

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD



**Influencia de la dieta de algarrobo y dieta estándar sobre los
índices corporales y perfil lipídico en ratas hembras Holtzman**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
LICENCIADO EN NUTRICIÓN Y DIETÉTICA**

AUTORA

Salome Callirgos Terrones

ASESORA

María del Carmen Taipe Aylas

Lima, Perú

2024

METADATOS COMPLEMENTARIOS**Datos de los Autores****Autor 1**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Autor 2

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Autor 3

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Autor 4

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Datos de los Asesores**Asesor 1**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (Obligatorio)	

Asesor 2

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (Obligatorio)	

Datos del Jurado**Presidente del jurado**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Segundo miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Tercer miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos de la Obra

Materia*	
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado:	
Idioma	
Tipo de trabajo de investigación	
País de publicación	
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	
Grado académico o título profesional	
Nombre del programa	
Código del programa Consultar el listado:	

***Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesauro).**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA LICENCIATURA

ACTA N° 047-2024

En la ciudad de Lima, a los trece días del mes de Mayo del año dos mil veinticuatro, siendo las 09:40 horas, la Bachiller Callirgos Terrones, Salome sustenta su tesis denominada **“Influencia de la dieta de algarrobo y dieta estándar sobre los índices corporales y perfil lipídico en ratas hembras Holtzman”** para obtener el Título Profesional de Licenciado en Nutrición y Dietética, del Programa de Estudios de Nutrición y Dietética.

El jurado calificó mediante votación secreta:

- | | |
|--|--------------------|
| 1.- Prof. Luis Neyra De La Rosa | APROBADO : BUENO |
| 2.- Prof. Josselyne Rocio Escobedo Encarnación | APROBADO : BUENO |
| 3.- Prof. Jhelmira Bermudez Aparicio | APROBADO : REGULAR |

Habiendo concluido lo dispuesto por el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Católica Sedes Sapientiae y siendo las 10:25 horas, el Jurado da como resultado final, la calificación de:

APROBADO : BUENO

Es todo cuanto se tiene que informar.


Prof. Luis Neyra De La Rosa
Presidente


Prof. Josselyne Rocio Escobedo Encarnación


Prof. Jhelmira Bermudez Aparicio

Lima, 13 de Mayo del 2024

Anexo 2

CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE TESIS / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO

Ciudad, Lima 04 de julio de 2024

Señor(a),
Yordanis Enríquez Canto
Jefe del Departamento de Investigación
Facultad de Ciencias de la Salud

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que la tesis, bajo mi asesoría, con título: Influencia de la dieta de algarrobo y dieta estándar sobre los índices corporales y perfil lipídico en ratas hembras Holtzman, presentado por Salome Callirgos Terrones (código: 2010100143 / DNI: 40022021) para optar el título profesional de Licenciado en Nutrición y Dietética ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser sustentado ante el Jurado Evaluador.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 6 %**. Por tanto, en mi condición de asesor(a), firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



Firma del Asesor (a)
DNI N°: 09732261
ORCID:0000-0003-4476-542X
Facultad de Ciencias de la Salud

* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

Influencia de la dieta de algarrobo y dieta estándar sobre los índices corporales y perfil lipídico en ratas hembras Holtzman

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a Dios por darme la vida, la salud, la fortaleza, la inteligencia y la capacidad de haber podido culminar con éxito, gracias por tu infinito amor.

A mi adorada familia, por ser el soporte y amor que me muestran en cada etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Católica Sedes Sapientiae, por fomentar el espíritu de investigación y brindarme una formación científica.

A mi asesora, María del Carmen Taípe Aylas, por su incomparable apoyo, asesoramiento, preocupación y dedicación.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de la dieta de algarrobo y dieta estándar sobre los índices corporales y perfil lipídico en ratas hembras Holtzman de 16 a 23 semanas durante el 2022. El diseño del estudio fue de tipo analítico, prospectivo, longitudinal y experimental. Se trabajó con 34 ratas hembras, de cepa Holtzman, las cuales se obtuvieron del bioterio de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Para procesar los datos se utilizó el Software estadístico Stata 16, el análisis fue realizado utilizando la Prueba F de igualdad de varianzas, Prueba Shapiro-Wilk de normalidad, Prueba de la Mediana y Prueba t de Student. Para esto, se realizó la asignación de grupos de manera aleatoria, es decir; GDE, alimentación con dieta estándar; GHA, alimentación con harina de algarroba. Asimismo, en la presente investigación se trabajó con pruebas estadísticas multivariantes. Dicho estudio se realizó en las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria La Molina, brindando todas las facilidades para lograr el objetivo propuesto. Este estudio concluye que la dieta de algarrobo contribuyó a un decremento de Triglicéridos, Índice de Lee, Perímetro abdominal y Perímetro de cuello, en comparación con la dieta estándar, de la semana 16 a la semana 23 de vida, y la dieta estándar contribuyó a un incremento de HDL, Perímetro abdominal y Perímetro de cuello, en comparación con la dieta de Algarrobo, de la semana 16 a la semana 23 de vida.

Palabras clave: Obesidad, harina de algarroba, dieta estándar.

ABSTRACT

The present investigation had as general objective to determine the influence of the carob diet and standard diet on the body indices and lipid profile in female Holtzman rats from 16 to 23 weeks during 2022. The design of the present study was analytical, prospective, longitudinal and experimental. We worked with 34 female rats, of the Holtzman strain, which were obtained from the vivarium of the Universidad Nacional Agraria La Molina. Also, we worked with quantitative variables. Statistical software was used to process the data Stata 16, the analysis was carried out using the F test for equality of variances, the Shapiro-Wilk test for normality, the Median test and the student's t test. For this, the groups were assigned randomly, that is; GDE, standard diet feeding; GHA, feeding with carob flour. Likewise, in this research we worked with multivariate statistical tests. This study was carried out in the facilities of the National Agrarian University La Molina, providing all the facilities to achieve the proposed objective. This study concludes that the carob diet contributed to a decrease in Triglycerides, Lee Index, Abdominal circumference and Neck circumference, compared to the standard diet, from week 16 to week 23 of life, and the standard diet contributed to an increase in HDL, abdominal perimeter and neck perimeter, compared to the Algarrobo diet, from week 16 to week 23 of life.

Keywords: Obesity, carob flour, standard diet.

ÍNDICE

Resumen	v
Índice	vii
Introducción	ix
Capítulo I El problema de investigación	10
1.1. Situación problemática	10
1.2. Formulación del problema	12
1.3. Justificación de la investigación	12
1.4. Objetivos de la investigación	13
1.4.1. Objetivo general	13
1.4.2. Objetivos específicos	13
1.5. Hipótesis	13
Capítulo II Marco teórico	14
2.1. Antecedentes de la investigación	14
2.2. Bases teóricas	16
Capítulo III Materiales y métodos	24
3.1. Tipo de estudio y diseño de la investigación	24
3.2. Población y muestra	24
3.2.1. Tamaño de la muestra	24
3.2.2. Selección del muestreo	24
3.2.3. Criterios de inclusión y exclusión	25
3.3. Variables	25
3.3.1. Definición conceptual y operacionalización de variables	25
3.4. Plan de recolección de datos e instrumentos	29
3.5. Plan de análisis e interpretación de la información	33
3.6. Ventajas y limitaciones	34
3.7. Aspectos éticos	35
Capítulo IV Resultados	36
Capítulo V Discusión	42
5.1. Discusión	42
5.2. Conclusión	43
5.3. Recomendaciones	44
Referencias bibliográficas	45
Anexos	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Perfil lipídico de ratas Holtzman hembras	30
Tabla 2. Dieta estándar	32
Tabla 3. Dieta de harina de algarrobo composición	32
Tabla 4. Estadísticos de los grupos de dietas antes del tratamiento. Sombreado con color rosa la variable con más diferencia entre los grupos	36
Tabla 5. Prueba F de igualdad de Varianzas, Semana 16 de vida	36
Tabla 6. Prueba de Shaipro-Wilk de normalidad, Semana 16 de vida	37
Tabla 7. Prueba de la mediana y prueba t por cada variable en la semana 16 de vida. Sombreado con color rosa $p < 0.05$	37
Tabla 8. Estadísticos de los grupos de dietas después del tratamiento. Sombreado con color rosa la variable con más diferencia entre los grupos.	38
Tabla 9. Prueba de la mediana y prueba t por cada variable en la semana 23 de vida. Sombreado con color rosa $p < 0.05$	39
Tabla 10. Diferencias de la mediana de la semana 23 respecto a la semana 16 de vida. Pueden observarse los incrementos y decrementos de los valores al final del tratamiento. Pintado en rosa las variables con cambios importantes.	40

INTRODUCCIÓN

La obesidad, al igual que el sobrepeso, se han convertido en un problema de salud pública. Esta es una enfermedad crónica muy compleja caracterizada por una acumulación excesiva de grasa corporal, afectando negativamente la salud. Se inicia en los primeros años de vida y la adolescencia, se realiza mediante un desorden alimenticio entre la ingesta y el gasto energético. Mientras, que el sobrepeso es el hecho de pesar demasiado con relación a la estatura que tiene el individuo (1).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la obesidad y el sobrepeso son una amenaza principal para la salud, ya que adquiere proporciones de tipo epidemia (unos 4 millones de individuos fallecen cada año a causa de la obesidad y el sobrepeso en adultos) y esto sigue en aumento. Entre 1975 y 2016, la prevalencia de obesidad y sobrepeso en adolescentes y niños fue del 4% al 18% siendo uno de los aspectos de carga de morbilidad por malnutrición. Actualmente, hay más personas obesas que personas con insuficiencia ponderal en todas las regiones, excepto en el África subsahariana y Asia. En 2022, más de 650 millones de adultos (mayores de 18 años) eran obesos. Asimismo, más de 1300 millones de adultos (mayores de 18 años) tenían sobrepeso. Más de 400 millones de niños y adolescentes (entre 5 y 19 años) tenían sobrepeso o eran obesos. Se cuadruplicó en todo el mundo (2).

En los países de ingresos medianos y bajos se han incrementado los problemas de sobrepeso y obesidad. Estos van en aumento por los malos hábitos alimentarios y comidas rápidas, especialmente en las zonas urbanas. La obesidad es un problema de salud pública, debido a que se relaciona con el desarrollo de enfermedades no transmisibles, las que ocasionan morbimortalidades en el mundo (2).

En el Perú, según la ENDES, se incrementó la incidencia de obesidad: los adultos presentaron el 19.8% de obesidad y los niños presentaron un 8.9%. Esto es catalogado como un problema de salud pública por su rápido avance y deterioro de la salud conllevando retos para el Sistema de Salud por las consecuencias a largo plazo como la hipertensión arterial, diabetes mellitus, el ovario poliquístico y el síndrome metabólico, entre otra patología. Esta situación nos lleva a educar sobre estilos de vida saludables para prevenirlos a tiempo (3).

Desde finales del siglo XIX, el estudio de la obesidad ha sido objeto de análisis desde diferentes disciplinas, enfocados en determinar los factores causales de este problema; sin embargo, existen pocos estudios desarrollados desde el enfoque nutricional y dietético, que busque analizar los efectos de alternativas naturales para combatir el sobrepeso y la obesidad. Por ello, se planteó la necesidad de realizar un estudio experimental en el que se analizaron los efectos de la algarroba en una población adulta.

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Situación problemática

El grave problema de la obesidad no se debe únicamente a comer en exceso, sino que es el resultado de un desequilibrio entre la ingesta y el gasto energético. Esto significa que las personas con obesidad consumen más calorías de las que queman, lo que lleva al almacenamiento de grasa corporal, constituyendo un factor de riesgo para enfermedades no transmisibles, que son las de mayor carga de morbilidad en el mundo. EL IMC incrementado se asocia con trastornos metabólicos, como el aumento de los triglicéridos, colesterol y resistencia a la insulina (4).

A nivel mundial, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), la incidencia de la obesidad y el sobrepeso han aumentado en todas las categorías de edad. Los más propensos son los adultos, por su elevada tasa de comorbilidad y alto crecimiento y en los países de ingresos medianos, en Asia Sudoriental y África. Se anticipa que uno de cada cinco adultos esté obeso en el 2025 (5).

La obesidad es un problema complejo y multifactorial no transmisible por su excesiva adiposidad en el organismo que puede afectar la salud de las personas. También, puede ocasionar muchas patologías no transmisibles como la hipertensión, cardiopatía coronaria, accidente cerebrovascular, diabetes de tipo 2 y algún tipo de cáncer. Dicha enfermedad afecta con mayor proporción a las personas que presentan alguna discapacidad. Asimismo, las personas obesas tienen mayor probabilidad de contraer la enfermedad del COVID (6).

En América Latina, la Organización Panamericana de Salud (OPS) asevera que la obesidad y sobrepeso se han convertido en un problema de proporciones epidémicas en la región, que tiene la mayor prevalencia de obesidad del mundo, donde el 62,5% de los adultos sufren de obesidad o sobrepeso (7). Sus tasas de estos problemas se han incrementado en los países de las Américas, lo que demanda una acción intersectorial, dado que este tema es primordial (8).

La prevalencia de la obesidad en adultos, en América Latina y el Caribe, ha sufrido un explosivo aumento que viene afectando al 24% de habitantes, 105 millones de individuos, aproximadamente el doble del nivel global de 13.2%, como consecuencia del cambio en sus hábitos alimentarios con un mayor consumo de comida rápida y ultra procesada (9).

En nuestro territorio peruano, se están incrementando los casos de obesidad y sobrepeso y posiciona a nuestro país en tercer lugar solo, antes de Chile y México. El Ministerio de Salud menciona que los peruanos mayores de 15 años tienen sobrepeso, lo que representa a un 53.8%. Casi el 40% de peruanos con sobrepeso se encuentran en Lima Metropolitana, perjudicando a 4.794.619 peruanos (10).

Estudios sobre el sobrepeso y la obesidad en la población adulta nacional, indican que el 60,2% de adultos tienen un exceso de peso y la incidencia de obesidad fue de 19,7% y el 40,5% de sobrepeso. Las mujeres obesas fueron el 23,4% y el 51,2% de mujeres tuvieron obesidad abdominal con respecto a los varones el 15,7% fueron obesos y el 14,8% tuvieron obesidad abdominal. Ica (72,2%) y Tacna (73,8%) fueron los

departamentos que presentaron mayor incidencia de exceso de peso. Lambayeque Lima e Ica presentaron más del 40% de incidencia de obesidad abdominal (11).

Según reporte del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), los habitantes mayores de 15 años presentaron obesidad en el año 2020, presentando un 24,6%, al compararlo con el año 2017 presentó un incremento de 3,6 puntos. En el área rural presentaron el 14,5% de incidencia y en el área urbana fue el 26,9%. Se dice que una persona tiene obesidad cuando presenta un IMC mayor o igual a 30. Las personas de 40 a 49 años presentaron el 34,0% de obesidad y de 50 a 59 años presentaron el 35,7% (12).

Esta enfermedad se transforma en una condición donde la prevención se formaliza, a través de tres componentes, como son la ingesta adecuada, el fomento de ejercicios físicos y la promoción de estilos de vida saludable, que genera con urgencia el cambio de dietas con alimentos refinados y de gran cantidad de lípidos, hacia dietas alternativas (13).

Es así, que se han realizado diversos estudios, buscando alternativas alimentarias para combatir la obesidad, entre los que destacan el de Guzmán y colaboradores, quienes en el año 2022 aplicaron una dieta con alto contenido de grasa en ratas Sprague Dawley analizaron su efecto sobre su índice corporal, que fue el incremento del peso, mayor tejido adiposo (14). Asimismo, Martínez M, Matallana M, realizaron un estudio en el cual indujeron a 24 ratones a la obesidad y evaluaron la cantidad de lípido corporal, el peso de las heces en ratones y el consumo de dietas con distinto contenido de fibra en el peso, encontraron que el grupo de ratones que consumieron dietas de distinto contenido ganaron peso y los que consumieron dietas con mayor contenido de fibra lo hicieron en menor medida, mostrando un menor aumento del peso corporal (15).

En ese sentido, estudios realizados en la Universidad Autónoma de Madrid, sobre los efectos de un extracto de algarrobo entero sobre la regulación del perfil lipídico en ratones, mostraron beneficios que incluyeron la reducción de la glucosa en sangre, niveles circulantes mejorados de colesterol total y lipoproteína de baja densidad, además el análisis del tejido adiposo y el músculo esquelético evidenció que el algarrobo ayuda a abordar las necesidades derivadas del sobrepeso y la obesidad (16).

La obesidad se ha considerado un problema de salud emergente y, a pesar de la cantidad de estudios para prevenir o tratar la obesidad, su prevalencia sigue aumentando. La obesidad se puede estimar fácilmente a partir del índice de masa corporal en ratas. En el caso de las ratas Holtzman, estudios han mostrado que las alteraciones en el IMC se asociaron con el perfil lipídico y el IMC puede predecir consecuencias adversas de la obesidad en ratas (17).

La dieta es ciertamente importante para la incidencia de la obesidad y sus consecuencias negativas. Las ratas se utilizan con frecuencia como modelos animales para estudiar los efectos adversos de la obesidad. Un estudio sobre los efectos anti obesidad en ratas obesas alimentadas con dietas suplementadas con purés de frutas demostró que el consumo adicional de purés de frutas se asoció con una reducción del peso corporal (16-24%), un control en el metabolismo de lípidos plasmáticos disminuyendo los niveles de colesterol y triacilgliceroles (18).

Hay una falta de información sobre los aspectos del índice corporal y el perfil lipídico en ratas, por lo que, en el presente estudio se buscó analizar la influencia de la dieta de algarrobo y dieta estándar sobre los índices corporales y perfil lipídico en ratas hembras Holtzman, durante el 2022.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la influencia de la dieta de algarrobo y dieta estándar sobre los índices corporales y perfil lipídico en ratas hembras Holtzman de 16 a 23 semanas durante el año 2022?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cuál es la influencia de la dieta estándar sobre los índices corporales y perfil lipídico en ratas hembras Holtzman de 16 a 23 semanas durante el año 2022?

¿Cuál es la influencia de la dieta a base de harina de algarroba sobre los índices corporales y perfil lipídico en ratas hembras Holtzman de 16 a 23 semanas durante el año 2022?

¿Cuáles son las diferencias estadísticas entre la dieta estándar y la dieta a base de harina de algarroba sobre los índices corporales y el perfil lipídico?

1.3. Justificación del tema de la Investigación

Esta investigación se justifica en que, hoy en día, la obesidad es considerada una afección crónica no transmisible por su índole de riesgo de varias enfermedades. Esta desencadena problemas a la salud física de cada individuo lo que contribuye en forma importante al incremento en la incidencia de muchas patologías como la hipertensión, diabetes tipo 2, hipercolesterolemia, entre otras. Afectando de manera relevante la salud y el bienestar físico mental de los adultos (19).

La importancia de la presente investigación radicó en la utilización de los alimentos de origen vegetal, que representan pilares de la nutrición humana, y su consumo está especialmente justificado por las múltiples propiedades funcionales que poseen y los beneficios para la salud que confieren. La mayor demanda actual de alimentos con una bonificación en beneficios funcionales ha desencadenado en nuevos alimentos a base de vegetales con objetivos precisos (20). Dentro de estos alimentos se encuentra el algarrobo que, a pesar de sus conocidas propiedades beneficiosas, todavía son desechadas grandes cantidades, ignorando la gran importancia de sus niveles de fibras dietéticas y su impacto en el control glucémico, ya que la harina de algarroba es un alimento rico en fibra, que contiene principalmente altos niveles de fibra insoluble (21).

La trascendencia de la presente investigación se debió a su diseño que fue experimental, donde se evaluó las variables explicativas mediante una serie de pruebas, tal que deliberada y sistemáticamente se introdujeron cambios controlados en algunas de las variables explicativas del proceso, observándose y cuantificando los cambios que estos generaron en la variable respuesta (22).

En el contexto de la siguiente investigación, cabe indicar que se trató de un diseño experimental. Los experimentos son ensayos longitudinales que estudian el efecto de una o más variables independientes (factores) sobre la respuesta inducida en una muestra aleatoria de una población (23). Se trabajó con un nivel de confianza del 99% y un nivel de significancia del 1%, debido a que se controlaron variables confusoras como la temperatura y la humedad ambiental, así como también el consumo de alimentos (residuos y desperdicios). Asimismo, la data fue analizada a través de pruebas estadísticas de nivel multivariado que permitieron controlar de esta manera el error sistemático. La estadística multivariada es un conjunto de técnicas ampliamente demandadas, donde dicha información da respuestas o atributos, las cuales son

analizadas o medidas por la persona de estudios, de los cuales se obtienen muestras de datos multivariados para comparar alguna de sus características o parámetros (24).

La presente investigación fue viable debido que se pudo trabajar en el bioterio de la Universidad Nacional Agraria la Molina

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo General

Determinar la influencia de la dieta de algarrobo y dieta estándar sobre los índices corporales y perfil lipídico en ratas hembras Holtzman de 16 a 23 semanas durante el año 2022.

1.4.2. Objetivos Específicos

Determinar la influencia de la dieta estándar sobre los índices corporales y perfil lipídico en ratas hembras Holtzman de 16 a 23 semanas durante el año 2022.

Determinar la influencia de la dieta a base de harina de algarrobo sobre los índices corporales y perfil lipídico en ratas hembras Holtzman de 16 a 23 semanas durante el año 2022.

Determinar si existen diferencias estadísticas entre la dieta estándar y la dieta a base de harina de algarroba sobre los índices corporales y el perfil lipídico.

1.5. Hipótesis

H1: Existe influencia de la dieta de algarrobo y dieta estándar sobre los índices corporales y perfil lipídico en ratas hembras Holtzman de 16 a 23 semanas durante el año 2022.

H0: No existe influencia de la dieta de algarrobo y dieta estándar sobre los índices corporales y perfil lipídico en ratas hembras Holtzman de 16 a 23 semanas durante el año 2022.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

Internacionales

Gioxari y colaboradores, en el año 2022 realizaron un estudio con la finalidad de analizar el algarrobo como una alternativa para la salud metabólica, los efectos del consumo de algarroba sobre la obesidad y los trastornos metabólicos relacionados. En sus resultados mostraron que la algarroba y sus productos primarios, es decir, la harina de algarroba y jarabe se puede utilizar en una variedad de alimentos y bebidas ya que dentro de su composición nutricional destaca que es rica en fibras insolubles y microconstituyentes, incluidas vitaminas y compuestos fenólicos. Llegaron a la conclusión que la algarroba tiene efectos beneficiosos sobre la adiposidad, reduce los triglicéridos. (25)

Lamadrid J, Bedoya A, en el año 2019, realizaron un estudio sobre el fruto del algarrobo en la cual se investigó las propiedades nutricionales y funcionales de dicho fruto, siendo fundamental en la aplicación de alimentos funcionales. Se obtuvo como resultado el diseño y formulación de productos a base del algarrobo en otra ocasión en la suplementación o sustituciones parciales de un ingrediente. Se presentaron beneficios sociales y nutricionales que llegaron a obtener al industrializar su cultivo. En conclusión, se exponen resultados que el fruto del algarrobo contiene sustancias químicas con actividad biológica conocida contra bacterias, moluscos, levaduras, mohos entre otros, a partir de la corteza, flores, resina, frutos y hojas (26).

Izaola y colaboradores, en el año 2019, desarrollaron una investigación con el objetivo de “evaluar el efecto de un snack enriquecido con algarrobo y wakame sobre los parámetros metabólicos de pacientes obesos, ensayo clínico randomizado frente a placebo”. Los resultados mostraron que tras el snack enriquecido tuvieron una disminución significativa del colesterol total 5,8%, Lipoproteínas de baja densidad 7,4% y niveles de resistina 15,9%. Luego de la comida de prueba, las calificaciones de saciedad (40 minutos y 20 minutos) fueron más incrementados que el nivel de ayuno en ambos snacks (27).

Martínez y colaboradores, en el año 2018 desarrollaron una investigación, con la finalidad de analizar los efectos metabólicos de la algarroba en adipocitos maduros. Para ello, realizaron un experimento de cuatro semanas en 60 ratas Wistar macho con síndrome metabólico. Los resultados mostraron que el extracto de algarrobo deslipidiza los adipocitos y reduce el contenido de triacilglicerol en un 32%. Concluyeron que la algarroba tiene efectos positivos en el metabolismo de las ratas Wistar, mostrando efectos reductores y acciones antiinflamatorias y antihipertensivas adicionales (28).

Hidalgo S, en el año 2017, en Colombia, analizó el sobrepeso y obesidad en ratas de la cepa Wistar. Con respecto al perímetro abdominal. En el estudio, encontró que los animales del grupo control en la cuarta semana de alimentación, presentaron un perímetro abdominal superior al compararlo con el grupo experimental, esta variable presentó un aumento constante hasta la semana final de alimentación, aumentando 1 cm (29).

Hassanein et al., en el año 2015, efectuaron la investigación con el objetivo de analizar la influencia del polvo de algarroba en el perfil lipídico de ratas. La metodología fue experimental, con una muestra de 40 ratas macho Sprague-Dawley se dividieron en dos

grupos. El primer grupo se alimentó con una dieta basal y actúa como grupo control. El segundo grupo se alimentó con una dieta hiperlipidémica (dieta basal más 10% de grasa animal y 1 % de colesterol). Después de 6 semanas, el segundo grupo se dividió en tres subgrupos iguales: el subgrupo 1 se alimentó con una dieta hiperlipidémica, el subgrupo 2 se alimentó con una dieta hiperlipidémica más 10% de polvo de algarroba y el subgrupo 3 se alimentó con una dieta hiperlipidémica más 20% de polvo de caroba. Al final del período experimental, se recolectaron muestras de suero para calcular las lipoproteínas de alta densidad, triglicéridos, lipoproteínas de muy baja densidad y el colesterol total. Para examen histopatológico se tomaron muestras del corazón y riñón. Los resultados obtenidos revelaron que la alimentación de ratas con 10 y 20 % de polvo de algarroba mejoró los parámetros del perfil lipídico y las características histopatológicas en el corazón y el riñón de las ratas experimentales (30).

Nacionales

También, Luzón J, en el año 2021, en Lima, realizó un estudio con el objetivo de “analizar el índice glicémico de la algarrobina y harina derivados de la vaina del *Prosopis pallida* (algarrobo) en ratas”. Se hizo un estudio experimental en 11 ratas Holtzman, a las que se brindó vía oral 03 diluciones de producto a estudiar: harina de algarrobo, algarrobina y glucosa anhidra, conteniendo 50 g de carbohidratos. Dentro de los resultados la media del área por debajo de la curva fue mayor en la harina de algarrobo y menor en la algarrobina. Los dos productos fueron bajos en comparación con la dieta estándar. Tras el cálculo del IABC se logró que la harina de algarrobo es 70% y el índice glicémico de la algarrobina es 55%. Concluyeron que cogiendo como muestra a la glucosa, la harina de algarrobo tuvo un valor de 70 % clasificándose como alto y la algarrobina tuvo un valor de 55 % considerándose como medio (31).

Por su parte, Santisteban D, en el año 2021, en Lima, realizó un estudio con el objetivo de evaluar el efecto del ácido linoleico conjugado sobre la composición corporal de ratas Holtzman. La metodología fue experimental, con una muestra de 24 ratas a quienes se les administró una dieta estándar y dieta alta en fructosa por nueve semanas. Los resultados mostraron que la comida elevada en fructosa subió el peso vivo, consumo de alimento, la ganancia de peso, área de superficie, grasa epididimal, variación del perímetro abdominal y disminuyó el colesterol de lipoproteína de alta densidad. Se arribó a la conclusión que la suplementación de ácido linoleico conjugado no tuvo diferencias significativas en la acumulación de lípido visceral en ratas Holtzman que comen una comida elevada en fructosa (32).

Galarza y Mendoza, en el año 2021, efectuaron una investigación con el objetivo de ver el resultado dislipidémico del extracto hidroalcohólico del poro en ratas inducidas a hipercolesterolemia. La investigación fue prospectivo longitudinal y experimental. El experimento tuvo una duración de 28 días comenzando con la preparación de Colesterol reactivo de 60 mg/kg peso corporal por cinco días en 5 de los 6 grupos experimentales constituido por 5 ratas machos Holtzman, formando los grupos: Control positivo, Control Negativo, Inducidos sin Tratamiento, grupos de estudios para los diferentes niveles de dosis (250, 500 y 1000 mg/kg de peso de la rata) y Atorvastina (10mg/kg). Los resultados de este estudio fueron los siguientes: El extracto logró la disminución del colesterol total en las ratas hipercolesterolémicas, estadísticamente significativas en comparación a los resultados obtenidos con la Atorvastina (33).

Rush M, en el año 2020, en su investigación tuvo el objetivo de analizar el efecto de la algarrobina sobre la hemoglobina y hematocrito en ratas albinas. A estas se le dio a ingerir el té negro al 2% durante 5 semanas para reducir los valores de hematocrito y hemoglobina. Para corroborar los valores se tomó muestra sanguínea de hematocrito y hemoglobina, mediante estos exámenes se comprobó que disminuyeron los valores de manera significativa. Luego, se le administró la algarrobina al 20% dando por resultado el incremento de 5.9% y 6,51% de los valores sanguíneos de manera significativa. Con respecto a la ingesta de té negro, la hemoglobina bajó el 10.96% y el hematocrito disminuyó 11.33% (34).

Álamo M, en el año 2019 desarrolló una tesis con el objetivo de caracterizar fisicoquímicamente la harina de algarroba. La metodología fue experimental. Los resultados mostraron que la molienda tiene un alto porcentaje de carbohidratos y proteínas, siendo un alimento potencial, además un bajo contenido de grasa, cenizas, fibra y humedad. Se concluye que la harina de algarroba se puede utilizar sustituyendo alimentos, cumpliendo los requerimientos de N.T.P. 209.6022007 (35).

2.2. Bases teóricas

2.2.1 RATAS HOLTZMAN

Taxonomía

Clase: *Mammalia*

Familia: *Muridae*

Género: *Mus*

Especie: *Mus musculus* (36)

La rata Holtzman es una cepa de rata albina, cuya especie ha sido criada ampliamente para fines experimentales puesto que son tranquilas y asequible de manipular de forma selectiva para tener características específicas. En el caso de la cepa Holtzman, se seleccionó por su docilidad y facilidad de manejo, siendo adecuada para su uso en investigación científicas. Se adquirieron en un principio por Gibco y luego por Harlan Sprague Dawley en 1980. Fue evolucionada por la Compañía Sprague-Dawley Animal en Madison, Wisconsin (37).

Una cepa, en referencia a los roedores, es una especie de una misma población, de un mismo origen (36).

Metabolismo de la rata hembra

Las ratas hembra tienen un metabolismo ligeramente más bajo que los machos. Esto se debe a que las hembras tienen una masa muscular más baja y requieren menos energía para mantener sus funciones corporales y son utilizadas en la investigación médica y nutricional. La ventaja de trabajar con estos animales es que son fáciles de manipular y son bien tranquilas. Su tamaño promedio de la rata Holtzman es de 10.5. El peso corporal de la rata hembra adulta es de 250 g a 300 g. Asimismo, su tiempo de vida es 2,5 a 3.5 años. Su cola es más larga con relación a su cuerpo al compararlo con las ratas Wistar (38). (Ver anexo 1)

El metabolismo de las ratas Holtzman hembras disminuye con la edad. Esto se debe a una serie de factores, incluyendo la pérdida de masa muscular y la disminución de la actividad física otras pueden empezar a fertilizar a partir de las 8 semanas; debiendo ser aisladas tan pronto se haga evidente su gestación, para no ser agredidas por los machos. Luego del nacimiento, es necesario asegurarse que no falte comida sino tienden al canibalismo. A sus 21 días, las especies comenzarán a comer comida sólida luego serán separados en una jaula propia, al llegar adultas deberán criarse como máximo 4 - 5 ratas por jaula de 30x50x35 cm, dicha la jaula deberá tener rejas de metal o de plástico resistente a sus mordidas (39) .

El período de vida de las ratas es de 2 a 3 años aproximadamente. Sin embargo, este rango puede variar dependiendo de una serie de factores, incluyendo la genética juega un papel importante en la determinación de la esperanza de vida de una rata Holtzman hembra. Algunas ratas simplemente están predispuestas a vivir más tiempo que otras, Una dieta saludable y nutritiva puede ayudar a prolongar la vida útil de esta rata Holtzman hembra. Una dieta que sea alta en proteínas, fibra, baja en grasas y azúcares puede ayudar a mantener a la rata en un peso corporal saludable y reducir el riesgo de enfermedades relacionadas con la obesidad (40). Los indicadores fisiológicos normales, como son la temperatura 37°C, cardíaca 373-392 latidos/min, frecuencia respiratoria 83-113 respiración/min y también menciona algunos valores hematológicos como la Hemoglobina 12-18 g/dl, Hematocrito 35-45% y eritrocitos 7.2-96 x 10¹²/L. Su madurez sexual se presenta a los 72 días y la ovulación en hembras se puede dar desde los 77 días (40). (Anexo 2)

Con respecto a su fisiología, después del ejercicio, los niveles bioquímicos como los triglicéridos, LDL, glucosa y colesterol disminuyen al igual que en los humanos. Por el contrario, después del ejercicio el cortisol, la insulina y la testosterona se incrementan. Esta acción prueba que tiene semejanza más funciones metabólicas (39).

Datos generales

Pelo: Albino

Tamaño de camada promedio: 11

Dóciles

Rendimiento reproductivo y características maternas excelentes.

Algunos usos

La rata Holtzman es utilizada para estudiar la obesidad, ya que son propensas a desarrollar diabetes tipo 2 si se les alimenta con una dieta alta en grasas y azúcares. Esto las convierte en un modelo valioso para estudiar los mecanismos de la enfermedad y desarrollar nuevos tratamientos, ya que también son propensas a ganar peso si se les alimenta con una dieta alta en calorías comúnmente en las pruebas de nuevos medicamentos, ya que son sensibles a una amplia gama de fármacos y productos químicos. Esto las convierte en una herramienta valiosa para evaluar la seguridad y eficacia de nuevos tratamientos (38).

Fisiología de la obesidad

La obesidad es el producto del desbalance entre la ingesta y el aporte de energía. La obesidad es una enfermedad crónica compleja caracterizada por un exceso de grasa corporal que puede afectar negativamente la salud. Las calorías que el organismo utiliza proceden de 3 fuentes: proteínas, lípidos y glúcidos. Es limitada la capacidad de almacenar proteínas y glúcidos en forma de glucógeno. Solo los lípidos pueden expandir con facilidad niveles de almacén superiores a las necesidades. Los nutrientes que no se consumen como calorías se almacenan como lípidos y dan origen a la obesidad. Cuando la ingesta de glúcidos excede los requerimientos, estos se transforman en lípidos. En falta o con niveles muy disminuidos de carbohidratos, y con necesidades calóricas presentes, las proteínas a través de los ácidos aminados son utilizadas para la producción de calorías o para la movilización, almacenamiento de los lípidos y utilización, mecanismo conocido como gluconeogénesis, en el cual los glúcidos son convertidos, por varias reacciones, en piruvato, que a su vez va a convertir en glucosa (41).

El cuerpo humano cumple las leyes físicas del primer principio de la termodinámica, la energía solo se transforma no se crea ni se destruye. Todo exceso de calorías introducida cambia la caloría interna del cuerpo y se transforma en caloría química, y como principal depósito está el tejido lípido. Un ingreso calórico más que el gasto o ingesta calórica total, inevitablemente provocará un incremento del tejido adiposo, que generalmente se acompaña del aumento de la masa magra, asimismo del peso corporal (41).

El consumo energético total tiene relación con la masa magra corporal y la mezcla metabólica oxidada está asociado con los nutrientes ingeridos, la capacidad de adaptación del organismo y la velocidad de la ingesta calórica para sostener el balance energético. Alguna desviación ya sea mayor o menor, causará un desbalance. Por lo tanto, el peso corporal puede variar en relación con la ingestión y el gasto total, que será consumo energético en reposo o basal (CEB) más el consumo energético durante la actividad física (CEA) más la ingesta calórica en la termogénesis (CET) (41).

$$\text{CET} = \text{CEB} + \text{CEA} + \text{CET}.$$

Bioquímica de lípidos y carbohidratos

Las grasas provienen de la alimentación. Estos son sintetizados a partir de un exceso de glúcidos. En la alimentación, no son solubles en agua, por lo que necesitan ser transportados en la sangre unidos a proteínas. Estas proteínas se denominan lipoproteínas. Los triacilglicérolos de estas partículas son hidrolizados por la lipoproteinlipasa localizada en los capilares endoteliales, alojados en el adipocito y reesterificados como triacilglicérolos tisulares. La obesidad se produce por un exceso de ingesta en la persona. (42).

La persona obesa que desarrolla hiperplasia y empieza a adelgazar, reducirá el tamaño de los adipocitos, pero no su número. Este suceso ocurre desde temprana edad, es decir comienza en la niñez o la adolescencia, donde hay hiperplasia de las células adiposas dando como resultados aumento del peso (42).

La obesidad en la adultez, prevalece la hiperplasia sobre la hipertrofia, por tal razón su tratamiento suele ser más adecuado, pero no por eso fácil. Porque hay mucho acumulo de adipocitos que la distribución de estos y su capacidad de diferenciación, está condicionada genéticamente, por esa razón, mientras superior sea la fuerza genética

para la obesidad, superior será la probabilidad de que este proceso se incremente con menos esfuerzo y la más rapidez (42).

Gasto energético total tasa metabólica actividad física

El gasto metabólico basal considerado un proceso de producción de energía proviene de la ingesta de sustratos (lípidos, proteína, hidratos de carbono), también conocido como termogénesis, es un proceso complejo que involucra una serie de reacciones bioquímicas que convierten la energía potencial de los nutrientes en energía utilizable por el organismo. Este proceso se produce principalmente en las células, donde las mitocondrias descomponen los nutrientes en moléculas más pequeñas y liberan energía en forma de ATP (43).

El Gasto Energético Total (GET) representa la energía que el cuerpo utiliza conocido también como gasto calórico total, representa la porción total de caloría que una persona utiliza en un día. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el GET de la siguiente manera: “el nivel de energía necesario para mantener el equilibrio entre la ingesta y el gasto calórico, cuando la persona presenta peso, composición corporal y actividad física compatibles con un buen estado de salud, debiéndose hacer ajustes para personas con diferentes estados fisiológicos como gestación, crecimiento, envejecimiento y lactancia” (43).

2.2.2 OBESIDAD

La obesidad es una patología crónica de elevada incidencia en el mundo. Se define como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud. Se caracteriza por un índice de masa corporal (IMC) igual o superior a 30 kg/m². Es una enfermedad crónica, compleja y multifactorial con graves consecuencias para la salud. Se caracteriza por un mayor contenido de grasa corporal lo cual dependiendo de su magnitud y de su ubicación topográfica va a determinar riesgos de salud que limitan las expectativas y calidad de vida (44).

La obesidad se caracteriza por un excedente de energía guardada en forma de lípido en las células adiposas, condición que lleva a un aumento en el peso, inadecuada postura. La obesidad cuando es severa la célula no tiene un espacio dónde colocar el lípido excedente; por tal suceso se forman las células adiposas, de tal manera que el individuo que tiene un exceso de grasa corporal no incrementa de manera proporcionada su organismo (45).

Causas

La causa fundamental de la obesidad y el sobrepeso es el desbalance calórico entre calorías ingeridas y calorías utilizadas. El otro aspecto de relevancia es el decremento de la actividad física debido al estilo de vida sedentario (44).

Lípidos

Las grasas están presentes en los organismos vivos realizan una función indispensable en el sostenimiento de la existencia. A diferencia de las proteínas, las grasas son extremo polimórficos y dificultosos de definir estructuralmente. Al igual que los hidratos de carbono y las proteínas forman parte de los macronutrientes los cuales son indispensables para brindar energía al organismo, asimismo, este nutriente forma parte de las estructuras en nuestro cuerpo como la membrana fosfolípida, como su

participación en las vitaminas liposolubles. Sin embargo, el consumo excesivo de este nutriente puede generar un desarrollo de varias enfermedades (46).

Triglicéridos

Los triglicéridos son una de las fuentes principales de carbono y energía que tiene el organismo, y, a diferencia de los carbohidratos, se almacenan en cantidad ilimitada. Además, aíslan y protegen los órganos internos (47).

Los triacilgliceroles son partículas no polares de tres ácidos grasos al glicerol. A escala tisular, el gran almacén de estos compuestos establece el tejido adiposo. Asimismo, sirven de aislante calórico de los tejidos subcutáneos y alrededor de ciertos órganos (42).

Generalmente, las canales de los animales suelen contener un alto porcentaje de compuestos lípidos repartidos en dos grupos: la mayor parte de lípidos de cobertura, susceptible de ser apartada, a pesar de que la minoría forma el lípido intramuscular no separable. El tejido adiposo está compuesto por adipocitos dentro de un atrapado de tejido conectivo, en más del 90% de triglicéridos, pese a que contiene ésteres de colesterol y colesterol. La cantidad total de lípido depende de cada animal, con variaciones que van desde el 5.25% en el cerdo o el 6.1% en el cordero hasta el 2-3.2% en la vaca, el pollo, el pavo y el conejo (48).

Colesterol

El colesterol es una partícula grasosa que se encuentra exclusivamente en los seres vivos. Es una molécula lipídica esteroide que se encuentra principalmente en las membranas celulares de los animales. Tiene como estructura base al ciclopentanoperhidrofenantreno, una partícula tetracíclica de 17 carbonos. A partir de esta partícula base, se suman un grupo polar hidroxilo y 10 átomos de carbono, para dar una partícula de 27 átomos de carbono y un grupo polar hidroxilo en su átomo de carbono número 3 (42).

Obesidad y colesterol

La obesidad y el colesterol alto están estrechamente relacionados y ambos son factores de riesgo importantes para enfermedades cardíacas. Al adoptar un estilo de vida saludable y seguir las recomendaciones médicas, puede reducir su riesgo de enfermedades cardíacas y mejorar su salud en general. Aunque el colesterol de LDL no se encuentre elevado, su potencial aterogénico es mayor, porque las partículas son más pequeñas y más densas. Las alteraciones lipídicas asociadas con la obesidad, empeoran con el aumento de grasa intraabdominal (49).

Evaluación del perfil lipídico

Los niveles de perfil lipídico son importantes para la mejora de varias líneas de investigación, primordialmente para estudios de obesidad, aterosclerosis, diabetes y muchas enfermedades relacionadas a cambios metabólicos. Un perfil lipídico es una prueba de laboratorio que mide las concentraciones de tipos de grasas en la sangre. Son esenciales para diversas funciones corporales, pero niveles anormales de algunos lípidos pueden aumentar el riesgo de enfermedades cardíacas y otras enfermedades crónicas (40).

Para conocer el perfil lipídico mínimo, se recomienda medir en plasma o suero: (50)

-Colesterol total.

-Colesterol HDL.

-Triglicéridos.

Perfil lipídico

El perfil lipídico es un examen que tiene como objetivo verificar los valores normales de los lípidos; es decir, de LDL, HDL, VLDL, triglicéridos y colesterol total, que cuando se encuentran fuera de sus límites normales representan un riesgo grande para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, como angina, infarto, ACV o trombosis venosa (46). Mediante este examen, puede conseguir un coeficiente llamado índice aterogénico, que tiene relación con el colesterol total: HDL-colesterol con la posibilidad de formar ateromas (depósitos de grasa) en los vasos sanguíneos y desarrollar una patología cardiovascular (50).

Índices corporales

El IMC es un valor fácil de calcular. Se obtiene mediante el peso de un individuo dividido entre la talla al cuadrado que sirve para determinar la obesidad y el sobrepeso en adultos. Un IMC igual o superior a 30 determina obesidad y un IMC igual o superior a 25 determina sobrepeso (51).

Un peso corporal alto se relaciona con la presencia de dislipidemias, que se puede determinar mediante la cuantificación de los valores de triglicéridos, colesterol total, lipoproteínas de baja densidad (LDL) lipoproteínas de alta densidad (HDL) en sangre (52).

2.2.3 ALGARROBA

La algarroba es obtenida del fruto del algarrobo (*Ceratonia siliqua L.*), la vaina del fruto, después de quitar las semillas, produce el polvo de algarroba o harina de algarroba. La algarroba es rica en polifenoles y por tanto contiene efectos biológicos que incluyen acciones antioxidantes (53).

En América, es conocido el algarrobo como el género *Prosopis*, debido a que se parece al algarrobo europeo (*Ceratonia siliqua*) sus frutos son empleados en la industria. Este género es único por sus características, debido a que su variedad florece en las regiones con falta de agua, a lo largo de todo el año, en suelos nitrogenados, con altos niveles de temperatura solar durante el día y la noche (54).

El algarrobo, se conoce como guapinol (en español) jatobá, courbaril, locust. Es una planta forestal que produce frutos en forma de vainas grandes que contiene una pulpa de un olor fuerte pero comible y sus semillas son grandes. Se conoce porque presenta muchas propiedades antimicóticas, antibacteriales, nutricionales y antiparasitarias debido a sus características bromatológicas y químicas (55).

La variedad de *Prosopis* es ampliamente repartida en muchas condiciones de altitud, precipitación y temperatura. Su distribución se realiza desde los lugares costeros con

aproximadamente 100 mm de precipitación anual, llega a los lugares montañosos (alrededor de 1500 m.s.n.m.). En esos lugares, las precipitaciones anuales tienen un promedio de 1 500 mm. En nuestro país, la variedad *P. pallida* es la más conocida de los bosques secos. La variedad de *P. pallida* se desarrolla en territorios semiáridos y áridos. Dispone un espectro ecológico bastante amplio y está acondicionado a una elevada diversidad de hábitats y suelos, lo podemos encontrar en montículos de arena como en terrenos pedregosos, arcillosos, también en terrenos alcalinos o salinos, de preferencia en terrenos de tipo arcilloso-arenosos y franco-arenosos con pH neutro. En estas condiciones de suelo con contenido de sales y estrés hídrico, esta especie de algarrobo mantiene la capacidad de fijar nitrógeno (56). (Anexo 3)

Valor nutricional

Los frutos del algarrobo presentan un importante contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante lo cual le atribuye propiedades biocéuticas (Suárez-Rebaza et al., 2019). Tienen un alto contenido de carbohidratos y proteínas, las vainas contienen alta cantidad de azúcar entre el 25 y 20%. Las vainas pueden ser utilizados por la industria para elaborar productos farmacéuticos y alimenticios. Su valor proteico es relevante, es un producto que contiene bastante fibra soluble, es ideal para un buen desempeño de los intestinos y para la metabolización. Contiene lípidos en pequeñas porciones, también tiene ácidos grasos como el oleico y el linoleico. También, tiene gran cantidad de minerales como el hierro, calcio, fósforo, zinc, potasio, silicio y magnesio. Tiene bajo contenido de sodio. Es rico en vitaminas A, B1 (tiamina), B2 (riboflavina), B3 (niacina) y D. No posee gluten, siendo un ingrediente excepcional para las personas celíacas (56). (Anexo 4 y 5)

La pulpa tiene un polisacárido llamado galactomanano (azúcar formada por ramificaciones de manosa y galactosa). Es un elemento viscosante que se puede usar como sustituto al almidón (57).

La harina de algarroba se clasifica como alimentos ricos en fibra, que contienen principalmente altos niveles de fibra insoluble. Este alto contenido de fibra dietética hace la algarroba un ingrediente con efectos beneficiosos fisiológicos. Sus propiedades nutricionales del fruto pueden ser usados por las personas y en países mediterráneos puede servir como alimento de animales (58).

El algarrobo es un fruto calórico debido a que contiene un 50 y 40% de glucosa natural, no necesita agregar azúcar ya que tiene un sabor dulce. Su nivel proteico es importante en la nutrición, aunque sus niveles no pueden igualarse a la proteína animal. Este producto contiene fibra insoluble ayuda a mejorar el peristaltismo de los intestinos y hay un mejor metabolismo. Las grasas aparecen en pequeñas cantidades, aunque son benéficas (no producen sobrepeso), además contiene ácidos grasos indispensables que el organismo no puede fabricar por sí mismo, tales como el linoleico y el oleico (59). (Anexo 6)

Además, contiene alta cantidad de minerales sobresaliendo el calcio que es similar al del queso y por encima del cacao, las vainas contienen hierro que tiene un valor similar al hierro del hígado, también tiene vitaminas como: vitamina D, B1 (tiamina), B3 (niacina) B2 (riboflavina) y A. Es ideal para personas celiacas, ya que no contiene gluten. Los granos tienen elevados porcentajes de viscosidad de tal manera que puede ser utilizado en la industria farmacéutica. Contiene altas cantidades de taninos, un poderoso antioxidante (59). (Anexo 7)

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo de estudio y diseño de la investigación

El estudio se realizó desde la perspectiva cuantificable, dado que enfatizó la medición objetiva y el análisis estadístico o numérico de los datos recopilados, para explicar el fenómeno de estudio. Además, el estudio tuvo un alcance explicativo, investigación causal, que contribuye a analizar patrones formulando hipótesis. Es decir, se controlaron las variables y las condiciones con las que se trabajó, explicando los cambios en la variable dependiente por el tratamiento que se recibió.

El diseño de la investigación fue analítico, longitudinal y de tipo experimental, puesto que la investigación se apoyó en la observación y la experimentación para describir, explicar, predecir y controlar el fenómeno de estudio. Es un procedimiento que adopta el investigador cuando quiere tener un control riguroso de las variables de estudio, donde se manipula la variable independiente (causa) para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (efecto); es decir, el efecto de la harina de algarroba sobre el perfil lipídico y el índice corporal, dentro de una situación de control para el investigador.

3.2. Población y muestra

La población de la presente investigación estuvo integrada por 34 ratas hembras de la cepa Holtzman adquiridas en la Universidad Agraria La Molina durante el año 2022.

3.2.1 Tamaño de la muestra

En la muestra se utilizaron 34 ratas hembras de la cepa Holtzman, es decir, la totalidad de la población, dispuestas en dos tratamientos, para lo que fueron distribuidas en dos agrupaciones: una agrupación experimental (GE) integrada por 17 ratas y una agrupación control (GC) constituida por 17 ratas, que fueron alimentadas durante 49 días que duró el experimento.

ADE: Agrupación dieta estándar: 17 ratas de la cepa Holtzman

AHA: Agrupación dieta Harina de algarroba: 17 ratas de la cepa Holtzman

3.2.2 Selección del muestreo

Este estudio presentó un método probabilístico. La muestra utilizada fue distribuida mediante 2 agrupaciones: ADE y AHA. En el procedimiento se ensamblaron las jaulas y se enumeró, en las cuales se incluyeron los distintos tipos de tratamiento; es decir, en este caso 2 dietas. La numeración se realizó según la cantidad de integrantes a participar en la investigación, en este contexto fueron 34 jaulas que se introdujeron en una batería, 17 jaulas para las ratas de la agrupación experimental y 17 jaulas para las ratas de la agrupación control y se colocó el posible tratamiento en orden de que no se repitan en las demás jaulas, teniendo como apoyo al Instituto Nacional de Salud que presenta una Guía de manipulación y cuidado de animales de laboratorio: Ratón del Centro Nacional de Productos Biológicos (36).

Una vez que se realizó la creación de las jaulas, se recurrió a la tabla de números aleatorios y se buscó la población del estudio. Luego, se procedió a la toma de medidas antropométricas y el perfil lipídico a toda la población.

Agrupación control: ADE: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34

Agrupación experimental: AHA: 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33

3.2.3 Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión:

- Ratas de la cepa albina Holtzman
- Ratas hembras
- Ratas adultas

Criterios de exclusión:

- Ratas que presentan sintomatología gripal.
- Ratas preñadas.
- Ratas con otras enfermedades.

3.3. Variables

3.3.1 Definición conceptual y operacionalización

Definición conceptual

Variable independiente

Agrupación de tratamiento (Dieta estándar (DE), Dieta harina de algarrobo (DHA))
Constituyen las dietas que serán administradas a los animales de experimentación, de acuerdo con el tipo de tratamiento asignado, es decir, a las diferentes dosis en las que se distribuirán la DE que cubre los requerimientos de energía, macro y micronutrientes de las ratas Holtzman y la DHA en base a harina de algarrobo (62).

Variable dependiente

Perfil lipídico

El panel de lípidos analiza la concentración de diferentes tipos de lípidos circulantes en la sangre. Entre los indicadores que analiza están los siguientes: el colesterol transportado por las LDL, el colesterol total, los triglicéridos totales y el colesterol transportado por las HDL (63).

Dimensiones:

Triglicéridos

Los triglicéridos son una de las fuentes principales de carbono y energía que tiene el organismo, y, a diferencia de los carbohidratos, se almacenan en cantidad ilimitada. Además, aíslan y protegen los órganos internos (47).

Colesterol

El colesterol es una partícula grasosa esteroide que forma parte indispensable de la estructura de las membranas de las células, condicionando su permeabilidad. Es una sustancia grasa y cereal que está en todas las partes del cuerpo(42).

HDL

El HDL son compuestos de masa molecular elevada que tienen un aspecto similar a un micelio, conformados por grasas anfipáticas (colesterol libre y fosfolípidos y), grasas apolares (ésteres de colesterol y triglicéridos) y por lipoproteínas (64).

Índice corporal

El IMC es un indicador que se obtiene del peso corporal del individuo dividido entre la estatura del individuo al cuadrado. El valor que se obtiene nos ayuda a identificar si es el adecuado o si presenta obesidad, sobrepeso o bajo peso (65).

Índice de Lee

El índice de Lee es un indicador bioestadístico puesto que muestra niveles de alta confiabilidad, con dicho indicador se puede categorizar rápido y preciso la evaluación de las ratas y poder identificar si presentan obesidad. Para la evaluación, se anota la longitud naso-anal y el peso corporal de las ratas. Con estos datos se halla la raíz cúbica del peso dividida entre la longitud naso anal. Los niveles se clasificaron en "NORMAL" para las ratas que presentaron un nivel menor e igual a 0.300 y "OBESO" para las ratas que presentaron un nivel mayor a 0.300 (66).

- **Perímetro abdominal**

Es un indicador antropométrico utilizado para estimar la adiposidad central de tejido adiposo visceral y confirmar factor de riesgo metabólico. Se coloca a la rata en posición ventral. Luego, se sujeta al animal y con la cinta métrica se mide la circunferencia del abdomen con concisión de 0,1 cm (67).

- **Perímetro de cuello**

Es un parámetro accesible pero menos empleado para calcular síndrome de Reaven Este indicador ayuda a identificar riesgo cardiovascular (68).

Edad

La edad es el lapso de tiempo que transcurre desde el nacimiento hasta el momento de referencia (69).

Operacionalización de las variables

Variables	Dimensión	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo	Indicadores	Escala	Valor/ Categoría
Perfil lipídico	triacilglicéridos	Los triacilglicéridos son una de las fuentes principales de carbono y energía que tiene el organismo, y, a diferencia de los carbohidratos, se almacenan en cantidad ilimitada. Además, aíslan y protegen los órganos internos (47).	Para evaluar el perfil lipídico de las 34 ratas se usó el "kit Mission Cholesterol Meter®", al inicio y al final de cada etapa.	Cuantitativo	mg/dl	Razón	mg/dl
	colesterina	La colessterina es una partícula grasosa esteroide que forma parte indispensable de la estructura de las membranas de las células, condicionando su permeabilidad. Es una sustancia grasa y cereal que está en todas las partes del cuerpo (42).	Para evaluar la colessterina en la muestra de ratas Holtzman se utilizó el "kit Mission Cholesterol Meter®", al inicio y al final de cada etapa.	Cuantitativo	mg/dl	Razón	mg/dl
	HDL	El HDL son compuestos de masa molecular elevada que tienen un aspecto similar a un micelio, conformados por grasas anfipáticas (colesterol libre y fosfolípidos y), grasas apolares (ésteres de colesterol y triglicéridos) y por lipoproteínas (64).	Las lipoproteínas de alta densidad fueron evaluadas a nivel sanguíneo mediante el "kit Mission Cholesterol Meter®", al inicio y al final de cada etapa.	Cuantitativo	Mg /dl	Razón	mg/dl

Variables	Dimensión	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo	Indicadores	Escala	Valor/ Categoría
Índices corporales	Índice de Lee	Es un parámetro biométrico, calculado por la raíz cúbica del peso corporal (g) dividido entre la longitud hocico-ano (LHA) (cm), para medir la obesidad en ratas (70) .	Es un parámetro que se obtiene de la medición del peso y la longitud naso anal, con el propósito de identificar la obesidad en ratas. Los niveles se clasificaron en "NORMAL" para las ratas que presentaron un nivel menor e igual a 0.300 y "OBESO" para las ratas que presentaron un nivel mayor a 0.300.	Cuantitativa	<0.3 >0.3	Nominal	Normal Obeso
	Perímetro abdominal	Es el mejor indicador del acumulo de grasa en el abdomen (71) .	Es una medida en el abdomen, que sirve para verificar el exceso de grasa en esa parte.	Cuantitativa	cm.	Razón	Perímetros en cm.
	Perímetro del cuello	Es una medida accesible pero menos utilizada para evaluar el riesgo metabólico (68) .	Es una medida en el cuello, que sirve para determinar el exceso de grasa en esa área.	Cuantitativa	cm.	Razón	Perímetros en cm.
Edad	-	Lapso de tiempo que transcurre desde el nacimiento hasta el momento de referencia (69) .	Número de semanas cumplidos de la rata desde su nacimiento hasta el momento donde empieza el estudio.	Cuantitativa	Semanas	Razón	Edad en meses

3.4. Plan de recolección de datos e instrumentos

3.4.1 Fases de recolección de datos

PRIMERA FASE

1. Para la recolección de datos, se presentó carta de autorización a la Universidad Católica Sedes Sapientiae. Se solicitó un permiso para la realización del presente estudio de investigación.
2. El Comité de Ética del Bioterio de la Universidad Nacional Agraria la Molina aprobó la carta para el trabajo con animales de laboratorio.
3. La Universidad Nacional Agraria la Molina emitió una constancia para la autenticación de las especies que se usaron en la presente investigación, o sea la dieta de algarrobo.

SEGUNDA FASE

4. Luego de contar con las aceptaciones respectivas se realizó la recopilación de información durante los meses de agosto y setiembre del 2022.
5. Se realizó el acondicionamiento de las unidades de análisis de las 34 ratas hembras de la cepa Holtzman. Se mantuvo a los animales en jaulas con adecuados estándares de humedad, temperatura, etc.
6. Se indujo a la población a engordar mediante una dieta.
7. Se procedió con la aleatorización de las jaulas para distribuir a la población a las agrupaciones de tratamiento ya mencionados (ADE, AHA).
8. Se procedió a realizar el primer examen de perfil lipídico en la población en ese momento.
9. Asimismo, se continuó tallando, pesando y obteniendo perímetro abdominal y de cuello a las ratas.
10. Posteriormente, se procedió a alimentar a las ratas durante 49 días según la dieta que le corresponde.

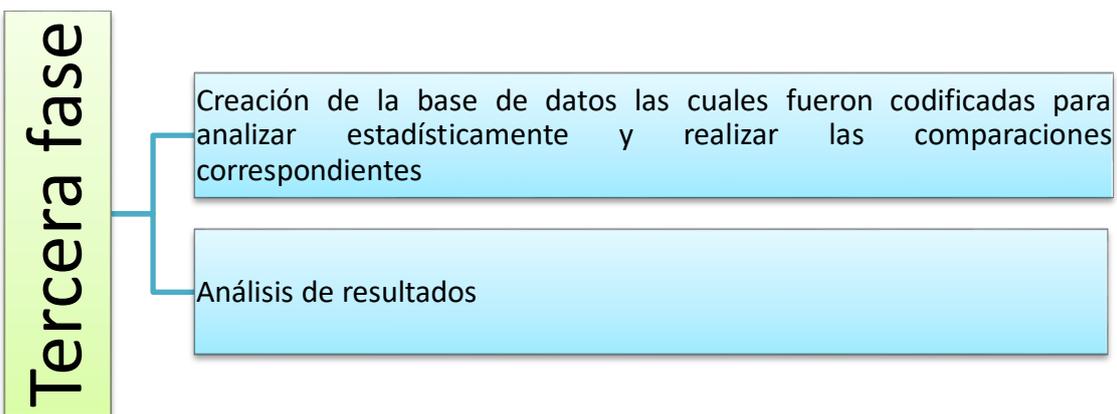
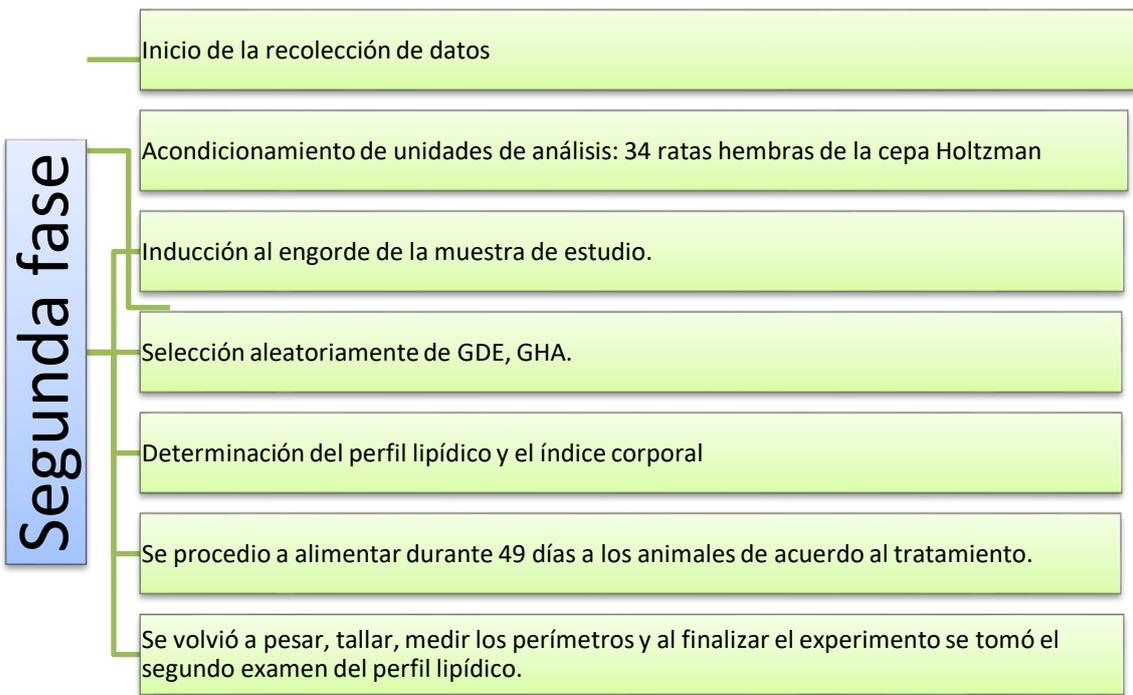
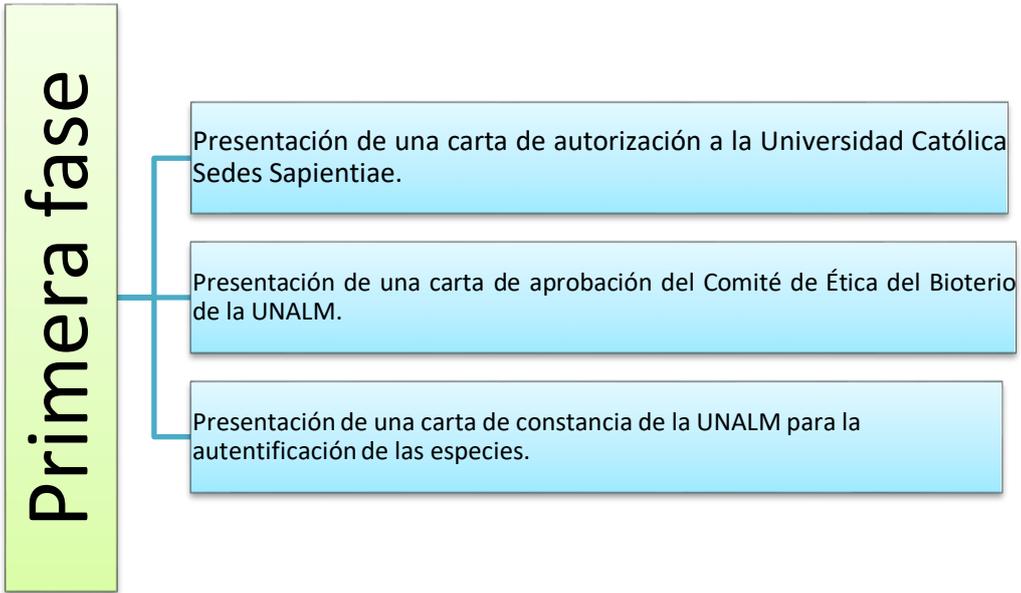
Agrupación ADE: Agrupación dieta estándar

Agrupación AHA: Agrupación harina de algarrobo

11. Semanalmente, se volvió a pesar, tallar y medir los perímetros y al finalizar el experimento se tomó el segundo examen del perfil lipídico.

TERCERA FASE

12. Los resultados obtenidos se pasaron a una base de datos las cuales se codificaron y se analizaron estadísticamente, realizándose las comparaciones correspondientes.



3.4.2 Instrumentos y equipos de recolección de datos

Variable 1: Perfil lipídico

Herramienta 1: Valores normales del perfil lipídico para ratas

Para precisar el valor del perfil lipídico de cada rata Holtzman usado para el presente experimento, se procedió a revisar los valores normales de triglicéridos, colesterol y HDL, según la revista Comparative Clinical Pathology, la cual detalla los rangos según género y edad en semanas (72).

Tabla 1. Perfil lipídico de ratas hembras de la cepa Holtzman

Edad (semanas)	Media Sem, con valores mínimo y máximo entre paréntesis		
	Triglicérido	Colesterol	HDL
4	127.33 ± 7.39 (96.00 – 174.00)	133.33 2.90 (116.67-150.00)	43.64 ± 3.04 (29.09 – 54.55)
6	90.81 ± 6.31 (64.86 – 121.08)	159.06 7.74 (120.00-200.00)	68.61 ± 3.21 (50.00 – 86.67)
8	79.28 ± 6.92 (64.86 – 129.74)	121.58 5.97 (95.24-152.38)	51.39 ± 2.22 (38.33 – 63.33)
10	78.56 ± 4.46 (64.86 – 108.11)	118.30 6.97 (83.10-161.90)	66.11 ± 1.76 (55.00 – 73.33)
12	58.20 ± 4.13 (43.78 – 84.86)	100.32 3.57 (80.00-114.29)	43.33 ± 1.92 (33.33 – 50.00)
16	56.00 ± 4.12 (40.00 – 80.00)	93.06 4.90 (66.67-108.33)	48.49 ± 4.09 (36.36 – 72.73)
20	38.43 ± 4.23 (25.88 – 65.88)	77.33 5.30 (62.00-104.00)	54.59 ± 5.08 (39.02 – 78.05)
30	41.74 ± 3.82 (34.04 – 52.11)	80.69 5.01 (59.14-106.42)	48.66 ± 3.42 (38.61 – 68.56)
40	43.97 ± 0.46 (43.24 – 45.42)	78.15 6.26 (60.00-104.29)	48.00 ± 2.01 (42.00 – 57.78)
50	49.26 ± 6.38 (17.78 – 71.11)	74.92 4.24 (57.14-99.05)	22.86 ± 2.12 (17.14 – 38.10)

Fuente: (72)

Herramienta 2: Método de extracción de sangre y medidor de perfil lipídico Mission

Existen varias guías para trabajar con animales de experimentación. Para realizar el presente estudio, se trabajó con la Guía para cuidado y uso de animales de experimentación (73), que señala que la manera correcta de extraer la sangre es la punción de la cola, debido a que permite tomar la muestra satisfactoria al primer intento sin causar malestar a la rata, dicho procedimiento, consistió en sujetar a la rata y se colocó en un soporte de plástico. Luego, se cogió la cola extendida se limpió con una torunda de algodón mojada con alcohol al 70%, después se procedió a extraer la sangre con una aguja de calibre 22 G, posteriormente se recolectó la muestra y se procesó, de esa manera se obtuvo el resultado del perfil lipídico (74).

Medidor de Lípidos Mission

El medidor de Colesterol Mission se destaca por su versatilidad al permitir elegir realizar pruebas individuales para Colesterol, HDL y Triglicéridos, o bien realizar con una sola muestra un perfil de lípidos que incluye mediciones de colesterol total, HDL y Triglicéridos, así como resultados calculados para LDL y factor de riesgo cardíaco (75). (Anexo 8)

Variable 2: Índices corporales

Herramienta 1: Balanza

Especificaciones técnicas:

Marca:	KITCHEN SCALE
Modelo:	SF-400
Capacidad máxima:	5 kg
Modelo de báscula:	Electrónico
Capacidad de la báscula:	1 gramo
Ejemplo de abastecimiento:	2 pilas AA
Dimensión de la pila:	AA

Herramienta 2: Reglas

Marca: Uxcell

Características:

- 2 reglas de acero inoxidable: de 60 cm. y 30 cm.
- Regla de acero inoxidable casi indestructible. Nuestras reglas de metal son resistentes al óxido y muy duraderas para un rendimiento duradero.
- El marcado de pulgadas y cm y mm bien grabado y tintado es fácil de leer y no se frota.

Herramienta 3: Cinta métrica antropométrica

Marca: CESCORF

Características:

La cinta Antropométrica Cescorf está hecha especialmente para mediciones antropométricas con una hoja de acero delgada, plana y flexible. El material de la carcasa es de plástico duro ABS (76).

- La cinta métrica Cescorf sirve para medir la longitud y la circunferencia de las ratas, esta cinta consta con la lectura de incremento en ambos lados.
- Presenta las siguientes medidas 2mt largo, 8cm de espacio en blanco antes del 0, 6mm de ancho y graduación en cm y mm.
- El fabricante de la Sociedad internacional latinoamericana certificado para el progreso de la cineantropometría, fue el que diseñó y fabricado en Brasil por cescorf.
- Sencillo de usar, tiene larga duración y fácil de guardar.

Composición nutricional de dietas

Dieta estándar

Dieta que es elaborada por parte del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos-UNALM (77).

Tabla 2. Dieta estándar

Tipo de nutrientes	Cantidad
Energía metabolizable, Mcal/Kg. Min.	2.9
Proteína, % Min.	17
Lisina % Min.	0.92
Metionina – Cistina, % Min.	0.98
Grasa, % Min.	6.0
Calcio, % Min.	0.63
Fósforo disponible, % Min.	0.37
Fibra, % Min.	4.0
Humedad, % Máx.	12.0
Características	
Diámetro pellet (mm)	8.0
Longitud pellet (mm)	6.0 – 8.0

Tabla 3. Dieta de harina de algarrobo composición

Componentes	Por 100 g
Humedad	10.4
Materia seca	89.6
Proteínas	9.8
Fibra	15.9
Grasa	1.1
Carbohidratos	59.4
Ceniza	3.3
Calcio	0.5
Fósforo	0.2

Fuente: Peruinfo (78).

Tabla de composición de los alimentos

Para el presente estudio, se utilizó la Tabla Peruana de Composición de Alimentos del año 2017. La tabla de composición de alimentos es un instrumento el cual nos permite localizar los alimentos de manera fácil ya que están distribuidos por grupos. Cada alimento cuenta con sus valores de carbohidratos, lípidos, proteínas, vitaminas, fibra alimenticia y minerales por cada 100 g en dicho producto (79).

3.5. Plan de análisis e interpretación de la información

Después de recopilar los datos, se realizó una base de datos en el programa Microsoft Excel 2016. Luego se hizo el diccionario de variables. Seguidamente, se exportó al Software estadístico Stata 16.

En el estudio se trabajó con variables cuantitativas como triglicéridos, colesterol, HDL, perímetro abdominal y perímetro de cuello, fueron analizadas a través de medidas de tendencia central como la media y las medidas de dispersión y desviación estándar.

Con relación al tipo de investigación, fue experimental, de alcance explicativo, tuvo un diseño analítico, longitudinal y de tipo experimental, su rango de significancia fue del 1% y su rango de confianza de 99%, es decir, se controlaron las variables confusoras que pudieron interferir en los resultados, por lo tanto, se minimizó el error sistemático (61).

En el estudio para evaluar las diferencias entre los grupos, se emplearon dos pruebas estadísticas de contraste de la medida de tendencia central: prueba de mediana para variables que no cumplieran con los supuestos paramétricos (de normalidad e igualdad de varianzas) y prueba de diferencia de medias (t de Student) para las variables que cumplieran con los supuestos paramétricos.

Para evaluar previamente los supuestos paramétricos, se empleó la prueba F para evaluar la igualdad de varianzas (homocedasticidad) y la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad. Las variables que no presentaron normalidad se le aplicó la prueba de la mediana, y las variables que presentaron normalidad se le aplicó la prueba t de Student.

En el caso de la prueba de la mediana, debido a que se basó en la distribución Chi-cuadrado, fue necesario realizar una corrección cuando los valores esperados fueron menores a 5. Dos correcciones son las más usadas: La corrección por continuidad y la corrección exacta de Fisher.

3.6. Ventajas y limitaciones

Ventajas

La ventaja de la presente investigación se basó en el uso de la harina de algarroba, que abunda en el Perú, alimento vegetal que buscó contribuir a disminuir los índices de obesidad, el cual es causa de múltiples problemas de salud a la población.

La formulación de las dietas presentadas en el estudio tuvo un alcance nutrimental dirigido a las ratas Holtzman; que llegaron hasta la cuantificación de energía metabolizable para su mantenimiento. Toda vez que, existe escasa referencia científicas a nivel nacional sobre este tema dirigido a la cepa Holtzman

Como se precisó la investigación fue de tipo longitudinal, lo que contribuyó a minimizar la variabilidad de los datos.

En la presente investigación se utilizó para la elección de las unidades de análisis la metodología de aleatorización, la cual permitió identificar los grupos de tratamiento y poder controlar el error aleatorio.

La presente investigación fue ejecutada en el bioterio de la Universidad Nacional Agraria La Molina, la cual brindó las posibilidades logísticas que permitieron cumplir los objetivos del estudio.

En el estudio se tuvo a las ratas de la cepa Holtzman como unidades de análisis, sus resultados no podrán ser extrapolados para personas. Sin embargo, el estudio servirá de base para la realización de estudios de tipo casos y controles en humanos.

La presente investigación contribuyó a brindar información científica sobre las ratas hembras de la cepa Holtzman, puesto que existe limitada información sobre el tema en mención. Por lo tanto, los resultados obtenidos podrán ser extrapolados exclusivamente para ratas hembras de cepa Holtzman de 16 a 23 semanas.

Limitación

Una limitación de la presente investigación fue los escasos estudios, tanto a nivel nacional como internacional relacionados con la temática investigada; lo cual limitó el análisis de discusión de los resultados.

Los resultados no podrán ser extrapolados para personas, debido que las unidades de análisis fueron ratas de la cepa Holtzman, ya que el metabolismo de los animales es diferente al de las personas.

Una limitante del estudio fue que no se encontró la composición nutricional de la harina de algarrobo en la tabla de composición de alimentos peruana en ninguna de las ediciones de los diferentes años de publicación. Lo cual conllevó a tomar como referencia publicaciones científicas individuales y, por lo tanto, poco sólidas.

La limitación de la presente investigación es que solo se utilizaron 2 dietas, las cuales son la dieta estándar y la dieta a base de harina de algarrobo. El planteamiento de las dietas presentadas en la presente investigación tiene un alcance nutrimental el cual está dirigido a ratas hembras de la cepa Holtzman, en personas no se encontró información científica suficiente (Bases de Datos de Composición de Alimentos) sobre caloría digestible en harina de algarrobo y caloría metabolizable.

Se trabajó solo con ratas hembras, de cepa Holtzman, las cuales se obtuvieron del bioterio de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3.7. Aspectos éticos

Se presentó al Comité de Ética de la UCSS la presente investigación. También se presentó al comité de ética de la UNALM, donde se realizó el proceso experimental. Se tomaron en cuenta las recomendaciones éticas para la manipulación de las ratas experimentales que se encuentra en la guía *Guide for the care and use of Laboratory Animals*, publicada en Washington en el 2011. En esta guía, se menciona sobre el cuidado y trato apropiado con las ratas experimentales. Asimismo, menciona que se debe usar una cantidad mínima. Además, menciona que el personal que trabaje con las ratas experimentales debe ser capacitado, de esta manera se evitó el sufrimiento de las ratas que participaron en este estudio (80).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

El estudio empleó un total de 34 ratas, formándose dos grupos: el Grupo control constituido por 17 ratas que recibieron una dieta estándar y 17 en el Grupo experimental que recibieron una dieta a base de harina de algarrobo.

Los grupos empleados estuvieron compuestos por ratas hembras adultas, que al inicio del tratamiento tenían 16 semanas de vida y se les hizo seguimiento de sus cambios durante 7 semanas, hasta llegar a la semana 23 de vida.

Al compararse los dos grupos al inicio del tratamiento, estos ya presentaban diferencias relevantes con respecto a los Triglicéridos, HDL, Perímetro abdominal y Perímetro de cuello, más no en Colesterol, esperándose que, al finalizar el tiempo de seguimiento, se observara nuevas diferencias relevantes.

Para evaluar las diferencias entre los grupos, se emplearon dos pruebas estadísticas de contraste de la medida de tendencia central: prueba de mediana para variables que no cumplieran con los supuestos paramétricos (de normalidad e igualdad de varianza) y prueba de diferencia de medias (t de Student) para las variables que cumplieran con los supuestos paramétricos.

Para evaluar previamente los supuestos paramétricos, se empleó la prueba F para evaluar la igualdad de varianzas (homocedasticidad) y la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad. Las variables que no presentaran normalidad se le aplicaría la prueba de la mediana, y las variables que presentaran normalidad se le aplicaría la prueba t de Student, aunque si presentaran diferencia de varianza se aplicaría la corrección de Welch.

En el caso de la prueba de la mediana, debido a que se basa en la distribución Chi-cuadrado, es necesario realizar una corrección cuando los valores esperados son menores a 5. Dos correcciones son las más usadas: La corrección por continuidad y la corrección exacta de Fisher.

Tabla 4. Estadísticos de los grupos de dietas antes del tratamiento. Sombreado con color rosa la variable con más diferencia entre los grupos

Estadísticos descriptivos: Semana 16 de Vida									
Grupo	Variables	Media	D.E.	Mediana	R.I.	1er cuartil	3er cuartil	Mínimo	Máximo
Algarrobo	Colesterol	102.06	5.88	100.00	0.00	100.00	100.00	100.00	120.00
	Triglicérido	77.71	15.17	75.00	18.00	66.00	84.00	58.00	110.00
	HDL	47.88	15.59	49.00	21.00	38.00	59.00	15.00	76.00
	Lee	0.32	0.02	0.32	0.02	0.31	0.34	0.29	0.36
	Perímetro abdominal	15.64	0.66	15.60	0.90	15.20	16.10	14.20	16.80
	Perímetro cuello	11.01	0.58	11.00	0.80	10.60	11.40	9.60	12.00
Estándar	Colesterol	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	Triglicérido	51.65	4.08	53.00	4.00	50.00	54.00	45.00	57.00
	HDL	35.71	10.69	35.00	15.00	28.00	43.00	19.00	56.00
	Lee	0.31	0.01	0.31	0.02	0.30	0.32	0.30	0.33
	Perímetro abdominal	15.19	0.53	15.20	0.50	14.90	15.40	14.50	16.30
	Perímetro cuello	10.56	0.39	10.50	0.20	10.40	10.60	10.00	11.60

Como se comentó anteriormente, en el inicio del experimento los grupos ya presentaban diferencias en varias variables. La prueba F de igualdad de varianzas (tabla 5) y la prueba de Shapiro-Wilk de normalidad (tabla 6) dieron un valor de $p < 0.05$ a la variable Triglicéridos de ambos grupos de dieta, lo que indica que esta variable no presenta normalidad ni igualdad de varianzas y por lo tanto se aplicará la prueba no paramétrica de la mediana. El resto de variables presentaron un $p > 0.05$ tanto para la prueba F (tabla 5) como para a prueba de Shapiro-Wilk (tabla 6), lo que indica que presentan igualdad de varianzas y normalidad, y por lo tanto se aplicaría la prueba de diferencia de medias (t de Student). La variable de Colesterol no pudo evaluarse en su normalidad ni en su varianza debido a que presentaba un valor casi constante.

Tabla 5. Prueba F de igualdad de Varianzas, Semana 16 de vida

Prueba F de Igualdad de Varianzas: Semana 16 de Vida					
	F	gl	p	Interpretación	
Colesterol	-	-	-	-	-
Triglicérido	13.854	16	16	<0.0001	Varianzas diferentes
HDL	2.1284	16	16	0.1414	Varianzas iguales
Perímetro abdominal	1.5192	16	16	0.4119	Varianzas iguales
Perímetro cuello	2.2275	16	16	0.1195	Varianzas iguales
Lee	2.0781	16	16	0.1542	Varianzas iguales

Tabla 6. Prueba de Shapiro-Wilk de normalidad, Semana 16 de vida

Test de Shapiro-Wilk: Semana 16 de Vida							
Variable	Obs	W	V	z	p	Interpretación	
Algarrobo	Colesterol	17	-	-	-	-	-
	Triglicérido	17	0.93151	1.447	0.737	0.23066	Hay normalidad
	HDL	17	0.99029	0.205	-3.158	0.99921	Hay normalidad
	Lee	17	0.98072	0.407	-1.791	0.96339	Hay normalidad
	Perímetro	17	0.98656	0.284	-2.51	0.99397	Hay normalidad
	Perímetro cuello	17	0.97168	0.598	-1.024	0.84718	Hay normalidad
Estándar	Colesterol	17	-	-	-	-	-
	Triglicérido	17	0.89184	2.285	1.648	0.04969	No hay
	HDL	17	0.97583	0.511	-1.34	0.90989	Hay normalidad
	Lee	17	0.9239	1.608	0.947	0.17185	Hay normalidad
	Perímetro	17	0.9401	1.265	0.469	0.31937	Hay normalidad
	Perímetro cuello	17	0.92557	1.572	0.903	0.18337	Hay normalidad

Para la primera semana, los test de la mediana y de la media (tabla 7) dieron significancia estadística a las diferencias entre los grupos de dietas, con respecto a la variable Triglicérido, HDL, Índice de Lee, Perímetro abdominal y Perímetro de cuello, con $p < 0.05$.

Las pruebas indicarían que, al inicio del experimento, los grupos de dieta estándar y dieta con algarrobo tienen diferencias en la concentración de triglicéridos, HDL, Perímetro abdominal y Perímetro de cuello. Consultándose los estadísticos descriptivos, el grupo de la dieta de algarrobo tendría los valores mayores en las variables mencionadas (referido a su media y mediana).

Tabla 7. Prueba de la mediana y prueba t por cada variable en la semana 16 de vida.
Sombreado con color rosa $p < 0.05$

Semana 16 de Vida: Algarrobo vs Estándar										
Variables	Prueba de la Mediana						Prueba t			Interpretación
	gl	Chi	p	Correc. por Continuidad		Exacto de Fisher (p)	t	gl	p	
				Chi	p					
Colesterol	1	2.1250	0.145	0.5313	0.47	0.49	-	-	-	No hay diferencias
Triglicérido	1	34.0000	<0.001	30.1176	<0.001	<0.001	-	-	-	Hay diferencias
HDL	1	-	-	-	-	-	2.6559	32	0.0122	Hay diferencias
Lee	1	-	-	-	-	-	2.2035	32	0.0349	Hay diferencias
Perímetro abdominal	1	-	-	-	-	-	2.1827	32	0.0365	Hay diferencias
Perímetro cuello	1	-	-	-	-	-	2.6613	32	0.0121	Hay diferencias

La semana 23 de vida, que corresponde a la semana final del tratamiento, hubo cambios respecto a la semana 16 de vida. La prueba F de igualdad de varianza dio un valor de $p < 0.05$ al Perímetro de cuello, lo que indica que hay varianzas diferentes entre los

grupos de dieta en la referida variable. La Prueba de Shapiro-Wilk de normalidad dio valores de $p < 0.05$ a las variables de Triglicérido y Perímetro de Cuello, lo que indica ausencia de normalidad. Con esos resultados, a las variables de Triglicéridos y Perímetro de cuello se le aplicaría un test no paramétrico de la mediana, mientras que al resto de variables se le aplicó un test paramétrico de diferencias de medias (t de Student).

Tabla 8. Estadísticos de los grupos de dietas después del tratamiento. Sombreado con color rosa la variable con más diferencia entre los grupos.

Estadísticos descriptivos: Semana 23									
Grupo	VARIABLES	Media	D.E.	Mediana	R.I.	1er cuartil	3er cuartil	Mínimo	Máximo
Algarrobo	Colesterol	101.59	4.51	100.00	0.00	100.00	100.00	100.00	115.00
	Triglicérido	52.00	7.45	50.00	13.00	45.00	58.00	45.00	69.00
	HDL	44.53	13.36	45.00	20.00	37.00	57.00	15.00	66.00
	Lee	0.31	0.02	0.31	0.01	0.31	0.32	0.28	0.34
	Perímetro abdominal	15.01	0.59	15.10	0.50	14.80	15.30	13.60	16.00
	Perímetro cuello	10.49	0.61	10.60	0.60	10.20	10.80	9.00	11.60
Estándar	Colesterol	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	Triglicérido	52.00	7.38	51.00	12.00	45.00	57.00	45.00	72.00
	HDL	51.29	15.17	47.00	17.00	44.00	61.00	20.00	79.00
	Lee	0.31	0.01	0.31	0.02	0.30	0.32	0.30	0.33
	Perímetro abdominal	15.51	0.47	15.50	0.40	15.30	15.70	14.80	16.50
	Perímetro cuello	10.94	0.37	10.80	0.20	10.70	10.90	10.50	11.80

Tabla 9. Prueba de la mediana y prueba t por cada variable en la semana 23 de vida.
Sombreado con color rosa $p < 0.05$

Semana 23 de Vida: Algarrobo vs Estándar										
Variables	Prueba de la Mediana						Prueba t			Interpretación
	gl	Chi	p	Correc. por Continuidad		Exacto de Fisher (p)	t	gl	p	
				Chi	p					
Colesterol	1	2.1250	0.145	0.5313	0.47	0.49	-	-	-	No hay diferencias
Triglicérido	1	0.4722	0.492	0.1181	0.73	0.73	-	-	-	No hay diferencias
HDL	1	-	-	-	-	-	1.3798	32	0.1772	No hay diferencias
Lee	1	-	-	-	-	-	-0.294	32	0.7706	No hay diferencias
Perímetro abdominal	1	-	-	-	-	-	2.7135	32	0.0106	Hay diferencias
Perímetro cuello	1	5.7647	0.016	4.2353	0.04	0.038	-	-	-	Hay diferencias

Con los resultados totales, se puede indicar que los niveles de Triglicéridos, HDL, e Índice de Lee que eran más altos en el grupo de la dieta de Algarrobo hacia la semana 16 de vida, han caído hacia la séptima semana, no mostrando diferencias con el grupo de la dieta Estándar. Por el contrario, el Perímetro de cuello y Perímetro de abdomen, que eran más altos en el grupo de la dieta de Algarrobo durante la semana 16 de vida, tuvieron una caída hacia la semana 23 de vida y presentaron valores más bajos que el grupo de la dieta Estándar.

Respecto a la variable colesterol, no presentó diferencias estadísticas entre los grupos, desde la primera semana hasta la séptima semana.

Tabla 10. Diferencias de la mediana de la semana 23 respecto a la semana 16 de vida. Pueden observarse los incrementos y decrementos de los valores al final del tratamiento. Pintado en rosa las variables con cambios importantes.

Diferencias de Medianas (Semana 16-Semana 23 de Vida)		
Grupo	VARIABLES	Diferencia
Algarrobo	Colesterol (mg/dl)	0
	Triglicérido (mg/dl)	-25
	HDL (mg/dl)	-4
	Lee	-0.0126
	Perímetro abdominal (cm)	-0.5
	Perímetro cuello (cm)	-0.4
Estándar	Colesterol (mg/dl)	0
	Triglicérido (mg/dl)	-2
	HDL (mg/dl)	12
	Lee	-0.0024
	Perímetro abdominal (cm)	0.3
	Perímetro cuello (cm)	0.3

Al observarlas diferencias en las medianas desde la semana 16 a la semana 23 de vida, se puede ver que en el grupo de la dieta de Algarrobo sus Triglicéridos bajaron 25 puntos, el índice de Lee bajó 0.0126 puntos, el perímetro abdominal bajó 0.5 cm, y el perímetro de cuello bajó 0.4 cm. En el caso del grupo de la dieta Estándar, el HDL subió 12 puntos, y tanto el perímetro abdominal y el perímetro de cuello subieron 0.3 cm.

En general, se puede indicar que la dieta de Algarrobo contribuye a una caída de los niveles de Triglicéridos, Índice de Lee, Perímetro de cuello y Perímetro abdominal, mientras que la dieta Estándar contribuye a una ganancia del HDL, perímetro de abdomen y perímetro de cuello de las ratas.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

5.1. Discusión

Los resultados revelan que la dieta de algarrobo contribuyó a un decremento de Triglicéridos, Índice de Lee, Perímetro abdominal y Perímetro de cuello, en comparación con la dieta estándar, de la semana 16 a la semana 23 de vida.

En ese sentido, se puede indicar que se encontró estudios similares a la presente investigación como el de Izaola y colaboradores, en España quienes administrando un snack enriquecido con algarrobo mostraron una disminución significativa del colesterol total 5,8% y colesterol 7,4% (27).

Asimismo, Hassanein y et al., en Egipto analizaron la influencia del polvo de algarroba en el perfil lipídico de ratas macho Sprague-Dawley, sus resultados obtenidos revelaron que la alimentación de ratas con 10 y 20% de polvo de algarroba mejoró los parámetros del perfil lipídico de las ratas experimentales (30). Por su parte, Martínez y colaboradores, en España, en el año 2018 realizaron un estudio en humanos sobre los efectos de un extracto de algarrobo, lo administraron como un nutraceutico, analizando el perfil lipídico mediante la extracción de muestras de sangre, asimismo, se midió el índice de masa corporal. Los resultados mostraron que los niveles de colesterol se redujeron en los que consumieron alimentos funcionales enriquecidos en nutrientes y en el grupo control aumentaron. Se concluye que existe una influencia positiva de este alimento funcional en la regulación del perfil lipídico (28).

Por su parte, Gioxari y colaboradores, en Grecia, en el año 2022 en su estudio sobre los efectos del consumo de algarroba sobre la obesidad mostraron que la algarroba y sus productos primarios, es decir, la harina de algarroba y jarabe por su composición nutricional rica en fibras insolubles y microconstituyentes, incluidas vitaminas y compuestos fenólicos. Tienen efectos beneficiosos sobre la adiposidad y reduce los triglicéridos, ya que la harina de algarroba ejerce beneficios favorables para la salud contra la obesidad en las ratas alimentadas con esta dieta (25).

Lo que se explica por los atributos del algarrobo, como lo indica Lamadrid J, en Colombia encontró propiedades nutricionales y funcionales del fruto del algarrobo (*Hymenaea Courbaril Linneaus*), quienes mostraron que, por sus características, el algarrobo puede ser útil y tener aplicaciones nutricionales en cuanto a la obesidad, ya que tiene materia sintética con actividad biológica a través de los frutos, corteza, hojas, flores y resina contra mohos, bacterias, levaduras, moluscos (26).

En el presente estudio, también se demostró la influencia de la dieta estándar (DE) sobre los índices corporales y perfil lipídico en ratas hembras Holtzman, se evidenció que las ratas del GC mostraron un incremento de HDL, Perímetro abdominal y Perímetro de cuello, en comparación con el GE que consumió la dieta de Algarrobo, de la semana 16 a la semana 23 de vidas subiendo el HDL 12 puntos, y tanto el perímetro abdominal como el perímetro de cuello subieron 0.3 cm.

Comparándolo con otros estudios, se encontró similares resultados en la investigación de Khader et al., en Egipto, en un estudio experimentan con 30 ratas albinas a quienes le administró una dieta estándar al grupo control, también mostró un incremento del HDL, así como un aumento del perímetro abdominal y de cuello, que se tradujo en un aumento de peso (81). Además, en el estudio de Campuzano et al. en el año 2019 en Paraguay, en un estudio donde administraron una dieta estándar a ratas hembras, mostraron un aumento estadísticamente significativo en los niveles de HDL (82). Asimismo, Hidalgo, en Colombia, analizando el sobrepeso y obesidad en ratas de la cepa Wistar encontró que las ratas del grupo control tuvieron un perímetro abdominal

superior en comparación con el grupo experimental, esta variable presentó un aumento constante hasta la semana final de alimentación, aumentando 1 cm (29).

Por otra parte, se determinó en el presente estudio la influencia de la dieta a base de harina de algarrobo sobre los índices corporales y perfil lipídico en ratas hembras Holtzman de 16 a 23 semanas durante el año 2022.

Reflejado en los resultados obtenidos que revelan que la dieta de algarrobo sí influye en los índices corporales y lipídicos, lo que se muestra en la caída de los niveles de triglicéridos, Índice de Lee, Perímetro de cuello y Perímetro abdominal en las ratas que fueron alimentadas con harina de algarrobo. Ya que se observó que en el GHA sus triglicéridos bajaron 25 puntos, el índice de Lee bajó 0.0126 puntos, el perímetro abdominal bajó 0.5 cm, y el perímetro de cuello bajó 0.4 cm.

Comparándolo con otros estudios, se encuentran coincidencias con Hassanein et al. quienes en Egipto concuerdan con los resultados, donde las ratas sometidas a polvo de algarrobo los triglicéridos se redujeron significativamente en comparación con el grupo control (30).

Asimismo, Franco y Palma, en Ecuador, en el año 2021 en su estudio sobre los efectos de la harina de algarrobo en pollos, concluyen que la harina de algarrobo en la dieta redujo los niveles de triglicéridos (83).

El resultado demostró que la harina de algarroba podría reducir los triglicéridos, el perímetro abdominal y de cuello, que se podría deber a que la algarroba contiene una gran cantidad de fibra dietética insoluble y polifenoles.

El aporte de la presente investigación es que el estudio permitió confirmar las propiedades nutricionales de la harina de algarrobo especialmente en la disminución de los niveles de triglicéridos y los perímetros abdominales y de cuello siendo el algarrobo un alimento que puede ser utilizado como ingrediente alimentario en diferentes formas para combatir la obesidad, porque la harina de algarroba es un alimento rico en fibra, que contienen principalmente altos niveles de fibra insoluble. Este alto contenido de fibra dietética hace que el algarrobo sea un ingrediente con efectos beneficiosos y fisiológicos.

5.2. Conclusiones

De las variables medidas a los dos grupos de ratas alimentadas con dietas diferentes durante 7 semanas, se puede concluir que:

- a) La presente investigación corroboró la hipótesis planteada existe influencia de la dieta de algarrobo y dieta estándar sobre los índices corporales y perfil lipídico en ratas hembras de 16 a 23 semanas durante el 2022.
- b) La dieta de algarrobo contribuyó a un decremento de Triglicéridos, Índice de Lee, Perímetro abdominal y Perímetro de cuello, en comparación con la dieta estándar, de la semana 16 a la semana 23 de vida.
- c) La dieta Estándar contribuyó a un incremento de HDL, Perímetro abdominal y Perímetro de cuello, en comparación con la dieta de Algarrobo, de la semana 16 a la semana 23 de vida.

5.3. Recomendaciones

Se recomienda, a futuras investigaciones, realizar trabajos de investigación como revisiones sistemática o metaanálisis en los cuales se contemple el tema de las harinas andinas y las mezclas de las mismas en unidades de análisis de ratas hembras, puesto que existe escasa información científica de las harinas en mención en especial de la harina de algarrobo. Asimismo, es necesario que instituciones como el CENAN INS incorporen el valor nutricional de la harina de algarrobo en la tabla de composición de alimentos peruana.

Se recomienda realizar investigaciones en humanos de tipo de casos y controles utilizando la harina antes indicada con el objetivo de corroborar los resultados de la presente investigación. Todo lo anterior, debido a que el metabolismo celular humano es diferente al de las ratas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alducin W. Obesidad infantil: Atácala de raíz. México: Sista; 2017.
2. Organización Mundial de la Salud. Obesidad. [Online].; 2021 [cited 2022 Mayo 2]. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
3. Villena J. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en el Perú. Rev. peru. ginecol. obstet. 2017 Oct/dic.; 63(4).
4. Castillo N, Malo M, Pajita D. La obesidad en el mundo. An. Fac. med. 2017 Abr./jun.; 78(2).
5. Organización Mundial de la Salud. royectos de recomendaciones para la prevención y el tratamiento de la obesidad a lo largo del curso de la vida, incluidas las posibles metas. [Online].; 2021 [cited 2022 Mayo 2. Available from: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/obesity/who-discussion-paper-on-obesity---final190821-es.pdf?sfvrsn=4cd6710a_24.
6. Izcovich A, Ragusa M, Tortosa F, Lavena M, Agnoletti C, Bengolea A, et al. Prognostic factors for severity and mortality in patients infected with COVID-19: A systematic review. PLoS One. 2020; 15(11).
7. Organización Panamericana de Salud. Vigilancia y obesidad. [Online].; 2021 [cited 2022 Mayo 2. Available from: <https://www.paho.org/es/temas/prevencion-obesidad>.
8. Organización Panamericana de Salud. Obesidad: Un problema complejo que requiere un enfoque que involucre a toda la sociedad. [Online].; 2021 [cited 2022 Mayo 2. Available from: https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=6123:2011-obesity-complex-problem-needing-all-society-approach&Itemid=135&lang=es.
9. Naciones Unidas. La obesidad se triplica en América Latina por un mayor consumo de ultraprocesados y comida rápida. [Online].; 2019 [cited 2022 Mayo 10. Available from: <https://news.un.org/es/story/2019/11/1465321>.
10. Observa-T Perú. Perú es el tercer país de la región en obesidad y sobrepeso. [Online].; 2021 [cited 2022 Mayo 2. Available from: <https://observateperu.ins.gob.pe/noticias/272-peru-es-el-tercer-pais-de-la-region-en-obesidad-y-sobrepeso#:~:text=Seg%C3%BAn%20cifras%20del%20Ministerio%20de,total%20de%204.794.619%20afectados>.
11. Pajuelo J, Torres L, Aguero R, Bernui I. El sobrepeso, la obesidad y la obesidad abdominal en la población adulta del Perú. An. Fac. med. 2019 Ene./mar.; 80(1).
12. Instituto Nacional de Estadística e Informática. El 39,9% de peruanos de 15 y más años de edad tiene al menos una comorbilidad. [Online].; 2021 [cited 2022 Mayo 2. Available from: <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/el-399-de-peruanos-de-15-y-mas-anos-de-edad-tiene-al-menos-una-comorbilidad-12903/>.
13. Ventoso B. Tendencias alimentarias que han propiciado la nueva forma de desnutrición en sobrepeso y obesidad: causas, prevalencia y factores añadidos: Ciencias; 2017.
14. Guzmán C, Forman K, Sanchez R. Efectos de una Dieta con Alto Contenido de Grasas sobre Parámetros Alimentarios y Tejido Adiposo Blanco Visceral de Ratas Sprague Dawley. Int. J. Morphol. 2020 jun.; 38(3).

15. Martínez M, Matallana M. Efecto de dietas con distinto contenido de fibra en el peso y grasa corporal en ratones BALB/c inducidos a obesidad. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC); 2022.
16. Food News Latam. Extracto de algarroba muestra beneficios para el control del peso y el síndrome X. [Online].; 2020 [cited 2022 Mayo 10. Available from: <https://www.foodnewslatam.com/paises/4964-europa/10135-extracto-de-algarroba-muestra-beneficios-para-el-control-del-peso-y-el-s%C3%ADndrome-x.html>.
17. Novelli E, Diniz Y, Galhardi C, Ebaid G. Anthropometrical parameters and markers of obesity in rats. *Laboratory Animals*. 2018;(41): p. 111-119.
18. Morales U, Becerra E, Sáyo S, Tolman J, Montalvo E. Anti-obesity and hepatoprotective effects in obese rats fed diets supplemented with fruit purees. *Food Science and Technology*. 2020 June;(40): p. 33-41.
19. Albala C, Kain J, Burrows R, Díaz E. Obesidad un desafío pendiente Santiago de Chile: Universitaria; 2017.
20. Torres S, Contreras L, Verón H, Isla M. Chapter 10 - Prospects of dairy and vegetables-based food products in human health: Current status and future directions. *Research and Technological Advances in Food Science*. 2022;; p. 243-267.
21. Glycemic response to Carob (*Ceratonia siliqua* L) in healthy subjects and with the in vitro hydrolysis index. *Nutr. Hosp*. 2015 Ene; 31(1).
22. Melo O, López L, Melo S. Diseño de experimentos. Métodos y aplicaciones. Universidad Nacional de Colombia; 2020.
23. Navarro J, Ramírez R, Villagrán C. Manual de procedimientos recomendables para la investigación con animales: Samsara; 2012.
24. Díaz L. Estadística multivariada: Inferencia y métodos.: Universidad Nacional de Colombia; 2007.
25. Gioxari A, Amerikanou C, Nestoridi I, Gourgari E, Pratsinis H, Kalogeropoulos N, et al. Carob: A Sustainable Opportunity for Metabolic Health. *MDPI*. 2022; 11(14).
26. Lamadrid J, Bedoya A. Propiedades nutricionales y funcionales del fruto del algarrobo (*Hymenaea Courbaril* Linnaeus): una fuente de nutrientes con potencial aplicación en alimentos funcionales. Antioquia: (Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos). Corporación Universitaria Lasallista; 2019.
27. Izaola L, Olatz D, Belén A, Martínez C, Miranda J. Efecto de un snack enriquecido con algarrobo y wakame sobre los parámetros metabólicos de pacientes obesos, ensayo clínico randomizado frente a placebo. Congreso Nacional de la Sociedad Española de Nutrición Clínica y Metabolismo. 2019.
28. Martínez C, Peñas E, Rico D, Martín A, Portillo M, Macarulla M, et al. Potential Usefulness of a Wakame/Carob Functional Snack for the Treatment of Several Aspects of Metabolic Syndrome: From In Vitro to In Vivo Studies. *Mar. Drugs*. 2018; 16(12).
29. Hidalgo S. Establecimiento de un biomodelo experimental de obesidad adquirida por dieta en ratas Wistar. (Tesis de maestría). Universidad del Valle; 2017.
30. Hassanein K, Youssef K, Ali H, Manfaloty M. The influence of carob powder on lipid profile and histopathology of some organs in rats. *Comp Clin Pathol*. 2015;(24).
31. Luzón J. Índice glicémico de la algarrobina y harina derivados de la vaina del *Prosopis pallida* (algarrobo) en ratas. Lima: (Tesis de grado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.; 2021.

32. Santisteban D. Composición corporal de ratas Holtzman alimentadas con dietas altas en fructosa y suplementadas con ácido linoleico conjugado. Tesis para optar el grado de maestro en Nutrición. Universidad Nacional Agraria La Molina; 2021.
33. Galarza D, Mendoza J. Efecto dislipidémico del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Allium ampeloprasum* (poro) en ratas inducidas a hipercolesterolemia. Huancayo: Universidad Roosevelt; 2021.
34. Rush M. Efecto de la “algarrobina” sobre la hemoglobina y hematocrito en ratas albinas luego del consumo de *Camellia sinensis* “té negro” en la dieta. Lima: Universidad Ricardo Palma; 2020.
35. Alamo M. Caracterización fisicoquímica de la harina de algarroba (*Prosopis Pallida*) del distrito de Illimo. Pimentel: Universidad Señor de Sipán; 2019.
36. Instituto Nacional de Salud. Guía de manejo y cuidado de animales de laboratorio: Ratón. [Online].; 2008 [cited 2022 Mayo 31. Available from: http://bvs.minsa.gob.pe/local/INS/962_INS68.pdf.
37. OPS. Descriptores en Ciencias de la Salud. [Online].; 2022 [cited 2022 Mayo 31. Available from: <https://decs.bvsalud.org/es/ths/resource/?id=30579>.
38. Laboratorios de Ensayos Biológicos. Universidad de Costa Rica. Sprague Dawley. [Online].; 2013 [cited 2022 Mayo 31. Available from: <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/sp/article/view/705/691>.
39. Vargas J. Parámetros fisiológicos y metabólicos de la rata de laboratorio. Revista Médica Basadrina. 2020; 14(2): p. 64-68.
40. Fuentes M, Acosta L, Rodríguez P. Perfil lipídico, proteico y glicemia en ratas Sprague Dawley y Shr/N producidas en la UCLA. Gaceta de Ciencias Veterinarias. 2008.
41. Rodríguez L. Obesidad: fisiología, etiopatogenia y fisiopatología. Revista cubana de endocrinología. 2003.
42. Carvajal C. Lípidos, lipoproteínas y aterogénesis San José: Ednasss-Ccss; 2019.
43. Quiroz G. Fundamentos del gasto energético. [Online].; 2019 [cited 2022 Mayo 31. Available from: <http://eprints.uanl.mx/9370/1/Documento0.pdf>.
44. Moreno M. Definición y clasificación de la obesidad. Revista Médica Clínica Las Condes. 2012 March; 23(2): p. 124-128.
45. El Sahili L, Mendoza M. Psicología del sobrepeso y la obesidad México: Universidad de Guanajato; 2021.
46. Cuamatzi O, Melo V. Bioquímica de los procesos metabólicos México: Reverté; 2004.
47. Quesada S. Manual de experimentos de laboratorio para bioquímica Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia; 2007.
48. Gil A. Tratado de nutrición. 2nd ed. Madrid: Médica Panamericana; 2017.
49. Albala C. Obesidad: un desafío pendiente Santiago de Chile: Universitaria; 2000.
50. Rozo R. Medicina interna. Prácticas y procedimientos. Guías de práctica clínica Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana; 2003.
51. Navarrete P, Loayza M, Velasco J, Huatuco Z, Abregú R. Índice de masa corporal y niveles séricos de lípidos. Horiz. Med. ; 16(2).
52. Huamán J, Campos L, Cancino J, Avalos A. Efecto del *Foeniculum vulgare* en el perfil lipídico de adultos jóvenes con sobrepeso y obesidad. Rev méd Trujillo. 2019; 14(3): p. 135-46.

53. Milek L, Tomzack L, Fuganti L, Ramos M, Carneiro C. Glycemic response to Carob (*Ceratonia siliqua* L) in healthy subjects and with the in vitro hydrolysis index. *Nutr Hosp.* 2015; 31(1): p. 482-487.
54. González M. Algarrobo. Rescatando una especie de alto valor histórico. Una contribución a la alimentación sana y al combate contra la desertificación. [Online].; 2013 [cited 2022 Mayo 2. Available from: <https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/handle/20.500.12220/20370/30903-2.pdf;jsessionid=9C5FC261736BCA1CD4B8C1D6330B2D5D?sequence=1>.
55. Alzate T, Arteaga G, Jaramillo G. Propiedades farmacológicas del Algarrobo (*Hymenaea courbaril* Linneaus) de interés para la industria de alimentos. *Rev. Lasallista Investig.* 2008; 5(2): p. 100-111.
56. Tenorio F. Manual técnico para la conservación y propagación de especies de algarrobo (*Prosopis* spp.) Lima: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego; 2020.
57. Álvarez E. Desarrollo de un proceso a escala laboratorio para. Universidad EAFIT; 2007.
58. Millán M, López M, Ramón A. Obtención de goma de semillas de algarroba (*Prosopis alba*) y su utilización en formulaciones alimenticias. *Diaeta.* 2016; 34(157).
59. Indecopí. Algarrobo. [Online].; 2019 [cited 2022 Mayo 10. Available from: <https://www.indecopi.gob.pe/documents/20791/3180041/algarrobo.pdf/094d45db-4235-9a32-2a32-e1c3fe726d9b>.
60. Sánchez H, Reyes C, Mejía K. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística: URP; 2018.
61. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación México: Mc Graw Hill Education; 2014.
62. Gonzáles G, Del Castillo J, Herrera F, Aguiar G, Marcano E, Rondón L. Clinical-biological development of rats fed a semi-purified diet based on egg white. *Rev Inv Vet Perú.* 2021; 32(4).
63. Túnez I, Galván A. Perfil lipídico. [Online].; 2018 [cited 2022 Junio 10. Available from: <https://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/25%20PERFIL%20LIPIDICO.pdf>.
64. Pérez O. Lipoproteínas de alta densidad (HDL). ¿Un objetivo terapéutico en la prevención de la aterosclerosis? *Archivos de Cardiología de México.* 2004 Enero-Marzo; 74(1).
65. Semfyc. Guía práctica de la Salud. [Online].; 2016 [cited 2022 Junio 10. Available from: https://www.semfyc.es/wp-content/uploads/2016/07/24_01.pdf.
66. Huamán W. Estrés oxidativo, bioquímica sérica y adiposidad en ratas alimentadas con grasa saturada y sometidas al ejercicio físico. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina; 2019.
67. Amoroso E. Estimación de puntos de corte de referencia para el cociente perímetro abdominal/talla, índice masa corporal, perímetro abdominal y porcentaje de grasa visceral para la predicción de dislipidemia aterogénica en pacientes sin diabetes. Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2020.
68. Basurto L, Córdova N, García J, Robledo A, Luqueño E, Díaz A, et al. El perímetro de cuello y su relación con los factores de riesgo cardiometabólico en las mujeres. *Rev Cubana Endocrinol.* 2020 Sept-dic.; 30(3).
69. Clínica Universidad de Navarra. Diccionario Médico. Edad. [Online].; 2022 [cited 2022 Junio 14. Available from: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/edad#:~:text=Lapso%20de%20tiempo%20que%20transcurre,hasta%20el%20momento%20de%20referencia>.

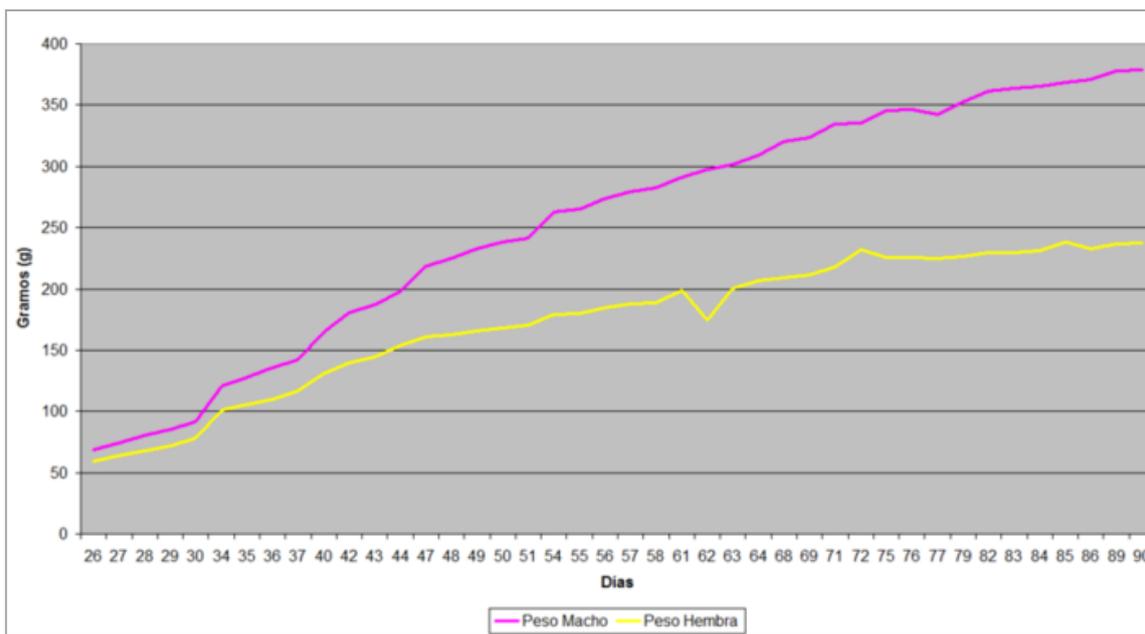
70. Suárez G, Perera A, Clapés S, Fernández T, Egaña E. Estandarización de un modelo para inducir obesidad en ratas. *Medisur*. 2013 Oct.; 11(5).
71. De Arriba A, López M, Rueda C, Labarta J, Ferrández A. Valores de normalidad de índice de masa corporal y perímetro abdominal en población española desde el nacimiento a los 28 años de edad. *Nutr Hosp*. 2016; 33(4): p. 887-893.
72. Ikechukwu J, Onyinyechukwu A, Ebele T. Reference values for the serum lipid profile of albino rats (*Rattus norvegicus*) of varied ages and sexes. *Comp Clin Pathol*. 2011 Noviembre; 22(1): p. 93 – 99.
73. Guía para cuidado y uso de animales de experimentación. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina. [Online].; 2015 [cited 2022 Junio 15]. Available from: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_gua_cuidado_y_uso_de_animales.pdf.
74. Wusong Z, Yanqun Y, Ye G, Pengfei Z, Mingjing Z, Zhong C, et al. Repeated Blood Collection from Tail Vein of Non-Anesthetized Rats with a Vacuum Blood Collection System. *Journal of Visualized Experiments*. 2017.
75. Kabla Clinical Dx. Medidor de Lípidos Mission. [Online].; 2022 [cited 2022 Julio 16]. Available from: <https://kabla.mx/point-of-care/medidor-de-lipidos/>.
76. Nutriactiva. Cinta métrica antropométrica Cescorf. [Online].; 2022 [cited 2022 Julio 16]. Available from: <https://nutriactiva.com/es/products/cescorf-anthropometric-tape-measure>.
77. Caqui Pérez FM. Aceite de coco virgen y ejercicio físico sobre la capacidad antioxidante, somatometría, grasa corporal y bioquímica sanguínea en ratas obesas.
78. Peruinfo. Superalgarrobo. [Online].; 2022 [cited 2022 Mayo 15]. Available from: <https://peru.info/es-pe/superfoods/detalle/super-algarrobo>.
79. Reyes García M, Gómez-Sánchez Prieto I, Espinoza Barrientos C. Tablas peruanas de composición de alimentos. Instituto Nacional de Salud; 2017.
80. The National Academies Press. Guide for the care and use of Laboratory Animals. [Online].; 2011. Available from: <https://grants.nih.gov/grants/olaw/guide-for-the-care-and-use-of-laboratory-animals.pdf>.
81. Khader S, Khafagy M, Saif N. The Protective Effects of Carob Seeds in Hepatotoxic Rats with Liver Dysfunction. *Journal of Home Economics*. 2023; 33(3): p. 1-14.
82. Campuzano M, Araujo E, Peralta R, Burgos R, Coronel C, Kennedy M. Efecto del consumo de alimentos con elevado contenido lipídico sobre el perfil lipídico de ratones sanos. *Archivo Latinoamericanos de Nutrición*. 2019; 69(1).
83. Franco J, Palma O. Efecto de la inclusión parcial de dos niveles de harina de algarrobo (*Prosopis chilensis*) en el hemograma y bioquímica sanguínea en pollos Cobb 500. Ecuador: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López; 2021.

ANEXOS

Anexo 1. Ratas Holtzman

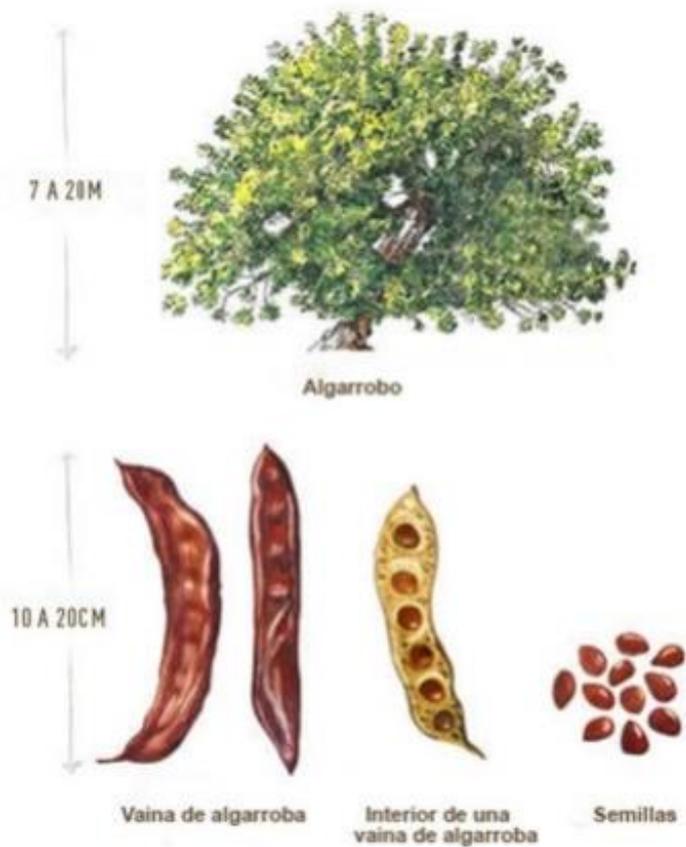


Anexo 2. Curva de edad ratas machos vs hembras Holtzman



Fuente: (38)

Anexo 3. Planta de algarroba



Fuente: (59)

Anexo 4. Características morfológicas de las variedades de *Prosopis pallida* presentes en el Perú

Características	Variedades de <i>Prosopis pallida</i>			
	<i>P. pallida</i> var. <i>pallida</i>	<i>P. pallida</i> var. <i>armata</i>	<i>P. pallida</i> var. <i>decumbens</i>	<i>P. pallida</i> var. <i>annularis</i>
Tronco				
Hábito	Árbol erguido	Árbol erguido	Árbol decumbente	Árbol erguido
Altura (m)	3 – 10	3 – 8	3 – 5	3 – 5
Diámetro tronco (cm)	30 – 65	20 – 60	30 – 50	25 – 50
Presencia espinas	Inerme	Espinas geminadas, divaricadas, 5 – 30 mm largo	Espinas geminadas, divaricadas, 15 – 28 mm largo	Espinas geminadas, divaricadas, 5 – 12 mm largo
Hojas				
Longitud de hojas (cm)	6 – 12	4 – 14	5 – 8	4 – 8
Nº hojas por nudo	2 – 3	2 – 4	2 – 5	2 – 5
Longitud de peciolo (mm)	11 – 30	8 – 35	10 – 15	8 – 10
Glándula interpeciolar	1, pequeña, cupuliforme, sésil, con poro apical	Ausente	1, cupuliforme, pequeña, sésil, con poro apical	1, cupuliforme, sésil, con poro apical
Longitud de pinnas (cm)	3 – 6	3 – 6	4 – 8	3 – 5
Pares de foliolos	12 – 15	10 – 15	11 – 12	12 – 13
Forma y caracteres de foliolos	Elípticos, reticulados, nervados	Elípticos, ápice obtuso, mucronados, cinéreo villosos, nervios prominentes en el envés	Elípticos, mucronados, glabros	Elípticos, ápice obtuso, mucronados, venas laterales prominentes en el envés
Tamaño de foliolos (mm largo x mm ancho)	7 – 12 x 3 – 4	6 – 12.5 x 2 – 4	7 – 10 x 2 – 3	6 – 8 x 2 – 3
Inflorescencia				
Tipo de Inflorescencia	Racimo	Racimo	Racimo	Racimo
Longitud de inflorescencia (cm)	6 – 17	5 – 14	9 – 12	6 – 10
Color de flores	Amarillas	Amarillas	Amarillas	Amarillas
Longitud de pedicelo (mm)	5 – 30	8 – 20	8 – 14	10 – 15
Frutos				
Tamaño de fruto (cm largo x mm ancho x mm grosor)	16 – 25 x 8 – 15 x 4 – 9	14 – 20	15.5 – 30 x 10 – 17 x 4 – 7	22 – 26 x 15 – 18 x 4 – 5
Forma de fruto	Recto o ligeramente falcado, semicomprimido	Comprimido	Comprimidos, falcados, raras veces rectos	Conspicuamente anillados o falcados, comprimidos o semicomprimidos
Longitud (mm), forma e indumento de acumen	6 – 21, curvo, glabro	8 – 25, curvo, glabro	8 – 20, ligeramente curvo, glabro	Ausente

Fuente: Tenorio (56)

Anexo 5. Composición de la pulpa del algarrobo

Producto	Porcentaje
Fibra cruda	35,8%
Almidón	34%
Proteínas	7%
Azúcar	3,2%
Grasa	1,1%
Materias proteicas	0,9%
Taninos y minerales como el calcio y magnesio	11%
Minerales	7%

Fuente: Lamadrid (26)

Anexo 6. Valor nutricional

Componentes / Components	Por 100g / Per 100g
Humedad / Moisture	10,4
Materia seca / Dry matter	89,6
Proteínas / Proteins	9,8
Fibra / Fiber	15,9
Grasa / Fat	1,1
Carbohidratos / Carbohydrates	59,4
Ceniza / Ash	3,3
Calcio / Calcium	0,5
Fósforo / Phosphorus	0,2

Fuente: Peruinfo (77)

Anexo 7. Análisis proximal de Harina de algarroba en base a 100 g.

Componentes	H.base húmeda	H.base seca
Humedad	5.46	5.78
Proteína	12.74	14.65
Ceniza	2.14	2.19
Grasa	3.01	3.1
Carbohidratos	76.65	74.28
Fibra dietaria total	24.47	32.39

Fuente: (82)

Anexo 8. Equipos y materiales

Medidor de Lípidos Mission



Fuente: Kabla Clinical Dx (75)

Balanza



Reglas de metal

