p < 0.05$

4.5. Efecto de la chía y la linaza sobre la concentración máxima de glucosa postprandial:

Se realizó el análisis del aumento máximo de la glucosa. Se encontró que solo la chía disminuye significativamente este valor (14.5%, $p < 0.05$. Anexo VII), mientras que la disminución por la linaza no disminuye el valor de manera estadísticamente significativa (9.8%, p=0.126) (Tabla 8. Figura 6).

Tabla 8: Concentraciones máximas de glucosa en sangre entre los tratamientos

mg/dL	Media ± D.S.
Glucosa	59.42 ± 14.3
Chía	50.80 ± 11.37
Linaza	53.6 ± 12.4

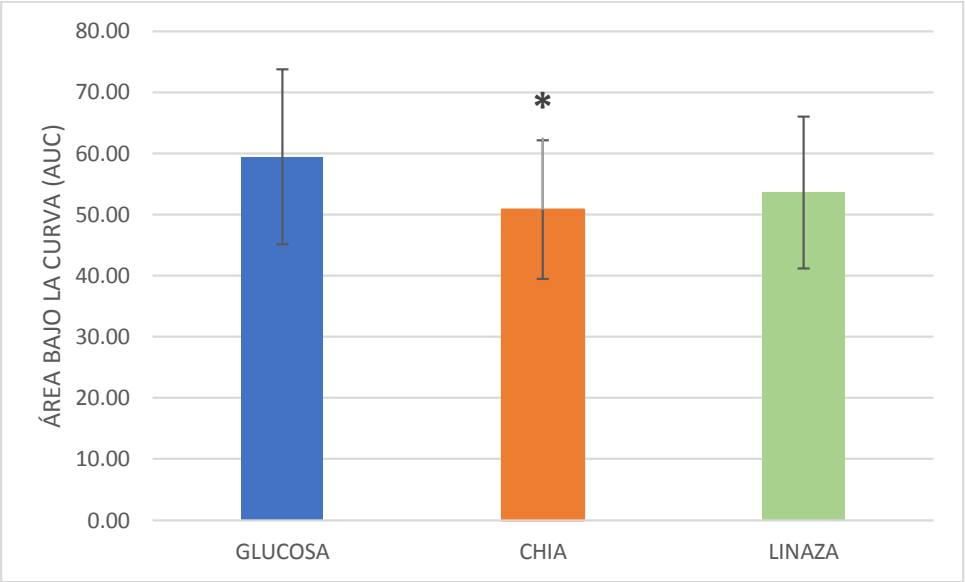


Figura 7: Concentraciones máximas de glucosa en sangre de los tratamientos.

* $p < 0.05$

CAPÍTULO V. DISCUSIONES

5.1. Composición química nutricional

En este estudio, los valores de proteínas encontrados en la chía (21.22%) son similares a los obtenidos por García y Miranda (52), quienes obtuvieron valores que oscilan entre 17.34% y 21.78%, dependiendo del color y el tipo de cultivo de la semilla. Por otro lado, los valores reportados por Jiménez et al. (7) también son ligeramente inferiores (19.9%) a los obtenidos en este estudio.

En cuanto al contenido de proteína de la linaza en este estudio (18.37%), es inferior a los valores de 19.9% reportados por Jiménez et al. (7). Además, los valores encontrados son menores que los reportados para la linaza dorada (23.24%) y marrón (24.42%) por Coelho y Salas-Mellado (53). Otros estudios también han reportado semillas con concentraciones de proteínas más altas, como la perilla blanca y marrón (24.18% y 25.38%, respectivamente).

En cuanto a los contenidos de aceites y grasas, se observa que en este estudio la linaza (12.05%) y la chía (2.13%) tienen valores marcadamente inferiores a los reportados en otros estudios, como el 37.1% para la linaza mencionado por Kajla et al. (54) y el 30.7% para la chía reportado por Kulczyński et al. (11). Es importante resaltar la significativa presencia de ácidos grasos omega 3 y 6 en los aceites de estas semillas, lo que las hace relevantes para la nutrición.

En este estudio, los valores de fibra dietaria para la chía y la linaza (43.49% y 41.19%, respectivamente) fueron similares entre sí. Es interesante notar que estos valores son significativamente más altos que los reportados en la literatura. Por ejemplo, Jiménez et al. (7) mencionaron un contenido de fibra del 33.0% para la chía y 25.2% para la linaza. Además, Kajla et al. (54) indicaron que el contenido de fibra en la linaza es del 24.5%.

Los valores de humedad encontrados para la chía (7.71%) y la linaza (6.01%) son bastante bajos, lo que indica que estas semillas tienen un bajo contenido de agua.

En relación con la ceniza, los valores obtenidos en este estudio son similares a los encontrados en otras investigaciones. La ceniza es una medida de los minerales presentes en la muestra, y su presencia en estas semillas puede contribuir a la aportación de minerales como calcio, fósforo, magnesio, sodio, zinc y hierro, que son importantes para la nutrición.

5.2. Efecto de la chía y linaza sobre la glicemia postprandial

En este estudio, el análisis de la ingesta de treinta gramos de semillas de chía o linaza junto con cincuenta gramos de glucosa (Tabla 6), se encontró una disminución significativa en varios parámetros relacionados con la respuesta glicémica postprandial. Ambos tratamientos redujeron la curva de glicemia postprandial en comparación con el control con solo glucosa (Anexos II. III. IV. Figura 3 y Figura 4). Se observó una disminución notable a partir de los 60 minutos después de la ingesta. Aunque no se encontró una diferencia significativa, en el efecto entre ambas semillas; en términos de reducir la glicemia postprandial (Tabla 7. Figura 5), se observó que la chía tuvo un impacto significativamente mayor en la reducción del

aumento máximo de glucosa en sangre en comparación con la linaza (Anexo VII. Tabla 8. Figura 6).

En investigaciones anteriores, Moreira et al. (55) también estudiaron el efecto de la linaza en la glicemia postprandial en pacientes con diabetes tipo II, obteniendo una disminución más pronunciada en el AUC y el aumento máximo de glucosa. Sin embargo, es importante considerar que este estudio se realizó en pacientes diabéticos, mientras que la investigación actual se enfocó en mujeres sin la enfermedad. Las diferencias en el metabolismo de la glucosa entre estos grupos podrían influir en los resultados obtenidos.

En resumen, los hallazgos de este estudio muestran que la incorporación de semillas de chía o linaza en la dieta puede tener un impacto positivo en la respuesta glicémica postprandial en mujeres sanas, aunque la magnitud de este efecto puede variar según el tipo de semilla y el estado metabólico de los individuos.

Es interesante observar los resultados obtenidos por Vuksan et al. (56), quienes también investigaron el efecto de la linaza y la chía sobre la glicemia y la saciedad en individuos sanos. En su estudio, encontraron una disminución más marcada en el AUC en comparación con los resultados de la investigación actual. Es relevante considerar que, aparte del tamaño de la muestra, el tipo de semilla utilizada (molidas vs. enteras) y la inclusión de participantes de ambos géneros puede influir en las diferencias observadas.

Con respecto a los contenidos de fibra soluble e insoluble en las semillas de chía y linaza, se observó una mayor cantidad de FS en la linaza. Se conoce que la composición de la fibra soluble determina las propiedades reológicas cuando se remojan las semillas, y esto a su vez influye en la capacidad de alterar la absorción de nutrientes en el intestino y, por lo tanto, en la respuesta glicémica al consumir alimentos ricos en carbohidratos. Vuksan et al. (56) obtuvieron valores mayores de FS para la linaza; sin embargo, la chía fue la semilla con mayor capacidad de disminuir la curva glicémica postprandial.

La molienda de las semillas puede aumentar la disponibilidad de nutrientes, ya que rompe su estructura y facilita la digestión. En el caso de las semillas enteras, es posible que parte de los componentes beneficiosos no se liberen de manera tan eficiente durante la digestión, lo que podría explicar por qué los resultados de esta investigación muestran una reducción menor en el AUC en comparación con el estudio anterior.

Además, considerar tanto hombres como mujeres en el estudio actual es importante debido a las posibles diferencias en el metabolismo y las respuestas fisiológicas entre ambos géneros. En general, la variedad en los resultados de diferentes estudios puede deberse a múltiples factores, incluyendo la metodología, la muestra de participantes, la preparación de las semillas y otros aspectos contextuales.

Es interesante ver cómo Almehmadi et al. (57) investigaron el efecto del consumo de linaza en muffins en diferentes presentaciones y su impacto en la respuesta glicémica a lo largo de un período más extenso de 24 horas. Sus resultados sugieren que dividir la ingesta de linaza en varias porciones durante el día podría ser más efectivo para reducir la glicemia postprandial en comparación con una única porción.

La duración del estudio de 24 horas en comparación con el enfoque de 2 horas en esta investigación puede influir en los resultados, ya que los niveles de glicemia pueden variar a lo largo del día. Además, el hecho de que el consumo de linaza se haya incorporado en forma de muffins podría haber tenido un impacto en cómo el cuerpo metaboliza los nutrientes.

En general, estos resultados resaltan la importancia de considerar diferentes factores, como la presentación y distribución de la linaza en la dieta, así como la duración del estudio, para comprender mejor su efecto sobre la glicemia postprandial.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

- Se comprobó que las semillas de chía (*Salvia hispanica* L.) o linaza (*Linum usitatissimum*) ejercen un efecto hipoglicemiante postprandial en mujeres jóvenes sanas, sin que exista diferencia significativa entre ambas semillas.
- La ingesta de treinta gramos de linaza (*Linum usitatissimum*) ejerce una disminución del 18.6%. sobre la glicemia postprandial en jóvenes sanas.
- La ingesta de treinta gramos de chía (*Salvia hispanica L.*) ejerce una disminución del 20.2%. sobre la glicemia postprandial en jóvenes sanas.
- Se comprobó que no hubo diferencias significativas entre las semillas de chía y linaza en disminuir la glicemia posprandial en jóvenes sanas después de la ingesta de estas semillas.
- La composición química nutricional de las semillas de "chía" (*Salvia hispánica* L.) y de las semillas de linaza (*Linum usitatissimum*) mostraron valores porcentuales de 7.71 y 6.01 de humedad; de 21.22 y 18.37 de proteína; de 22.95 y 19.24 de carbohidratos; de 10.6 y 12.9 de fibra soluble; de 33.7 y 29.8 de fibra insoluble; de 2.13 y 12.05 de lípidos y de 2.50 y 3.14 de elementos minerales totales como cenizas respectivamente.

RECOMENDACIONES

- La presente investigación sugiere que la incorporación de la chía y linaza a la dieta de mujeres sanas disminuye la glucosa postprandial, cuyo efecto puede considerarse semejante porque no muestran diferencias significativas entre ambas.

- Al ejercer efecto hipoglicémico el consumo de estas semillas podría emplearse como una alternativa preventiva no solo para las personas sanas, sino también para los individuos que sufren síndromes metabólicos como pre-diabetes u obesidad.

- Ampliar la investigación integrando ambos géneros para comprobar si el efecto hipoglicemiante se manifiesta en forma semejante.

CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Mundial de la Salud. Alimentación sana. 31 de agosto de 2018. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet
2. Ministerio de Salud. Cerca de 70 mil nuevos casos de diabetes en Perú se registran en lo que va del año. (1 de septiembre de 2014) https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/31639-cerca-de-70-mil-nuevos-casos-de-diabetes-en-peru-se-registran-en-lo-que-va-del-ano
3. Torres-Zapata A, Aparicio-Trápala M, Blé-Castillo J, Corzo-Sosa C. Respuesta Glucémica e Insulínica de Pacientes con Diabetes Tipo 2 al consumo de Sopa de Calabaza Criolla (*Cucurbita pepo* L.) Enriquecida con Almidón de Banano. Información Tecnológica 2012; Vol. 23(2), 71-86. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642012000200009
4. Jácome C, Gaibor S, Mazabanda R, Bayasm I. Alimentos funcionales y su efecto en el control de la diabetes. LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades. 2023; 4(1), 1457–1474. https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.352
5. King D, Mainous A, Lambourne C. Trends in Dietary Fiber Intake in the United States, 1999-2008. Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics. 2012; 112 (5), 642-648. https://doi.org/10.1016/j.jand.2012.01.019
6. Vilcanqui-Perez F, Vilchez-Perales C. Fibra dietaria: nuevas definiciones, propiedades funcionales y beneficios para la salud. Revisión. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Volumen 67, No. 2, Año 2017.
7. Jiménez P, Masson L, Quitral V (2013). Composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega-3. Rev Chil Nutr Vol. 40, Nº2 http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182013000200010
8. Ostojich Z, Sangronis E. Caracterización de semillas de linaza (*Linum usitatissimum* L.) cultivadas en Venezuela. ALAN 2012. vol.62 N° 2 Caracas. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222012000200014&lng=es&nrm=iso
9. Tavarini S, Castagna A, COnte G, Foschi L, Sanmartin C, Incrocci L, Ranieri A, Serra A & Angelini L. Evaluation of Chemical Composition of Two Linseed Varieties as

Sources of Health-Beneficial Substances. Molecules. 2019 Oct; 24(20): 3729. https://doi.org/10.3390%2Fmolecules24203729

10. Parikh M, Netticadan T, Pierce G. Flaxseed: its bioactive components and their cardiovascular benefits. Am J Physiol Heart Circ Physiol 2018; 314: H146-H159. https://doi.org/10.1152/ajpheart.00400.2017
11. Kulczyński B, Kobus-Cisowska J, Taczanowski M, Kmiecik D, Gramza-Michałowska A. The Chemical Composition and Nutritional Value of Chia Seeds - Current State of Knowledge. Nutrients. 2019; May 31; 11(6):1242. https://doi.org/10.3390%2Fnu11061242
12. Seclén SN, Rosas ME, Arias AJ, Huayta E, Medina C. Prevalence of diabetes and impaired fasting glucose in Peru: report from PERUDIAB, a national urban population-based longitudinal study. BMJ Open Diabetes Research and Care 2015; 3: e000110. http://dx.doi.org/10.1136/bmjdrc-2015-000110
13. Seclén S. Diabetes Mellitus en el Perú: hacia dónde vamos. Rev Med Hered vol.26 no.1 Lima ene. 2015 http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2015000100001&lng=es&nrm=iso
14. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (CENAN) Situación nutricional por etapas de vida. Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO 2009-2010). Instituto Nacional de Salud, MINSA. 2011. Lima.
15. Seclén S, Rosas M, Arias A & Medina C. Elevated incidence rates of diabetes in Peru: report from PERUDIAB, a national urban population-based longitudinal study. Elevated incidence rates of diabetes in Peru: report from PERUDIAB, a national urban population-based longitudinal study. BMJ Open Diabetes Res Care. 2017; 5(1): e000401. https://doi.org/10.1136%2Fbmjdrc-2017-000401
16. Arbañil Huamán, César. Síndrome Metabólico- Definición y Prevalencia. Rev. Per. Ginecol. Obstet. 2011: 57: 233-236. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2304-51322011000400004&lng=es&nrm=iso

17. McRae M. Dietary Fiber Is Beneficial for the Prevention of Cardiovascular Disease: An Umbrella Review of Meta-analyses. J Chiropr Med. 2017 Dec; 16(4): 289–299. https://doi.org/10.1016%2Fj.jcm.2017.05.005
18. Capitani M. Caracterización y funcionalidad de subproductos de chía Salvia hispanica L. [Tesis doctoral, Universidad Nacional de la Plata]. Buenos Aires. 2013
19. Ixtaina V, Capitani M, Nolasco S. Caracterización Microestructural de la semilla y el mucílago de chía (Salvia hispanica L) Congreso; XXVIII Congreso Argentino de Química. 2010. http://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?keywords=&id=36806&congresos=yes&detalles=yes&congr_id=906650
20. Flores M. EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE CHÍA (Salvia hispanica L.) CON DOS DENSIDADES DE SIEMBRA Y DOS TIPOS DE FERTILIZANTE ORGÁNICO, EN LA COMUNIDAD DE MANZANAYOCC-ACOBAMBA. [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Huancavelica] 2017
21. Di Sapio O. Caracterización Morfoanatómica de Hoja, Tallo, Fruto y Semilla de *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae). Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas, 2012. Vol. 11, núm. 3, pp. 249-268 Disponible en https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85622739007
22. ITIS (Integrated Taxonomic Information System), s.f. a. Salvia hispanica L. Recuperado el 6 de junio, 2023 de https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=32718&print_version=SCR&source=from_print#null
23. Benetoli T, Castro de Melo S, Bezerra A, Ambrosano L, Calzavara J, Zaratin C, Secco D, Ferreira R, Celso A, Daiane da Silva G. Response of chia (*Salvia hispanica*) to sowing times and phosphorus rates over two crop cycles. Heliyon. 2020 Volume 6, Issue 9, September. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05051
24. Pastor S. Efecto de seis densidades de siembra en el rendimiento y calidad de Salvia hispanica L. cv. negra en Moche, Trujillo - La Libertad [Tesis para optar por el Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Trujillo]. 2015
25. Di Sapio O, Bueno M, Busilacchi H, Severin C. Chía: Importante antioxidante vegetal. Revista Agromensajes de la Facultad. 2008. http://hdl.handle.net/2133/1249

26. Quáker (s.f.) BENEFICIOS DE LA CHÍA: DESCUBRE LAS PROPIEDADES DE ESTA SÚPER SEMILLA. https://quaker.lat/mx/articulos/beneficios-de-la-chia-descubre-las-propiedades-de-esta-super-semilla/
27. Ministerio de Salud de Chile. MHT: medicamentos herbarios tradicionales: 103 especies vegetales. 2010 Recuperado de: https://www.minsal.cl/portal/url/item/7d98ad06d33d83d5e04001011f016dbb.pdf
28. ITIS (Integrated Taxonomic Information System), s.f. b *Linum usitatissimum* L. Recuperado el 6 de junio, 2023 de https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=29226&print_version=PRT&source=to_print#null
29. D' Ambrosio U, Garnatje T, Gras A, Parada M, Vallès J. *Linum usitatissimum* L. en Inventario Español de los Conocimientos Tradicionales Relativos a la Biodiversidad Agrícola I: 170-180. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (España). 2018 Obtenido de: http://hdl.handle.net/10261/197226
30. CFIA (Canadian Food Inspection Agency). The Biology of *Linum usitatissimum* L. (Flax). 2019. Recuperado el 6 de junio, 2023 de https://inspection.canada.ca/plant-varieties/plants-with-novel-traits/applicants/directive-94-08/biology-documents/linum-usitatissimum-l-flax-/eng/1330979709525/1330979779866#a3
31. Torres-Sobenes, B y Agreda-Duffaut, G. Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de producción de hojuelas de linaza (*Linum usitatissinum*) [Trabajo de investigación para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad de Lima] 2016. Recuperado de: http://doi.org/10.26439/ulima.tesis/5275
32. Kajla P, Sharma A, Sood D. Flaxseed - a potential functional food source. J Food Sci Technol. 2015. Apr; 52(4):1857-71. https://doi.org/10.1007%2Fs13197-014-1293-y
33. Nestlé. ¿Para qué sirve la linaza y cómo consumirla? 2022. https://www.recetasnestle.com.pe/escuela-sabor/ingredientes/semillas-de-linaza
34. SANITAS. Niveles de glucosa en sangre. (s.f.) Recuperado el 06 de Junio, 2023 en https://www.sanitas.es/sanitas/seguros/es/particulares/biblioteca-de-salud/diabetes/niveles-glucosa-sangre.html

35. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) (s.f.) Guía de Atención Integral de la Diabetes para el 1er y 2do Nivel de Atención. https://extranet.who.int/ncdccs/Data/GTM_D1_GuiaDIABETESMELLITUS.pdf
36. World Health Organization. Carbohydrates in human nutrition. Chapter 4 - The role of the glycemic index in food choice. FAO Food and Nutrition Paper – 66. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. Rome, 1997; 14-18
37. Organización Mundial de la Salud. Obesidad y sobrepeso (9 de junio de 2021). Disponible en: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight
38. Salas-Salvado J, Rubio M, Montserrat B, Moreno B, Grupo Colaborativo de la SEEDO. Consenso SEEDO 2007 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. Medicina Clínica. Vol. 128. Núm. 5. páginas 184-196 (Febrero 2007)
39. Carmenate L, Moncada F, Borjas E. Manual de medidas antropométricas. 1ra edición. 2014. IRET-UNA Recuperado de: http://hdl.handle.net/11056/8632
40. Farré R. Evaluación del estado nutricional (dieta, composición corporal, bioquímica y clínica). En Carbajal, Á. & Martínez, C. (Ed.), Manual Práctico de Nutrición y Salud Kellogg's. 2012
41. Planas M, Pérez-Portabella C, Martínez C. Valoración del estado nutricional en el adulto y en el niño. En: Tratado de Nutrición. Tomo III. A. Gil (ed.).Panamericana. Madrid. 2010.
42. CLEVELAND CLINIC (s.f.) Hematocrit. Recuperado el 06 de Junio, 2023 https://my.clevelandclinic.org/health/diagnostics/17683-hematocrit
43. National Heart, Lung, and Blood Institute (NHLBI). Your Guide to Anemia. 2021. https://www.nhlbi.nih.gov/resources/your-guide-anemia
44. American Association of Cereal Chemists International (ACC). Definition of dietary fiber. Cereal Foods World 2001; 46(3), pp. 112-125.
45. Rivas S. Valorización de Hemicelulosas de Biomasa Vegetal. [Tesis para optar por el grado de Doctor]. Universidade de Vigo. Vigo, España. 2014 https://www.investigo.biblioteca.uvigo.es/xmlui/handle/11093/141

46. Villanueva-Flores R. Fibra dietaria: una alternativa para la alimentación. Ingeniería Industrial. 2019 (037), 229-242. https://doi.org/10.26439/ing.ind2019.n037.4550
47. Beltrán M. Alimentos funcionales. Farmacia Profesional. 2016; Vol. 30. Núm. 3. pp. 12-14 https://www.elsevier.es/es-revista-farmacia-profesional-3-articulo-alimentos-funcionales-X0213932416546681
48. Benavente-García O. Antioxidantes en la Salud, en la Enfermedad y en la Alimentación. Alimentos Funcionales [Presentación de PowerPoint]. Universidad de Murcia. 2012
49. A.O.A.C. Official Methods of Analysis. 15th Edition, Association of Official Analytical Chemists. 1990. Washington DC.
50. Prosky L, Asp N, Schweizer T, DeVries J, Furda I. Determination of insoluble soluble and total dietary fiber in foods and food products; Interlaboratory Study. J. AOAC 1988. 71:1017-1023
51. Jordan T. Guía Técnica: procedimiento para la determinación de hemoglobina mediante hemoglobinómetro portátil – Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2013.
52. García M, Miranda C. Composición nutricional, propiedades funcionales, componentes bioactivos y actividad antioxidante de dos variedades de semillas de chia (*Salvia hispanica* L.) de cultivo convencional y orgánico en el Perú. [Tesis de Licenciatura en Nutrición y Dietética]. UPC. Lima, Perú. 2017
53. Coelho M, Salas-Mellado M. Chemical Characterization of chia (*Salvia hispanica* L.) for Use in Food Products. Journal of Food and Nutrition Research, 2014, Vol. 2, No. 5, 263-269
54. Kajla P, Sharma A, Sood D (2015) Flaxseed - a potential functional food source. J Food Sci Technol. Apr; 52(4):1857-71. https://doi.org/10.1007%2Fs13197-014-1293-y
55. Moreira F, Gonçalves C, Fonseca A, Donatti A. Acute Flaxseed Intake Reduces Postprandial Glycemia in Subjects with Type 2 Diabetes: A Randomized Crossover Clinical Trial. Nutrients 2022. Sep 10;14(18):3736 https://doi.org/10.3390/nu14183736

56. Vuksan V, Choleva L, Jovanovski E, Jenkins AL, Au-Yeung F, Dias AG, Ho HV, Zurbau A, Duvnjak L. Comparison of flax (*Linum usitatissimum*) and Salba-chia (*Salvia hispanica* L.) seeds on postprandial glycemia and satiety in healthy individuals: a randomized, controlled, crossover study. Eur J Clin Nutr. 2016; Feb;71(2):234-238 https://doi.org/10.1038/ejcn.2016.148
57. Almehmadi A, Lightowler H, Chohan M, Clegg M (2021) The effect of a split portion of faxseed on 24-h blood glucose response. European Journal of Nutrition (2021) 60:1363–1373 https://doi.org/10.1007/s00394-020-02333-x

CAPÍTULO VIII. ANEXOS

Anexo I**.** Datos Morfométricos, Hemoglobina y Hematocrito de los participantes.

CÓDIGO	NOMBRE	EDAD	TALLA (cm)	PESO (kg)	ANTECEDENTES	E^2	IMC	Hb g/dL	Hto. %
1	---	20	1.54	47.0	NO	2.372	19.818	12.0	36.0
2	---	19	1.56	57.7	NO	2.434	23.710	11.0	33.0
3	---	21	1.53	49.6	NO	2.341	21.188	14.0	42.0
4	---	18	1.46	45.6	NO	2.132	21.392	14.0	42.0
5	---	19	1.59	57.3	NO	2.528	22.665	13.0	39.0
6	---	18	1.57	53.0	NO	2.465	21.502	12.0	36.0
7	---	21	1.58	60.0	NO	2.496	24.038	13.0	39.0
8	---	20	1.60	58.0	NO	2.560	22.656	12.0	36.0
9	---	19	1.53	50.0	NO	2.341	21.359	12.0	36.0
10	---	19	1.49	43.5	NO	2.220	19.600	12.0	36.0
11	---	21	1.63	50.3	NO	2.657	18.900	13.3	40.0
12	---	26	1.50	47.0	NO	2.250	20.900	13.0	39.0
13	---	23	1.72	64.0	NO	2.620	24.427	15.3	45.0
14	---	21	1.55	54.0	NO	2.250	22.500	13.7	41.0
15	---	24	1,45	37.0	NO	2.103	17.600	13.7	39.0
16	---	22	1.54	52.6	NO	2.372	22.200	13.0	39.0
17	---	22	1.55	52.4	NO	2.403	21.810	13.0	39.0
18	---	19	1.62.	52.5	NO	2.624	20.000	13.8	41.5
19	---	20	1.61	48.0	NO	2.592	18.500	13.3	40.0
20	---	21	1.55	50.5	NO	2.403	21.020	14.0	42.0
21	---	19	1.54	52.6	NO	2.372	22.180	12.7	38.0
22	---	22	1.59	52.2	NO	2.528	20.650	13.0	39.0
23	---	20	1.55	52.2	NO	2.403	22.560	12.7	38.0
24	---	19	1.55	54.2	NO	2.403	19.100	12.0	36.0
25	---	19	1.52	51.5	NO	2.310	22.291	12.9	38.7

Anexo II: Concentraciones de glicemia postprandial de las participantes después de consumir solo glucosa.

		GLUCOSA (mg/dL) 9/04/19				
CÓDIGO	NOMBRE	BASAL	30min	60min	90min	120min
1	---	95.0	155.0	132.0	99.0	70.0
2	---	93.0	166.0	146.0	131.0	88.0
3	---	98.0	180.0	159.0	141.0	122.0
4	---	99.0	169.0	146.0	115.0	113.0
5	---	96.0	161.0	147.0	136.0	96.0
6	---	97.0	157.0	142.0	127.0	106.0
7	---	89.0	168.0	145.0	110.0	90.0
8	---	95.0	155.0	132.0	119.0	80.0
9	---	98.0	180.0	158.0	138.0	103.0
10	---	88.0	153.0	128.0	109.5	114.0
11	---	98.5	118.0	123.0	116.7	83.0
12	---	81.5	145.5	117.5	142.0	113.0
13	---	90.0	119.5	108.0	108.5	84.0
14	---	79.0	112.5	137.0	117.0	106.0
15	---	87.0	140.0	127.5	125.0	107.5
16	---	102.5	147.0	141.5	124.0	125.5
17	---	99.0	176.0	150.0	130.0	100.0
18	---	89.0	134.0	106.0	107.0	82.5
19	---	87.5	136.0	144.5	116.8	119.0
20	---	88.0	144.0	143.0	115.0	109.0
21	---	91.5	141.0	120.0	120.5	103.5
22	---	90.5	150.0	145.5	128.5	117.5
23	---	90.0	149.0	135.0	118.5	80.0
24	---	89.0	138.0	119.0	120.5	118.0
25	---	92.0	156.0	142.0	124.0	111.0

Anexo III: Concentraciones de glicemia postprandial después del consumo de glucosa más chía.

		GLUCOSA (mg/dL) + Chia 16/04/19				
CÓDIGO	NOMBRE	BASAL	30min	60min	90min	120min
1	---	90.0	127.0	127.0	125.0	98.0
2	---	99.0	148.0	136.0	118.0	85.0
3	---	94.0	169.0	160.0	141.0	98.0
4	---	93.0	150.0	137.0	122.0	98.0
5	---	97.0	145.0	120.0	110.0	87.0
6	---	96.0	148.0	132.0	112.0	97.0
7	---	85.0	158.0	135.0	119.0	86.0
8	---	94.0	132.0	119.0	111.0	90.0
9	---	95.0	150.0	140.0	126.0	91.0
10	---	80.0	143.0	122.0	108.0	92.0
11	---	96.0	138.0	128.0	106.0	80.0
12	---	85.0	143.0	120.0	117.0	98.0
13	---	90.0	120.0	100.0	99.0	80.0
14	---	92.0	110.0	129.0	108.0	94.0
15	---	85.0	135.0	123.0	118.0	90.0
16	---	100.0	148.0	130.0	120.0	100.0
17	---	98.0	165.0	146.0	125.0	90.0
18	---	81.0	122.0	100.0	98.0	70.0
19	---	88.0	149.0	126.0	110.0	102.0
20	---	86.0	135.0	119.0	102.0	83.0
21	---	98.0	141.0	117.0	121.0	111.0
22	---	87.0	143.0	123.0	104.0	106.0
23	---	95.0	137.7	119.0	117.0	97.0
24	---	92.0	135.3	115.0	111.0	95.0
25	---	90.0	145.0	138.0	108.0	90.0

Anexo IV: Concentraciones de glicemia postprandial después del consumo de glucosa más linaza.

		GLUCOSA (mg/dL) + Linaza 23/04/19				
CÓDIGO	NOMBRE	BASAL	30min	60min	90min	120min
1	---	96.0	168.0	106.0	107.0	87.0
2	---	89.0	148.0	125.0	116.0	90.0
3	---	99.0	160.0	148.0	143.0	97.0
4	---	93.0	151.0	124.0	121.0	94.0
5	---	95.0	153.0	131.0	107.0	57.0
6	---	98.0	131.0	121.0	110.0	99.0
7	---	89.0	150.0	128.0	100.0	87.0
8	---	87.0	138.0	118.0	98.0	86.0
9	---	93.0	147.0	139.0	116.0	90.0
10	---	102.0	177.0	133.0	124.0	111.0
11	---	95.0	129.0	110.0	116.0	75.7
12	---	78.0	159.0	128.0	133.0	106.0
13	---	84.0	128.0	109.0	108.0	94.0
14	---	81.0	140.0	144.0	121.0	99.0
15	---	83.0	141.0	126.0	117.0	98.0
16	---	100.0	159.0	137.0	122.0	115.0
17	---	90.0	147.0	127.0	110.0	88.0
18	---	82.0	126.0	98.0	90.0	74.0
19	---	87.0	130.0	120.0	98.0	86.0
20	---	88.0	130.0	125.0	100.0	90.0
21	---	90.0	133.0	110.0	99.0	84.0
22	---	89.0	145.0	128.0	117.0	100.0
23	---	90.0	130.0	125.0	111.0	76.0
24	---	93.0	130.0	120.0	96.0	83.0
25	---	93.0	150.0	143.0	136.0	96.0

ANEXO V. Análisis estadístico de Glicemia Postprandial

Factores dentro de sujetos

Medida: MEASURE_1

Tiempo	Variable dependiente
1	BASAL
2	T1
3	T2
4	T3
5	T4

Factores inter-sujetos

		Etiqueta de valor	N
TRATAMIENTO	1	GLUCOSA	25
	2	CHIA	25
	3	LINAZA	25

Estimaciones

Medida: MEASURE_1

TRATAMIENTO		Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
GLUCOSA	1	92.120	1.164	89.799	94.441
	2	150.020	3.042	143.956	156.084
	3	135.780	2.635	130.527	141.033
	4	121.580	2.273	117.048	126.112
	5	101.660	2.506	96.665	106.655
CHIA	1	91.440	1.164	89.119	93.761
	2	141.480	3.042	135.416	147.544
	3	126.440	2.635	121.187	131.693
	4	114.240	2.273	109.708	118.772
	5	92.320	2.506	87.325	97.315
LINAZA	1	90.560	1.164	88.239	92.881
	2	144.000	3.042	137.936	150.064
	3	124.920	2.635	119.667	130.173
	4	112.640	2.273	108.108	117.172

5	90.508	2.506	85.513	95.503

Comparaciones por parejas

Medida: MEASURE_1

Tiempo			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.[b]	95% de intervalo de confianza para diferencia[b]	
						Límite inferior	Límite superior
1	GLUCOSA	CHIA	.680	1.647	.681	-2.603	3.963
		LINAZA	1.560	1.647	.347	-1.723	4.843
	CHIA	GLUCOSA	-.680	1.647	.681	-3.963	2.603
		LINAZA	.880	1.647	.595	-2.403	4.163
	LINAZA	GLUCOSA	-1.560	1.647	.347	-4.843	1.723
		CHIA	-.880	1.647	.595	-4.163	2.403
2	GLUCOSA	CHIA	8.540	4.302	.051	-.036	17.116
		LINAZA	6.020	4.302	.166	-2.556	14.596
	CHIA	GLUCOSA	-8.540	4.302	.051	-17.116	.036
		LINAZA	-2.520	4.302	.560	-11.096	6.056
	LINAZA	GLUCOSA	-6.020	4.302	.166	-14.596	2.556
		CHIA	2.520	4.302	.560	-6.056	11.096
3	GLUCOSA	CHIA	9.340*	3.726	.014	1.911	16.769
		LINAZA	10.860*	3.726	.005	3.431	18.289
	CHIA	GLUCOSA	-9.340*	3.726	.014	-16.769	-1.911
		LINAZA	1.520	3.726	.685	-5.909	8.949
	LINAZA	GLUCOSA	-10.860*	3.726	.005	-18.289	-3.431
		CHIA	-1.520	3.726	.685	-8.949	5.909
4	GLUCOSA	CHIA	7.340*	3.215	.025	.931	13.749
		LINAZA	8.940*	3.215	.007	2.531	15.349
	CHIA	GLUCOSA	-7.340*	3.215	.025	-13.749	-.931
		LINAZA	1.600	3.215	.620	-4.809	8.009
	LINAZA	GLUCOSA	-8.940*	3.215	.007	-15.349	-2.531
		CHIA	-1.600	3.215	.620	-8.009	4.809
5	GLUCOSA	CHIA	9.340*	3.544	.010	2.276	16.404
		LINAZA	11.152*	3.544	.002	4.088	18.216
	CHIA	GLUCOSA	-9.340*	3.544	.010	-16.404	-2.276
		LINAZA	1.812	3.544	.611	-5.252	8.876
	LINAZA	GLUCOSA	-11.152*	3.544	.002	-18.216	-4.088
		CHIA	-1.812	3.544	.611	-8.876	5.252

Se basa en medias marginales estimadas

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

b. Ajuste para varias comparaciones: menor diferencia significativa (equivalente a sin ajustes).

Comparaciones múltiples

Medida: MEASURE_1

(I) TRATAMIENTO			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	GLUCOSA	CHIA	7.0480*	2.45441	.015	1.1743	12.9217
		LINAZA	7.7064*	2.45441	.007	1.8327	13.5801
	CHIA	GLUCOSA	-7.0480*	2.45441	.015	-12.9217	-1.1743
		LINAZA	.6584	2.45441	.961	-5.2153	6.5321
	LINAZA	GLUCOSA	-7.7064*	2.45441	.007	-13.5801	-1.8327
		CHIA	-.6584	2.45441	.961	-6.5321	5.2153
Bonferroni	GLUCOSA	CHIA	7.0480*	2.45441	.016	1.0318	13.0642
		LINAZA	7.7064*	2.45441	.007	1.6902	13.7226
	CHIA	GLUCOSA	-7.0480*	2.45441	.016	-13.0642	-1.0318
		LINAZA	.6584	2.45441	1.000	-5.3578	6.6746
	LINAZA	GLUCOSA	-7.7064*	2.45441	.007	-13.7226	-1.6902
		CHIA	-.6584	2.45441	1.000	-6.6746	5.3578

Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática (Error) = 75.301.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

MEASURE_1

TRATAMIENTO		N	Subconjunto	
			1	2
HSD Tukey[a,b]	LINAZA	25	112.5256	
	CHIA	25	113.1840	
	GLUCOSA	25		120.2320
	Sig.		.961	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática (Error) = 75.301.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 25.000.

b. Alfa = .05.

ANEXO VI. Análisis del Área Bajo la Curva Glicémica

Resumen de procesamiento de casos

		Casos					
		Válido		Perdidos		Total	
TIPO_DE_ALIMENTO		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
AUC	GLUCOSA	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%
	CHIA	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%
	LINAZA	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%

Pruebas de normalidad

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
TIPO_DE_ALIMENTO		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
AUC	GLUCOSA	.173	25	.052	.946	25	.208
	CHIA	.089	25	.200*	.974	25	.747
	LINAZA	.103	25	.200*	.948	25	.225

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Estadísticos descriptivos

	Media	Desviación estándar	N
AUC_GLUCOSA	2049.0968	522.71120	25
AUC_CHIA	1634.1716	469.70172	25
AUC_LINAZA	1666.6968	523.16310	25

Prueba de homogeneidad de varianza

		Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
AUC	Se basa en la media	.092	2	72	.912
	Se basa en la mediana	.106	2	72	.899
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.106	2	69.226	.899
	Se basa en la media recortada	.095	2	72	.909

Comparaciones por parejas

Medida: MEASURE_1

(I) ALIMENTO		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.[b]	95% de intervalo de confianza para diferencia[b]	
					Límite inferior	Límite superior
GLUCOSA	CHIA	414.925*	75.655	.000	220.216	609.634
	LINAZA	382.400*	92.836	.001	143.474	621.326
CHIA	GLUCOSA	-414.925*	75.655	.000	-609.634	-220.216
	LINAZA	-32.525	105.335	1.000	-303.620	238.570
LINAZA	GLUCOSA	-382.400*	92.836	.001	-621.326	-143.474
	CHIA	32.525	105.335	1.000	-238.570	303.620

Se basa en medias marginales estimadas

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

b. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

Nota:
Los nombres de chía y linaza se refieren a los tratamientos del consumo de glucosa más chía y glucosa más linaza en todos los casos.

ANEXO VII. Análisis de la Concentración Máxima de Glucosa Postprandial.

Factores dentro de sujetos

Medida: MEASURE_1

ALIMENTO	Variable dependiente
1	PICO_GLUCOSA
2	PICO_CHIA
3	PICO_LINAZA

Estadísticos descriptivos

	Media	Desviación estándar	N
PICO_GLUCOSA	59.4200	14.32777	25
PICO_CHIA	50.8000	11.37281	25
PICO_LINAZA	53.6000	12.43315	25

Comparaciones por parejas

Medida: MEASURE_1

(I) ALIMENTO	(J) ALIMENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.[b]	95% de intervalo de confianza para diferencia[b]	
					Límite inferior	Límite superior
GLUCOSA	CHIA	8.620*	2.037	.001	3.376	13.864
	LINAZA	5.820	2.707	.126	-1.147	12.787
CHIA	GLUCOSA	-8.620*	2.037	.001	-13.864	-3.376
	LINAZA	-2.800	2.717	.939	-9.792	4.192
LINAZA	GLUCOSA	-5.820	2.707	.126	-12.787	1.147
	CHIA	2.800	2.717	.939	-4.192	9.792

Se basa en medias marginales estimadas

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

b. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

Nota:

Los nombres de chía y linaza se refieren a los tratamientos del consumo de glucosa más chía y glucosa más linaza en todos los casos.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

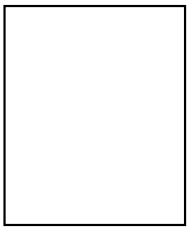
(Letra imprenta)

Como participante de la prueba de investigación sobre los efectos que producen las semillas de *Salvia hispánica* "chía" y *Linum usitatissimum* "linaza ", usted tiene derecho a ser informado a cerca de los beneficios y riesgos del procedimiento a realizarse con la finalidad que tome la decisión libre y voluntaria de autorizar dicho procedimiento.

1. Yo,…… …….. identificado con documento de identidad Nº …….., conste por el presente documento :
   a. Que he sido debidamente informado sobre la ingestión de:
   ……
   ……..
   ……
   ……
   ……
   …… y
   la necesidad de realizar en mi persona la punción de sangre periférica.

   b. Que se me ha explicado verbalmente, respecto al procedimiento y el riesgo posible inmediato y remoto, complicaciones, efectos indeseables que pudiera derivarse del mismo (sabor, olor, intensificación del tránsito gastrointestinal).
2. Certifico que he leído y comprendido perfectamente lo anterior y que todos los espacios en blanco han sido completados antes de mi firma, así como estoy plenamente consciente de la naturaleza y objeto de dicho procedimiento y que me encuentro en capacidad de expresar mi libre albedrío y conozco mi derecho a rechazar la participación o revocar este consentimiento.

Fecha (D/M/A……. Hora: ……



Firma: ……

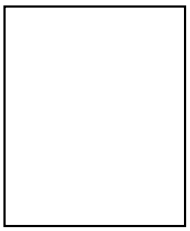
Nombre: …….

Doc. Identidad: …….

REVOCATORIA

Por el presente expreso mi voluntad de revocar mi consentimiento previamente firmado. Soy consciente de los riesgos que pueda acarrear a mi salud el no aceptar la realización del procedimiento a mi persona haciéndome responsable de las consecuencias que pueda derivarse de mi decisión.

Fecha (D/M/A……. Hora: ……



Firma: ……

Nombre: …….

Doc. Identidad: …….