

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD



Dietas andinas sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman entre la semana 12 y 16 de vida

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

AUTORES

Juan Antonio Pancca Villegas

David Junior Minaya Campos

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° 088-2024

En la ciudad de Lima, a los diecisiete días del mes de Junio del año dos mil veinticuatro, siendo las 08:30 horas, los Bachilleres Pancca Villegas, Juan Antonio y Minaya Campos, David Junior sustentan su tesis denominada **“Dietas andinas sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman entre la semana 12 y 16 de vida”** 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. Jhelmira Bermudez Aparicio | APROBADO : REGULAR |
| 2.- Prof. Vanesa Carolina Coz Contreras | APROBADO : REGULAR |
| 3.- Prof. Fernando Agustin Bravo Rebatta | APROBADO : REGULAR |

Habiendo concluido lo dispuesto por el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Católica Sedes Sapientiae y siendo las 09:50 horas, el Jurado da como resultado final, la calificación de:

APROBADO:REGULAR

Es todo cuanto se tiene que informar.



Prof. Jhelmira Bermudez Aparicio

Presidente



Prof. Vanesa Carolina Coz Contreras



Prof. Fernando Agustin Bravo Rebatta

Lima, 17 de Junio 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 19 de Julio del 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 trabajo de investigación, bajo mi asesoría, con título: “Dietas andinas sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman entre la semana 12 y 16 de vida”, presentado por David Junior Minaya Campos con código: 2016200036 con DNI: 76531169 y Juan Antonio Pancca Villegas con código: 2016100430 con DNI: 48340734 para optar el título profesional de la carrera de 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 13 %** (poner el valor del porcentaje). * 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 Ciencia 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.

DIETAS ANDINAS SOBRE EL ESTADO NUTRICIONAL
BIOQUÍMICO Y MORFOLÓGICO EN RATAS HOTLZMAN
ENTRE LA SEMANA 12 Y 16 DE VIDA

DEDICATORIA

A nuestros padres, quienes, con su apoyo incondicional, han hecho posible nuestro desarrollo profesional con la bendición de Dios.

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo general demostrar la influencia de las dietas de mezclas a base de productos andinos sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman, desde la semana 12 a la 16 de vida durante el 2022. El estudio tuvo un diseño de tipo analítico, prospectivo, longitudinal y experimental. Se trabajó con 39 ratas macho de cepa Holtzman, las cuales se obtuvieron del bioterio de la Universidad Nacional Agraria La Molina. También se trabajó con variables cuantitativas y una cualitativa. Para las variables cuantitativas, como la concentración de hemoglobina, perímetro abdominal, perímetro de cuello y consumo de alimentos, fueron analizadas a través de medidas de tendencia central como la media y su medida de dispersión desviación estándar. La variable cualitativa fue analizada a través de frecuencias y porcentajes. Para esto, se realizó la asignación de grupos de manera aleatoria, es decir, GDE, alimento con dieta estándar; GHA, alimento con harina de algarroba + estándar; GHC, alimento con harina de cañihua + estándar y GHAYHC, alimento con harina de algarroba + harina de cañihua + estándar. Asimismo, la presente investigación trabajó con pruebas estadísticas multivariantes, lo que permitió tener control del error sistemático. Por último, la investigación tuvo lugar en las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria La Molina, institución que nos brindó todas las condiciones para lograr los objetivos de esta investigación. Resultados: Significancia en las dimensiones perímetro abdominal (PAB) y perímetro de cuello (PC) (< 0.01) para la dieta GHA.

Palabras clave: concentración de hemoglobina, obesidad, harina de cañihua, ratas Holtzman, algarrobo, estado nutricional.

ABSTRACT

The general objective of this research project was to demonstrate the influence of mixture diets based on Andean products on the biochemical and morphological nutritional status in Holtzman rats, from weeks 12 to 16 of life during 2022. The study had an analytical, prospective, longitudinal and experimental design. We worked with 39 male rats, Holtzman strain, which were obtained from the vivarium of the National Agrarian University of La Molina. Also, we worked with quantitative variables and a qualitative one. For quantitative variables such as hemoglobin concentration, abdominal perimeter, neck perimeter and food consumption, they were analyzed through measures of central tendency such as the mean and its standard deviation measure of dispersion. The qualitative variable was analyzed through frequencies and percentages. For this, groups were assigned randomly, that is; GDE, standard diet food; GHA, food with carob flour + standard; GHC, food with cañihua flour + standard and GHAYHC, food with carob flour + cañihua flour + standard. Likewise, this research worked with multivariate statistical tests, which allowed control of systematic error. Finally, the research took place at the facilities of the National Agrarian University La Molina, an institution that provided us with all the conditions to achieve the objectives of this research. Results: Significance in the dimensions abdominal perimeter (PAB) and neck perimeter (PC) (< 0.01) for the GHA diet.

Keywords: hemoglobin concentration, obesity, cañihua flour, Holtzman rats; Carob tree; Nutritional condition.

ÍNDICE

Resumen	V
Índice	vi
Introducción	vii
Capítulo I. El problema de investigación	8
1.1.Situación problemática	9
1.2.Formulación del problema	10
1.3.Justificación de la investigación	10
1.4.Objetivos de la investigación	12
1.4.1.Objetivo general	12
1.4.2.Objetivos específicos	12
1.5.Hipótesis	12
Capítulo II. Marco teórico	13
2.1.Antecedentes de la investigación	13
2.2.Bases teóricas	17
Capítulo III. Materiales y métodos	24
3.1.Tipo de estudio y diseño de la investigación	24
3.2.Población y muestra	25
3.2.1.Tamaño de la muestra	24
3.2.2.Selección del muestreo	24
3.2.3.Criterios de inclusión y exclusión	26
3.3.Variables	26
3.3.1.Definición conceptual y operacionalización de variables	28
3.4.Plan de recolección de datos e instrumentos	28
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	46
5.1. Discusión	46
5.2. Conclusión	49
5.3. Recomendaciones	50
Referencias bibliográficas	51
Anexos	56

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) sostiene que la deficiencia de hierro es el patrón que causa la anemia, siendo un problema de salud pública latente que afecta en todo el mundo, en niños, embarazadas y no embarazadas, con una prevalencia de 42%, 40% y 33%, respectivamente. Asimismo, 614 millones de mujeres y 280 millones de niños alrededor del mundo son afectados por este fenómeno. La deficiencia de hierro afecta en todas las etapas de vida. Se relaciona con efectos adversos como cansancio, disminución del vigor físico y mental, principalmente en periodos de desarrollo y crecimiento, como en la etapa de gestación, infancia y adolescencia (1).

El Instituto Nacional de Salud (INS) sostiene que, en el Perú, la anemia perjudica al 43% de niños en edades menores a los 3 años, desencadenándose en un problema de salud pública latente. En los niños, afecta su desarrollo psicomotor, disminuyendo la capacidad cognitiva y mermando el desarrollo de las capacidades interpersonales (2). El INS (Instituto Nacional de Salud) sostiene que el sobrepeso y obesidad se produce cuando hay un desbalance energético por la ingesta de mayor alimento del que una persona necesita. Expertos del INS instan a la población a hacer uso de las guías alimentarias; asimismo, fomentan estilos de vida saludables, hábitos alimentarios, actividad física y evitan, en lo posible, el consumo de alimentos ultra procesados (3).

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), en 2016, se estimó que unos 41 millones de niños en edades inferiores a los 5 años presentaban sobrepeso u obesidad, y, de igual modo, en niños y adolescentes entre 5 a 19 años con 340 millones de casos. La prevalencia va en aumento cada año y no distingue género. El riesgo de padecer enfermedades no transmisibles aumenta con este trastorno, ya se sea en países de medianos o bajos ingresos (4).

Hasta la fecha, en el Perú, no se han realizados estudios en los que se evalúen la influencia del consumo de harina de algarroba y harina de cañihua, sobre la concentración de hemoglobina, índice de Lee, perímetro abdominal y de cuello en dicha población mencionada. Por eso, este estudio se considera importante.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general determinar la influencia de las dietas de mezclas a base de productos andinos sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman, durante el 2022.

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Situación problemática

La anemia y la desnutrición crónica son problemas de salud pública en el Perú, de acuerdo a los datos publicados por la Encuesta Nacional Demográfica de Salud (Endes) para el 1.º trimestre del 2018, la desnutrición crónica en niños y niñas menores de 5 años pertenecientes al área rural, vienen disminuyendo según los patrones internacionales de la NCHS y OMS, de 25.3% a 19.1% y 32.3% a 25.6%, respectivamente (entre el 2013 y 2018); y, para el área urbana una reducción de 7.1% a 5% y 10.3% a 7.3%, NCHS y OMS, respectivamente. En cuanto a la anemia por déficit de hierro perjudica a 4 de cada 10 niños y niñas menores de 3 años, presentando mayor prevalencia en el área rural y urbano, 51.9% y 44.7%, respectivamente (5).

La anemia se presenta debido a que el organismo carece de los nutrientes necesarios para la producción de glóbulos rojos que contienen la hemoglobina, proteína que se encarga del transporte de oxígeno a través del torrente sanguíneo. La deficiencia de esta proteína en sangre condiciona que el organismo reciba menos oxígeno del que necesita. En muchos casos, eso condiciona el desarrollo físico y cognitivo de niños, jóvenes y adultos. Lo que puede traducirse en costos no solo para la familia, sino para la nación en general (6).

Otro problema de salud pública latente es la obesidad. Según el Instituto Nacional de Salud en términos de porcentajes, más del 60% de ciudadanos peruanos con edad mayor a los 15 años, padecen de exceso de peso en 7 regiones del Perú: Arequipa (60.1%), Madre de Dios (62.2%), Moquegua (62.8%), Ica (65.1%), Lima (66.4%) y Tacna (71.3%). Los expertos del INS sostienen que estas personas son más vulnerables a desarrollar enfermedades como hipertensión, diabetes, problemas cardiovasculares (7).

Otro problema de salud pública es la desnutrición. De acuerdo a la información del INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática), en el año 2020, el 12.1% de menores de 5 años sufre de desnutrición crónica. Eso afecta en un 7.2% a la población urbana y en 24.7% a la población rural. Los departamentos que presentaron un alto índice fueron Huancavelica, Loreto, Cajamarca, Huánuco, Ayacucho y Pasco, 31.5%, 25.2%, 24.4%, 19.2%, 18% y 18.1%, respectivamente. En contraste, los que mostraron menor índice fueron Tacna, Moquegua, Lima Metropolitana, Provincia Constitucional del Callao, Ica y Arequipa: 1.9%, 2.2%, 4.6%, 5.6%, 5.9% y 6%, respectivamente. Este trastorno se relaciona con enfermedades como sobrepeso, obesidad y anemia, entre otros (8).

Los tratamientos de estas enfermedades pueden llegar a ser costosas, en consecuencia, una cultura de prevención es de vital importancia. La cañihua y la

algarroba son alimentos conocidos y muy cosechados en el Perú. Estos alimentos tienen en su composición nutricional proteínas, aminoácidos, fibra, bajo contenido de grasa y vitaminas (9) (10).

De acuerdo a las nuevas cifras de Pobreza 2021, publicado por el INEI, en el Perú, el nivel de la pobreza total disminuyó en 4.3 puntos en el año 2021 respecto al 2020. Asimismo, la pobreza extrema disminuyó en 1 punto porcentual. Asimismo, el porcentaje de población que es vulnerable se mantuvo prácticamente idéntico al año anterior (aproximadamente un tercio de la población) (11).

Debido a la pandemia del coronavirus y sus estragos, el alza de precios ha hecho merma en la seguridad alimentaria de la población. Muchas familias consumen estos alimentos andinos sin conocer el valor nutricional que poseen; asimismo, muchos desconocen que pueden acceder a estos alimentos. Bajo este contexto, los alimentos andinos pueden ser una buena opción para la alimentación en varias regiones del país, ayudando a combatir los problemas de salud pública que se han mencionados, Por ende, en el presente estudio, se evaluará la influencia de las dietas a base de mezclas de productos andinos sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es la influencia de las dietas de mezclas a base de productos andinos sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman desde la semana 13 a la 16 de vida durante el 2022?

1.3 Justificación de la investigación

La anemia por déficit de hierro perjudica a 4 de cada 10 niños y niñas menores de 3 años, presentando mayor prevalencia en el área rural que en el urbano con un 51.9% y 44.7%, respectivamente (5). Es una enfermedad latente, en el Perú. Antonio Castillo, gerente del Instituto de Estudios Económicos y Sociales (IEES) de la Sociedad Nacional de Industrias (SIN), sostuvo que, en el Perú, esta enfermedad generó, en el año 2019, graves pérdidas económicas a la sociedad superiores a los 5 mil millones de soles, representando alrededor de 0,74% del producto bruto interno (PBI), ocasionando altos costos al estado peruano y comprometiendo la competitividad del país y el desarrollo de la población (12).

En el Observatorio de Nutrición y Obesidad en el Perú, se pone en manifiesto los datos de la FAO, respecto al número de casos de obesidad y sobrepeso. Esto coloca al país

en el tercer lugar en Latinoamérica después de México y Chile. De acuerdo a las cifras del Ministerio de Salud, el 53.8% de peruanos en edad de 15 años a más presenta un exceso de peso, de los cuales el 18.3% es obeso. Son diversas las razones por la que se padece este fenómeno como la falta de actividad física, consumo elevado de productos ultra procesados, malos hábitos alimenticios, entre otros (13).

La OMS sostiene que un IMC (índice de masa corporal) elevado es un factor determinante de riesgo para las enfermedades no transmisibles: enfermedades cardiovasculares, diabetes, algunos tipos de cáncer. En caso de los niños, problemas respiratorios, hipertensión, mayor riesgo de fracturas, resistencia a la insulina y efectos psicológicos (4).

Por otro lado, bajo el contexto de la pandemia por el SARS COV-2, el Ministerio de Salud de Perú sostiene que alrededor de 8 millones de personas que presentan obesidad tienen elevado riesgo de hospitalización y mortalidad por COVID-19. Se recomienda a la población realizar actividad física de manera regular y una buena alimentación que incluya verduras y frutas (14).

Bajo este contexto, se menciona que otro de los puntos importantes del presente estudio es que no se encuentra, a nivel de Latinoamérica ni a nivel nacional, evidencia científica suficiente que respalde la efectividad nutricional en cuanto a la mezcla de harina de algarroba con harina de cañihua. Sin embargo, cabe mencionar que, a nivel de Latinoamérica y a nivel nacional, sí hay estudios sobre productos naturales, como la harina cañihua y la harina de algarroba, aunque como literatura científica individual (15) (16).

De este modo, la presente investigación brindará información sustancial a la comunidad científica, ya que buscó demostrar la influencia del consumo de mezclas de productos andinos (harina de cañihua y harina de algarroba) sobre el estado nutricional bioquímico (concentración de hemoglobina) y morfológico (índice de Lee, perímetro abdominal y de cuello) en ratas Holtzman, la cual servirá de base a futuros estudios de casos y controles en humanos.

Asimismo, la presente investigación fue de tipo longitudinal, permitiendo minimizar la variabilidad de los datos. Para la elección de las unidades de análisis se llevó a cabo la metodología de aleatorización, la cual permitió identificar los grupos o bloques de tratamiento. Respecto al tipo de investigación, es de diseño experimental. Se trabajó con un nivel de confianza de 99% y un nivel de significancia del 1%. Además, los datos

fueron analizados a través de pruebas estadísticas multivariantes, lo cual permitió controlar el error sistemático (17).

En cuanto a la viabilidad, el presente estudio de investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria La Molina, la cual brindó todas las condiciones logísticas para alcanzar los objetivos de la presente investigación.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

1.4.1.1 Analizar la Influencia de dietas de productos andinos sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman desde la semana 12 a la 16 de vida durante el 2022.

1.4.2 Objetivos específicos

1.4.2.1 Determinar la influencia de la dieta estándar sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman desde la semana 12 a la 16 de vida durante el 2022.

1.4.2.2 Determinar la influencia de la dieta a base de harina de cañihua sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman desde la semana 12 a la 16 de vida durante el 2022.

1.4.2.3 Determinar la influencia de la dieta a base de harina de algarroba sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman desde la semana 12 a la 16 de vida durante el 2022.

1.4.2.4 Determinar la influencia de la dieta de mezclas de harina de algarroba y harina de cañihua sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman desde la semana 12 a la 16 de vida durante el 2022.

1.5 Hipótesis

H1: Existe influencia de las diferentes dietas de mezclas a base de productos andinos sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman desde la semana 12 a la 16 de vida durante el 2022.

H0: No existe influencia de las diferentes dietas de mezclas a base de productos andinos sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman desde la semana 12 a la 16 de vida durante el 2022.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Internacionales

En el 2019, se realizó una investigación con el objetivo de “determinar las propiedades nutricionales y funcionales del fruto del algarrobo (*Hymenaea Courbaril Linneaus*): una fuente de nutrientes con potencial aplicación en alimentos funcionales”. Como resultado se encontraron diferencias a partir de la percepción y de las investigaciones realizadas de productos a base del algarrobo. Para realizar de la investigación, se tuvo en cuenta la conceptualización de los alimentos funcionales, la descripción del algarrobo, sus características, utilidades y aplicaciones. Como resultado de lo que se observó, se determinó que el fruto del algarrobo contenía sustancias químicas con actividad biológica contra bacterias, mohos, levaduras, moluscos, entre otros, debido a la resina, corteza, flores, hojas y frutos. En conclusión, es una variedad en la que se pueden hacer investigaciones de aplicabilidad en alimentos y en otras industrias. Asimismo, la fibra obtenida del algarrobo puede ser utilizada como ingrediente alimentario para la preparación de productos ricos en fibra como panes, galletas, pasta y otros (18).

En el 2019, se realizó una investigación con el objetivo de “determinar las mediciones nutricionales de *Prosopis denudans*: revalorización alimenticia de un fruto con historia”. Se realizó un análisis morfológico del fruto y la semilla de *Prosopis denudans*, así como las mediciones nutricionales. Se tomaron valores de la humedad, lípidos, proteínas, fibra dietaría total, hidratos de carbono totales diferente de fibra según protocolos estándares de AOAC (AOAC 1998). En cuanto a los resultados, registraron diferencias con respecto a los valores nutricionales de otras especies del género, *P. denudans*. Se concluye que es un recurso valioso para el área de los alimentos funcionales, especialmente productos horneados donde resulta interesante el aporte de fibra (19).

En el año 2019, se realizó una investigación con el objetivo de “analizar la harina de algarroba negra (*prosopis nigra*): propiedades nutricionales y utilización en productos alimenticios”. Los frutos de este, en su punto justo de madurez, permiten la obtención de un polvo dulce de color oscuro con el cual se elaboran alimentos típicos como patay, bolanchao, panes, y harinas. Por otro lado, se pudo evidenciar que la harina se destaca por su composición en minerales, fibra alimentaria, poli fenoles, y por no poseer prolaminas tóxicas. En conclusión, sus características nutricionales la convierten en un ingrediente adecuado para la elaboración de productos dietéticos (20).

En el año 2019, se realizó un estudio con el objetivo de “estudiar las características físico-químicas de la harina de algarroba negra y su utilización en la elaboración de productos dietéticos orientados en la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles”. En cuanto a los resultados, se evidenció la composición química de proteínas 12.7%, grasas 4.81%, cenizas 3,18%, FAT 16,50%, FI 10,40%, FS 6,15%, aportando el 32% de los valores diarios que se recomiendan con una relación de FI/FS de 63:37. Los porcentajes de aceptabilidad general de los productos formulados fueron superiores al 80%. En conclusión, la harina de algarroba estudiada presentó propiedades físico-químicas apropiadas, sobresaliendo el aporte de proteínas y fibra alimentaria, lo cual se permitió su inclusión en diferentes productos dietéticos destinados a la prevención de ECNT (21).

Nacionales

En el 2018, se realizó un estudio con el objetivo de “evaluar el perfil químico-nutricional y actividad antioxidante de la cañihua procedentes de Puno”. Esta investigación evaluó el potencial nutricional, antioxidante, perfil de ácidos grasos y contenido de minerales de la cañihua. La investigación mostró un alto contenido de carbohidratos (65.5 - 68%), proteínas (14.7 - 15.5%) y grasas (7.6 - 8.5%); asimismo, se encontró un contenido de ácidos grasos, se determinó al ácido linoleico como componente mayoritario (45.8 - 49.6%), seguido del ácido oleico (25.8 - 27.9%), también destacó el potasio (7 505 – 11 454 mg/kg), fósforo (3 530 – 4 053 mg/kg), magnesio (2 125 – 2 244 mg/kg) y calcio (915 – 1 050 mg/kg). En conclusión, la cañihua es considerada una especie olvidada y poco utilizada en la actualidad y no existe casi conocimiento de un total en su valor nutricional por parte de la población, la cual puede ser usada como alimento nutritivo por sus composiciones (27).

En el año 2018, se realizó un estudio experimental con el objetivo de “evaluar si diferentes productos anti obesogénicos tienen efecto sobre el incremento de peso, la bioquímica sanguínea (TG, HDL y nivel de glucosa)”; asimismo, “con el peso del tejido adiposo en diversas localizaciones y del hígado”; y “características biométricas y expresión del gen PPAR α presente en los hepatocitos en ratas Holtzman previamente inducidas a la obesidad”. Para ello, se dividió a la población en 6 tratamientos, 5 con dietas obesogénicas y las variedades de ácidos grasos y 1 grupo control y se procedió a medir en distintos tiempos la longitud naso anal, peso, índice de Lee para observar obesidad, perímetro abdominal y de cuello, peso del tejido adiposo e hígado. En cuanto a los resultados, se evidenció que el peso no fue afectado, los niveles de TG y glucosa tampoco; sin embargo, el HDL sí se vio afectado al igual que la aterogénesis.

Finalmente, se concluyó que ciertos ácidos grasos aumentan las medidas biométricas y el peso de la grasa abdominal, inguinal y total fue significativo y el mayor valor numérico para la grasa total se obtuvo con el aceite de oliva y el menor con el fibrato con respecto a la dieta obesogénica (28).

En el 2019, se realizó una investigación con el objetivo de “determinar las características fisicoquímicas de la harina de algarrobo de la ciudad de Íllimo”. La metodología fue experimental. Para ello, se adquirió la *prosopis pallida* en el establecimiento central Íllimo. Luego, se procedió a determinar sus componentes centesimales, la molienda de este. Tiene un elevado porcentaje de carbohidratos y proteínas (66.98 y 11.85%). Eso quiere decir es que la harina de algarrobo es un recurso alimentario potencial. En los resultados, se evidenció que tiene un bajo contenido de grasa (3.20%), cenizas (1.70%), fibra (11.25%) y de humedad (5.7%). En conclusión, de acuerdo a los resultados que se dio la harina de algarroba, hay un contenido nutricional muy notable y puede usarse como un sustituto en alimentos, ya que cumple con los requerimientos (22).

En el año 2019, se realizó una investigación con el objetivo de “evaluar si existe algún efecto ante el consumo de fuentes de grasa saturada añadiendo el ejercicio físico para compararlos con los parámetros biométricos e índices corporales, bioquímica sérica, estrés oxidativo en los hepatocitos y la obesidad en ratas Holtzman que fueron alimentadas con dietas obesogénicas”. Se empezó con la división de grupos. Según aleatorización a dieta obesogénica y dieta estándar, a las ratas obesas se les dividió en grupos: sedentario y ejercicio (natación), y se procedió a realizar mediciones como la longitud naso anal, peso, índice de Lee para observar obesidad y perímetro abdominal. En cuanto los resultados, se evidenció que no existen diferencias significativas, ya que se vio que, a las 4 semanas, las ratas empezaron a incrementar su peso; asimismo, se mostró que la natación como ejercicio fue efectiva y, en cuanto a los hepatocitos, no se encontró significancia. Finalmente, se concluyó que existe una interacción significativa en cuanto al consumo de grasas saturadas, perfil lipídico y ejercicio en el perímetro torácico con una disminución, mas no hubo efecto en cuanto al estrés oxidativo, bioquímica sérica y obesidad (24).

En el 2020, se realizó un estudio experimental con el objetivo de “evaluar la formulación de galletas anti anémicas con diferentes contenidos de quínoa y de hierro hemínico en ratas Holtzman”. Para este estudio, se determinó la hemoglobina antes y después del tratamiento que se le brindó. En los resultados, se observó que con una dieta pobre en hierro se indujo a la disminución de los niveles de hemoglobina (11,4 g/dL) y con la dieta fortificada se recuperaron estos niveles (15,66 g/dL). En conclusión, las galletas

antianémicas formuladas cumplen con los requerimientos nutricionales que exige la FAO y las normas sanitarias peruanas, demostrándose ser aptas para consumo humano, así mismo los tratamientos en ratas Holtzman permitieron reafirmar que con niveles adecuados de *Chenopodium* quínoa Willd y hierro hemínico, redujo la anemia (23).

En el 2020, se realizó una investigación con el objetivo de ver “las propiedades energéticas de las harinas de pseudocereales andinos con alto valor nutricional”. Se estudiaron propiedades energéticas y estructurales de las harinas de quinua, achita, kiwicha, amaranto y cañihua. Se usaron técnicas experimentales como espectrometría de masas para determinar sus contenidos en semi-metales y metales pesados, cartometría de combustión para evaluar el contenido energético total de cada producto. En cuanto a los resultados, la quinua presentó 438 kcal/100g; la achita, 436kcal/100g; y la cañihua, ligeramente menor de un 443kcal/100g. En conclusión, se ve la diferencia en cuanto la cantidad de calorías que pueden tener un rol importante para realizar una dieta (26).

En el 2020, se realizó un estudio experimental con el objetivo de “determinar la efectividad del consumo de harina de cañihua en el manejo de la anemia ferropénica leve y moderada en niños de 1 a 5 años de edad en el Centro de Centro de Salud I-3 Acora, Puno”. Para ello, se evaluó la hemoglobina de los niños y se pasó a darles una dosis por 2 grupos en dosis separadas con edades de 1 a 3 años (47gr) y con edades de 4 a 5 años (67gr) más una fuente de vitamina C. Luego del tratamiento, se volvió a medir la hemoglobina antes del tratamiento en el grupo experimental fue 13.33 g/dl y después 14.27 g/dl con un incremento de 0.94 gr/dl. Por otro lado, en el grupo control, el promedio de la hemoglobina fue 13.43 g/dl y después 13.50 g/dl con un aumento de 0.07 gr/dl. En conclusión, se puede evidenciar que hubo un incremento significativo en el nivel de hemoglobina por el tratamiento (29).

En el 2020, se realizó un estudio experimental con el objetivo de “evaluar las galletas a base de cañihua enriquecida con hierro (sulfato ferroso SF y hierro amino quelado HA) dirigido a niños en edad escolar”. Se formularon 15 tratamientos para hacer galletas sin ser enriquecidas con hierro y otras galletas optimizadas con trigo posteriormente enriquecerlos con hierro SF y HA a la muestra optima adicionando de 4 a 14 mg, logrando obtener un total de 6 muestras para cada tipo de hierro. En los resultados, se evidenció que el aporte de hierro de las dos muestras enriquecidas con SF y HA fue de 53.80 mg/kg y 34.65 mg/kg, respectivamente. Se concluye que las galletas enriquecidas con HA presentaron una concentración de 1.63 gr/dl de hemoglobina, superior al grupo

alimentado con galletas enriquecidas con SF. Por eso, se recomienda las galletas de cañihua enriquecidas con HA para el consumo humano (30).

En el año 2021, se llevó a cabo un estudio que tuvo como objetivo de la “elaboración de las galletas nutritivas libres de gluten a base de la harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), lacto suero y almidón de papa (*solanum tuberosum*)”. Esta planta ha ganado interés como alternativa para elaborar productos libres de gluten a base de harina de cañihua. Se pasa a realizar una formulación para la producción de galleta, luego de haber realizado 15 formulaciones. La óptima fue la formulación 12 con una composición proximal: humedad 2.53%, proteína 7.15%, grasa 15.09%, ceniza 1.72%, fibra 1.05% y carbohidratos 73.51%, mostrando un buen perfil nutricional. Por esto, la harina de cañihua es un recurso adecuado y aceptable para los consumidores celiacos y puede ser utilizado para la producción de galletas y otros alimentos (25).

En el 2021, se realizó un estudio experimental con el objetivo de “desarrollar barras de cereales a base de quínoa, cañihua y hierro hemínico para niños”. Se combinaron las dos harinas cereales (quinua y cañihua) en proporciones (25%, 50% y 75%) y suplementado con hierro hemínico (5%, 10% y 15%). En cuanto a los resultados se observó un 68% de carbohidratos, mayor a 10.84 % de proteínas y mayor a 15.48mg de hierro, así como aceptabilidad, cubriendo el 87.2% total del requerimiento de hierro en niños, cuya formulación es quinua 75%, cañihua 25% y hierro hemínico 15%. En conclusión, según los resultados, estas barras de cereales son óptimos por su contenido nutricional para la reducción de anemia y desnutrición (31).

En el 2021, se realizó un estudio experimental con el objetivo de “influencia de dietas a base de mezclas de productos andinos sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman de la semana 16 hasta la semana 20 del 2021”. De tipo analítico, prospectivo, longitudinal y experimental con una población de 48 ratas Holtzman. Para ello, se midió la concentración de hemoglobina y los valores morfológicos de las ratas que eran perímetro abdominal, perímetro de cuello e índice de Lee. Se concluyó que hay valores significativos en cuanto las harinas de cañihua y harina de algarrobo en las dimensiones de perímetro abdominal y perímetro de cuello (86).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Cañihua

Originaria de los andes del sur de Perú y Bolivia. Se cultiva, en su mayoría, en Puno, Arequipa, Cuzco, Apurímac y Ayacucho (9).

2.2.1.1 Variedades

Se muestra en colores. Estas se relacionan con su mayor o menor resistencia a las heladas. Los de colores claros presentan mayor tolerancia al frío en comparación con las oscuras (9).

2.2.1.2 Usos

En forma de grano tostado o molido; asimismo, en harina de cañihua con la que se pueden elaborar panes secos (kispíño), bebidas calientes, mazamorras, entre otros (9).

2.2.1.3 Valor nutritivo

Goza de buena reputación por su valor nutricional. Se presenta entre 15% y 18% de proteínas; además, de un excelente perfil de aminoácidos esenciales (9).

Por cada 100g

Energía (327kcal), proteínas (15.2g), grasa total (8.3g), carbohidratos totales (63g), fibra dietaria (14.9g), calcio (182mg), fósforo (350mg), zinc (5.68mg), hierro (15.20mg), sodio (11mg), potasio (1500mg) (78).

2.1.2 Algarrobo

Oriundo del norte de Perú, Colombia y Ecuador. Crece de forma silvestre en el norte de Perú hasta los 1500 msnm (10).

2.1.2.1 Variedades

Condicionada por factores ambientales. Algunos autores sostienen que la existencia de un taxa intraespecífico. En Perú, se usa de poblaciones silvestres (10).

2.1.2.2 Usos

Algarrobina, champú, vinos, harina para panificación, saborizantes, helados, mazamorras, entre otros (10).

2.1.2.3 Valor nutricional

Buen perfil nutricional, rico en fibra, glucosa, fructosa y sacarosa con minerales como potasio, hierro, zinc, selenio, calcio, fósforo, magnesio. Asimismo, evidencia un contenido de aminoácidos esenciales (10).

Por cada 100g:

Energía (220 kcal), carbohidratos (48,8 g), proteínas (4,6 g), grasa total (0,8 g), grasa saturada (0 g), grasa monoinsaturada (0,2 g), grasa poliinsaturada (0,22 g), grasas trans (0 g), colesterol (0 g), fibra dietética total (40 g), sodio (36 mg), vitamina A (0 g), vitamina D (0 g), vitamina C (0 g), tiamina (0,05 mg), riboflavina (0,46 mg), niacina (1,9 mg), ácido

fólico (29 ug), potasio (828 mg), calcio (348 mg), hierro (2,9 mg), zinc (0,90 mg) y fósforo (80 mg) (79).

2.1.3 Ratas Holtzman

Cepa de ratas albinas utilizadas de manera amplia para propósitos experimentales debido a que son dóciles y fáciles de manipular. Se desarrolló por la Compañía Sprague-Dawley Animal (32).

2.1.3.1 Antecedentes

En 1890, fueron utilizados en el área de neuroanatomía en el instituto Wistar de anatomía y biología de Filadelfia. En 1906, se inició la estandarización de esta cepa. Asimismo, otras cepas que se desarrollaron fueron la Long-Evans (cabeza, cuello y hombros negros) y la Sprague Dawley (albina, más larga que la Wistar, cabeza más estrecha y larga cola). La rata Wistar es albina, tiene orejas más largas y cabeza más ancha. Cabe mencionar que el renacimiento de la experimentación en animales se remonta al siglo XVI con las demostraciones anatómicas de Vesalius fundador de la anatomía moderna (33).

2.2.3.2 Aparato digestivo

El cuerpo está constituido por una serie de sistema que realizan funciones en común. Conformado por la cavidad oral, la faringe, el esófago, el estómago, el intestino, dividido en dos porciones: delgado y grueso; y una gama de glándulas accesorias: glándulas orales o salivares, hígado y páncreas. El objeto es proporcionar la nutrición al animal y la eliminación de los residuos sólidos de los alimentos. Las funciones que se realizan son las siguientes: prensión (recogida) de los alimentos, masticación e insalivación, deglución, transporte, digestión, absorción de nutrientes (sólidos y líquidos) y eliminación de los residuos sólidos. La cavidad oral es el primer tramo del aparato digestivo, encargado de las cuatro primeras funciones ya mencionadas. Una vez que el alimento ha sido convertido en un bolo de consistencia adecuada se contribuye a su deglución. Además, interviene en la selección del alimento debido al buen desarrollo del tacto y del gusto que radica en las papilas gustativas de la lengua (34).

2.2.1 El hierro

Mineral importante para los procesos metabólicos de la vida. Fundamental para la formación del grupo hemo, a su vez de la hemoglobina contenida en los glóbulos rojos, además de diversos sistemas enzimáticos (35).

2.2.1.1 Metabolismo

Mineral importante y fundamental para la eritropoyesis presente en la hemoglobina, la cual se encarga de transportar oxígeno desde los pulmones hacia los diferentes órganos de nuestro cuerpo. La mayor cantidad del hierro presente en nuestro organismo está en los glóbulos rojos (35).

2.2.1.1 Hemoglobina

Es una proteína compleja que está formada por el grupo Hem, la cual contiene hierro y le brinda el característico color rojo al eritrocito y una porción proteica, la globina. La hemoglobina es la principal proteína de transporte de oxígeno en el organismo, capaz de fijar eficientemente el oxígeno en el intercambio gaseoso. Asimismo, puede liberarse al medio extracelular cuando los eritrocitos circulan por los capilares (36). Para realizar un descarte de anemia, se recurre a un examen de la concentración de hemoglobina, es decir, la cantidad de hemoglobina en un volumen fijo de sangre (37).

2.2.1.2 Concentración de hemoglobina

Es la cantidad de la hemoglobina que está presente en un establecido volumen fijo de sangre. Por lo general, se expresa en gramos por decilitros (g/dL) o gramos por litro (g/L) (38).

2.2.1.3 Anemia

Se define como la concentración de hemoglobina en sangre menor a los valores de referencia para un determinado grupo étnico, sexo, embarazo y algunos factores ambientales como la altitud (38).

2.2.1.4.2 Biodisponibilidad

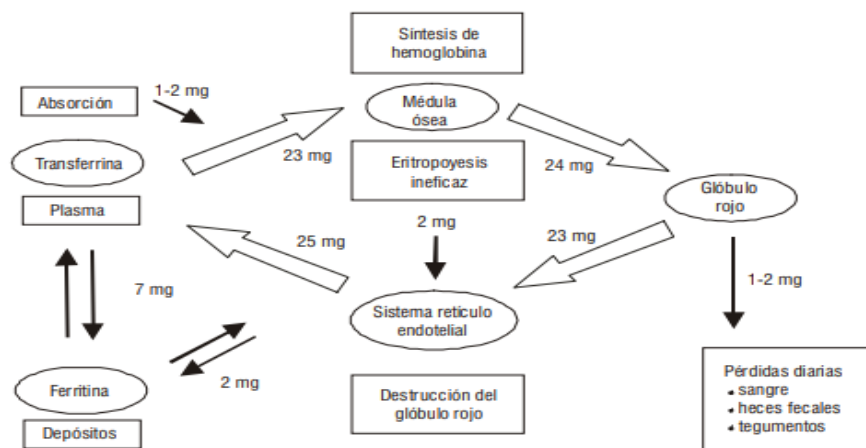
Se encuentran dos tipos en la dieta como Fe hemo u orgánico (fuentes de origen animal) y como Fe no hemo o inorgánico (fuentes de origen vegetal). Se ve favorecido con presencia del ácido ascórbico asimismo del tejido muscular que pueden reducir al Fe^{3+} y adherirlos a complejos solubles que favorecen su absorción. La cantidad y biodisponibilidad presente en el alimento ingerido serán las vitaminas A y C que cumplen un rol importante en la regulación de este mineral (39) (40) (41).

2.2.1.4.3 Reservas

En nuestro cuerpo, las reservas más importantes de hierro son la ferritina y hemosiderina presentes en el tejido hepático y médula ósea (42). En el caso de un

balance negativo, se utiliza primero las reservas y, posteriormente, el hierro funcional de nuestro organismo (40) (41). En este momento, cuando hablamos de una deficiencia, debido a que el mineral no cubre las necesidades y se clasifican como leve, moderado o severo, los cuales se determina a través de una prueba de laboratorio. Estos estadios representan a las diferentes clasificaciones del Minsa respecto del nivel de hemoglobina de cada grupo etario (37).

Figura 1. Metabolismo del hierro



Fuente: Barrios et al. (s.f.).

2.2.2 Fisiopatología de la anemia

Proceso fisiológico que tiene lugar en el intestino delgado donde se da la absorción del mineral. En caso de que la cantidad no sea la adecuada, disminuye el trabajo de la eritropoyesis, la cual, para seguir formando glóbulos rojos, recurre a los depósitos de hierro, así sucesivamente hasta agotar las reservas del hierro sérico. El déficit de hierro afecta a la hemoglobina, del mismo modo a otras proteínas y enzimas, alterando su funcionamiento y generando radicales libres, reducción de inmunidad celular, reducción antioxidante, entre otros (43) (44). Las principales causas son ingesta de alimentos con bajo contenido de hierro y/o baja biodisponibilidad. Se caracteriza por la disminución de los depósitos de hierro, hemoglobina, hematocritos y un aumento de necesidad de transporte del hierro en el plasma (45). Entre los grupos vulnerables de este tipo de anemia se encuentran los recién nacidos, niños en edad escolar, embarazadas y adultos mayores. Dentro de las manifestaciones clínicas, se puede observar la palidez, sensación de fatiga, cansancio, palpitaciones, cefaleas, alteraciones del crecimiento, alteraciones digestivas e inmunológicas (46) (47).

2.2.3 Obesidad

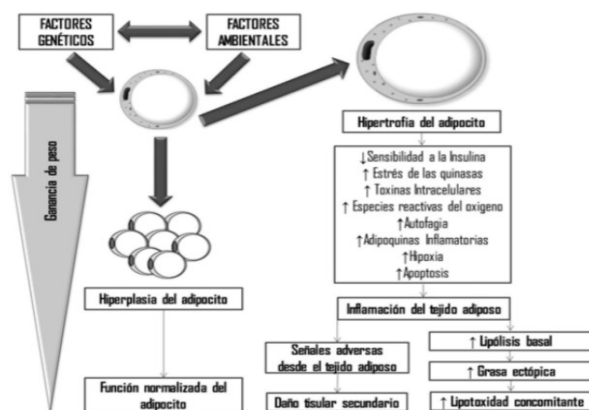
2.2.3.1 Lípidos

En conjunto con las proteínas y carbohidratos forma parte de los macronutrientes, vitales para la reparación y funcionalidad del organismo. Asimismo, esta molécula forma parte de las estructuras en nuestro cuerpo como la membrana fosfolipídica y su participación en las vitaminas liposolubles. Sin embargo, el consumo excesivo de este nutriente puede generar un desarrollo de varias enfermedades como las cardiovasculares (48).

2.2.3.2 Tejido adiposo y obesidad

El tejido adiposo juega un papel importante para diferentes funciones; sin embargo, un desbalance en cuanto a la ingesta y al gasto energético pueden ocasionar obesidad, produciéndose citoquinas inflamatorias, además de trastornos metabólicos (49) (50). Asimismo, se puede producir el síndrome metabólico. En esos casos, puede presentarse un perímetro abdominal mayor al recomendado, resistencia a la insulina, triglicéridos elevados, perfil lipídico alterado (colesterol, LDL, HDL), hipertensión arterial y también problemas de inmunidad (51).

Figura 2. Características y factores en los adipocitos



Fuente: Suárez et al. (2017).

2.2.4 Fibra dietaria

Se define como la parte que no es digerible encontrada en las paredes celulares de los vegetales; también se la define como la parte comestible de las plantas o similares al hidrato de carbono, ya que presentan resistencia en la digestión y absorción que se da

lugar en el intestino delgado. En cuanto a la salud, se favorece a atenuar los niveles de colesterol y la glucosa, previniendo así enfermedades como la diabetes, obesidad, cáncer al colon y enfermedades cardiovasculares (80).

2.2.4.1 Clasificación

La forma más simple de clasificarla es en base a su grado de hidratación con el agua: soluble e insoluble (80).

2.2.4.1.1 Fibra Soluble

Capta el agua y la convierte es una especie de gel en la digestión; asimismo, favorece a la creación de flora bacteriana. Se puede ayudar a prevenir el riesgo de enfermedades como las cardiopatías (80).

2.2.4.1.2 Fibra Insoluble

Favorece al tránsito intestinal aligerando, así el proceso de digestión. Este tipo de fibra les da volumen a las heces. (80).

2.2.4.2 Cantidades recomendadas

Está determinada en base a la edad y el género; no obstante, en términos generales, su consumo debe estar entre 18 y 38g/día en personas en edad adulta. Por ejemplo, para los Estados Unidos y Canadá, la Academia Nacional de Ciencias y el Instituto de Medicina de USA recomiendan un consumo de 25g/día para mujeres y 38g/día para varones (80).

2.2.4.3 Mecanismos de acción

2.2.4.3.1 Efectos físicos de la fibra dietaria

Tras la ingesta de alimentos altos en fibra, se expande el tiempo de masticación en la boca, permitiendo mayor secreción de la saliva y jugos gástricos. Eso establece como resultado la expansión del estómago y un incremento en la sensación de saciedad (80).

2.2.4.3.2 Efectos fisicoquímicos de la fibra

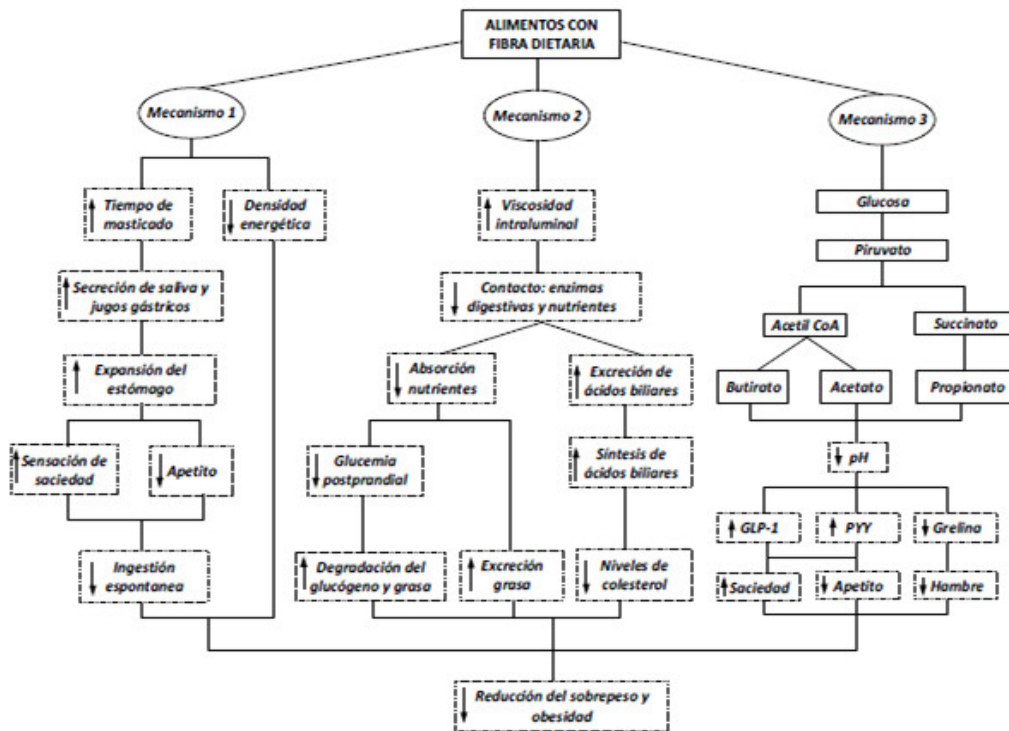
Sustancias como β -glucanos, psyllium, pectina, goma guar y otros, favorecen la formación soluciones viscosas. Estas tienen como función impedir de manera parcial el contacto entre las enzimas de la digestión y los nutrientes, por ejemplo, las sales biliares y la grasa. Esto disminuye la digestión en el intestino delgado, forzando al organismo a desplazar glucógeno y grasa como fuentes de energía, además de mantener los niveles adecuados de glucosa en sangre (80).

2.2.4.3.3 Efecto colónico hormonales de la fibra

En este caso, la fibra es fermentada en el colon por las bacterias hasta convertirlas en glucosa. Este último sigue la ruta de la glucólisis convirtiéndose en piruvato. Luego, se

convierte en ácidos grasos de cadena corta (AGCC). Estas son potentes mediadores en las células enteroendocrinas que secretan hormonas similares al glucagón, péptido tirosina-tirosina; también la grelina y la leptina, las cuales regulan el apetito y la saciedad (80).

Figura 3. Mecanismo de regulación de sobrepeso y obesidad



Nota. 1: efectos físicos de la fibra; 2: efectos fisicoquímicos y bioquímicos y 3: efectos colónico-hormonales.

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo de estudio y el diseño de la investigación

El estudio presenta un enfoque cuantitativo, ya que tiene una forma sistemática donde se busca recolectar información con una secuencia lógica y ordenada para alcanzar una respuesta a la pregunta de investigación. En este tipo de enfoque, se usa el análisis estadístico. El seguimiento del proyecto es explicativo, ya que es una investigación en el cual se controlan todas las variables y las situaciones con las que se trabaja por el investigador. Así, se expresa las modificaciones en los diferentes marcadores por el tratamiento que se recibe (52).

El diseño de esta investigación es analítico, prospectivo, longitudinal y de tipo experimental. El investigador maneja la variable independiente y las variables dependientes que se valora en distintos puntos para ver los resultados que tiene la

variable independiente sobre estas; es decir, el efecto de las diversas mezclas andinas sobre el estado nutricional bioquímico y antropométrico, según las condiciones de la presente investigación (53) (54).

3.2. Población y muestra

La población del presente estudio considera 39 ratas macho de la cepa Holtzman en Universidad Agraria La Molina durante el 2022 (55) (56).

3.2.1. Tamaño de la muestra

En este estudio, se trabajó con la población que fue dividida en los siguientes tratamientos:

- GDE: dieta estándar
- GHA: dieta de algarroba + estándar
- GHC: dieta de cañihua + estándar
- GHAYHC: dieta de algarroba + dieta de cañihua + dieta estándar

3.2.2. Selección del muestreo

En esta investigación, se realizó una selección de muestreo. La población empleada se distribuyó en 4 grupos: GDE, GHA, GHC y GHAYHC, aleatoriamente. En este proceso, se juntó una serie de bloques que están conformados por un número determinado de celdas, de las cuales se incluyeron los diversos tipos de tratamiento de dieta, en este caso 4 dietas. El número de bloques estuvo definido por el número de participantes a incluir en el estudio, en este caso 39, y el número de celdas que se haya decidido incluir en cada bloque. Cada bloque tuvo en cada celda una de las alternativas de tratamiento y dentro de cada bloque estuvo un número con balance de los posibles tratamientos. En la presente investigación, se decidió elaborar 12 bloques y en cada bloque 4 celdas, 1 celda por tratamiento y poner los posibles tratamientos en orden de que no se repitan en los demás bloques. Una vez que se elaboró la creación de los bloques, se recurre a la tabla de números aleatorios y se buscó la población del estudio. Cuando se encontró el número de la población, se comenzó buscando el primer número que aparezca. En la presente investigación, se encontró primero al número 3, luego 2, 6, 1 hasta llegar al 12. Una vez que los bloques consiguen un número se ubicó al bloque que obtuvo el número 1 y se realizó los tratamientos. En este caso, fueron los 6 primeros animales y, de manera consecutiva, hasta terminar con toda la población (57) (58).

GDE= 4, 8, 9, 13, 19, 23, 32,35,38,36

GHA = 3, 5, 10, 16, 17,24, 28, 30, 34, 37

GHC = 2, 6,11,15,20, 21,26, 31, 33, 39

GHAYHC= 1, 7, 12, 14.18, 22, 27, 29, 25

3.2.3. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión:

- . Ratas de la cepa Holtzman
- . Ratas destetadas
- . Ratas que cuenten con un peso dentro del rango normal según edad de destete.
- . Ratas macho

Criterios de exclusión:

- . Ratas con defectos físicos
- . Ratas con patologías

3.3. Variables

Variable independiente:

Grupos de tratamiento (dietas)

Grupos que fueron asignados los animales de experimentación, de acuerdo al tratamiento que se asignó, es decir, a las diferentes dosis en las que se distribuirán las mezclas de dietas andinas.

Variable dependiente:

Concentración de hemoglobina

La variable dependiente hace referencia a la concentración de hemoglobina en sangre. Se clasifica como una variable cuantitativa continua. Esta variable se define como una proteína constituida por el grupo Hem que contiene hierro, el cual le brinda el color característico al eritrocito. El instrumento para realizar la medición es el hematocrito (cantidad de sangre que está compuesta por glóbulos rojos). De este modo, se medirá la hemoglobina de manera simple y con resultados de calidad (37).

Índice de Lee

Se define como un parámetro biométrico que, debido a sus altos valores de confiabilidad, es ampliamente utilizado como una medida sencilla y precisa para determinar el índice de obesidad en ratas. Para su medición, se registra el peso corporal y la longitud naso-anal de las ratas. Con estos datos, se calcula la raíz cúbica del peso corporal (g) dividida por la longitud naso anal (cm). Los valores menores e iguales a 0.300 se clasificaron en la categoría "NORMAL"; no obstante, aquellos que alcanzaron valores mayores a 0.300 fueron clasificados como "OBESOS" (59).

Perímetro abdominal

Es una medida antropométrica que permite determinar la grasa acumulada en el abdomen, en este caso, en las ratas. Se procede a medir la circunferencia abdominal sujetando a los animales con la técnica de contención antes dicha, colocándose en posición ventral y empleando una cinta métrica en la zona más prominente del abdomen con precisión de 0,1 cm (60).

Perímetro de cuello

Es una medida accesible, pero no muy utilizada para evaluar el riesgo de enfermedad metabólica. La distribución de grasa, en la parte superior del cuerpo, en este caso el cuello, se relaciona con el incremento del riesgo cardiovascular (61).

Variables secundarias:

Edad: Es una variable cuantitativa discreta. La variable tiene una categorización que es la edad en meses (62).

Peso: Es una variable cuantitativa discreta. La variable tiene una categorización que mide el peso en gramos (62).

Humedad: Es una variable cuantitativa continua que será medida por un higrómetro. La variable tiene categorización del porcentaje de humedad (62).

Temperatura Corporal: Es una variable cuantitativa continua, la cual será medida con un termómetro. La variable tiene categorización de temperatura en grados Celsius (62).

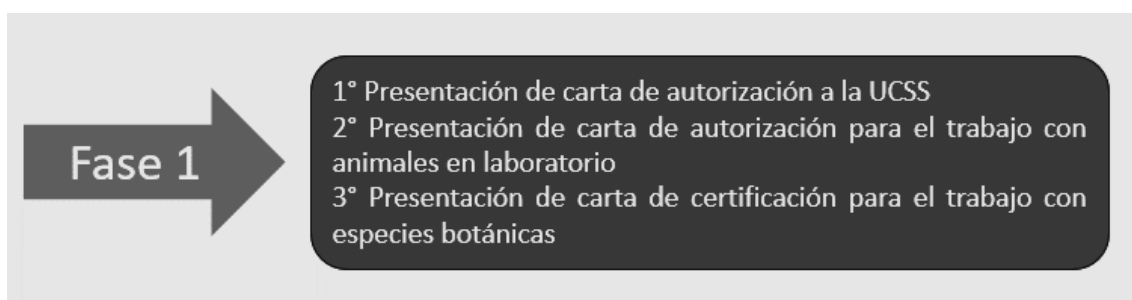
Temperatura Ambiental: Es una variable cuantitativa continua, la cual será medida con un termómetro. La variable tiene categorización de temperatura en grados Celsius (62).

3.3.1 Definición conceptual y operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo	Indicadores	Escala	Valor/ Categoría
Estado nutricional bioquímico	Concentración de hemoglobina	Es una proteína constituida por el grupo Hem que contiene hierro el cual le brinda el color al eritrocito (76)	Es una medición utilizada para la comprobación de anemia	Cuantitativa	g/dl/día	Razón	g/dl de hb
Estado nutricional antropométrico	Índice de Lee	Es un parámetro biométrico que es ampliamente utilizado como una medida rápida y precisa para determinar obesidad en ratas (59).	Es un parámetro que resulta de la medición del peso y de la longitud naso anal, con el fin de determinar obesidad en ratas.	Cuantitativa	< 0.3 > 0.3	ordinal	Normal Obeso
	Perímetro Abdominal	Es una medida antropométrica que permite determinar la grasa acumulada en el abdomen (60).	Es una medida en el abdomen, esta sirve para comprobar el exceso de grasa en esa área.	Cuantitativa	cm	Razón	Perímetros en cm
	Perímetro del cuello	Es una medida accesible pero menos utilizada para evaluar el riesgo metabólico donde se evalúa la grasa acumulada en el cuello (61).	Es una medida en el cuello, esta sirve para comprobar el exceso de grasa en esa área.	Cuantitativa	cm	Razón	Perímetros en cm

3.4. Plan de recolección de datos e instrumentos

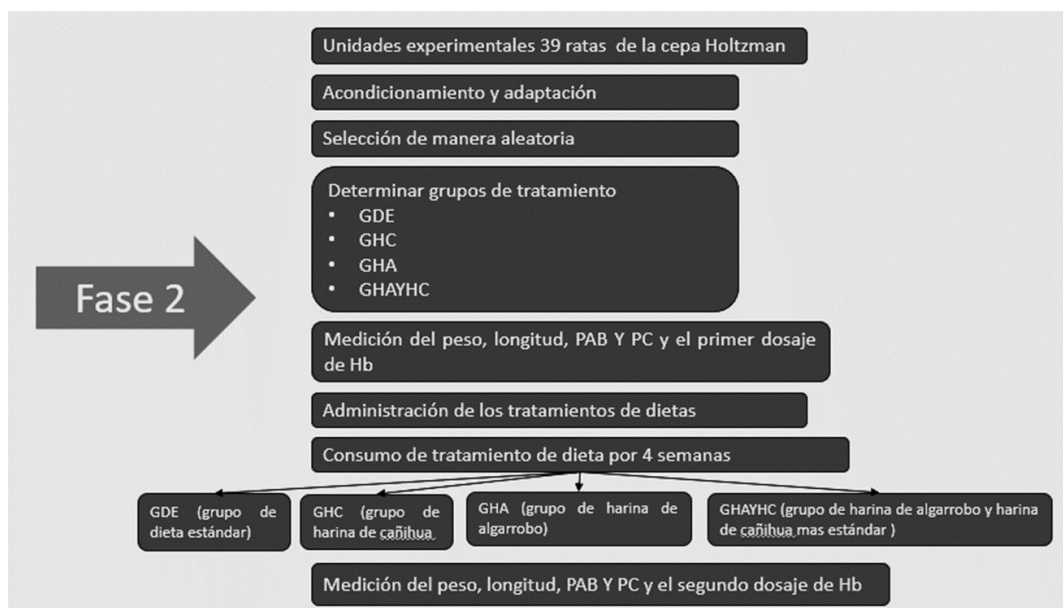
PRIMERA FASE



1. Para la recolección de datos, se presentó una carta de autorización a la Universidad Católica Sedes Sapientiae, solicitando un permiso para la realización del presente trabajo de investigación.

2. Se presentó una carta de aprobación del comité de ética del bioterio de la Unalm para el trabajo con animales de laboratorio en sus instalaciones.
3. Se presentó una carta de constancia de la Unalm para la autenticación de las especies que se utilizaron, en el presente trabajo de investigación, la harina de cañihua y harina de algarroba.

SEGUNDA FASE



4. Luego de tener las aprobaciones respectivas de las instituciones, se procedió con la recolección de datos durante el mes de enero del 2022
5. Se acondicionó las unidades de análisis, manteniendo a los animales en jaulas con adecuados estándares de humedad, temperatura, etc.
6. Se procedió con la aleatorización en modo bloques para distribuir a la población a los grupos de tratamiento (GDE, GHA, GHC y GHAYHC).
7. Se procedió a hacer el primer dosaje de hemoglobina para saber el valor de concentración de hemoglobina de nuestra población en el periodo inicial.
8. Se continuó midiendo la longitud, pesado, obteniendo perímetro abdominal y de cuello a las ratas.
9. Luego, se procedió a alimentar durante 4 semanas a los animales en base al tratamiento al que fueron asignados con las siguientes dietas:

Grupo GDE: dieta estándar

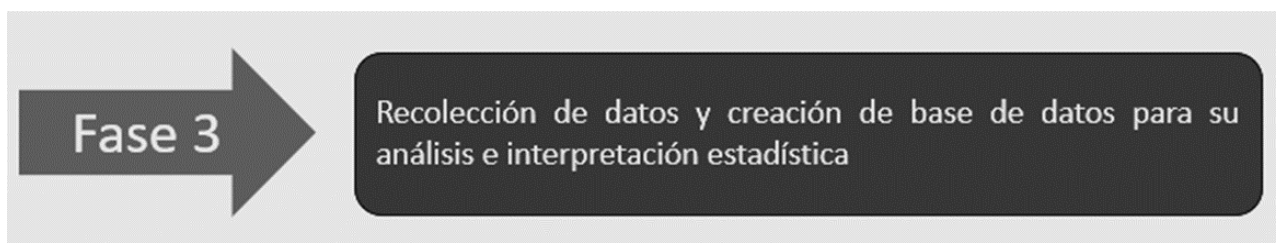
Grupo GHA: harina de algarroba + estándar

Grupo GHC: harina de cañihua + estándar

Grupo GHAYC: harina de algarroba + harina de cañihua+ estándar

10. Transcurrido el tiempo indicado, se procedió a volver a pesar, medir longitud, medir perímetro de abdomen y perímetro de cuello; finalmente, se realizó el segundo dosaje de hemoglobina para obtener los resultados.

TERCERA FASE



11. Los resultados obtenidos se almacenaron en una base de datos (tabla Excel) para su posterior análisis estadístico y realizar las comparaciones respectivas entre los grupos de tratamiento y las variables en cuestión. Todo esto acompañado de un estadístico.

3.4.1 instrumentos y equipos que se utilizaron para la presente investigación fueron:

Valores normales de la hemoglobina para ratas

Para determinar el valor de la concentración de hemoglobina de cada animal utilizado en este proyecto, se procedió a revisar los valores normales de Hb según sus puntos de corte. De acuerdo a la *Revista Electrónica de Veterinaria de España*, se detalla los rangos según su género y edad en semanas de vida (63).

VALORES HEMATOLÓGICOS DE LOS ROEDORES

Parámetros	Género					
	Hembras			Machos		
	Rangos de edades (semanas)					
	5-8	9-14	15-22	5-8	9-14	15-22
Concentración de Hemoglobina (g/dl)	11.81 -15.44	11.26 -14.86	11.97 -15.18	12.31 -15.18	12.09 -15.18	12.64 -15.52
Hematocrito (%)	33.4 - 45.0	30.1 - 44.4	31.4 - 39.4	33.9 - 48.5	33.1 - 45.8	32.7 - 41.0
Conteo de Eritrocitos (x 10 ⁶ /μL)	6.06 - 7.74	6.5 - 7.9	5.81 - 7.19	6.06 - 7.74	6.33 - 8.64	6.03 - 8.10
Reticulocitos (%)	0.70 - 4.59	1.45 - 3.82	2.30 - 3.65	0.5 - 4.8	1.68 - 4.32	2.16 - 3.48
Plaquetas (x 10 ³ /μL)	436 - 844	404 - 888	474 - 895	446 - 852	428 - 857	438 - 916
Leucocitos (x 10 ³ /μL)	3.99 - 10.47	3.84 - 10.11	2.88 - 8.19	5.04 - 12.36	4.84 - 12.96	3.84 - 10.74
Neutrófilos (%)	1.99 - 13.51	0.37 - 16.21	3.88 - 12.79	2.0 - 13.85	0 - 19.44	0 - 14.5
Linfocitos (%)	85.02 -97.26	82.71 -98.94	83.64 -96.93	84.71 -97.40	82.67 -96.71	83.51 -97.13
Monocitos (%)	0 -2	0 -2	0 -2	0 -2	0 -2	0 -2.5
Eosinófilos (%)	0 -2	0 -1	0 -1	0 -1	0 -1	0 -1
VCM: Volumen Corpuscular Medio (fL)	53.7 - 59.4	53.0 - 59.4	51.3 - 56.2	56.9 - 62.0	52.4 - 59.9	48.6 - 55.6
HCM: Hemoglobina Corpuscular Media (pg)	17.2 - 20.9	16.6 - 20.2	19.4 - 22.7	17.9 - 20.9	15.6 - 21.2	18.2 - 22.2
CHCM: Concentración de hemoglobina Corpuscular Media (g/dL)	30.6 - 36.8	28.9 - 36.7	36.9 - 41.3	30.3 - 35.2	28.1 - 33.3	36.7 - 40.6

Guía para exámenes de laboratorio en animales

Existe, en nuestro medio, varias guías para trabajar con animales de experimentación. En este caso, se opta por la guía de un laboratorio de animales de España, en la que se utiliza la técnica de venopunción. Según diversos estudios, la mayoría de los investigadores optan por hacer punción en la vena safena, siendo este procedimiento el más recomendado. Cabe mencionar que existen varias zonas del animal de donde se puede obtener la tomar la muestra. En primer lugar, se debe inmovilizar al animal. Para esto, se puede envolver al animal con cuidado y sin apretarlo o envolverlo en una toalla con sumo cuidado. También se puede usar inmovilizadores como tubos de plástico con pequeños orificios. En segundo lugar, se debe preparar la zona afeitando con un pequeño bisturí. Finalmente, hacemos una punción con una aguja pequeña haciendo un pinchazo de manera rápida, obteniendo una gota de sangre y recogiéndolo en un pequeño tubo para hematocrito (64).

GUÍA PARA EXAMENES DE LABORATORIO EN ANIMALES

Tabla 1. Lugares para la venopunción y la venosección en pequeños mamíferos.

	Cef	Alar	Oreja	Ampu.	Cocc.	Orb.	Yug.	Fem.	Card.	Mam.
Gato	+++	-	-	-	-	-	+++	-	-	-
Ganado	+	-	+	-	++	-	+++	-	-	++
Pollo	-	+++	-	-	-	-	+	-	+	-
Perro	+++	-	-	-	-	-	+++	+	-	-
Hurón	++	-	-	-	+	-	+++	-	++	-
Gerbo	-	-	-	++	++	++	+	-	++	-
Cabra	+	-	-	-	-	-	+++	-	-	+
Cobaya	-	-	+	-	-	-	+	-	+++	-
Hámster*	-	-	-	-	-	+	+	-	++	-
Caballos	-	-	-	-	-	-	+++	-	-	-
Tití	+	-	-	-	+++	-	-	+++	-	-
Ratón	-	-	+	+++	+	-	+/-	-	-	-
Cerdo	-	-	+	-	+	-	(vcc)	-	-	-
Macaco	+++	-	-	-	-	-	++	+++	-	-
Conejo	-	-	+++	-	-	-	+	-	+/-	-
Rata	-	-	-	+	+++	-	++	-	+	-
Oveja	+	-	-	-	-	-	+++	+	-	-

- No recomendado

+ Alternativa posible

++ Via aceptable

+++ Via preferente

* No se ha encontrado vía preferible para el hámster o el gerbo.

* En el cerdo se utiliza la vena cava craneal y no la yugular.

Vías tales como la vena peneal y la sublingual no son aceptables debido a los efectos secundarios o al existir alternativas prácticas preferibles.

Los tamaños de las agujas han de ser del orden de 15-50 mm de largo y 14 a 26 G según el diámetro de la vena y el volumen de sangre requerida (ver Capítulo 3.2.1.). Una inyección de anestésico local bajo la piel puede reducir las molestias durante la inserción de agujas mayores (14-18 G).

Alar = vena braquial o del ala

Card. = Corazón- se debe administrar anestesia/analgesia

Cef. =Cefálica

Cocc=vena coccígea

vcc=vena cava craneal

Determinación de hemoglobina

Proceso que consiste en transformar la hemoglobina en cianometahemoglobina a través del uso del reactivo Drabkin (65) (66).

RDI para ratas

Se utilizó para estimar la ingesta de nutrientes recomendados para cubrir los requerimientos nutricionales de los roedores de acuerdo a sus características (67).

Balanza digital validada por la Cenam

Cinta métrica

Software Mix It

Es un software utilizado con el fin de formular dietas para animales que puedan cubrir sus requerimientos nutricionales (68).

Dieta estándar

Dieta elaborada por parte del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos-UNALM (69).

Tabla 1. Composición y valor nutricional de la dieta estándar.

Componente	Contenido
Energía Metabolizable, Kcal/Kg	2900
Proteína Digestible mín., %	17.00
Grasa máx., %	6.00
Fibra máx., %	4.00
Humedad máx., %	14.00
Lisina Digestible mín., %	0.92
Met +Cis Digestible mín., %	0.98
Fósforo Disponible mín., %	0.37
Calcio mín., %	0.63

Fuente: Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos-UNALM; compuesto por harina de maíz, torta de soya 48, harina integral extruida de soya, subproductos de trigo, aceite de palma, carbonato de calcio, fosfato dicálcico, cloruro de colina 60%, cloruro de sodio, aminoácidos sintéticos, premezcla Vit-Min., antioxidantes y antifúngicos.

Tabla de composición de los alimentos

Para el presente estudio, se utilizará la tabla peruana de composición de alimentos del año 2017. La cual es una base de información que permite localizar los alimentos, clasificándolos por grupos donde, además se pone en manifiesto sus valores nutricionales de carbohidratos, lípidos, proteínas, fibra dietaría, vitaminas y minerales por cada 100 g (70).

3.5. Plan de análisis e interpretación de la información

Con la información obtenida, se creó una base de datos a partir del programa Microsoft Excel 2016. Luego, se elaboró el diccionario de variables. Finalmente, se exportó la base de Excel para su análisis estadístico multivariado con la guía del estadístico (71).

Se trabajó con variables cuantitativas y una cualitativa. Para las variables cuantitativas como concentración de hemoglobina, perímetro abdominal, perímetro de cuello y consumo de alimentos fueron analizadas a través de medidas de tendencia central como la media y su medida de dispersión desviación estándar. La variable cualitativa, por otro lado, fue analizada a través de frecuencias y porcentajes (72).

Para el análisis multivariado, se utilizó la prueba estadística de Kruskal-Wallis, por no tener una distribución normal; no obstante, previamente se aplicó los supuestos de pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk. Los valores de significancia se han ajustado mediante la corrección de Bonferroni previa aplicación de la prueba de Kruskal-Wallis los datos fueron analizados a través de la prueba estadística. En ambas pruebas, se utilizó la corrección de Bonferroni. Finalmente, se utilizó la prueba de Wilcoxon. Por otro lado, la data fue presentada a través de gráficos de medias y gráficos de caja y bigote (73) (74).

Por último, se indica que el presente trabajo de investigación trabajó con un nivel de significancia del 1% y un nivel de confianza del 99% (72).

3.6. Ventajas y limitaciones

Ventajas

Uso de alimentos vegetales, los cuales son más económicos y accesibles que los alimentos de origen animal comúnmente consumidos.

Se plantea el uso de la harina de cañihua y harina de algarroba, siendo el Perú un gran productor de estos alimentos de origen vegetal.

Las dietas formuladas, en la presente investigación, tendrán un alcance alimenticio dirigido a ratas Holtzman que abarca hasta la cuantificación de energía metabolizable para mantenimiento y crecimiento del animal.

Esta investigación es de tipo longitudinal, lo cual permitió minimizar la variabilidad de los datos obtenidos.

Respecto a la elección de las unidades de análisis, la metodología usada fue la aleatorización, la cual permitió identificar los grupos o bloques de tratamiento.

Al tener un diseño experimental, se trabajó con un nivel de confianza de 99% y un nivel de significancia del 1%; es decir, se controló el sesgo de las variables en el análisis estadístico.

Se controló el error sistemático, ya que se trabajó con pruebas estadísticas multivariantes.

La realización del proyecto experimental se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria La Molina, la cual proporcionó las condiciones logísticas adecuadas para alcanzar los objetivos propuestos en la presente investigación.

La investigación tiene como unidades de análisis a ratas de la raza Holtzman, los resultados no podrán ser extrapolados para seres humanos. No obstante, el presente estudio servirá de base para la realización de futuros estudios de tipo casos y controles en humanos.

Limitaciones

- Si bien, en los departamentos de Piura y Puno hay un consumo de estos alimentos debido a que son productores de algarrobo y cañihua, respectivamente. No obstante, una limitación con la que nos encontramos en la presente investigación es que la harina de cañihua y la harina de algarroba no son alimentos de uso cotidiano en la mesa familiar en capital de Lima, y con respecto al poco conocimiento y la poca difusión nutricional de dichos alimentos produce el desconocimiento de la riqueza nutricional de dichos alimentos, limitando así su consumo.
- Otra limitación fue que, siendo las unidades de análisis ratas de la raza Holtzman, los resultados no podrán ser extrapolados para humanos, puesto que sus características metabólicas son diferentes al de un ser humano.
- Se alimentó a los roedores con harina de cañihua y harina de algarroba, las cuales aportan hierro no hemínico.
- No se encontró la composición nutricional específica sobre perfil de aminoácidos de la harina de algarrobo y la harina de cañihua en la tabla de composición de alimentos peruana en ninguna de edición de los diferentes años de publicación. Ante esto, se optó por tomar como referencia las publicaciones científicas aisladas.
- Solo se propone tres dietas, las que son a base de harina de algarroba, dieta a base de harina de cañihua + estándar; finalmente, una mezcla entre ambas harinas, mas no se propone mezclas múltiples.
- Otra limitación que se encuentra fue que algunas ratas Holtzman no consumieron, en su totalidad, sus tratamientos de dietas a base de alimentos andinos.
- Es un trabajo experimental nutricional enfocado en ratas Holtzman; sin embargo, no se cuenta con información científica significativa a nivel de seres humanos (tabla de composición de alimentos) sobre energía metabolizable y energía digestible en harina de cañihua y harina de algarroba.
- Existen diversos exámenes de perfil bioquímico; no obstante, para esta investigación, solo nos enfocamos en la concentración de hemoglobina, siendo una limitación en la investigación realizada.

3.7. Aspectos éticos

El presente proyecto de investigación fue presentado al Comité de Ética de la Universidad Católica Sedes Sapientiae (UCSS). Asimismo, fue presentado al comité de ética de la Universidad Nacional Agraria La Molina (Unalm), centro de estudios que cuenta con laboratorios, donde se realizó la parte del trabajo experimental. Las consideraciones éticas que se incorporaron para la administración de los animales experimentales fueron estipuladas en la guía publicada por la National Academy of Sciences: Guide for the care and use of Laboratory Animals, publicada en el 2011 en Washington, DC, en el cual se menciona la cantidad mínima a usar, se especifican los cuidados y el trato adecuado de los animales experimentales, así como el entrenamiento que debe tener el personal a cargo de su trato. De esta manera, se evitó el sufrimiento de los animales de experimentación que participaron en el proyecto de investigación (75).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

TABLA 1.4.1.1. Descripción de las variables del estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman de la semana 12 a la 16 durante el 2022

GRUPO	Concentración de hemoglobina				Índice de Lee				Perímetro Abdominal				Perímetro de Cuello				Total	
	Sem 12	Sem 16	P. R. WILCOXON		Sem 12	Sem 16	P. R. WILCOXON		Sem 12	Sem 16	P. R. WILCOXON		Sem 12	Sem 16	P. R. WILCOXON			
	Media	Media	Z	Sig	Media	Media	Z	Sig	Media	Media	Z	Sig	Media	Media	Z	Sig	Z	Sig
Dieta estándar	14.330	14.320	-0.051	0.959	0.263	0.280	-1.065	0.287	15.21	16.30	-2.67	0.008	8.73	9.88	-2.81	0.005	-2.497	0.013
Dieta Cañihua	15.160	14.678	-0.011	0.312	0.259	0.252	-1.511	0.131	14.55	15.72	-2.437	0.015	9.37	10.24	-2.527	0.012	-2.194	0.028
Dieta Algarrobo	14.430	14.180	-0.356	0.722	0.264	0.270	-1.857	0.063	13.64	15.14	-2.809	0.005	9.07	10.20	-2.807	0.005	-2.803	0.005
Dieta Mezcla	14.022	14.167	-0.632	0.528	0.260	0.258	-0.649	0.516	13.989	15.11	-2.429	0.015	9.27	10.13	-2.670	0.008	-2.547	0.011

En la tabla 1.4.1.1, para el análisis estadístico, se aplicó la prueba no paramétrica de los rangos de Wilcoxon, puesto que se pretende comparar mediante un pre test y post test (sem-12 y 16 respectivamente), si es que existen diferencias significativas en cada grupo después de la aplicación de cada dieta. Se aplicaron los supuestos como la prueba de normalidad (Shapiro–Wilk), lo cual nos dio que los datos no tienen una distribución normal, motivos por el cual se aplicó la prueba no paramétrica de los rangos de Wilcoxon. Se observó que, en los 4 tipos de dieta, en las dimensiones del perímetro abdominal y de cuello, existe diferencia significativa entre la semana 12 y 16 en los

indicadores perímetro abdominal y perímetro de cuello donde el valor de significancia es menor a 0,01 Así mismo, se observó en líneas generales que existe diferencia significativa entre el grupo de dieta algarrobo con cada uno de los otros 3 tipos de dietas según los valores de significancia del total de cada dieta (sig. < 0.01).

Tabla 1.4.2.1. Descripción de las variables del estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman de la semana 12 y 16 de la dieta estándar

GRUPO	Concentración de hemoglobina				Índice de Lee				Perímetro Abdominal				Perímetro de Cuello					
	Sem 12	Sem 16	P. R. WILCOXON		Sem 12	Sem 16	P. R. WILCOXON		Sem 12	Sem 16	P. R. WILCOXON		Sem 12	Sem 16	P. R. WILCOXON		Total	
	Media	Media	Z	Sig	Media	Media	Z	Sig	Media	Media	Z	Sig	Media	Media	Z	Sig	Z	Sig
Dieta estándar	14.330	14.320	-0.051	0.959	0.263	0.280	-1.065	0.287	15.21	16.30	-2.67	0.008	8.73	9.88	-2.81	0.005	-2.497	0.013

En la tabla 1.4.2.1, se observó que, en los 4 tipos de dieta, en las dimensiones del perímetro abdominal y de cuello, existe diferencia significativa entre la semana 12 y 16 en los indicadores perímetro abdominal y perímetro de cuello donde el valor de significancia es menor a 0,01 Así mismo, se observó en líneas generales que existe diferencia significativa entre el grupo de dieta algarrobo con cada uno de los otros 3 tipos de dietas según los valores de significancia del total de cada dieta (sig. < 0.01).

Tabla 1.4.2.2. Descripción de las variables del estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman de la semana 12 y 16 de la dieta cañihua

GRUPO	Concentración de hemoglobina				Índice de Lee				Perímetro Abdominal				Perímetro de Cuello					
	Sem 12	Sem 16	P. R. WILCOXON		Sem 12	Sem 16	P. R. WILCOXON		Sem 12	Sem 16	P. R. WILCOXON		Sem 12	Sem 16	P. R. WILCOXON		Total	
	Media	Media	Z	Sig	Media	Media	Z	Sig	Media	Media	Z	Sig	Media	Media	Z	Sig	Z	Sig
Dieta Cañihua	15.160	14.678	-0.011	0.312	0.259	0.252	-1.511	0.131	14.55	15.72	-2.437	0.015	9.37	10.24	-2.527	0.012	-2.194	0.028

En la tabla 1.4.2.2, se observó que, en los 4 tipos de dieta, en las dimensiones del perímetro abdominal y de cuello, existe diferencia significativa entre la semana 12 y 16 en los indicadores perímetro abdominal y perímetro de cuello donde el valor de significancia es menor a 0,01.

Tabla 1.4.2.3. Descripción de las variables del estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman de la semana 12 y 16 de la dieta algarrobo

GRUPO	Concentración de hemoglobina				Índice de Lee				Perímetro Abdominal				Perímetro de Cuello				Total	
	Sem 12	Sem 16	P. R. WILCOXON		Sem 12	Sem 16	P. R. WILCOXON		Sem 12	Sem 16	P. R. WILCOXON		Sem 12	Sem 16	P. R. WILCOXON			
	Media	Media	Z	Sig	Media	Media	Z	Sig	Media	Media	Z	Sig	Media	Media	Z	Sig	Z	Sig
Dieta Algarrobo	14.430	14.180	-0.356	0.722	0.264	0.270	-1.857	0.063	13.64	15.14	-2.809	0.005	9.07	10.20	-2.807	0.005	-2.803	0.005

En la tabla 1.4.2.3, se observó que, en los 4 tipos de dieta, en las dimensiones del perímetro abdominal y de cuello, existe diferencia significativa entre la semana 12 y 16 en los indicadores perímetro abdominal y perímetro de cuello donde el valor de significancia es menor a 0,01.

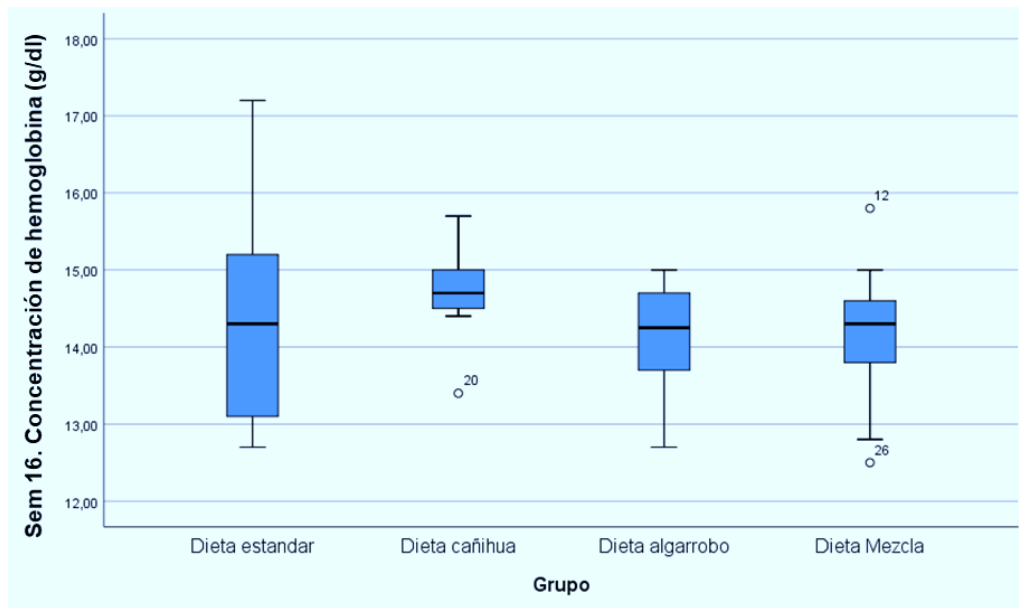
Objetivo específico

Tabla 1.4.2.4. Descripción de las variables del estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman de la semana 12 y 16 de la dieta mezcla

GRUPO	Concentración de hemoglobina				Índice de Lee				Perímetro Abdominal				Perímetro de Cuello				Total	
	Sem 12	Sem 16	P. R. WILCOXON		Sem 12	Sem 16	P. R. WILCOXON		Sem 12	Sem 16	P. R. WILCOXON		Sem 12	Sem 16	P. R. WILCOXON			
	Media	Media	Z	Sig	Media	Media	Z	Sig	Media	Media	Z	Sig	Media	Media	Z	Sig	Z	Sig
Dieta Mezcla	14.022	14.167	-0.632	0.528	0.260	0.258	-0.649	0.516	13.989	15.11	-2.429	0.015	9.27	10.13	-2.670	0.008	-2.547	0.011

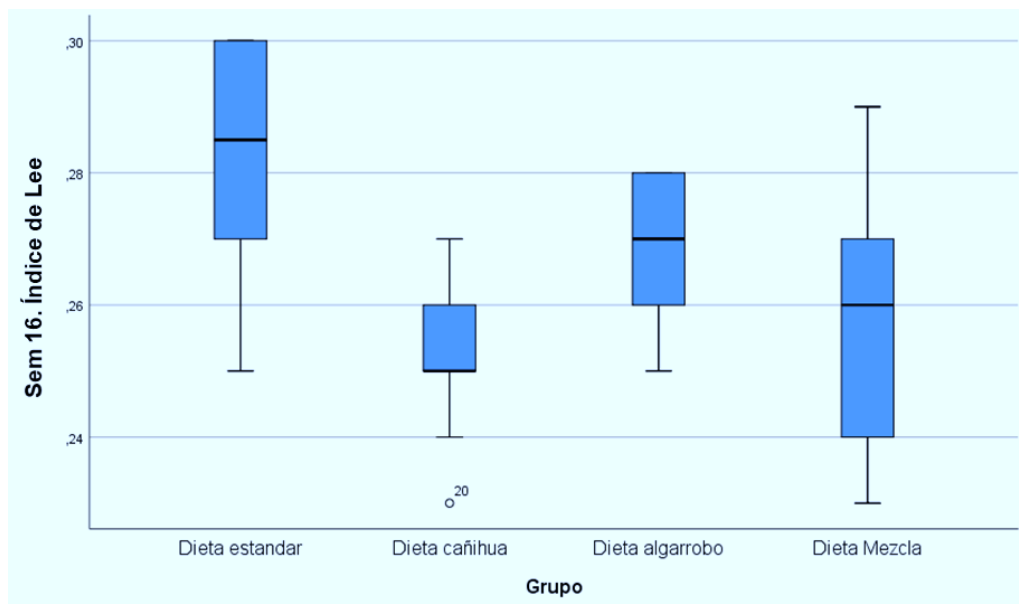
En la tabla 1.4.2.4, se observó que, en los 4 tipos de dieta, en las dimensiones del perímetro abdominal y de cuello, existe diferencia significativa entre la semana 12 y 16 en los indicadores perímetro abdominal y perímetro de cuello donde el valor de significancia es menor a 0,01.

Figura 4. Gráfico de cajas y bigotes de la concentración de hemoglobina de la semana 16



Según se observa, la concentración de hemoglobina del grupo de dieta cañihua en la semana 16 es mayor a los demás tipos de dietas. Por ser más pequeña, tiene menos variabilidad. La caja de cada dieta muestra una asimetría negativa donde se cumple que la media de la concentración de hemoglobina es $<$ mediana $<$ moda.

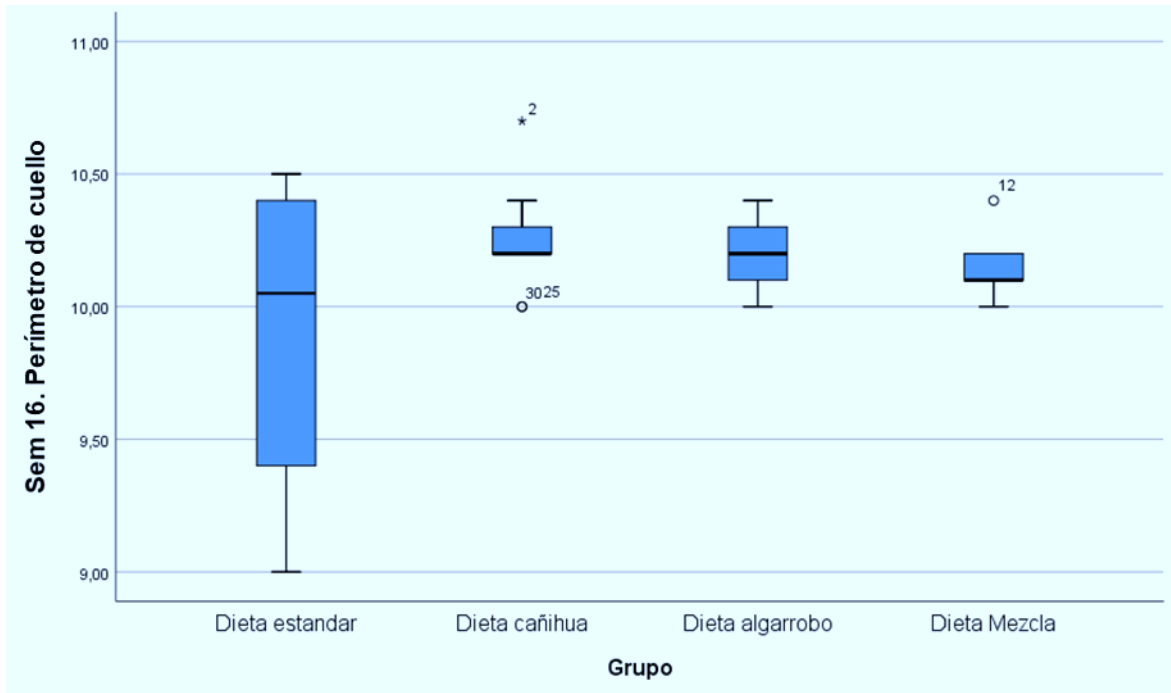
Figura 5. Grafico de caja y bigotes del índice de Lee de la semana 16



Según se observa, el índice de Lee del grupo de dieta estándar, en la semana 16, es mayor a los demás tipos de dietas, la caja muestra simetría, lo que indica que la media del índice de Lee = mediana = moda. En el grupo de dieta cañihua, se observa que la

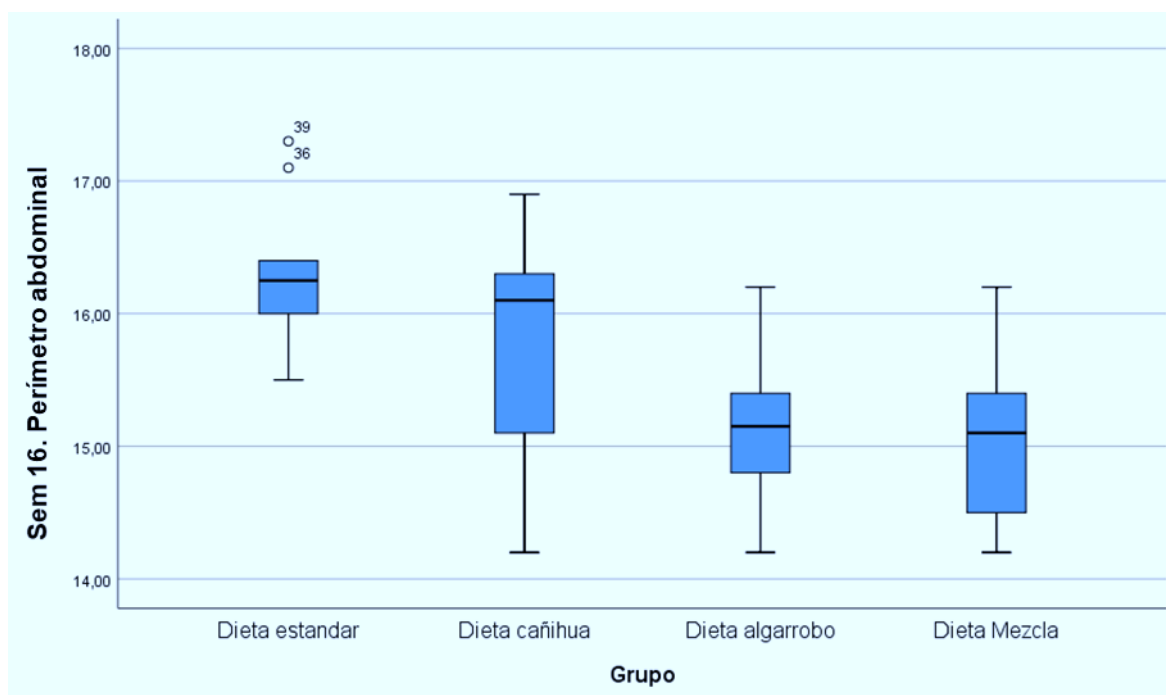
media es igual al primer cuartil, en el grupo de la dieta algarrobo se observa que la caja es simétrica, por lo tanto, media = mediana = moda; mientras que, para el grupo de dieta mezcla, la caja es asimétrica negativa; por tanto, se cumple que la media del índice de Lee es $<$ mediana $<$ moda.

Figura 6. Gráfico de caja y bigotes del perímetro de cuello de la semana 16



Se observa que el perímetro de cuello del grupo de dieta cañihua y grupo de dieta algarrobo son similares y mayores que los otros grupos de dieta estándar y dieta mezcla en la semana 16. La caja del tipo de dieta estándar tiene una asimetría negativa; mientras que, la caja de la dieta mezcla, asimetría positiva.

Figura 7. Gráfico de caja y bigotes del perímetro abdominal de la semana 16



Se observa que la media del perímetro abdominal del grupo de dieta estándar es mayor que los otros grupos en la semana 16. Las cajas tienen asimetría negativa en los diferentes grupos de dieta, lo que indica que $\text{media} < \text{mediana} < \text{moda}$. También se observa que la caja del grupo de dieta estándar es pequeña, lo que afirma que tiene menor variabilidad.

Análisis bivariado

Se analiza si hay diferencia significativa entre cada grupo de dieta

Prueba de normalidad

Sem 12 - Sem 16	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Concentración hemoglobina	,978	38	,656
Índice de Lee	,385	38	,000
Perímetro abdominal	,978	38	,661
Perímetro cuello	,982	38	,800

Según el valor de significancia, al menos una variable es menor a 0,01; por lo tanto, se deduce que los datos no tienen distribución normal. Por eso, para el análisis estadístico, se emplearán pruebas no paramétricas (Kruskal – Wallis).

Prueba de Kruskal Wallis para el índice de Lee (comparación por parejas) según grupo de dietas de la semana 12 (resumen de prueba de hipótesis)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Sem. 12 Índice Lee es la misma entre las categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,015	Retener la hipótesis nula.

Para el análisis estadístico de la comparación entre los 4 grupos de dieta, se aplicaron los supuestos como la prueba de normalidad (Shapiro–Wilk), muestras independientes. Esto estableció que los datos no presenten una distribución normal. Por ese motivo, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Se observó, en la tabla 5, que no hay diferencia significativa respecto del índice de Lee entre los grupos de dieta (sig. = 0,015 > 0,01).

Prueba de Kruskal Wallis para el perímetro abdominal según grupo de dietas de la semana 12 (cada nodo muestra el rango promedio muestras de grupo)

Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de contraste	Error Error	Desv. Estadístico de contraste	Sig.	Sig. ajust.
Dieta algarrobo-Dieta Mezcla	-6,050	5,220	-1,159	,246	1,000
Dieta algarrobo-Dieta cañihua	14,650	5,080	2,884	,004	,024
Dieta algarrobo-Dieta estandar	21,050	5,080	4,143	,000	,000
Dieta Mezcla-Dieta cañihua	8,600	5,220	1,648	,099	,597
Dieta Mezcla-Dieta estandar	15,000	5,220	2,874	,004	,024
Dieta cañihua-Dieta estandar	6,400	5,080	1,260	,208	1,000

Se observó que cada fila prueba la hipótesis nula de que las distribuciones de la muestra 1 y la muestra 2 son las mismas. Así mismo, se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). Para el análisis estadístico de la comparación entre los 4 grupos de dieta, se aplicaron los supuestos tales como la prueba de normalidad (Shapiro–Wilk), muestras independientes. Esto determinó que los datos no tienen una distribución normal. Por ese motivo, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Los valores de significancia se han ajustado mediante la corrección de Bonferroni previa

aplicación de la prueba de Kruskal-Wallis. Se observó que hay diferencia significativa respecto del perímetro abdominal entre los grupos de dieta algarrobo y dieta estándar (sig. = 0,000 < 0,01)

Prueba de Kruskal Wallis para el perímetro de cuello (comparación por parejas) según grupo de dietas de la semana 12 (resumen de prueba de hipótesis)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Sem. 12 Perímetro de cuello es la misma entre las categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,161	Retener la hipótesis nula.

Para el análisis estadístico de la comparación entre los 4 grupos de dieta, se aplicaron los supuestos como la prueba de normalidad (Shapiro–Wilk), muestras independientes. Esto determinó que los datos no tienen una distribución normal. Por ese motivo, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Se observó que no hay diferencia significativa entre los grupos de dietas respecto del perímetro de cuello, ya que el valor de significancia es 0,161 > 0,01

Prueba de Kruskal Wallis para la concentración de hemoglobina (comparación por parejas), según grupo de dietas de la semana 12 (resumen de prueba de hipótesis)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Sem. 12 Concentración hemoglobina (g/dl hb) es la misma entre las categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,240	Retener la hipótesis nula.

Para el análisis estadístico de la comparación entre los 4 grupos de dieta, se aplicaron los supuestos como la prueba de normalidad (Shapiro–Wilk), muestras independientes. Esto determinó que los datos no tienen una distribución normal. Por ese motivo, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Se observó que no hay diferencia significativa entre los grupos de dietas respecto de la concentración de hemoglobina, puesto que el valor de significancia es 0,240 > 0,01

Análisis bivariado. Semana 16

Prueba de Kruskal Wallis para el índice de Lee (comparación por parejas) según grupo de dietas de la semana 16

Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de contraste	Error Error	Desv. Estadístico de contraste	Sig.	Sig. ajust.
Dieta cañihua-Dieta Mezcla	-3,889	5,168	-,752	,452	1,000
Dieta cañihua-Dieta algarrobo	-11,567	5,037	-2,296	,022	,130
Dieta cañihua-Dieta estandar	15,967	5,037	3,170	,002	,009
Dieta Mezcla-Dieta algarrobo	7,678	5,037	1,524	,127	,765
Dieta Mezcla-Dieta estandar	12,078	5,037	2,398	,017	,099
Dieta algarrobo-Dieta estandar	4,400	4,903	,897	,370	1,000

Se observó que cada fila prueba la hipótesis nula de que las distribuciones de la muestra 1 y la muestra 2 son las mismas. Así mismo, se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). Para el análisis estadístico de la comparación entre los 4 grupos de dieta, se aplicaron los supuestos tales como la prueba de normalidad (Shapiro–Wilk) muestras independientes. Esto determinó que los datos no tienen una distribución normal. Por ese motivo, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Los valores de significancia se han ajustado mediante la corrección de Bonferroni previa aplicación de la prueba de Kruskal-Wallis. Se observó que existe diferencia significativa respecto del índice de Lee entre el grupo de dieta cañihua y el de dieta estándar únicamente (sig. = 0,009 < 0,01).

Prueba de Kruskal Wallis para el perímetro abdominal (comparación por parejas) según grupo de dietas de la semana 16

Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de contraste	Error Error	Desv. Estadístico de contraste	Sig.	Sig. ajust.
Dieta Mezcla-Dieta algarrobo	,317	5,094	,062	,950	1,000
Dieta Mezcla-Dieta cañihua	8,222	5,226	1,573	,116	,694
Dieta Mezcla-Dieta estandar	15,717	5,094	3,086	,002	,012
Dieta algarrobo-Dieta cañihua	7,906	5,094	1,552	,121	,724
Dieta algarrobo-Dieta estandar	15,400	4,958	3,106	,002	,011
Dieta cañihua-Dieta estandar	7,494	5,094	1,471	,141	,847

Se observó que cada fila prueba la hipótesis nula de que las distribuciones de la muestra 1 y la muestra 2 son las mismas. Así mismo, se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). Se observó que cada fila prueba la hipótesis nula de que las distribuciones de la muestra 1 y la muestra 2 son las mismas. Además, se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). Para el análisis estadístico de la comparación entre los 4 grupos de dieta, se aplicaron los supuestos tales como la prueba de normalidad (Shapiro–Wilk) muestras independientes. Esto estableció que los datos no tienen una distribución normal. Por ese motivo, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Los valores de significancia se han ajustado mediante la corrección de Bonferroni previa aplicación de la prueba de Kruskal-Wallis. Se observó que no hay diferencia significativa respecto del perímetro abdominal entre los grupos de dietas (sig. >0,01) en todos los casos.

Prueba de Kruskal Wallis para el perímetro de cuello (comparación por parejas) según grupo de dietas de la semana 16

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Sem. 16 Perímetro de cuello es la misma entre las categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,354	Retener la hipótesis nula.

Para el análisis estadístico de la comparación entre los 4 grupos de dieta, se aplicaron los supuestos tales como la prueba de normalidad (Shapiro–Wilk) muestras independientes. Esto determinó que los datos no tienen una distribución normal. Por ese motivo, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Se observó que no hay diferencia significativa entre los grupos de dietas respecto del perímetro de cuello puesto que el valor de significancia es 0,354 > 0,01.

Prueba de Kruskal Wallis para la concentración de hemoglobina (comparación por parejas) según grupo de dietas de la semana 16

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Sem. 16 Concentración hemoglobina (g/dl hb) es la misma entre las categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,536	Retener la hipótesis nula.

Para el análisis estadístico de la comparación entre los 4 grupos de dieta, se aplicaron los supuestos tales como la prueba de normalidad (Shapiro–Wilk) muestras

independientes. Esto determinó que los datos no tienen una distribución normal. Por ese motivo, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Se observó que no existe diferencia significativa entre los grupos de dietas respecto del perímetro de la concentración de hemoglobina puesto que el valor de significancia es $0,536 > 0,01$.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

5.1. Discusión

En la presente investigación, se comprobó la hipótesis planteada, es decir, existe influencia de las diferentes dietas de mezclas a base de productos andinos sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman desde la semana 12 a la 16 de vida, durante el 2022.

En este sentido, se puede indicar que se encontró mayor diferencia significativa para el perímetro de cuello y el perímetro abdominal para la dieta de algarrobo en relación a las dietas tales como dieta cañihua, dieta estándar y dieta mezcla (algarrobo, cañihua y estándar). Un problema de salud pública latente es la obesidad. Los expertos sostienen que estas personas son más vulnerables a desarrollar enfermedades como hipertensión, diabetes, problemas cardiovasculares (7). Con el objetivo de analizar la influencia de las dietas andinas planteadas sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico, se tomó la iniciativa de hacer un estudio experimental con ratas de la cepa Holtzman. Un total de 39 ratas divididas en 4 grupos de dietas fueron sometidas al tratamiento. En los resultados, se observó que las ratas de la dieta del algarrobo combinado con dieta estándar presentaron significancia en las dimensiones perímetro abdominal y perímetro de cuello entre la semana 12 y 16 con un p-valor de significancia menor o igual a 0,01.

Cabe indicar que una investigación similar fue realizada por Olatz Izaola, en España, en el 2020, con el objetivo de evaluar las respuestas de dos snacks diferentes, uno de ellos suplementado con wakame y algarroba. Sobre los factores de riesgo cardiovascular, la saciedad y la posterior ingesta de alimentos en sujetos obesos con síndrome metabólico no mostró un cambio significativo en el cambio de perímetro abdominal, pero sí una disminución significativa en el colesterol LDL (7.4%) y colesterol total (5.8%) (76).

Por otro lado, en otro estudio realizado por Cattaneo, en Argentina en el 2019, con el objetivo de examinar los efectos de la suplementación dietética con *Prosopis alba* en un modelo de síndrome metabólico inducido por una dieta alta en grasas en conejos.

Nos mostró que no hubo un cambio en perímetro abdominal, pero si una reducción en el colesterol HDL (77). Por ello, podemos intuir que, en la presente investigación, la dieta enriquecida de algarrobo con dieta estándar influyó en los resultados para ver un cambio significativo en las dimensiones PAB y PC, respectivamente.

Cabe mencionar que la investigación realizada por Uculmana Morales de Perú, en el año 2018, encontró que la dieta estándar, sin fortificación o suplementación de otro componente, no provocaba diferencias al ser comparada con otras dietas en relación al perímetro de cuello y perímetro abdominal de las ratas Holtzman (28). En comparación a los resultados de la presente investigación, sí mostró significancia porque la dieta estándar fue enriquecida con harina de algarrobo.

En este sentido, se indica que se encontró diferencia significativa para las dimensiones perímetro de cuello y el perímetro abdominal en ratas Holtzman al consumir la dieta del algarrobo (dieta estándar + harina de algarrobo), en relación con otras dietas por la composición nutricional del tratamiento de la dieta en mención. En este aspecto bioquímico, el alimento algarrobo tiene presencia de fibra (40g/100g de parte comestible); contiene fibras solubles e insolubles, sin embargo, la celulosa (fibra insoluble) predomina (10%) (79). Esta incrementa la capacidad de retención de líquido, elevando a su vez el volumen fecal y disminuyendo así el tiempo de tránsito intestinal. La celulosa puede llegar a cambiar las concentraciones séricas de lípidos. Estas se unen a los ácidos biliares fecales y elevan la excreción del colesterol derivado del ácido biliar, lo que disminuye la absorción de los lípidos. Asimismo, las bacterias intestinales convierten a la fibra en sustancias como ácidos grasos de cadena corta (AGCC) de modo que disminuyen las concentraciones séricas de lípidos (81). Esto nos ayuda a inferir que el consumo de fibra presente en el algarrobo potenciada con la dieta estándar puede beneficiar el estado del colesterol en el organismo. Se puede ver reflejado esto en un metaanálisis de The American Journal of Clinical Nutrition, donde se revisó los efectos de la fibra dietética para reducir el colesterol (82). Por otro lado, un estudio realizado en Guangzhou Medical University, donde el incremento del consumo de fibra aumentó el colesterol HDL. De acuerdo al estudio, cuando el consumo de fibra se elevó de 18 gr/ día a más de 30 gr/ día, el colesterol HDL se elevó el 10,1 % (83). En otro estudio de ITM University, las fibras disminuyen la absorción, mejora la utilización de la insulina, brinda mayor saciedad y baja el consumo de energía, lo que de manera indirecta al disminuir el peso se elimina colesterol (84). Esto se traduce en un adecuado PAB y PC, tal como se encontró en nuestro estudio.

Por otro lado, en cuanto a los hidratos de carbono, al ser digeridos producen glucosa, fructosa y galactosa debido a la alfa-amilasa y las enzimas del borde digestivo. La capacidad para digerir estos carbohidratos va a depender de la disponibilidad relativa del almidón a la acción enzimática; y también de la actividad de las enzimas digestivas en el borde del cepillo de la mucosa. Los oligosacáridos y las fibras dietéticas viscosas (pectinas y gomas) llegan a diluir la concentración enzimática. Por lo tanto, una dieta que contenga granos mínimamente procesados como el caso del algarrobo, retrasa la velocidad de absorción de la glucosa. Una vez digerida, la glucosa se absorbe a través de las células intestinales y se transfiere a la sangre portal para su respectivo transporte hasta el hígado. La glucosa sale del hígado a la circulación sistémica, solo entonces está apto para la captación dependiente de insulina por los tejidos periféricos. Por tanto, los principales reguladores para la concentración sanguínea de glucosa después de una comida son el volumen y la digestibilidad de los carbohidratos ingeridos, la absorción y el índice de captación hepática; y la secreción de la insulina y la sensibilidad de los tejidos periféricos a la acción de la insulina (81). Esto se traduce en una adecuada captación y utilización de energía que se obtiene de la dieta de algarrobo por parte de las ratas Holtzman, favoreciendo una ganancia de peso adecuada, reflejándose en el PAB Y PC.

En cuanto a la regulación del sobrepeso y la obesidad, a través de la ingesta de la fibra dietaria, puede ser explicado en base a tres mecanismos. El primero está relacionado con los efectos físicos de la fibra dietaria, que posterior a la ingesta de alimentos con alto contenido de fibra incrementa el tiempo de masticación, lo que permite la secreción de una cantidad mayor de la saliva y de jugos gástricos. A su vez, hace que haga una expansión del estómago y el incremento de la saciedad. El segundo mecanismo hace referencia para los efectos fisicoquímicos de la fibra soluble, tal como los β -glucanos, psyllium, pectina, goma guar y otros, las cuales forman soluciones más viscosas. Este efecto impide parcialmente el contacto de las enzimas digestivas y los nutrientes, tal como los ácidos biliares y la grasa. Este mecanismo disminuye la digestión y la absorción de los nutrientes en el intestino delgado, forzando a movilizar el glucógeno y grasa como fuentes de energía y para mantener los niveles adecuados de la glucosa en sangre (80). Podemos inferir que las ratas Holtzman tuvieron un adecuado uso de energía proveniente del algarrobo, además del beneficio fisiológico de la fibra presente en el alimento.

Respecto al tercer mecanismo, también llamado efectos colónico-hormonales, se produce cuando la fibra dietaria se fermenta por las bacterias del colon hasta convertirse en glucosa, siguiendo este último la ruta de la glicólisis hasta convertirse en piruvato. Luego es convertido en AGCC (ácidos grasos de cadena corta), como es el caso del acetato (2 carbonos), también propionato (3 carbonos) y el butirato (4 carbonos). Los AGCC son potentes mediadores para las células enteroendocrinas secretoras de hormonas péptido parecidos al glucagon (siglas en inglés: GLP-1), péptido tirosina-tirosina (siglas en inglés: PYY), grelina y leptinas hormonas reguladoras del apetito y saciedad. El aumento de la concentración de GLP-1 y PYY en la sangre ejerce efectos anorexigénicos para el sistema nervioso central, teniendo como resultado la elevación de la saciedad y la disminución del apetito. Por el contrario, la grelina reduce su concentración y como consecuencia la disminución del apetito (80).

En un estudio realizado por Carmen Peña S. con el objetivo de determinar síntesis enzimática de fructooligosacáridos a partir de los frutos de algarrobo (*Prosopis pallida*). Se menciona que los AGCC proporcionan efectos benéficos sobre las células del colon (los colonocitos), ya que favorece a la reparación del colon, siendo el butirato el sustrato energético de los colonocitos (85).

En este sentido, la fibra dietaria presente en la dieta algarrobo+estándar, tuvo un efecto en la saciedad de las ratas Holtzman. Reflejándose la influencia en las dimensiones PAB Y PC.

5.2. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos, hubo significancia en las variables perímetro abdominal y el perímetro de cuello al final del tratamiento con la dieta del algarrobo combinada con dieta estándar.

La dieta algarrobo combinada con la dieta estándar al aportar mejor cantidad de fibra en la dieta brindada ayudó en la mejora de las variables mencionadas.

5.3. Recomendaciones

Se recomienda hacer futuras investigaciones con dietas andinas bajo otros criterios de inclusión.

Se recomienda que futuras investigaciones tomen como variable a la longitud y la relacionen con las dietas andinas.

Se recomienda hacer investigaciones en seres humanos para que la evidencia sea más verídica.

Se recomienda trabajar con otros alimentos andinos, maca, kiwicha, quinua para demostrar su influencia.

Se recomienda realizar más estudios con la harina de algarrobo que tengan como variables al perímetro de cuello y perímetro abdominal.

Se recomienda fortificar o adicionar vitamina C en los tratamientos para mejorar el perfil de absorción de la hemoglobina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Haughton P. Las nuevas orientaciones de la OMS ayudan a detectar la carencia de hierro ya proteger el desarrollo cerebral. Comunicado de prensa. Organización Mundial de la Salud. Ginebra. Publicado 20/04/2020.[acceso: 03/03/2021]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/20-04-2020-who-guidance-helps-detect-iron-deficiency-and-protect-brain-development>.
2. Zavaleta N. Anemia infantil: retos y oportunidades al 2021. Revista Peruana de Medicina Experimental y salud pública. 2017;34:588-589.
3. Resolución Ministerial N.º 250-2017/MINSA. Norma Técnica de Salud para el Manejo Terapéutico y preventivo de la Anemia en niños, adolescentes, mujeres gestantes y puérperas. 2017.
4. Organización Mundial de la Salud. Obesidad y sobrepeso. 09-06-2022 Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
5. Perú INEI. Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES). Lima: Peru. 2018.
6. Reyna Y. Inefectividad de la consejería para la adhesión al programa con micronutrientes para la prevención de la anemia en niños y niñas de 6 a 35 meses, desarrollado por el ministerio de salud, periodo 2014–2018 en la ciudad de Lima (Doctoral dissertation, Pontificia Universidad Católica del Perú (Perú)).
7. Barboza EP. Relación del estado nutricional e índice triglicéridos/c-HDL en adolescentes atendidos en un hospital público. Archivos Peruanos de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. 2020;1(4):215-21.
8. Más del 60% de peruanos mayores de 15 años de siete regiones padecen de exceso de peso. Instituto Nacional de Salud. 2019. Disponible en: <https://web.ins.gob.pe/es/prensa/noticia/mas-del-60-de-peruanos-mayores-de-15-anos-de-siete-regiones-padecen-de-exceso-de>
9. Cultivos del Perú para el Mundo, 2019 Gob.pe. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1907930/CULTIVOS%20%20AN DINOS%20DEL%20PER%C3%9A.pdf.pdf>
10. El Algarrobo: ¿qué es?, historia, cultivo, valor nutricional, usos, recetas y más. Foods.pe - Superalimentos del Perú; 2021. Disponible en: <https://foods.pe/el-algarrobo/>
11. INEI, Nuevas Cifras de Pobreza 2021. Gob.pe. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/pobreza-monetaria-2021-cies-10-05-2022.pdf>
12. Comunicaciones SNI. Más de 5 millones de personas sufren de anemia en el Perú | [Internet]. Org.pe. Firma Fácil | Sociedad Nacional de Industrias; 2021 Disponible en: <https://sni.org.pe/mas-de-5-millones-de-personas-sufren-de-anemia-en-el-peru/>
13. Perú es el tercer país de la región en obesidad y sobrepeso. Gob.pe. Disponible en: <https://observateperu.ins.gob.pe/noticias/272-peru-es-el-tercer-pais-de-la-region-en-obesidad-y-sobrepeso>
14. Minsa: 8 millones de personas con obesidad tienen alto riesgo de hospitalización y muerte por COVID-19. Gob.pe. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/543183-minsa-8-millones-de-personas-con-obesidad-tienen-alto-riesgo-de-hospitalizacion-y-muerte-por-covid-19>

15. Gade D. Ethnobotany of cañihua (*Chenopodium pallidicaule*), rustic seed crop of the Altiplano. *Economic Botany*. 1970;24(1):55-61
16. Schrotlin R, Secchi CM. Producto alimenticio elaborado a base de harina de algarroba y mijo adecuado para personas con intolerancia al gluten. *Actualización en Nutrición*. 2018; 19(4):113-21.
17. Cáceres RÁ. *Estadística aplicada a las ciencias de la salud*. Ediciones Díaz de Santos; 2007 Jun 29.
18. Lamadrid J. *Propiedades nutricionales y funcionales del fruto del algarrobo (Hymenaea Courbaril Linneaus): una fuente de nutrientes con potencial aplicación en alimentos funcionales (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista)*.
19. Ciampagna M, Hoffmann E, Puppo M, Capparelli A. Mediciones nutricionales de *Prosopis denudans*: revalorización alimenticia de un fruto con historia. XXI Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ciencia y Tecnología de Alimentos y XVII Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos-CyTAL®-ALACCTA 2019 (Buenos Aires, 20 al 22 de noviembre de 2019) 2020.
20. Margalef M, Tóffoli S, Burgos VE, Campos A, Clinis GA, Jiménez MJ. Algarroba negra (*Prosopis nigra*): caracterización físico-química y elaboración de productos dietéticos. *Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud*. 2019;1(2):13-9.
21. Miranda V, Garay P, de Oliveira E, Ramón A, Bruneri A, Villalva F. Harina de algarroba negra (*Prosopis nigra*): propiedades nutricionales y utilización en productos alimenticios. *Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud*. 2019; 2(10):47-53.
22. Alamo M. *Caracterización fisicoquímica de la harina de algarroba (Prosopis Pallida) del distrito de Íllimo*.
23. Anaya RB, De La Cruz E, Córdor R, Espitia E, Navarro R, Rivera J. Evaluación de formulaciones de galletas antianémicas con diferentes contenidos de Quinoa y diferentes contenidos en hierro hemínico, por reducción de anemia en ratas holtzman. *Revista Boliviana de Química*. 2020;37(2):74-84.
24. Huamán W. Estrés oxidativo, bioquímica sérica y adiposidad en ratas obesas alimentadas con grasa saturada y sometidas al ejercicio físico.
25. Paredes J. *Elaboración de las galletas nutritivas libres de gluten a base de harina de cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen), lactosuero y almidón de papa (Solanum tuberosum)*.
26. Dávalos J. *Propiedades energéticas de las harinas de pseudocereales andinos con alto valor nutricional*.
27. Rojas R. *Evaluación del perfil químico-nutricional y actividad antioxidante de tres ecotipos de Cañihua (Chenopodium Pallidicaule Aellen) procedentes de Puno*.
28. Uculmana C. *Productos antiobesidad sobre el peso, bioquímica sanguínea, biometría, deposición de grasa y expresión génica en ratas Holtzman inducidas a obesidad*.
29. Velasquez A, Suaña R. *Efectividad del consumo de harina de cañihua en el manejo de la anemia ferropénica en niños de 1 a 5 años de edad—Centro de Salud I-3 Acora—Puno, 2019*.
30. Layme R. *Formulación y Evaluación de Galletas a base de cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen), enriquecida con Hierro, dirigida a niños en edad escolar*.
31. Adrianzén O, Julca A. *Desarrollo de barras de cereales a base de quinoa (Chenopodium quinoa), cañihua (C. pallidicaule) y hierro hemínico para niños*.
32. DeCS Bvsalud.org. Disponible en: <https://decs.bvsalud.org/es/th/s/resource/?id=30579>

33. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Animales de experimentación Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Disponible en: https://www.uaeh.edu.mx/bioterio/animales_expe.html
34. Fernández M, Fernández M, García M. Anatomía y fisiología de los animales de laboratorio. Roedores y lagomorfos.
35. Metabolismo, fisiopatología y parámetros bioquímicos del hierro. Ocronos - Editorial Científico-Técnica, 2019 Disponible en: <https://revistamedica.com/metabolismo-fisiopatologia-parametros-bioquimicos-hierro/>
36. Ministerio de Salud. Guía técnica. Procedimiento para la determinación de la hemoglobina mediante hemoglobinómetro portátil. Instituto Nacional de Salud. Lima: Perú; 2018.
37. Ministerio de Salud del Perú. Norma técnica - Manejo terapéutico y preventivo de la anemia en niños, adolescentes, mujeres gestantes y puérperas [Internet]. Perú: MINSA; 2017 [citado 8 de mayo de 2019]. Disponible en: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4190.pdf>
38. Ministerio de Salud. Guía Técnica. Procedimiento para la determinación de la hemoglobina mediante hemoglobinómetro portátil. Instituto Nacional de Salud. Lima: Perú; 2018.
39. Forrellat M. Regulación del metabolismo del hierro: dos sistemas, un mismo objetivo. Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia. 2016;32(1):4-14.
40. Martínez C, Ros G, Periago MJ, López G. Biodisponibilidad del hierro de los alimentos. Arch Latinoam Nutr. 1999;49(2):106-3.
41. Sermini C, Acevedo M, Arredondo M. Biomarcadores del metabolismo y nutrición de hierro. Rev. Perú. Med. Exp. salud pública [Internet]. 2017; 34(4): 690-698. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342017000400017&lng=es.
<http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2017.344.3182>.
42. Ministerio de Salud del Perú. Situación de deficiencia de hierro y anemia. Unicef. Panamá. 2006.
43. De Pediatría SA, Subcomisiones C. Deficiencia de hierro y anemia ferropénica. Guía para su prevención, diagnóstico y tratamiento. Arch Argent Pediatr. 2017;115(4):68-82.
44. De Paz R, Canales M, Hernández F. Anemia ferropénica. Medicina Clínica. 2006;127(3):100-3.
45. Portilla D. Detección temprana de anemia ferropénica por determinación de Hemoglobina reticulocitaria en niños de 6-14 años de la unidad Educativa comunidad de Madrid-Quito [Tesis pregrado]. Ecuador: Universidad Central del Ecuador; 201
46. Ministerio de Salud. Resolución Ministerial N.º 028-2015-MINSA. Guía técnica: Guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de la anemia por deficiencia de hierro en niñas, niños y adolescentes en establecimientos de salud del primer nivel de atención. Minsa. Lima: Perú; 2016
47. Sociedad argentina de Pediatría S, Subcomisiones C. Anemia ferropénica. Guía de diagnóstico y tratamiento. Arch Argent Pediatr. 2009;107(4):353-61.
48. Maddelainne H. Lípidos: Características principales y su metabolismo. Revista de Actualización clínica investiga. 2014.
49. Suárez-Carmona W, Sánchez-Oliver AJ, González-Jurado JA. Fisiopatología de la obesidad: Perspectiva actual. Revista chilena de nutrición. 2017;44(3):226-33.

50. Pajuelo-Ramírez J. La obesidad en el Perú. *Anales de la Facultad de Medicina* 2017; 78, 2: 179-185. UNMSM. Facultad de Medicina.
51. Castro de Frutos N. La obesidad, un estado de envejecimiento prematuro: estudio conductual, inmunitario y de estrés oxidativo en modelos murinos.
52. Cortés M, Iglesias M. Generalidades sobre Metodología de la Investigación. Universidad Autónoma del Carmen; 2004.
53. Hernández-Sampieri R, Torres CP. Metodología de la investigación. México DF: McGraw-Hill Interamericana; 2018.
54. Pallás J, Villa J. Métodos de investigación clínica y epidemiológica. Elsevier. 2019; 14.
55. Pérez C. Técnicas de muestreo estadístico: teoría, práctica y aplicaciones informáticas. 2000.
56. Bejarano L, Mormontoy W, Tipacti C. Muestreo e inferencias estadísticas en ciencias de la salud. Perú: Universidad peruana Unión; 2006.
57. Lazcano-Ponce E, Salazar-Martínez E, Gutiérrez-Castrellón P, Angeles-Llerenas A, Hernández-Garduño A, Viramontes JL. Ensayos clínicos aleatorizados: variantes, métodos de aleatorización, análisis, consideraciones éticas y regulación. *Salud pública de México*. 2004;46(6):559-84.
58. Chow SC, Wang H, Shao J. Sample size calculations in clinical research. Chapman and Hall/CRC; 2007 Aug 22.
59. Suárez G, Perera A, Clapés S, Fernández T, Egaña E. Estandarización de un modelo para inducir obesidad en ratas. *Medisur*. 2013;11(5):569-73.
60. Antonio D, Cossio M, Campos G, De Arruda M, Tadeo R, Fogaca H. Valores de confiabilidad de indicadores somáticos en ratas machos wistar Reliability values of somatic indicators in male wistar rats.
61. Tay J. Ácidos grasos omega-3 y fibrato sobre el peso, biometría, análisis bioquímicos, deposición de grasa y expresión génica en ratas obesas.
62. Romero-Fernandez W, Batista-Castro Z, De Lucca M, Ruano A, García-Barceló M, Rivera-Cervantes M, García-Rodríguez J, Sánchez-Mateos S. El 1, 2, 3 de la experimentación con animales de laboratorio. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*. 2016;33:288-299.
63. Caridad L, Blanco D, Peña A, Ronda M, González B, Arteaga M, Bada A, González Y, Mancebo A. Valores hematológicos y bioquímicos de las ratas Sprague Dawley producidas en Cenpalab, Cenp: SPRD. REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 2011;12(11):1-10.
64. López SR. Manual de prácticas de fisiología animal veterinaria. EDITUM; 1995.
65. Mayans DE, Martell M. materna mediante la técnica del crematocrito. *Rev Med Uruguay*. 1994;10:160-164.
66. Langini S, Río de Gómez del Río M, Pita M. Protoporfirina eritrocitaria durante la recuperación nutricional en ratas. *Arch. latinoam. nutr*. 1999:238.
67. National Research Council. Nutrient requirements of laboratory animals: 1995.
68. Lima H. Elaboración de software para la formulación de dieta balanceada animal al mínimo costo con visual basic script de excel.
69. Caqui F. Aceite de coco virgen y ejercicio físico sobre la capacidad antioxidante, somatometría, grasa corporal y bioquímica sanguínea en ratas obesas.
70. Reyes M, Gómez-Sánchez I, Espinoza C. Tablas peruanas de composición de alimentos. Instituto Nacional de Salud; 2017.
71. UCM. Introducción a Stata ventajas de utilizar Stata. Universidad Complutense de Madrid. España; 2015
72. Moore DS. Estadística aplicada básica. Antoni Bosch editor. 2005; 5.

73. Tabachnick B, Fidell L. Using Multivariate Statistics. 6.^a ed. Boston: Pearson Education; 2013.
74. Martin J. Población de estudio y muestreo en la investigación epidemiológica. Nure investigación [internet]. 2004; 1(10):3.
75. Guide for the care and use of Laboratory Animals. Octava. Washington, DC: National Academy of Sciences; 2011.
76. Izaola O, Primo D, Rico D, Martín-Diana AB, Martínez C, Miranda J, Luis D. Efectos de un aperitivo enriquecido con algarroba y Undaria pinnatifida (wakame) sobre los parámetros bioquímicos en un ensayo clínico doble ciego y aleatorizado de pacientes obesos. *Nutrición Hospitalaria*. 2020.
77. Cattaneo F, Roco J, Alarcón G, Isla MI, Jeréz S. Prosopis alba seed flour improves vascular function in a rabbit model of high fat diet-induced metabolic syndrome. *Heliyon*. 2019.
78. Reyes García, M., Gómez-Sánchez Prieto, I., & Espinoza Barrientos, C. Tablas peruanas de composición de alimentos. Instituto Nacional de Salud. 2017.
79. Schrotlin R. & Secchi C. Producto alimenticio elaborado a base de harina de algarroba y mijo adecuado para personas con intolerancia al gluten. 2018.
80. Escudero E & González P. La fibra dietética. *Nutrición hospitalaria*. 2006; 21: 61-72.
81. Mahan L, Escott-Stump S, Raymond J. Krause dietoterapia. Amsterdam: Elsevier. 2013.
82. Fernandez M, Thomas A. Wilson, Karin Conde, Marcela Vergara-Jimenez, Robert J. Los hámsters y los conejillos de indias difieren en su distribución de colesterol de lipoproteínas plasmáticas cuando se alimentan con dietas que varían en proteína animal, fibra soluble o contenido de colesterol, *The Journal of Nutrition*. 1999; 129 (7).
83. Zhou Q, Wu J, Tang J, Wang J, Lu C, Wang P. Beneficial effect of higher dietary fiber intake on plasma HDL-C and TC/HDL-C ratio among Chinese rural-to-urban migrant workers. *International journal of environmental research and public health*. 2015.
84. Brown B, Willett W, Sacks F. Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis, *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1999; 69 (1): 30–42,
85. Peña C. Síntesis enzimática de fructooligosacáridos a partir de los frutos de algarrobo (*Prosopis pallida*).
86. Ccarhuas F, Romero G. Influencia de dietas a base de mezclas de productos andinos sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman de la semana 16 hasta la semana 20 del 2021.

ANEXOS

Anexo 1

Título: Dietas andinas sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	POBLACIÓN Y MUESTRA	ALCANCE Y DISEÑO	INSTRUMENTO	ANÁLISIS ESTADÍSTICO
<p>Problema general ¿Cuál es la influencia de las dietas de mezclas a base de productos andinos sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman desde la semana 12 a la 16 de vida durante el 2022?</p> <p>Problemas específicos ¿Cuál es la influencia de la dieta estándar sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman desde la semana 12 a la 16 de vida durante el 2022?</p> <p>¿Cuál es la influencia de la dieta a base de harina de algarroba sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman desde la semana 12 a la 16 de</p>	<p>Objetivo general Analizar la Influencia de dietas de productos andinos sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman desde la semana 12 a la 16 de vida durante el 2022.</p> <p>Objetivos específicos Determinar la influencia de la dieta estándar sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman desde la semana 12 a la 16 de vida durante el 2022</p> <p>Determinar la influencia de la dieta a base de harina de algarroba sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman desde la</p>	<p>Hipótesis alterna Existe influencia de las diferentes dietas de mezclas a base de productos andinos sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman desde la semana 12 a la 16 de vida durante el 2022.</p> <p>Hipótesis nula No existe influencia de las diferentes dietas de mezclas a base de productos andinos sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman desde la semana 12 a la 16 de vida, durante el 2022.</p>	<p>Variable dependiente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concentración de hemoglobina • Índice de Lee • Perímetro abdominal • perímetro de cuello <p>Variable Independiente Grupos de tratamiento</p> <p>Variables sociodemográficas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Edad • Peso • Temperatura ambiental • Temperatura corporal • Humedad 	<p>Población La población del presente estudio considera 39 ratas macho de la cepa Holtzman en la Universidad Agraria La Molina durante el 2022.</p> <p>Criterios de Inclusión y Exclusión</p> <p>Inclusión</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ratas de la cepa Holtzman • Ratas destetadas • Ratas que cuenten con un peso dentro del rango normal según edad de destete 	<p>Alcance El alcance de la presente investigación es explicativo</p> <p>Diseño El diseño de la presente investigación es analítico experimental y prospectivo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Valores normales de Hemoglobina en animales. • Guía de exámenes de laboratorio para animales. • Determinación de hemoglobina • RDI para ratas • Software Mix it • Dieta estándar • Tabla de Composición de Alimentos • Balanza • Cinta métrica 	<p>Para el análisis multivariado, se utilizó la prueba estadística de Kruskal-Wallis, por no tener una distribución normal.</p> <p>Previamente se aplicó los supuestos de prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.</p> <p>Finalmente, se utilizó la prueba no paramétrica de los rangos de Wilcoxon.</p>

<p>vida durante el 2022</p> <p>¿Cuál es la influencia de la dieta a base de harina de cañihua sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman desde la semana 12 a la 16 de vida durante el 2022?</p> <p>¿Cuál es la influencia de la dieta de mezclas de harina de algarroba y harina de cañihua sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman desde la semana 12 a la 16 de vida durante el 2022?</p> <p>¿Cuáles son las diferencias estadísticas entre la dieta basal, dieta a base de harina de algarroba, a base de harina de cañihua y la mezcla entre la harina de algarroba y cañihua sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman desde la semana 12 a la 16 de vida durante el 2022?</p>	<p>semana 12 a la 16 de vida durante el 2022.</p> <p>Determinar la influencia de la dieta a base de harina de cañihua sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman desde la semana 12 a la 16 de vida durante el 2022.</p> <p>Determinar la influencia de la dieta de mezclas de harina de algarroba y harina de cañihua sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman desde la semana 12 a la 16 de vida durante el 2022.</p> <p>Identificar las diferencias estadísticas entre la dieta basal, dieta a base de harina de algarroba, a base de harina de cañihua y la mezcla entre la harina de algarroba y cañihua sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman desde la semana 12 a la 16 de vida durante el 2022.</p>			<ul style="list-style-type: none"> • Ratas macho <p>Exclusión</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ratas con defectos físicos • Ratas con patologías 			
--	--	--	--	--	--	--	--