

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD



Influencia de dietas a base de mezclas de productos andinos sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman

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

AUTOR

Maria Antonela Iman Ibarra

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° 069-2024

En la ciudad de Lima, a los treinta y un días del mes de Mayo del año dos mil veinticuatro, siendo las 09:00 horas, la Bachiller Imán Ibarra, María Antonela sustenta su tesis denominada **“Influencia de dietas a base de mezclas de productos andinos sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman”** para obtener el Título Profesional de Licenciado en Nutrición y Dietética, del Programa de Estudios de Nutrición y Dietética.

El jurado calificó mediante votación secreta:

- | | |
|--|----------------------|
| 1.- Prof. Jhelmira Bermudez Aparicio | APROBADO : MUY BUENO |
| 2.- Prof. Josselyne Rocio Escobedo Encarnación | APROBADO : BUENO |
| 3.- Prof. Wendy Tello Castro | APROBADO : BUENO |

Habiendo concluido lo dispuesto por el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Católica Sedes Sapientiae y siendo las 10:03 horas, el Jurado da como resultado final, la calificación de:

APROBADO : BUENO

Es todo cuanto se tiene que informar.



Prof. Jhelmira Bermudez Aparicio
Presidente



Prof. Josselyne Rocio Escobedo Encarnación



Prof. Wendy Tello Castro

Lima, 31 de Mayo del 2024

Anexo 2

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

Lima, 24 de junio de 2024

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

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que la tesis, bajo mi asesoría, con título: “Influencia de dietas a base de mezclas de productos andinos sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman”, presentado por Maria Antonela Iman Ibarra (CODIGO 2018200158 y DNI 71260839) para optar el título profesional de Licenciada en Nutrición y Dietética ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser sustentado ante el Jurado Evaluador.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 16 %**. Por tanto, en mi condición de asesor(a), firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



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

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

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

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

Influencia de dietas a base de mezclas de productos andinos sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman

DEDICATORIA

A Dios, porque sin él nada de esto sería posible y porque se cumplió en mí su palabra en Salmos 18:6 "En mi angustia yo invoqué al Señor, y clamé a mi Dios. Mi clamor llegó hasta sus oídos y desde su templo oyó mi voz" y Salmos 126:5 "Los que con lágrimas siembran, con regocijo cosecharán".

A mis padres Juan Carlos y Socorro Beatriz, quienes son pilares fundamentales en mi vida, por inculcarme los valores de la perseverancia, responsabilidad y el espíritu humanitario; con mucho amor, les dedico todo mi esfuerzo, reconociendo todo el sacrificio empleado para que yo pueda estudiar. Se merecen esto y mucho más.

A mi hermano Jean Carlos, por su apoyo incondicional y su cariño.

A mi familia, por su apoyo incondicional, sus sabios consejos y palabras de aliento cuando más los necesitaba.

AGRADECIMIENTO

La ejecución de este proyecto no hubiese sido posible sin la confianza que depositaron en mí, personas con las cuales estaré agradecida toda mi vida:

A mi asesora, Lic. María del Carmen Taipe Aylas, por su amistad, su apoyo constante, consejos impartidos y confiar en que podía culminar este proyecto con éxito. Asimismo, por incentivar de manera constante en mí la pasión por la investigación.

A mi coasesora Dra. Elena Villanueva Espinoza, por su apoyo constante y confiar en que podía culminar este proyecto de manera exitosa.

A mi alma mater Universidad Católica Sedes Sapientiae, por su contribución en mi formación humanitaria y profesional.

A la Universidad Nacional Agraria La Molina, por abrirme las puertas de su casa, brindarme todas las comodidades y permitirme hacer de este proyecto una realidad.

Al Ing. Esteban Cisneros, la Sra. Flor, el Dr. Marco García y los compañeros de Zootecnia, por su apoyo durante la ejecución del proyecto.

A mis verdaderos amigos, aquellos que aún permanecen en mi vida y los que se han ido incorporando, pero que jamás han dudado en brindarme su apoyo en momentos dificultosos.

RESUMEN

OBJETIVO: La presente investigación tiene 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 de la semana 3 hasta la semana 11, durante el año 2021. **METODOLOGÍA:** El diseño es de tipo analítico, prospectivo, longitudinal y experimental. Se trabajó con 40 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. 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 la desviación estándar. La variable cualitativa fue analizada a través de frecuencias y porcentajes. Se realizó la asignación de grupos de manera aleatoria: GDE, alimentación con dieta estándar; GHA, alimentación con harina de algarrobo; GHC, alimentación con harina de cañihua y GHAYHC, alimentación con harina de algarrobo + harina de cañihua. **RESULTADOS:** Todos los grupos (excepto el de la DE) no presentaron ningún individuo obeso, mientras que en el grupo de la DE, aún 3 de 11 individuos presentaban obesidad, (diferencia significativa entre GHA y GE). Asimismo, el grupo GHA presentó diferencia significativa ($p < 0.01$) con respecto a la variable longitud, a comparación de los demás grupos. **CONCLUSIÓN:** El tratamiento de harina de algarrobo puede tener potencial para el tratamiento de obesidad, debido a que el resultado para el índice de Lee de los animales experimentales terminó con un rango normal, así como con el incremento de la longitud de la población.

Palabras clave: concentración de hemoglobina, obesidad, harina de algarroba, harina de cañihua

ABSTRACT

OBJECTIVE: The present investigation has as general objective to demonstrate the influence of diets of mixtures based on Andean products on the biochemical and morphological nutritional status in Holtzman rats from week No. 3 to week No. 11, during the year 2021. **METHODOLOGY:** The design of the present study is analytical, prospective, longitudinal and experimental. We worked with 40 male rats, of the Holtzman strain, which were obtained from the vivarium of the Universidad Nacional Agraria La Molina. Also, we worked with quantitative variables and a qualitative one. For quantitative variables such as hemoglobin concentration, abdominal circumference, neck circumference and food consumption, which were analyzed through measures of central tendency such as the mean and its standard deviation dispersion measure. The qualitative variable was analyzed through frequencies and percentages. For this, the groups were assigned randomly, that is; GDE, standard diet feeding; GHA, carob meal feeding; GHC, feeding with cañihua meal and GHAYHC, feeding with carob meal + cañihua meal. **RESULTS:** All groups (except the ED group) did not have any obese individuals, while in the ED group 3 of 11 individuals still had obesity (significant difference between GHA and GE). Likewise, the GHA group presents a significant difference ($p < 0.01$) with respect to the length variable compared to the other groups. **CONCLUSION:** It is concluded that the treatment of carob flour may have potential for the treatment of obesity. Because the result for the Lee index of the experimental animals ended with a normal range. Likewise, with the increase in the length of the population.

Keywords: hemoglobin concentration, obesity, carob flour, cañihua flour

ÍNDICE

RESUMEN	v
ÍNDICE	vii
INTRODUCCIÓN	viii
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Situación problemática.....	1
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Justificación de la investigación.....	2
1.4. Objetivos de la investigación	3
1.5. Hipótesis	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes de la investigación	4
2.1.1 Internacionales	4
2.1.2. Nacionales	4
2.2. Bases teóricas.....	6
2.2.1. Epidemiología	6
2.2.2.Fisiopatología de la anemia.....	7
2.2.3 Aspecto botánico	8
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1. Tipo de estudio y diseño de la investigación	10
3.2. Población y muestra.....	10
3.2.1. Tamaño de la muestra.....	10
3.2.2. Selección del muestreo	10
3.2.3. Criterios de inclusión y exclusión	11
3.3. Variables	11
3.3.1. Definición conceptual y operacionalización de variables (Anexo 01).....	11
3.4. Plan de recolección de datos e instrumentos.....	12
3.4.1. Instrumentos y equipos utilizados en la investigación.....	14
3.5. Plan de análisis e interpretación de la información	16
3.6. Ventajas y limitaciones	17
3.7. Aspectos éticos	18
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	18
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN	31
5.1. Discusión.....	31
5.2. Conclusiones.....	33
CAPÍTULO 3. RECOMENDACIONES	33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ANEXOS	40
OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES PRINCIPALES	40

INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), por largos años la anemia es una de las enfermedades más prevalentes en el mundo, y la población más afectada son los niños menores de 5 años y las gestantes. Esta patología está relacionada a distintos determinantes según su modelo causal como la edad, el sexo, el lugar de procedencia y la dieta; esta última según varios estudios, por deficiente consumo de alimentos ricos en hierro y proteínas (1).

En el Perú, la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES) 2022 ha evidenciado que, aproximadamente uno de cada tres niños de entre 6 y 36 meses tiene anemia (42.4%), afectando más al área rural, siendo esto perjudicial, ya que, en esta etapa de vida, los niños se encuentran en constante crecimiento y desarrollo, lo cual suele causar serias limitaciones a nivel psicomotor y físico (2).

La obesidad se ha convertido en un problema de salud pública, pues se vincula directamente con el desarrollo de enfermedades no transmisibles, las cuales son la principal causa de morbimortalidad a nivel mundial (3). Según CENAN, en el Perú la prevalencia de sobrepeso y obesidad ha ido en aumento en niños menores de 5 años con 6.4% y 2.0% respectivamente, afectando al área rural y urbana (4).

Asimismo, en el Perú existen varios casos de malnutrición infantil, es decir, anemia, obesidad, sobrepeso y desnutrición. Esto repercute en la salud de los niños, lo cual se asocia con el desarrollo de alteraciones metabólicas o enfermedades crónicas no transmisibles (dislipidemias, diabetes, hipertensión, entre otras) a edades cada vez más tempranas (5).

Hasta el momento, en el Perú no se han realizado estudios en los que se evalúen la influencia del consumo de harina de algarroba y harina de cañihua, en su conjunto, sobre la concentración de hemoglobina, índice de Lee, perímetro abdominal y de cuello en dicha población mencionada, por ello la importancia de este estudio.

La presente investigación tiene 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, durante el año 2021.

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Situación problemática

Para la producción de eritrocitos nuevos se necesita proteína de calidad, y esto se da mediante la ingesta de la dieta. Las proteínas son necesarias porque son parte de la estructura de los eritrocitos y la producción de la hemoglobina (6). La anemia es uno de los problemas nutricionales de mayor magnitud, especialmente en los países en desarrollo. Así, estudios que han sido realizados en Latinoamérica para conocer las diferentes enfermedades han ubicado al Perú en el noveno lugar con más casos de anemia severa en niños menores de 36 meses, por encima de Argentina, Cuba, Bolivia, Venezuela, Chile y Ecuador. Esta deficiencia se presenta con mayor frecuencia en niños menores de 5 años que viven en los lugares precarios y no cuentan con un buen estado socioeconómico. Esta enfermedad puede traer consecuencias muy graves si no es tratada de manera adecuada (7) (8).

La anemia en los niños menores de 5 años es muy prevalente en el Perú, aunque algunos estudios y varios proyectos han ayudado su reducción en las últimas décadas. Según la Encuesta Nacional Demográfica de Salud (ENDES), que es un estudio poblacional, de representatividad nacional y regional, en el 2022 se ha encontrado que, aproximadamente, uno de cada tres niños de entre 6 y 36 meses tiene anemia (42.4%), siendo este problema más frecuente en los niños de zonas rurales (9).

Es por ello, que se plantean diversas estrategias para reducir la anemia por deficiencia de hierro: educación alimentaria y nutricional, la fortificación de alimentos y la suplementación con nutrientes. En esta última, para el éxito de una intervención, así como para garantizar su sostenibilidad, es necesario que la población objetivo tenga una buena aceptabilidad al suplemento, y específicamente la educación que recibe cada madre, ya que en el Perú el poder económico es precario y muchas veces estas son guiadas por sus creencias y costumbres generando en los menores la enfermedad (10).

La obesidad se ha convertido en un problema de salud pública, ya que se vincula directamente con el desarrollo de enfermedades no transmisibles, las cuales son la principal causa de morbimortalidad a nivel mundial (11). Y en cuanto a Perú, la prevalencia ha ido en aumento, pues según las cifras de según la ENDES, en adultos el 19.8% presenta obesidad (12).

Asimismo, existe una malnutrición infantil que está relacionada con tres problemas nutricionales: desnutrición, anemia, y la obesidad; problemas que coexisten de manera habitual en nuestra sociedad. En relación con la primera patología descrita, según la ENDES 2022, se ha evidenciado que un 11.7% de niños menores de 5 años padecen desnutrición crónica, siendo los departamentos más afectados Huancavelica, Loreto y Amazonas; es decir, los niños afectados están más predispuestos a padecer enfermedades diarreicas o respiratorias (13).

El tratamiento de estas patologías suele ser costoso, por ello, la prevención y un tratamiento adecuado son fundamentales. La cañihua y la algarroba son alimentos conocidos y muy cosechados en el Perú, pero poco difundidos. Estos alimentos poseen nutrientes como proteínas, aminoácidos, fibra, bajo contenido de grasa, vitaminas (14) (15). Sin embargo, el consumo de estos es muy bajo, debido a que en nuestro país existen demasiadas familias con extrema pobreza a las que se les hace imposible adquirir estos alimentos y por la falta de educación de nuestra población (16), ya que muchos usan estos alimentos sin saber la importancia nutricional que poseen. Por otra parte, aún no existen las suficientes investigaciones que demuestren el efecto de estos alimentos para las patologías ya descritas. En este estado de la situación es que se

planteó la evaluación de la influencia de las dietas de mezclas a base de productos andinos sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman.

1.2. Formulación del problema

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 durante el 2021?

Problemas Específicos

¿Cuál es la influencia de la dieta estándar sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman durante el 2021?

¿Cuál es la influencia de la dieta a base de harina de algarrobo sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman durante el 2021?

¿Cuál es la influencia de la dieta a base de harina de cañihua sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman durante el 2021?

¿Cuál es la influencia de la dieta de mezclas de harina de algarrobo y harina de cañihua sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman durante el 2021?

¿Cuáles son las diferencias estadísticas entre la dieta basal, dieta a base de harina de algarrobo, a base de harina de cañihua y la mezcla entre la harina de algarrobo y cañihua?

1.3. Justificación de la investigación

La anemia es uno de los problemas que más ha prevalecido en nuestro país. Esta enfermedad está asociada a diferentes factores sociodemográficos, la mayoría de quienes la padecen son niños en edad preescolar y existe una relación estrecha entre la enfermedad y el desarrollo psicomotor, cognitivo y mental, debido a que en esta etapa de vida los niños se encuentran en desarrollo (17).

En el Perú ha crecido la prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles como la diabetes mellitus, síndrome metabólico y obesidad. La obesidad es un problema de salud pública a nivel mundial y está relacionada con la inflamación. En varios estudios en los grupos etarios se demuestra que todos los grupos tienen más de un 20% con exceso de peso (18).

Con relación a la importancia de la presente investigación podemos indicar que los dos alimentos que serán analizados poseen una riqueza nutricional de alta calidad; en primer lugar, la harina de cañihua que posee nutrientes importantes como fibra, proteínas, aminoácidos esenciales, los cuales según varios estudios están asociados al combate de la anemia y la obesidad (14). En segundo lugar, la harina de algarrobo, fruto vegetal que posee diversos usos nutricionales y medicinales por su contenido de nutrientes, principalmente, proteínas, aminoácidos, carbohidratos de cadena ramificada y poco contenido de grasa (19). Es así, que la presente investigación plantea el análisis de la mezcla de ambos alimentos con el objetivo de potenciar dicha riqueza nutricional.

En este contexto, podemos indicar otro de los puntos importantes de la presente investigación radica en que no se encuentra a nivel de Latinoamérica ni a nivel nacional evidencia científica suficiente de la efectividad nutricional en cuanto a la mezcla de

harina de algarrobo con harina de cañihua. Sin embargo, cabe indicar que a nivel de Latinoamérica y a nivel nacional existen estudios sobre productos naturales como la harina cañihua y la harina de algarroba, pero como literatura científica individual (20) (21). De esta manera, la presente investigación aporta información sustancial a la comunidad científica de manera muy conveniente, demostrando de esta manera la efectividad del consumo de mezclas de productos andinos (harina de cañihua y harina de algarroba) en 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.

También, cabe indicar que la presente investigación es de tipo longitudinal, permitiendo de esta manera minimizar la variabilidad de los datos. Asimismo, se indica que para la elección de las unidades de análisis se utilizó la metodología de aleatorización, la cual permite identificar los grupos o bloques de tratamiento (22).

En cuanto al tipo de investigación, por ser un diseño experimental, se trabajó con un nivel de confianza de 99% y un nivel de significancia del 1%. Asimismo, los datos son analizados a través de pruebas estadísticas multivariantes lo cual nos permite controlar el error sistemático (22).

Respecto a la viabilidad, la presente investigación fue ejecutada 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

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 durante el 2021.

Objetivos específicos

Determinar la influencia de la dieta estándar sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman durante el 2021.

Determinar la influencia de la dieta a base de harina de algarrobo sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman durante el 2021.

Determinar la influencia de la dieta a base de harina de cañihua sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman durante el 2021.

Determinar la influencia de la dieta de mezclas de harina de algarrobo y harina de cañihua sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman durante el 2021.

Identificar las diferencias estadísticas entre la dieta basal, dieta a base de harina de algarroba, a base de cañihua y la mezcla entre la harina de algarrobo y cañihua.

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 durante el 2021.

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 durante el 2021.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

La cañihua y el algarrobo son alimentos de origen vegetal. En ambos existe evidencia de que presentan nutrientes como proteínas y aminoácidos esenciales. El consumo de estos alimentos ha sido asociado con la disminución de peso y el aumento de la concentración de hemoglobina, de manera como se demostró en las diferentes investigaciones (20) (21).

2.1.1 Internacionales

Boeri y colaboradores realizaron un estudio en el año 2017 con el objetivo de estudiar la composición química y nutricional de la algarroba de una zona de Argentina. En este estudio se obtuvo harina de algarroba de las vainas (317,15 Kcal/100 g), y determinaron la composición decimal de esta y de sus principales componentes como hidratos de carbono ($62,0 \pm 3\%$), proteínas ($10,2 \pm 0,02\%$), cenizas, lípidos ($3,2 \pm 0,05\%$), además de poseer polifenoles lo cual tiene actividad antioxidante. Dentro de los resultados se observó que la algarroba presenta nutrientes como proteína, carbohidratos, lípidos, y se concluyó que este alimento presenta importantes propiedades nutricionales y funcionales como el contenido de fibra y pocos anti nutrientes. Por otro lado, presenta ácidos grasos insaturados, por lo que este producto podría utilizarse para la industria alimentaria, ya sea en la elaboración de alimentos para seres humanos (23).

Por su parte, Loza Quispe realizó un estudio en el año 2016 en Bolivia, con el objetivo de evaluar las propiedades nutricionales del algarrobo y elaborar productos con base en este para promover su uso y valoración en dicho país. Después de elaborar los productos como la harina de algarrobo y la algarrobina, se tratará de hacer conciencia en la población debido a que según varias investigaciones mencionan que más del 80% del destino de la algarroba termina en la alimentación para animales, desaprovechando sus grandes propiedades nutricionales aptos para el consumo humano (24).

Asimismo, Anaya González, R. B., De La Cruz Fernández y col. realizaron un estudio en el año 2020 en la Paz – Bolivia con el objetivo de evaluar la formulación de galletas antianémicas con diferentes contenidos de quinua y de hierro hemínico para la reducción de la anemia en ratas Holtzman. Para esto, se indujo a las ratas a un estado de anemia con una dieta pobre en hierro, y con las galletas fortificadas se recuperó a un nivel adecuado (25).

2.1.2. Nacionales

También, Álamo Farroñan realizó un estudio con metodología experimental en el año 2019 con el objetivo de determinar la caracterización fisicoquímica de la harina de algarroba de Íllimo en Lambayeque, estudiando sus niveles de humedad, proteína, grasa, fibra, usando la norma técnica. Dentro de los resultados se encontró que el porcentaje de proteína es de $11.17 \pm 1.08\%$, de carbohidratos $69.98 \pm 1.00\%$ y de lípidos 3.20 ± 0.30 . Finalmente, se concluye que la harina de algarroba se puede usar como sustituto de alimentos, ya que cumple con los requerimientos de la norma (26).

Por otro lado, Huamán Guzmán realizó un estudio experimental en el año 2019 para 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. Primero, se realizó 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 los resultados se observó que no existen diferencias significativas, encontrando 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, más no hubo efecto en cuanto al estrés oxidativo, bioquímica sérica y obesidad (27).

De igual manera, Bernuy Osorio realizó un estudio experimental en el año 2018, con el objetivo de determinar si el consumo de tres variedades de quinua interfiere sobre el tejido adiposo e histomorfometría intestinal en ratas obesas. Primero, se dividió a la población en 7 tratamientos: 6 con dietas obesogénicas y las variedades de quinua y 1 grupo control y se procedió a medir en distintos tiempos la longitud naso anal, peso, índice de Lee para observar obesidad y perímetro abdominal, IMC, glucosa y perfil lipídico. En los resultados se observó que el método de cocción influye en la desaparición de saponinas, que las ratas aumentaron su peso y que la quinua no hizo efecto en la obesidad de los animales. Finalmente, se concluyó que la inclusión de quinua en dietas altas en grasa no afectó significativamente la somatometría de las ratas obesas, manteniendo la condición de “obesidad” (28).

Igualmente, Uculmana Morales realizó un estudio experimental en el año 2018, en el que evaluó si diferentes productos anti obesogénicos tienen efecto sobre el incremento de peso, la bioquímica sanguínea (TG, HDL y nivel de glucosa), peso del tejido adiposo en diferentes localizaciones y del hígado, características biométricas y expresión del gen PPAR α en los hepatocitos en ratas Holtzman previamente inducidas a obesidad. Primero, 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 los resultados se observó 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 control (29).

También, Quispe Romero realizó un estudio experimental en el año 2016, en el que comparó el nivel de hemoglobina en niños de 3 a 5 años con anemia en diferentes tiempos tras la complementación con cañihua y un concentrado de alfalfa. Para esto, se midió la hemoglobina de los niños y se suministró el preparado durante cierto tiempo y luego se volvió a medir el nivel de hemoglobina. En los resultados se observó que el nivel de hemoglobina aumentó de 10 a 12g/dl. Finalmente, se concluyó que se pudo incrementar el nivel de hemoglobina por el consumo de cañihua y concentrado de alfalfa (30).

De la misma forma, Lipa Jaillita realizó un estudio experimental en el año 2016, con el objetivo de determinar si el consumo de suplementos nutricionales y galletas cañihua en tiene efecto en nivel de hemoglobina en niños de 6 a 3 años con anemia ferropénica

del centro de Salud Coata; y evaluar si es aceptable por la población. En la investigación se midió la hemoglobina de los niños y se dividió en 3 grupos: los que consumen el suplemento Forticao, los que consumen micronutrientes y los que consumen las galletas a base de cañihua. Antes del estudio se determinó la hemoglobina estaba en el rango de 8.6 a 10.8g/dL; y después del consumo entre 11.0 a 13.4g/dL y, en cuanto a la aceptabilidad, un 67% manifestó que les agrada las galletas elaboradas. Finalmente, se concluyó que el nivel de hemoglobina aumentó debido al consumo de estas galletas (31).

De otra parte, Rush García realizó un estudio experimental en el año 2020 con el objetivo de determinar la influencia de la ingesta de algarrobina al 20% sobre los valores de hematocrito y hemoglobina en ratas albinas Holtzman, a las cuales se le sometió a la ingestión de *Camellia sinensis* té negro al 2%. Para esto, se les dio por 5 semanas té negro a las ratas para inducir las a anemia, posteriormente se les brindó algarrobina al 20%. Los resultados que se obtuvieron fueron la elevación de los valores sanguíneos de forma significativa. Finalmente, se concluyó que el nivel de hemoglobina aumentó debido al consumo de la algarrobina (32).

También, Luzón Atarama realizó un estudio no experimental en el año 2021 con el objetivo de “Determinar el índice glicémico de productos derivados de la vaina del *Prosopis pallida* “algarrobo” harina y algarrobina en ratas. Para esto, se administró vía oral 03 diluciones de alimentos a estudiar: algarrobina, harina de algarrobo y glucosa anhidra, después se midió la glucosa postprandial a los 15, 30, 45, 60, 90 y 120 minutos; elaborando así las curvas de respuestas glicémicas. Finalmente, se concluyó que a algarrobina presenta un índice glicémico de 55 considerándose como medio y la harina de algarrobo un valor de 70, clasificándose como alto. (33).

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Epidemiología

Hemoglobina

La hemoglobina es una proteína compleja constituida por el grupo Hem, la cual contiene hierro y es quien le brinda el color rojo característico al eritrocito, y una porción proteínica, 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 (34). Para realizar una evaluación sobre si se tiene la patología o no, se recurre a un examen de la concentración de hemoglobina, es decir, la cantidad de hemoglobina en un volumen fijo de sangre (9)

Hierro

Es un mineral 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 parte del hierro presente en nuestro organismo está en los glóbulos rojos (35). En cuanto al metabolismo de este mineral debido a la ingesta influye la cantidad y la biodisponibilidad presente en el alimento que se está consumiendo; en cuanto a la absorción, va a depender del tipo de alimento que se consume y la intervención de vitaminas como la A y C, las cuales cumplen un rol importante para la regulación de este mineral (36)(37)(38). En cuanto a la dieta, este mineral se divide en hierro Hem y no Hem, el primero presente en alimentos de origen animal y el segundo en alimentos de origen vegetal (39). En nuestro cuerpo, las reservas más importantes de hierro son la ferritina y hemosiderina presentes en el tejido hepático y médula ósea (40). En el caso de un balance negativo se utiliza primero las reservas y, posteriormente,

el hierro funcional de nuestro organismo (37)(38). Es en este momento cuando hablamos de una deficiencia, debido a que el mineral no cubre las necesidades del individuo situándose en varios estadios 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 respecto a cada grupo etario (9).

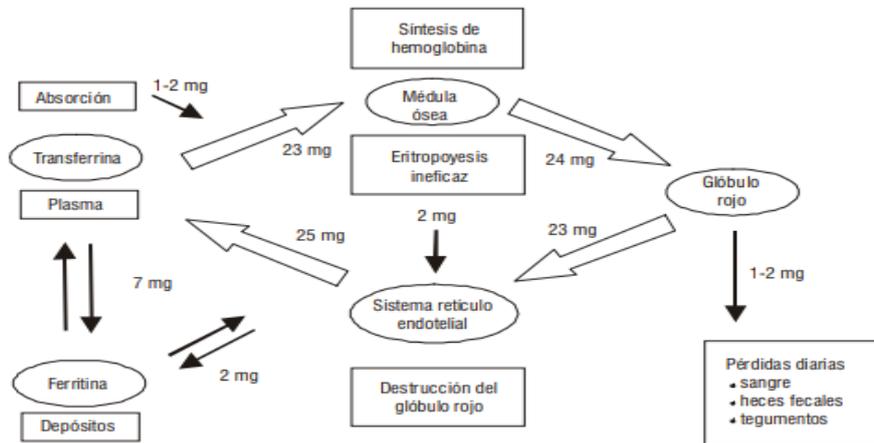


FIG. 2. Esquema del ciclo del hierro en el hombre.

Figura 1. Metabolismo del hierro

Barrios MF, Gomez HD, Delgado NF. Metabolismo del hierro.

2.2.2. Fisiopatología de la anemia

El proceso fisiológico donde se da esta patología está situado en el intestino delgado donde se da la absorción del mineral. En ese momento, la cantidad que se debería consumir es mucho mayor de la que se está ingiriendo por parte del individuo, es ahí donde se disminuye el trabajo de la eritropoyesis, la cual para seguir formando glóbulos rojos recurre a los depósitos de hierro, así sucesivamente hasta agotar el hierro sérico. Además, la deficiencia de este mineral no solo afecta a la hemoglobina, sino que también a otras proteínas y enzimas, las cuales al no tener un adecuado funcionamiento, pueden generar estrés desencadenando radicales libres, reducción de inmunidad celular, reducción antioxidante, entre otros (41) (42). Entre las principales causas se encuentra la alimentación con bajo contenido de hierro y/o baja biodisponibilidad, y se caracteriza por la disminución de los depósitos de hierro, hemoglobina, hematocritos y un aumento en cuanto a la necesidad de transportar hierro en el plasma (43). Este tipo de anemia afecta con mayor frecuencia a grupos etarios como recién nacidos, niños en edad escolar, embarazadas y adultos mayores. Dentro de las manifestaciones clínicas podemos observar la palidez, fatiga, palpitaciones, cefaleas, alteraciones del crecimiento, alteraciones digestivas e inmunológicas (44) (45).

Obesidad

Lípidos

Los lípidos al igual que los hidratos de carbono y las proteínas forman parte de los macronutrientes, los cuales son indispensables para brindar energía al organismo; asimismo, este nutriente forma parte de las estructuras en nuestro cuerpo como la membrana fosfolípídica, y tiene participación en las vitaminas liposolubles. Sin embargo, el consumo excesivo de este nutriente puede generar un desarrollo de varias enfermedades (46).

Tejido adiposo y obesidad

El tejido adiposo es importante por diferentes funciones, pero un desbalance en cuanto a la ingesta y al gasto energético pueden ocasionar la obesidad produce citoquinas inflamatorias, las cuales generan una inflamación (47) (48). Además, esta enfermedad no transmisible puede desencadenar en otra conocida como el síndrome metabólico; en ambos puede presentarse una circunferencia abdominal superior a lo indicado, resistencia a la insulina, triglicéridos elevados, perfil lipídico anormal (colesterol, LDL, HDL), hipertensión arterial, problemas de inmunidad (49).

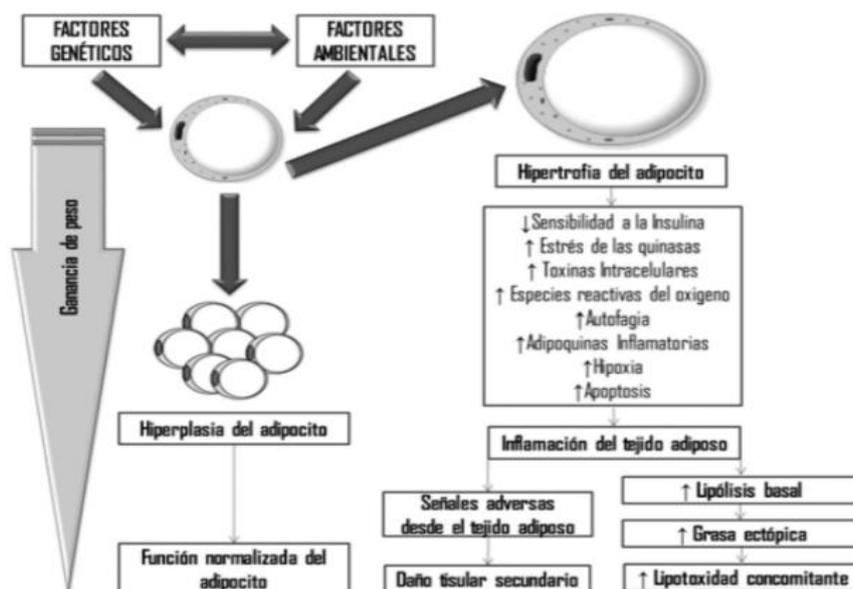


Figura 2. Características y factores en los adipocitos

Suárez-Carmona W, Sánchez-Oliver AJ, González-Jurado JA. Fisiopatología de la obesidad: Perspectiva actual

2.2.3 Aspecto botánico

Cañihua

Es conocida como kañiwua, cañigua, entre otros. Este alimento ha sobrevivido a fuertes cambios climáticos. Se cultiva en los andes, al sur de Perú y Bolivia. En nuestro país, los departamentos que la cultivan son Arequipa, Puno, Cusco. Esta planta pertenece a la familia de las *Chenopodiaceae*, su nombre científico es *Chenopodium pallidicaule* y puede llegar a crecer entre 20 a 70 cm. Las semillas de esta planta no suelen contener saponinas lo cual es apto para el consumo humano (50).

En cuanto a su valor nutritivo, esa planta tiene un gran aporte proteico, el cual es de manera ligera superior a la de la quinua; en cuanto a los lípidos esta planta posee menos lípidos que la quinua y la kiwicha y en cuanto a los carbohidratos también posee menos que las dos especies ya comparadas. En cuanto a los aminoácidos, esta planta posee

aminoácidos esenciales, lo cual la hace muy nutritiva. Los componentes importantes de la fibra dietética son los polisacáridos complejos, tales como la celulosa, B-glucanos, hemicelulosa, pectinas y gomas. Esta planta ha sido relacionada con colaborar en ciertas complicaciones como desnutrición, mal de altura, estreñimiento, anemia, energizante y colesterol (51).

Tabla 2. Contenido de aminoácidos lisina, metionina, treonina y triptófano en los granos andinos y en trigo (g de aminoácidos/100 g de proteínas)

Aminoácidos	Quinua (a)	Cañihua (a)	Kiwicha	Trigo (b)
-------------	------------	-------------	---------	-----------

Tabla 1. Composición de los granos andinos en comparación con el trigo (g/100g)

	Quinua (a)	Cañihua (a)	Kiwicha	Trigo
--	------------	-------------	---------	-------

Tabla 2. Contenido de aminoácidos lisina, metionina, treonina y triptófano en los granos andinos y en trigo (g de aminoácidos/100 g de proteínas)

Aminoácidos	Quinua (a)	Cañihua (a)	Kiwicha	Trigo (b)
Lisina	6.8	5.9	6.7	2.9
Metionina	2.1	1.6	2.3	1.5
Treonina	4.5	4.7	5.1	2.9
Triptófano	1.3	0.9	1.1	1.1

(a) Valores promedio de las variedades de la tabla de composición de alimentos peruanos.

(b) FAO, 1972. Contenido en aminoácidos de los alimentos y datos biológicos sobre las proteínas.

Figura 3 y 4. Composición nutricional de los granos andinos

Granos andinos: avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañihua y kiwicha en Perú.

Algarrobo

El algarrobo pertenece a la familia de las leguminosas, su nombre científico es *Prosopis pallida*. Es un árbol semicaducifolio, con 8 a 15 m de altura y 40 a 80 cm de diámetro, alcanzando hasta 20 m de altura y 200 cm de diámetro. Además, tiene un tallo recto, con copas grandes y redondas, y en cuanto a sus frutos, tienen vaina leñosa, indehiscente, medio cilíndrica, dura, poco comprimida, de coloración marrón brillante, internamente revestida por pulpa carnosa, farinácea, con olor dulce característico y comestible. Se cultiva en América, es decir, al norte de Perú y sur de Ecuador, además de Argentina y Puerto Rico. En nuestro país, los departamentos que la cultivan son Piura y Lambayeque. El fruto de este árbol es usado para elaborar la algarrobina (15).

En cuanto a su valor nutritivo la algarroba, se puede indicar que posee un 7% de proteínas, 1.1% de grasas y 75% de hidratos de carbono. Asimismo, posee un polisacárido denominado galactomanano (azúcar conformada por galactosa), y aminoácidos esenciales, lo cual la hace altamente nutritiva. Dentro de los usos se han identificado varios como la harina de algarroba y algarrobina (19) (21).

Componente	Contenido por 100 gr de pulpa
Agua	14,6 g
Proteína	5,9 g
Grasa	2,2, g
Carbohidratos Totales	75,3 g
Fibra	13,4 g

Aminoácidos	Composición química		
	Mijo perla	Algarroba	Mezcla 85:15
Isoleucina	102,40	130,4	106,60
Leucina	108,72	144,3	114,07
Lisina	41,96*	83,5**	48,19*
Metionina+cisteína	120,80	40,0*	108,68
Fenilalanina+tirosina	107,20	123,8	109,72
Treonina	89,25**	173,3	101,85
Triptófano	172,85	127,1	166,00
Valina	107,18	243	127,65

* Datos de literatura; ** Datos de literatura

Figura 5 y Figura 6. Composición nutricional de la algarroba

Lamadrid Ibáñez JA. Propiedades nutricionales y funcionales del fruto del algarrobo (*Hymenaea Courbaril* Linneaus): una fuente de nutrientes con potencial aplicación en alimentos funcionales

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo de estudio y diseño de la investigación

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

El diseño de este estudio es analítico, prospectivo, longitudinal y de tipo experimental. El investigador manipula la variable independiente y las variables dependientes se miden en distintos momentos para ver el efecto que tiene la variable independiente sobre estas, es decir, el efecto de las diferentes mezclas andinas sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico, según las condiciones de la presente investigación (53) (54).

3.2. Población y muestra

La población de la presente investigación contempla 40 ratas de la cepa Holtzman de la semana de vida N° 3 hasta la N° 11 en Universidad Agraria La Molina durante el año 2021 (55)(56).

3.2.1. Tamaño de la muestra

En el presente estudio se trabajó con la población distribuida en los siguientes tratamientos de la siguiente manera:

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

3.2.2. Selección del muestreo

La presente investigación presenta una selección de muestreo. La población utilizada fue distribuida en 4 grupos: GDE, GHA, GHC y GHAYHC aleatoriamente. En este método se ensambla una serie de bloques formados por un número determinado de celdas, en las cuales se incluyen los distintos tipos de tratamiento, es decir, en este caso 4 dietas. El número de bloques está determinado por el número de participantes a incluir en el estudio; en este caso 40, y el número de celdas que se haya decidido incluir en cada bloque. Cada bloque contiene en cada celda una de las alternativas de tratamiento, y dentro de cada bloque existe un número balanceado de los posibles tratamientos. En la presente investigación se decide elaborar 10 bloques, y en cada bloque 4 celdas, es decir, 1 celda por tratamiento y colocar los posibles tratamientos en orden de que no se

repitan en los demás bloques. Una vez que se realizó la creación de los bloques, se recurrió a la tabla de números aleatorios y se buscó la población del estudio. Cuando se encontró el número de la población, se empezó desde allí buscando el primer número que aparecía. En la presente investigación se encontró primero al número 3, luego 2, 6,1 hasta llegar al 10. Una vez que los bloques adquirieron un número, se ubicó al bloque que obtuvo el número 1 y se plasmó los tratamientos tal cual,; es este caso serían los 6 primeros animales, y así sucesivamente hasta completar toda la población (57) (58).

GDE= 4, 8, 9, 13, 19, 23, 25, 32, 35, 38, 41

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, 36, 40

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.
- . Ratas que hayan sido usadas en otros estudios.

3.3. Variables

3.3.1. Definición conceptual y operacionalización de variables (Anexo 01)

Variable independiente:

- . Grupos de tratamiento (dietas)

Grupos a los cuales fueron asignados los animales de experimentación, de acuerdo con el tipo de tratamiento al que sea asignado, es decir, a las diferentes dosis en las que se distribuyeron las mezclas andinas.

Variable dependiente:

- . Concentración de Hemoglobina

La variable dependiente es 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 al eritrocito. Los instrumentos que se utilizaron fueron hemoglobinómetro de la marca Mission con mediciones usando tiras reactivas. (9).

- . Índice de Lee

Es un parámetro biométrico, debido a que presenta altos valores de confiabilidad y es ampliamente utilizado como una medida rápida y precisa para determinar obesidad en ratas. Para su medición se registra el peso corporal y la longitud naso-anal de las ratas. Con estas medidas 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” y aquellos animales que alcanzaron valores mayores a 0.300 fueron clasificados como “obesos” (59).

. Perímetro abdominal

El perímetro abdominal es una medida antropométrica que permite determinar la grasa acumulada en el abdomen. Se mide la circunferencia abdominal sujetándose a los animales con la técnica de contención antes descrita y colocándose en posición ventral, empleando una cinta métrica en la zona más grande del abdomen con precisión de 0,1 cm (60).

. Perímetro de cuello

El perímetro de cuello (PC) es una medida accesible, pero menos utilizada para evaluar el riesgo metabólico. La distribución de grasa en la parte superior del cuerpo se relaciona con el aumento 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, la cual fue medida a través de un higrómetro, la variable tiene categorización del porcentaje de humedad (62).

. Temperatura Corporal: Es una variable cuantitativa continua, la cual fue medida a través de un termómetro, la variable tiene categorización de temperatura en grado Celsius (62).

. Temperatura Ambiental: Es una variable cuantitativa continua, la cual fue medida a través de un termómetro, la variable tiene categorización de temperatura en grado Celsius (62).

3.4. Plan de recolección de datos e instrumentos

PRIMERA FASE

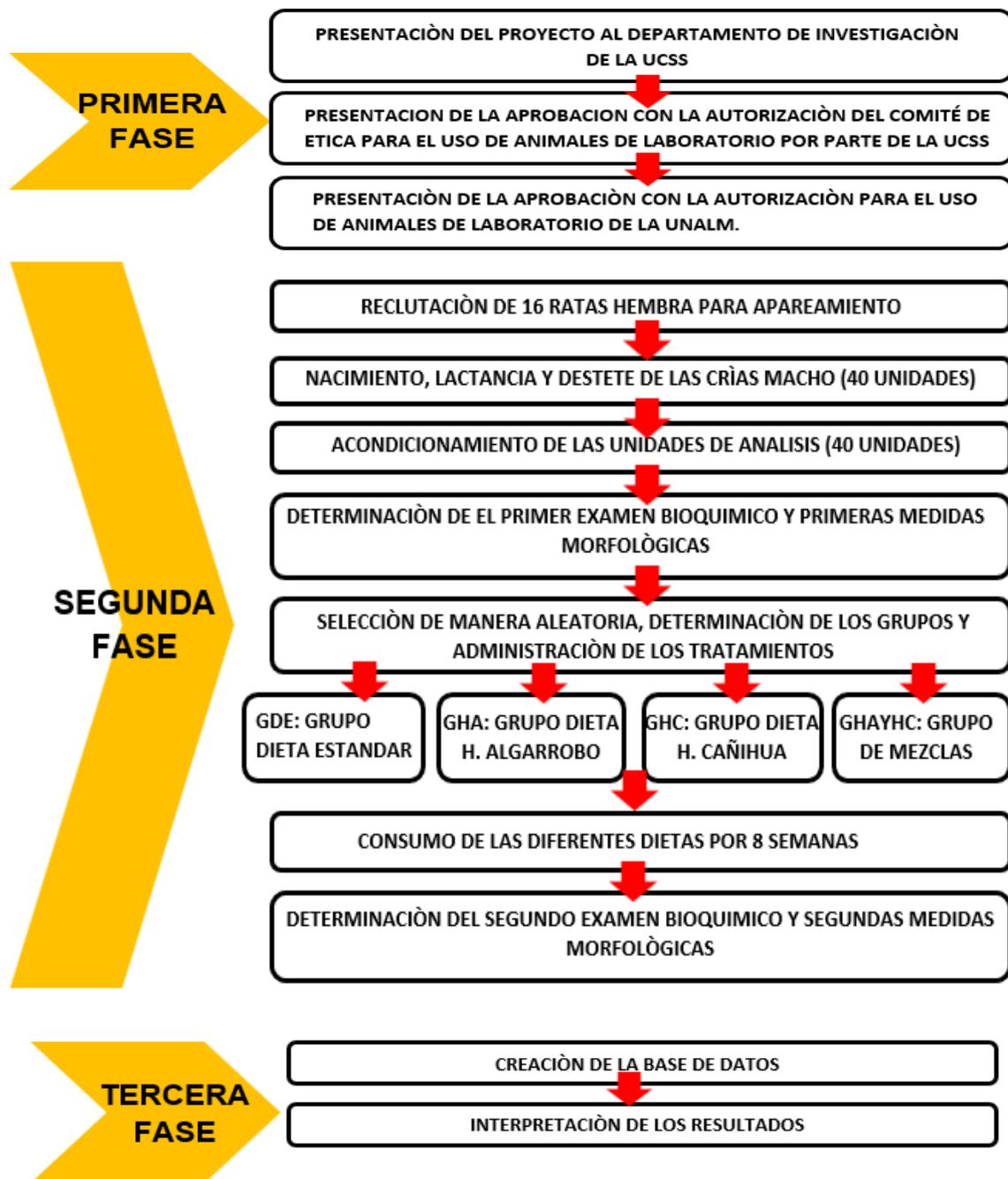
1. Para la recolección de datos se presentó una carta de autorización a la Universidad Católica Sedes Sapientiae solicitando un permiso para la realización del presente proyecto de investigación **(Anexo 02)**.
2. Se solicitó una carta de aprobación del bioterio de la UNALM para el trabajo con animales de laboratorio **(Anexo 03)**.

SEGUNDA FASE

3. Luego de tener las aprobaciones respectivas se comenzó con la recolección de datos durante el mes de agosto del 2021 hasta enero 2022.
4. Se reclutó 16 ratas hembra para el apareamiento. Una vez confirmada la preñez, se acondicionaron a jaulas para controlar la aleatorización.
5. Las crías (unidades de análisis) convivieron con sus madres hasta el destete (21 días).
6. Se inició acondicionando nuestras unidades de análisis, es decir, se mantuvo a los animales en jaulas con adecuados estándares de humedad, temperatura, etc.
7. Se procedió a realizar el primer examen de hemoglobina para saber la concentración de hemoglobina en la población en ese momento.
8. Se realizó la primera medición morfológica de la población.
9. Se procedió con la aleatorización en bloques para distribuir a la población a los grupos de tratamiento ya mencionados (GDE, GHA, GHC y GHAYHC).
10. Posteriormente, se procedió a alimentar durante dos meses a los animales de acuerdo con el tratamiento en que ha sido asignado con las siguientes dietas:
 - Grupo GDE: dieta estándar (100%)
 - Grupo GHA: harina de algarroba (50% HA) + (50%DE)
 - Grupo GHC: harina de cañihua (50% HC) + (50%DE)
 - Grupo GHAYC: harina de algarroba + harina de cañihua (33% HA) + (33%DE) (33%HC)
11. Transcurrido el tiempo se volvió a realizar las mediciones morfológicas y el segundo examen de hemoglobina (**Anexo 04**).

TERCERA FASE

12. Los resultados obtenidos se pasaron a una base de datos las cuales fueron codificados para analizar estadísticamente y realizar las comparaciones correspondientes



3.4.1. Instrumentos y equipos utilizados en la investigación

Valores normales de la hemoglobina para ratas

1. Para identificar el valor de la concentración de Hemoglobina de cada animal usado para el presente experimento se procedió a revisar los valores normales de Hb según sus puntos de corte, según la Revista Electrónica de Veterinaria de España, la cual detalla los rangos según su género y edad en semanas (63) (Anexo 05).

Guía para exámenes de laboratorio en animales

Existen varias guías para trabajar con animales de experimentación. La presente investigación utiliza la guía de un laboratorio de animales de España, en la que se usa la técnica de venopunción, ya que según diversos estudios la mayoría de los investigadores optan por hacer punción en la vena safena, ya que es la más recomendada. Cabe destacar que existen varias partes del animal donde se puede tomar la muestra. En primer lugar, se debe inmovilizar al animal, para **lo cual** se envuelve al animal, y, sin apretarlo, envolverlo en una toalla. También **se puede** usar inmovilizadores como tubos de plástico con pequeños orificios. En segundo lugar, se preparó la zona afeitando con un pequeño bisturí. Finalmente, se hace una punción, con una aguja pequeña **se debe hacer** un pinchazo de manera rápida y **colectar** una gota de sangre para colocarla en la tira reactiva del hemoglobímetro. (64).

GUÍA PARA EXAMENES DE LABORATORIO EN ANIMALES

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

	Cef.	Alar.	Oreja.	Ampu.	Cocc.	Orb.	Yug.	Fem.	Card.	Mani.
Gato	+++	-	-	-	-	-	+++	-	-	-
Ganado	+	-	+	-	++	-	+++	-	-	++
Pollo	-	+++	-	-	-	-	+	-	+	-
Perro	+++	-	-	-	-	-	+++	+	-	-
Hurón	++	-	-	-	+	-	+++	-	++	-
Gerbo	-	-	-	++	++	++	+	-	++	-
Cabra	+	-	-	-	-	-	+++	-	-	+
Cobaya	-	-	+	-	-	-	+	-	+++	-
Hámster	-	-	-	-	-	+	+	-	++	-
Caballos	-	-	-	-	-	-	+++	-	-	-
Ratón	-	-	+	+++	+	-	+/-	-	-	-
Rata	-	-	-	+	+++	-	++	-	+	-

- No recomendable

+ Alternativa posible

++ Vía aceptable

+++ Vía preferente

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

Alar – vena braquial del ala

Card – corazón (requiere anestesia)

Cef - cefálica

Cocc – coccígea

Determinación de hemoglobina

Se determinó los niveles de hemoglobina con el aparato hemoglobímetro de la marca Mission. Este dispositivo trabaja con tiras reactivas, en las cuales se coloca la gota de sangre para poder determinar el valor que posee en cuanto a la hemoglobina (65) (66).

RDI para ratas

Consiste en la ingesta de nutrientes recomendados para cubrir los requerimientos nutricionales de los roedores según distintas etapas de vida. (67).

Balanza digital validada por la CENAN

Instrumento utilizado para el peso de manera semanal de los animales de experimentación.

Cinta métrica

Instrumento utilizado para la medición de los perímetros y longitud de los animales.

Software Mix It

Es un software que se emplea para formular dietas para animales las cuales buscan cubrir sus requerimientos (68).

Dieta estándar

Dieta que es 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 usó la tabla peruana de composición de alimentos del año 2017. La tabla de composición de alimentos es un instrumento que permite localizar los alimentos de manera fácil, ya que están distribuidos por grupos. Cada alimento cuenta con sus valores de carbohidratos, lípidos, proteínas, fibra dietaria, vitaminas y minerales por cada 100 g de dicho alimento (70).

3.5. Plan de análisis e interpretación de la información

Una vez recopilados la información, 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 al STATA versión 16 (71).

La presente investigación trabajó con variables cuantitativas y una cualitativa. 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 fue analizada a través de frecuencias y porcentajes (72)

Para el análisis multivariado se utilizó estadística de MANOVA, la cual trabaja medias múltiples previamente, se aplicó los supuestos de normalidad multivariante e igualdad de varianzas. De no cumplir los supuestos, los datos serán analizados a través de la prueba estadística PERMANOVA. Ambas pruebas utilizan la corrección de Bonferroni. Asimismo, la data es presentada a través de gráficos de medias y gráficos de caja y bigote (73) (74).

Finalmente, se indica que la presente investigación trabaja con el nivel de significancia del 1% y un nivel de confianza del 99% (72).

3.6. Ventajas y limitaciones

Ventajas

La ventaja que tiene la presente investigación es el uso de alimentos vegetales los cuales son más económicos y alcanzables que los alimentos de origen animal, sobre todo en zonas vulnerables.

En la presente investigación se plantea el uso de la harina de cañihua y harina de algarroba, siendo el Perú un gran productor de estos alimentos en distintos departamentos.

La formulación de las dietas presentadas en la presente investigación tiene un alcance nutrimental dirigido a ratas Holtzman, que llega hasta la cuantificación de energía metabolizable para mantenimiento y crecimiento según el RDI para ratas.

Cabe indicar que la presente investigación es de tipo longitudinal, lo cual permite realizar un seguimiento minucioso y minimizar la variabilidad de los datos.

La presente investigación utiliza para la elección de las unidades de análisis la metodología de aleatorización por bloques, la cual es idónea cuando se trabaja con distintos grupos, ya que permite identificar los bloques de tratamiento.

La presente investigación contó con el seguimiento de la población desde el apareamiento, gestación, lactancia y destete. Es decir, se cuenta con la participación ratas de la semana de vida N° 3, o sea, ratas recién destetadas (termino de lactancia) las cuales no han participado en ningún proyecto.

Con relación al tipo de investigación, por ser un diseño experimental, se trabajó con un nivel de confianza de 99% y un nivel de significancia del 1%, es decir, se controlaron las variables confusoras que hubieran podido interferir en los resultados.

La presente investigación trabajó con pruebas estadísticas multivariantes, lo cual permitió controlar el error sistemático.

La presente investigación fue realizada en las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria La Molina, dicha casa de estudios brindó las condiciones logísticas para alcanzar los objetivos de la presente investigación.

En la presente investigación, al tener como unidades de análisis a ratas de la raza Holtzman, los resultados no podrán ser extrapolados para humanos. Sin embargo, el presente estudio sirve de base para la realización de estudios de tipo casos y controles en humanos.

Limitaciones

En primer lugar, una limitación encontrada en la presente investigación es que la harina de cañihua y la harina de algarroba son alimentos que no son incluidos con frecuencia en los hogares, esto es debido al poco conocimiento y publicidad de dichos alimentos donde no se destaca la riqueza nutricional de los mismos.

También, el presente trabajo de investigación trabaja con harina de cañihua y harina de algarroba, las cuales aportan hierro no hemínico, el cual no se absorbe en su totalidad y con menos rapidez.

Asimismo, otra limitante en la presente investigación fue que no se encontró la composición nutricional de la harina de algarroba en la tabla de composición de alimentos peruana en ninguno de sus años de publicación o de las distintas ediciones, lo cual incitó a tomar como referencia publicaciones científicas alejadas.

Luego, se encontró que en la presente investigación no se cuenta con evidencia científica suficiente de la efectividad nutricional en cuanto a la mezcla de harina de algarroba con harina de cañihua a nivel nacional o internacional; lo cual nos limita durante el análisis de discusión con respecto a los resultados.

Después, la presente investigación solo proponen 3 dietas, las cuales son dieta a base de harina de algarroba, dieta a base de harina de cañihua y, por último, una mezcla entre ambas harinas, más no se propone mezclas múltiples o incluye más alimentos.

Posteriormente, la formulación de las dietas expuestas en la presente investigación tiene un alcance nutrimental, el cual está dirigido a ratas Holtzman; en cambio, no se cuenta con suficiente información científica en cuanto a humanos (tabla de composición de alimentos) sobre energía metabolizable y digestible en los alimentos utilizados (harina de cañihua y algarroba).

Por último, es que siendo las unidades de análisis ratas de la raza Holtzman de la semana de vida N° 3 hasta la N° 11, los resultados no podrán ser extrapolados para humanos, esto debido a que el metabolismo de la población con la que se trabajó es diferente al de un ser humano.

3.7. Aspectos éticos

El presente estudio fue presentado al Comité de Ética de la Universidad Católica Sedes Sapientiae (UCSS), así como al comité de ética de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), centro de estudios donde se realizó la parte experimental. Las consideraciones éticas que fueron incorporadas para la administración de los animales experimentales están 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 la cual mencionan la cantidad mínima a usar, especifican los cuidados y el trato adecuado de los animales experimentales, así como el entrenamiento que debe tener el personal encargado de su trato. De esta manera, se evitó el sufrimiento de los animales de experimentación en su participación en la investigación (75).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Los grupos previo al tratamiento

Los grupos al inicio mostraron distribuciones asimétricas en sus diferentes variables, además no se observaba diferencias relevantes entre las medianas y medias de los grupos (cuadro 1, fig. 1). Un test global de PERMANOVA dio un valor de $p > 0.05$ (cuadro 2) y no siendo necesario aplicar PERMDISP y ni explorar los valores de p por cada

variable, ya que lógicamente sus valores serían $p > 0.05$. Esto permite concluir que no hay diferencias entre los grupos de dietas.

Inicio de 1era semana									
Grupo	Variables	Media	D.E.	Mediana	1er cuartil	3er cuartil	R.I.	Mínimo	Máximo
Estándar	Hemoglobina	11.78	1.13	11.5	11	11.9	0.90	10.6	13.8
	Peso	66.50	13.20	63	57	75	18	48	90
	Longitud	18.72	2.03	19	17	21	4	15.2	21
	Abdomen	8.70	0.48	9	8	9	1	8	9
	Cuello	6.70	0.48	7	6	7	1	6	7
	Índice de lee	0.33	0.03	0.33	0.3	0.35	0.05	0.29	0.37
Cañihua	Hemoglobina	11.82	1.71	11.75	10.7	13.1	2.40	9.4	14.2
	Peso	58.60	6.80	58	54	64	10	50	72
	Longitud	18.62	1.40	18	18	19.5	1.5	17	21
	Abdomen	8.90	0.99	9	8	10	2	7	10
	Cuello	6.50	0.53	6.5	6	7	1	6	7
	Índice de lee	0.34	0.03	0.35	0.32	0.35	0.03	0.3	0.38
Algarrobo	Hemoglobina	11.85	1.22	12.2	10.9	12.8	1.90	9.8	13.5
	Peso	68.30	10.77	67	61	74	13	54	90
	Longitud	18.85	2.16	19	18	20	2	14	22
	Abdomen	9.30	1.34	9	9	10	1	7	12
	Cuello	7.00	0.47	7	7	7	0	6	8
	Índice de lee	0.37	0.03	0.375	0.36	0.39	0.03	0.3	0.4
Cañihua y algarrobo	Hemoglobina	11.71	1.13	11.7	10.7	12.4	1.7	10.1	13.6
	Peso	61.80	9.64	60	58	64	6	50	78
	Longitud	19.45	1.46	19	19	20.5	1.5	17	22
	Abdomen	9.30	0.67	9	9	10	1	8	10
	Cuello	6.80	0.42	7	7	7	0	6	7
	Índice de lee	0.36	0.06	0.38	0.33	0.39	0.06	0.25	0.43
Total	Hemoglobina	11.79	1.25	11.8	10.9	12.8	1.90	9.4	14.2
	Peso	63.71	10.56	60	57	72	15	48	90
	Longitud	18.81	1.84	19	18	20	2	14	22
	Abdomen	9.05	0.92	9	9	10	1	7	12
	Cuello	6.76	0.49	7	6	7	1	6	8
	Índice de lee	0.35	0.04	0.35	0.32	0.38	0.06	0.25	0.43

Cuadro 1: estadísticos de los grupos de dietas antes del tratamiento.

PERMANOVA Inicio	
Número de permutación	9999
Suma de cuadrados	234
Suma de cuadrados entre grupos	213.6
F	1.149
p	0.3183

Cuadro 2: test de PERMANOVA global antes del inicio de los tratamientos. No se tomó en cuenta la variable "Consumo".

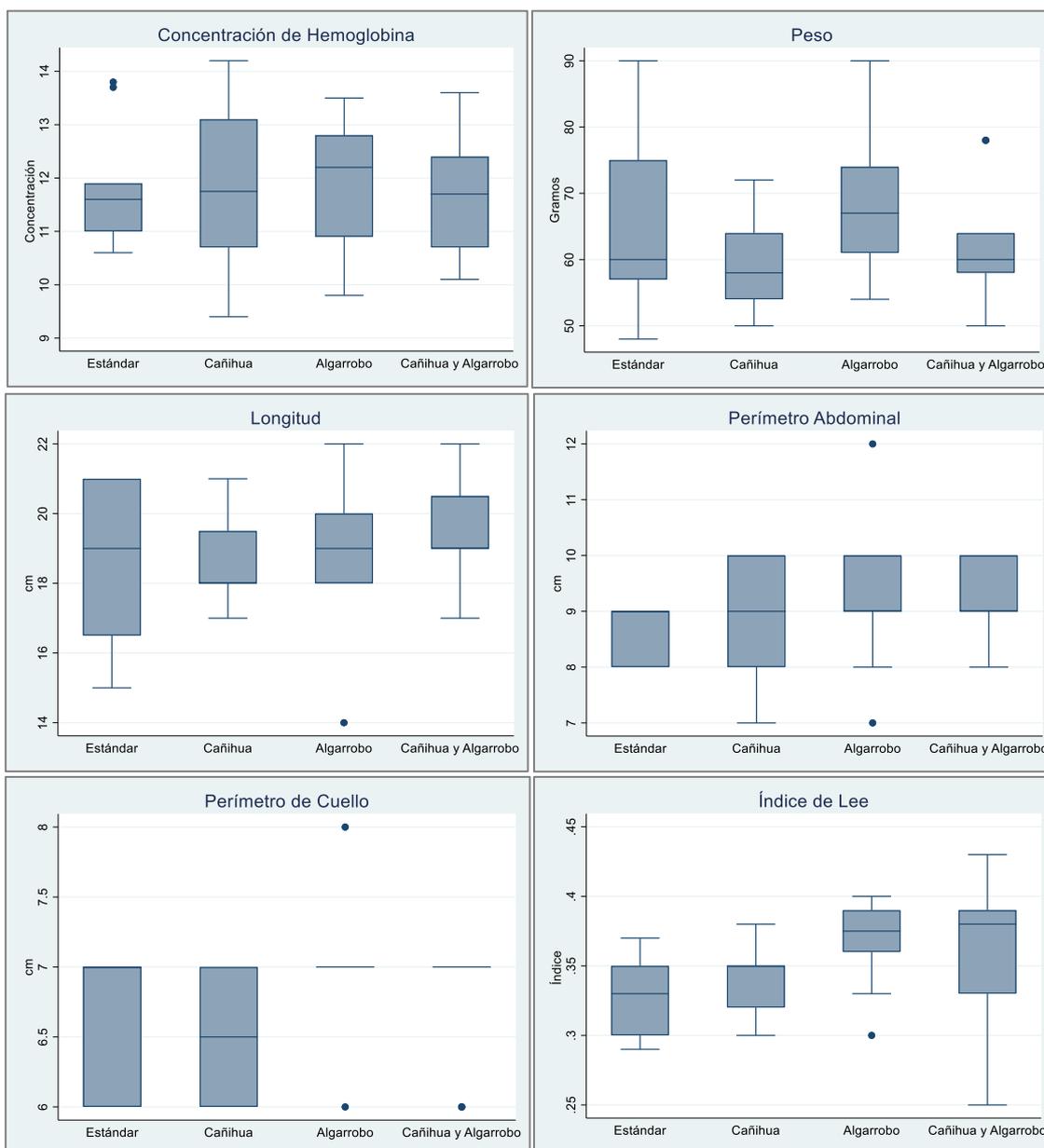


Fig. 1: gráficos de caja y bigote de las diferentes variables según los grupos de dieta antes del tratamiento.

A la tercera semana

- Al completarse la tercera semana hay un distanciamiento de los grupos de las dietas Estándar y Algarrobo con respecto a los grupos de las dietas de Cañihua y Cañihua-Algarrobo.
- Al completarse la tercera semana, las dietas Estándar y Algarrobo habían incrementado más el peso, el perímetro de abdomen y el perímetro de cuello,

manteniendo significancia estadística. En la variable Longitud, el incremento no tuvo significancia estadística. El índice de Lee no tuvo diferencias notorias entre los grupos ni significancia estadística.

- Al completarse la tercera semana, los grupos de la dieta de Cañihua y Algarrobo había incrementado su consumo respecto al resto, manteniendo significancia estadística.

PERMANOVA 3ra semana					
	Num. Permutación	Suma de cuadrados	Suma de cuadrados dentro de grupos	F	p
Peso	9999	39	20.48	10.85	0.0001
Longitud	9999	39	32.56	2.373	0.0885
Abdomen	9999	39	21.74	9.525	0.0003
Cuello	9999	39	20.53	10.8	0.0002
Lee	9999	39	35.5	1.182	0.3435
Consumo	9999	39	23.37	8.027	0.0006

Cuadro 3: test de PERMANOVA por cada variable. Sombreado con color rosa $p < 0.05$.

PERMDISP 3era semana						
		Suma de cuadrados	gl	Cuadrado medio	F	p
Peso	Entre grupos	0.663872	3	0.221291	1.039	0.3987
	Dentro de grupos	7.66669	36	0.212964		
	Total	8.33057	39			
Abdomen	Entre grupos	1.11033	3	0.370109	1.103	0.3655
	Dentro de grupos	12.0773	36	0.33548		
	Total	13.1876	39			
Cuello	Entre grupos	0.335263	3	0.111754	0.6753	0.5732
	Dentro de grupos	5.95719	36	0.165478		
	Total	6.29246	39			
Consumo	Entre grupos	1.00135	3	0.333782	1.621	0.2077
	Dentro de grupos	7.41387	36	0.205941		
	Total	8.41521	39			

Cuadro 4: test de dispersión PERMDISP por cada variable. Sombreado con color rosa $p < 0.05$.

A la sexta semana

- Al completarse la sexta semana sigue observándose un distanciamiento (dispersión) de los grupos de las dietas Estándar y Algarrobo con respecto a los grupos de las dietas de Cañihua y Cañihua-Algarrobo.
- Al completarse la sexta semana, las dietas Estándar y Algarrobo continuaban con un mayor incremento del peso, la longitud, el perímetro de abdomen y el perímetro de cuello, manteniendo significancia estadística. El índice de Lee no tuvo significancia estadística en las diferencias.
- Al completarse la tercera semana no hubo diferencias notorias en todos los grupos respecto al consumo.

Los resultados de PERMANOVA por cada variable (cuadro 7) indican que las variables "Índice de Lee" y "Consumo" no muestran diferencias entre los grupos ($p > 0.05$), mientras que el resto de las variables si presentan alguna diferencia entre los grupos ($p < 0.05$).

PERMANOVA 6ta semana					
	Num. permutación	Suma de cuadrados	Suma de cuadrados dentro de grupos	F	p
Peso	9999	39	21.86	9.404	0.0002
Longitud	9999	39	29.04	4.116	0.0168
Abdomen	9999	39	26.77	5.481	0.0029

Cuello	9999	39	24.12	7.405	0.0003
Lee	9999	39	36.78	0.7249	0.5454
Consumo	9999	39	36.89	0.6856	0.5532

Cuadro5: test de PERMANOVA por cada variable. Sombreado con color rosa $p < 0.05$.

		PERMDISP 6ta semana				
		Suma de cuadrados	gl	Cuadrado medio	F	p
Peso	Entre grupos	0.441827	3	0.147276	0.8525	0.4808
	Dentro de grupos	6.21947	36	0.172763		
	Total	6.6613	39			
Longitud	Entre grupos	0.298646	3	0.0995488	0.376	0.7778
	Dentro de grupos	9.53179	36	0.264772		
	Total	9.83043	39			
Abdomen	Entre grupos	0.699686	3	0.233229	1.117	0.3552
	Dentro de grupos	7.51414	36	0.208726		
	Total	8.21382	39			
Cuello	Entre grupos	1.9874	3	0.662466	7.75	0.0006
	Dentro de grupos	3.07726	36	0.0854795		
	Total	5.06466	39			

Cuadro6: test de dispersión PERMDISP por cada variable. Sombreado con color rosa $p < 0.05$.

A la novena semana (fin del tratamiento)

- Al finalizar el tratamiento, el grupo de la dieta Estándar se había distanciado de los grupos de las dietas de Algarrobo, Cañihua y Cañihua-algarrobo. Además, el grupo de la dieta de Algarrobo se había distanciado de los grupos de las dietas de Cañihua y Cañihua-algarrobo. Cañihua y Cañihua-algarrobo estaban muy próximos entre sí.
- Al finalizar el tratamiento, hubo una diferencia entre el grupo de la dieta estándar con respecto a las demás dietas, por presentar un mayor índice de Lee. Además, el grupo de la dieta Estándar tuvo un mayor peso que el grupo de la dieta de Cañihua-algarrobo y un mayor perímetro de abdomen que los grupos de las dietas de Cañihua y Cañihua-algarrobo.
- Al finalizar el tratamiento, el grupo de la dieta de Algarrobo tuvo una mayor longitud que el grupo de la dieta de Cañihua-algarrobo. Asimismo, el grupo de la dieta con Algarrobo tuvo un mayor perímetro abdominal que el grupo de la dieta de Cañihua.
- Al finalizar el tratamiento, no hubo diferencias marcadas de la hemoglobina ni en el perímetro de cuello entre los grupos.
- Al finalizar el tratamiento, el grupo de la dieta de Algarrobo mantenía un mayor consumo con respecto a las otras dieta

		9na semana							
Grupo	Variabes	Media	D.E.	Mediana	1er cuartil	3er cuartil	R.I.	Mínimo	Máximo
Estándar	Hemoglobina	14.33	1.34	14.5	13.1	15.7	2.6	12.1	16
	Peso	267.80	31.87	265	246	294	48	210	312
	Longitud	36.86	1.34	36.9	36	37.5	1.5	34.5	39.4
	Abdomen	15.21	0.75	15	15	16	1	14	16.1
	Cuello	8.73	0.84	8.7	8	9.2	1.2	7.8	10
	Índice de lee	0.29	0.02	0.285	0.27	0.31	0.04	0.27	0.32
Cañihua	Hemoglobina	14.43	1.23	14.25	13.7	15	1.30	12.9	16.8
	Peso	237.10	21.94	238.50	217	252	35	208	274
	Longitud	36.18	1.17	36.00	35.4	37	1.60	34.7	38

	Abdomen	13.64	0.51	13.50	13.4	14.2	0.8	12.8	14.4
	Cuello	9.07	0.45	9.05	8.7	9.4	0.7	8.4	9.7
	Índice de lee	0.26	0.01	0.27	0.25	0.27	0.02	0.25	0.28
Algarrobo	Hemoglobina	15.16	0.94	14.85	14.6	15.4	0.80	14.3	17.5
	Peso	268.70	42.45	268.50	239	305	66	194	338
	Longitud	38.08	1.71	38.65	36.6	39.4	2.80	34.6	40.2
	Abdomen	14.55	0.45	14.50	14.2	15	0.8	13.7	15.1
	Cuello	9.37	0.46	9.40	9.2	9.6	0.40	8.5	10.2
	Índice de lee	0.26	0.01	0.26	0.26	0.26	0	0.24	0.28
Cañihua y algarrobo	Hemoglobina	14.02	1.11	13.71	13.1	15	1.9	12.8	15.7
	Peso	224.33	24.43	226.17	207	239	32	184	267
	Longitud	35.94	1.44	36.17	35.5	37	1.5	32.7	37.4
	Abdomen	13.99	0.57	14.09	13.6	14.4	0.80	12.8	14.7
	Cuello	9.27	0.32	9.35	9.1	9.5	0.4	8.6	9.6
	Índice de lee	0.26	0.01	0.26	0.25	0.26	0.01	0.25	0.28
Total	Hemoglobina	14.48	1.18	14.40	13.7	15.2	1.50	12.1	17.5
	Peso	249.85	35.42	246.00	224.3333	271	46.67	184	338
	Longitud	36.78	1.59	36.90	35.7	37.6	1.90	32.7	40.2
	Abdomen	14.36	0.82	14.30	13.7	15	1.3	12.8	16.1
	Cuello	9.10	0.58	9.20	8.7	9.4	0.7	7.8	10.2
	Índice de lee	0.27	0.02	0.26	0.26	0.28	0.02	0.24	0.32

Cuadro 7: gráficos de caja y bigote de las diferentes variables según los grupos de dieta en la 9na semana del tratamiento.

PERMANOVA 9na semana					
	Número de permutaciones	Suma de cuadrados	Suma de cuadrados dentro de grupos	F	p
Hemoglobina	9999	39	33.79	1.851	0.1566
Peso	9999	39	27.47	5.037	0.0049
Longitud	9999	39	28.57	4.378	0.0091
Abdomen	9999	39	18.09	13.87	0.0001
Cuello	9999	39	31.97	2.641	0.0647
Lee	9999	39	19.01	12.62	0.0001
Consumo	9999	39	14.68	19.88	0.0001

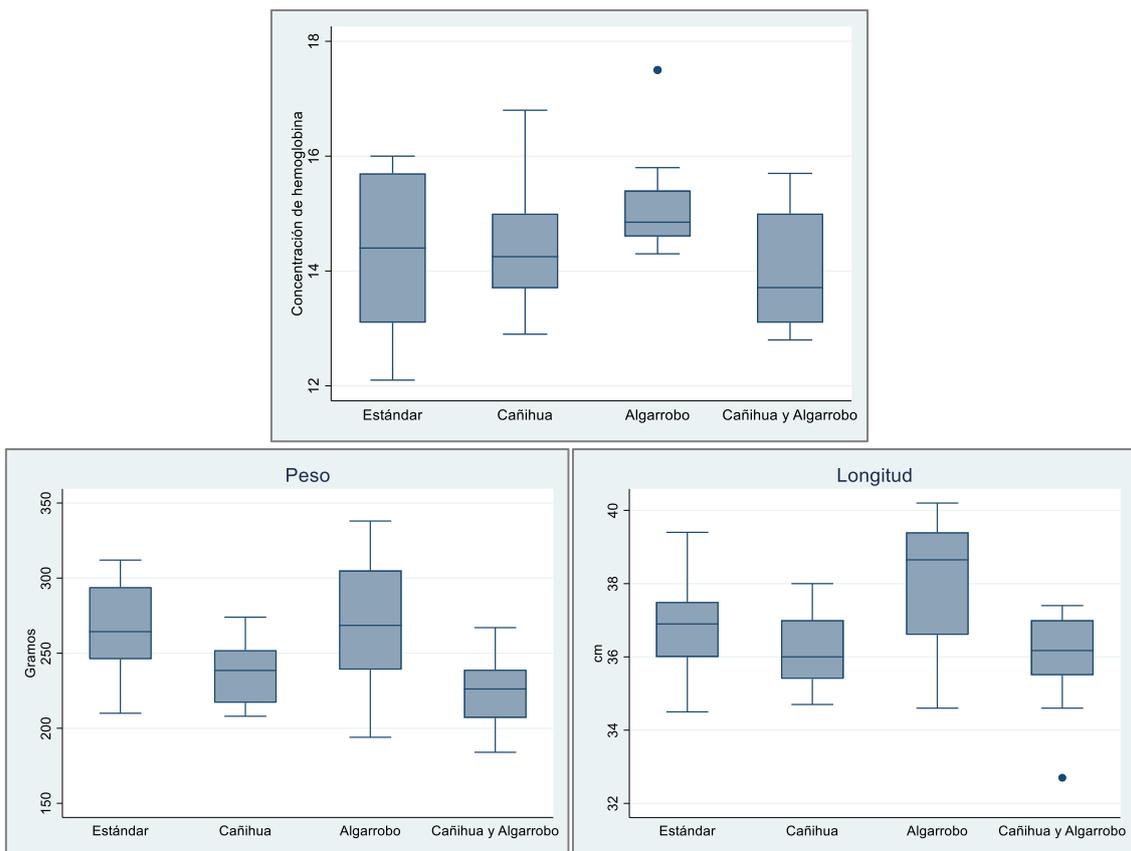
Cuadro 1: test de PERMANOVA por cada variable. Sombreado con color rosa $p < 0.05$.

PERMDISP 9na semana						
		uma de cuadrados	gl	Cuadrado medio	F	p
Peso	Entre grupos	1.01327	3	0.337757	1.348	0.2763
	Dentro de grupos	9.02316	36	0.250643		
	Total	10.0364	39			
Longitud	Entre grupos	0.310912	3	0.103637	0.3842	0.7677
	Dentro de grupos	9.71097	36	0.269749		
	Total	10.0219	39			
Abdomen	Entre grupos	0.555867	3	0.185289	1.279	0.3008
	Dentro de grupos	5.21553	36	0.144876		
	Total	5.7714	39			
Lee	Entre grupos	2.16806	3	0.722687	4.424	0.0097
	Dentro de grupos	5.88031	36	0.163342		
	Total	8.04837	39			
Consumo	Entre grupos	1.17881	3	0.392936	2.56	0.065

Dentro de grupos	5.52517	36	0.153477
Total	6.70398	39	

Cuadro 8: test de dispersión PERMDISP por cada variable. Sombreado con color rosa $p < 0.05$.

Observando los gráficos de caja y bigote y relacionándolo a los contrastes por pares de PERMANOVA, se indica: que, en la 9.^a semana, hay una diferencia más notoria entre la dieta estándar con respecto a las otras dietas, basado principalmente en el índice de Lee. Por otro lado, entre las otras dietas, hay una diferencia entre la dieta de algarrobo con respecto a la cañihua en base a la variable de perímetro de abdomen; y de algarrobo con respecto a cañihua con algarrobo en base a la variable de Longitud.



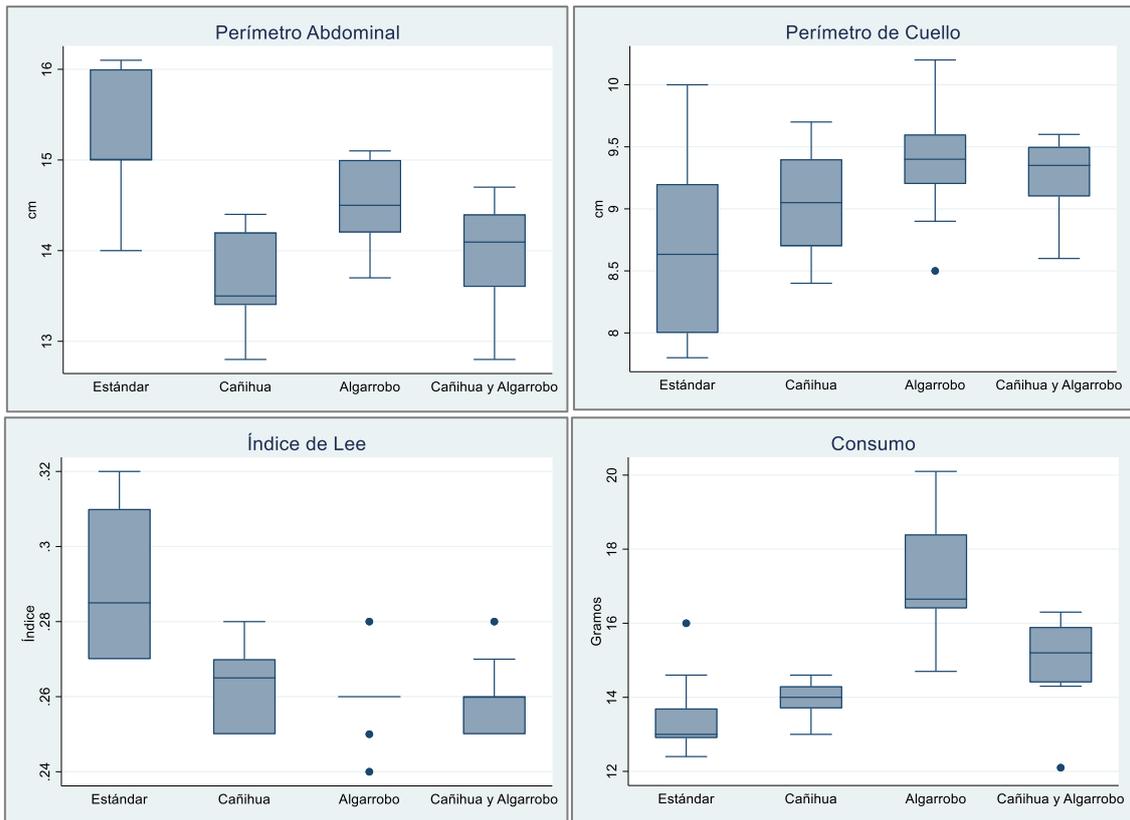


Fig. 2: gráficos de caja y bigote de las diferentes variables según los grupos de dieta en la 9na semana del tratamiento.

EXAMEN HISTÓRICO DE LA 1.^a A LA 9.^a SEMANA

Haciendo un repaso por las 9 semanas, se puede indicar que las variables de Hemoglobina, Peso, Longitud, Perímetro de abdomen y Perímetro de cuello tienen un proceso al incremento continuo, ya que tiene que ver mucho con el crecimiento biológico de los roedores (fig. 9, fig. 10, fig.11, fig. 12). Sin embargo, otras medidas como el índice de Lee y el consumo mantienen una fluctuación (fig. 14).

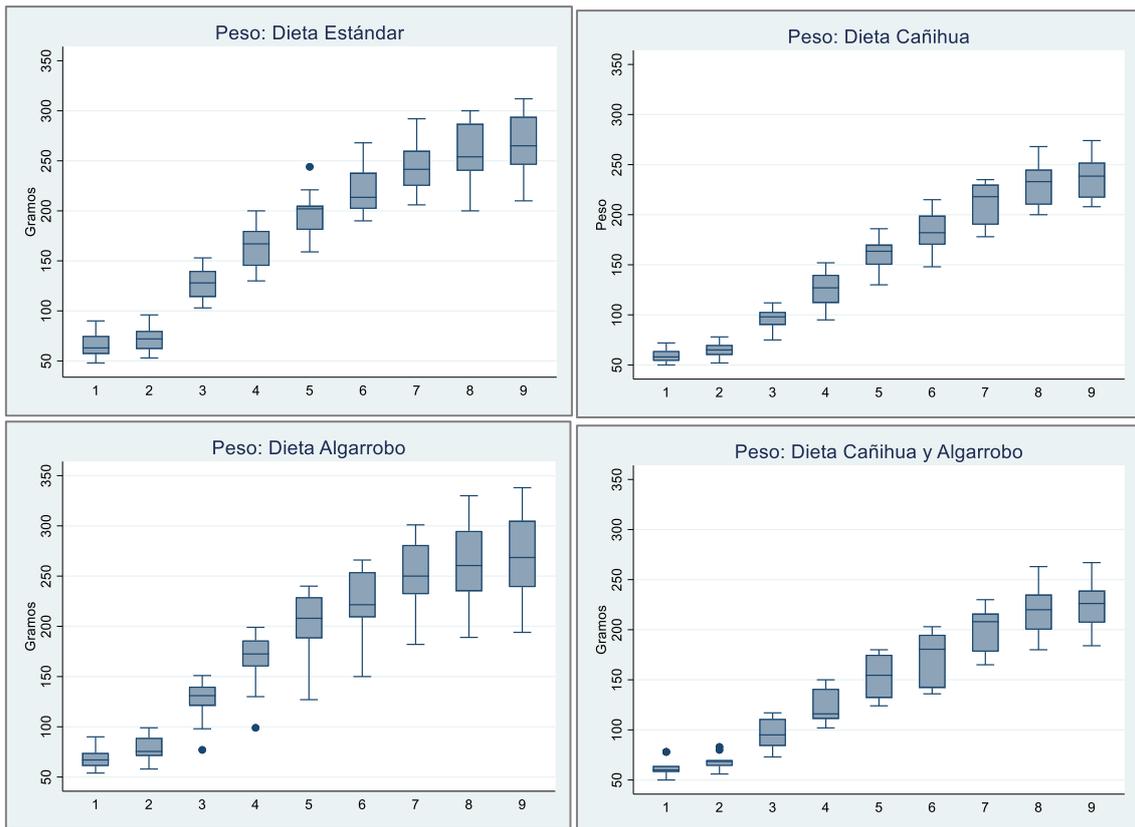


Fig. 3: gráficos de caja y bigote del peso. En el eje "X" está la semana 1 a la semana 9.

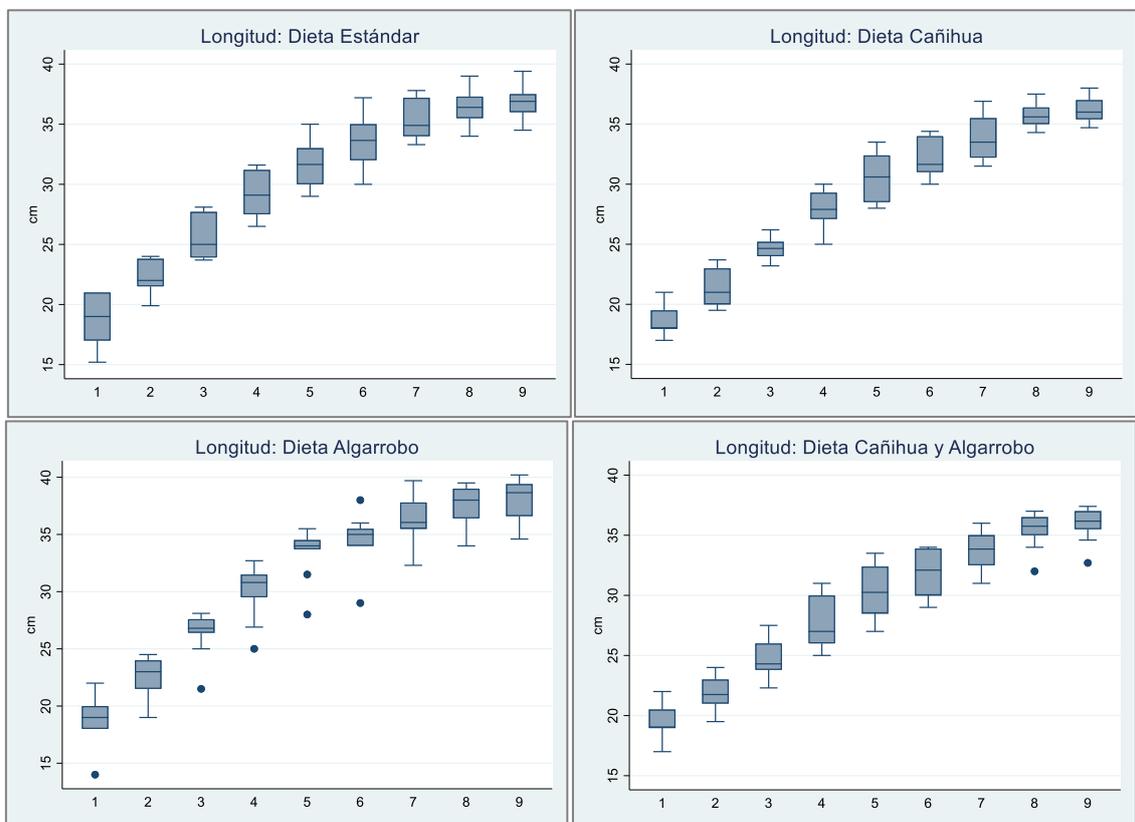


Fig. 4: gráficos de caja y bigote de la longitud. En el eje "X" está la semana 1 a la semana 9.

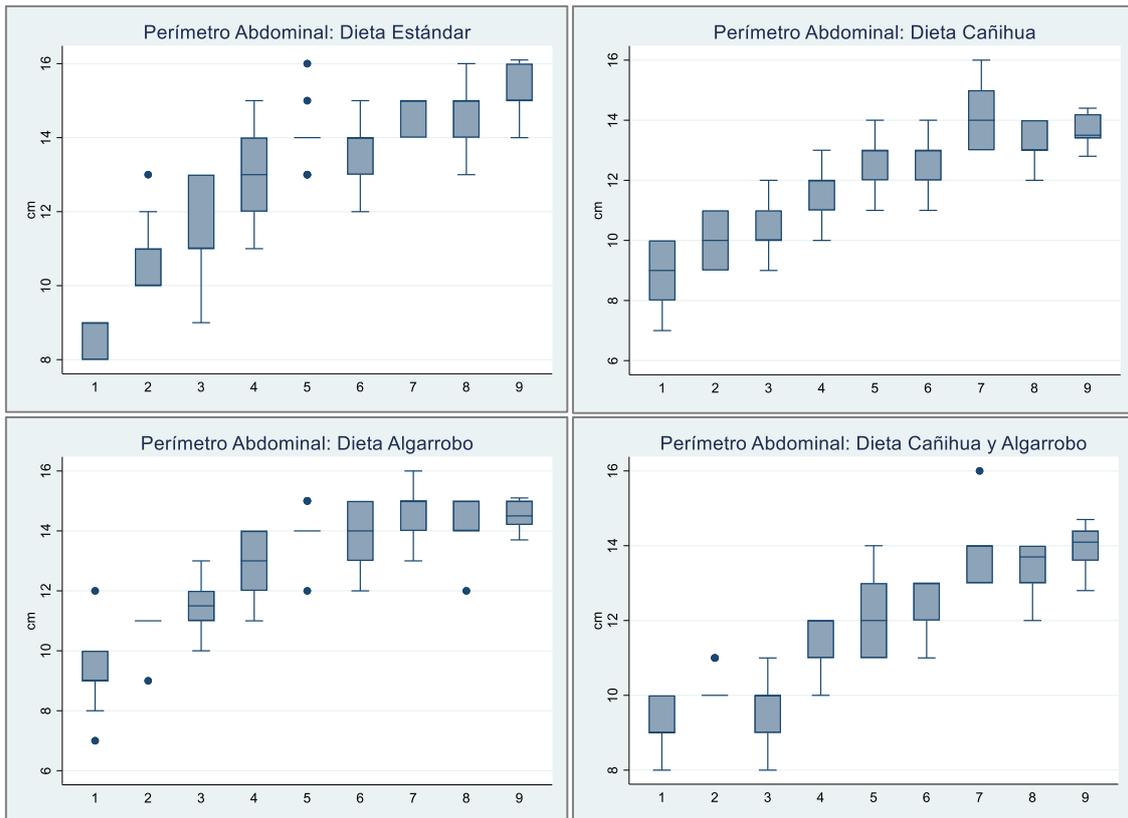


Fig. 5: gráficos de caja y bigote del perímetro abdominal. En el eje "X" está la semana 1 a la semana 9.

Como se puede observar, en todos los casos hay una tendencia al decrecimiento del índice de Lee desde la 1.^a semana a la 9.^a semana, aunque siendo menos marcado en el grupo de la dieta estándar y más marcado en las otras dietas. En todos los grupos varios individuos presentan al inicio del tratamiento $Lee > 0.3$, lo que indica obesidad, sin embargo, al finalizar el tratamiento, en todos los grupos de dietas, excepto la dieta estándar, todos sus individuos presentan $Lee < 0.3$, lo que indica que ya no presentan obesidad (fig. 13). En la dieta estándar la mayor parte de sus individuos ($n=8$) presentan $Lee < 0.3$, aunque algunos individuos ($n=3$) aún presentan $Lee > 0.3$. Asimismo, los individuos normales de la dieta estándar tienen índices de Lee mayores que los individuos normales del resto de dietas.

Adicionalmente, se puede indicar que, para todos los grupos, la 6.^a semana es el momento más crítico en estos cambios, ya que en ese momento cerca de la mitad de sus individuos ha presentado el cambio de un estado obeso a un estado normal.

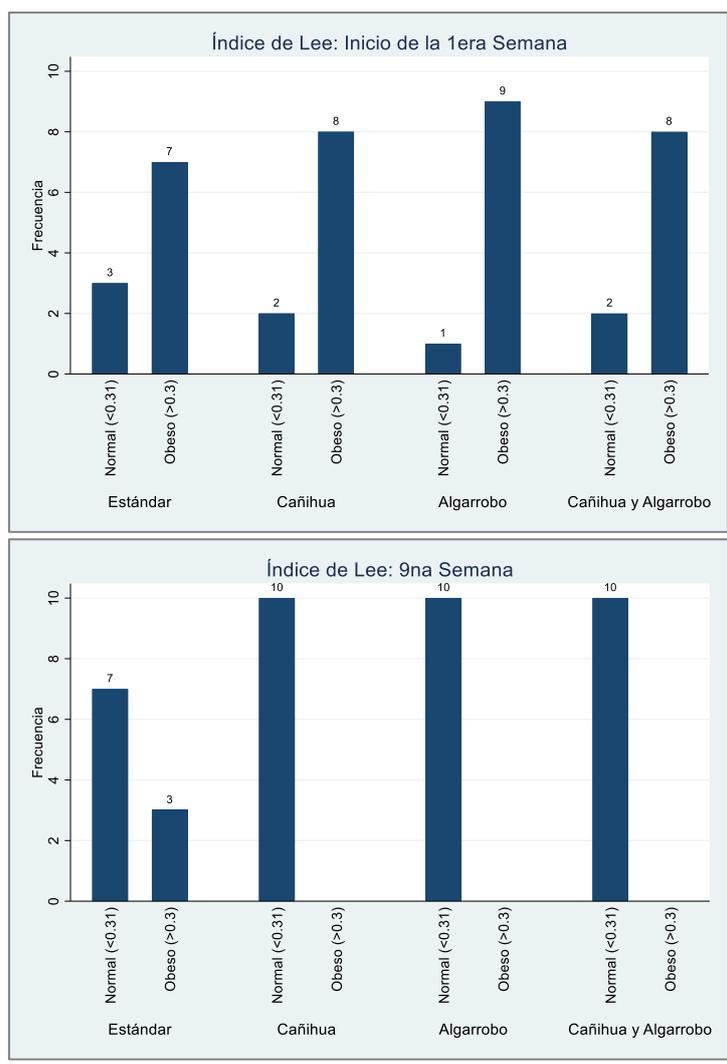


Fig. 6: frecuencias absolutas de individuos normales y obesos, al iniciar el tratamiento (arriba) y al finalizarlo (abajo).

Asimismo, en todos los grupos hubo un proceso de incremento, seguido de un decremento en el consumo (fig. 14). Los grupos de dieta estándar y algarrobo tuvieron un incremento del consumo, con un pico entre la cuarta a la quinta semana, y un decrecimiento al consumo hacia la novena semana. En el grupo del cañihua, el pico se dio a partir de la tercera semana y cayó a la 7.^a semana, mientras que el grupo de la dieta de cañihua-algarrobo su pico fue más tardío, recién a la 5.^a semana. Además, un incremento del consumo no significó un incremento del índice de Lee, salvo valores extremos para la dieta estándar.

Si bien la dieta estándar mantuvo un índice de Lee mayor al resto de dietas, su valor final fue el resultado de un proceso de decremento del índice desde la 5.^a semana del tratamiento.

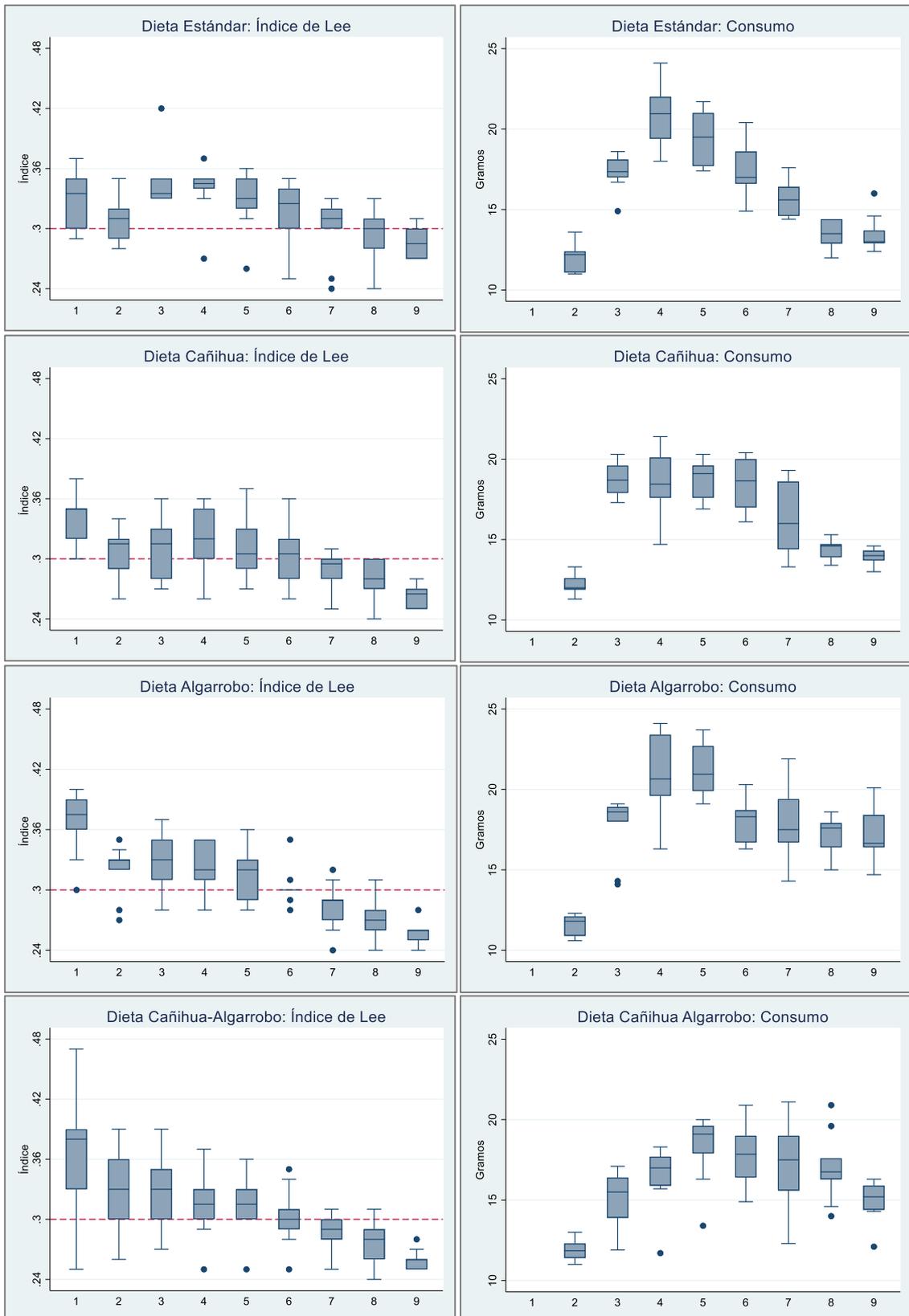


Fig.7: gráficos de caja y bigote del índice de Lee (izquierda) y Consumo (derecha) según los grupos de dieta. En el eje "X" está la semana 1 a la semana 9. La línea roja intermitente separa a los individuos obesos de los normales.

Respecto a hemoglobina (fig. 15 y fig. 16), se puede observar que al iniciar el tratamiento todos los grupos mantienen muchos individuos con niveles bajos (anemia). Al finalizar el tratamiento, ningún individuo presenta un nivel bajo de hemoglobina, distribuyéndose entre las categorías de hemoglobina normal y hemoglobina alta.

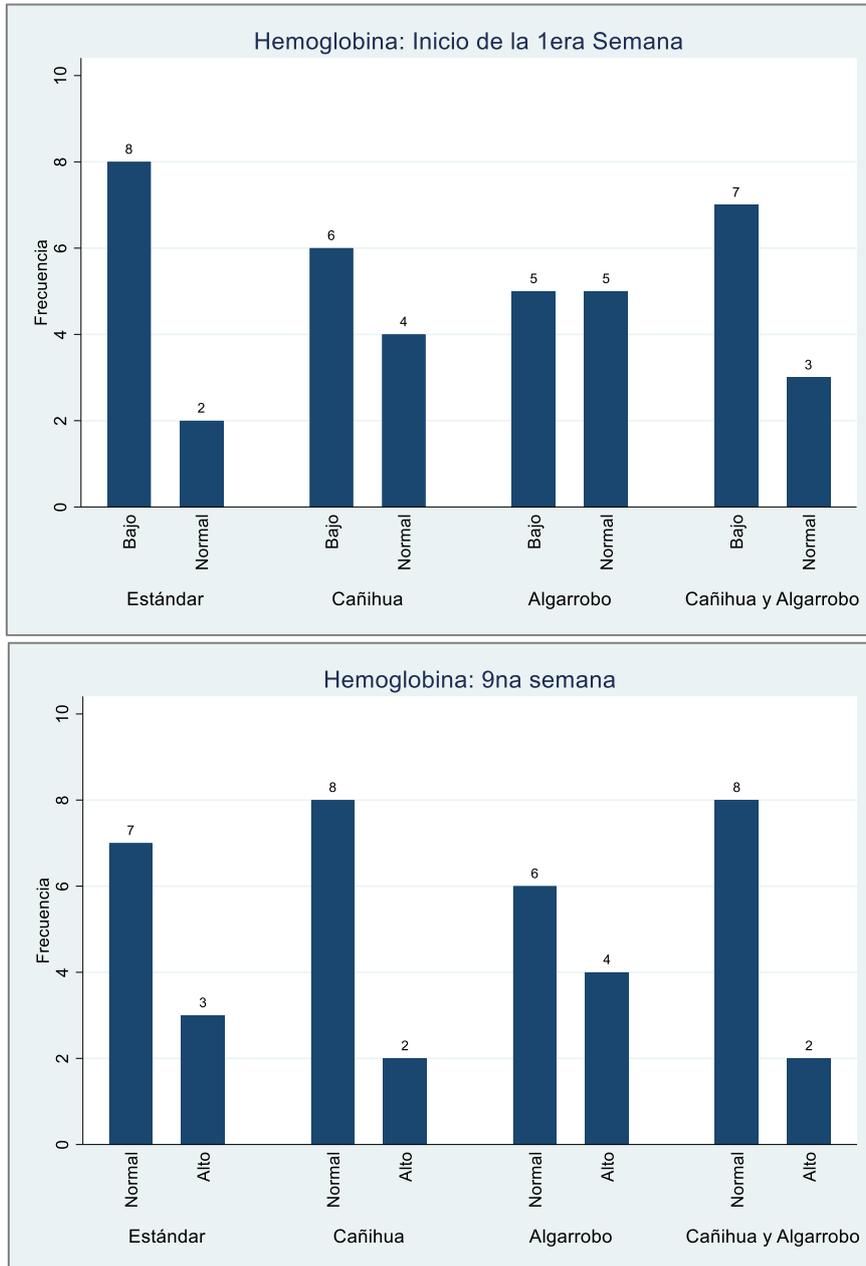


Fig.8: frecuencias absolutas de individuos según su nivel de hemoglobina, al iniciar el tratamiento (arriba) y al finalizarlo (abajo).

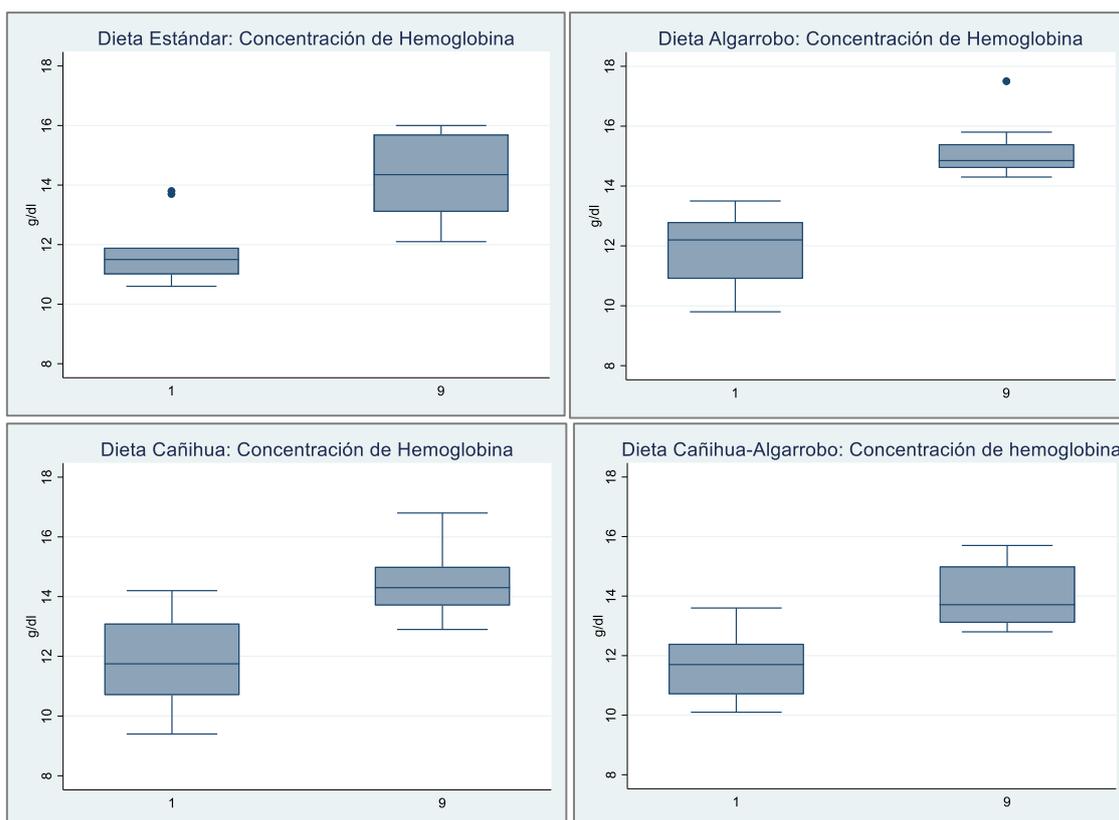


Fig. 2: gráficos de caja y bigote de la Hemoglobina según los grupos de dieta. En el eje "X" está la semana 1 y la semana 9.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

5.1. Discusión

Se observa que el valor de significancia observada (sig.) en casi todas las variables es menor al valor de la significancia teórica $\alpha = 0,01$, lo que permite señalar que existe diferencia estadísticamente significativa entre la semana de tratamiento 1 y la semana de tratamiento 9; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, 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 de la semana de vida N° 3 hasta la N° 11 en Universidad Agraria La Molina, durante el año 2021.

La obesidad es un problema de salud pública a nivel mundial y está relacionada con la inflamación, siendo esta una de las principales causas de morbilidad a nivel mundial (76). La anemia es un problema de salud pública de manera frecuente, el factor más frecuente está relacionado al déficit de hierro e incrementa los rangos de mortalidad en la población vulnerable (77). En el presente estudio se observó el efecto benéfico del consumo de los tratamientos de harina de cañihua, harina de algarrobo y combinados. Esto estaría disminuyendo el riesgo de padecer enfermedades subyacentes a las dislipidemias, tales como infarto al miocardio, aterosclerosis, entre otros. El tratamiento de harina de algarrobo mostró un efecto positivo respecto a los niveles de obesidad, un aumento en la concentración de hemoglobina con respecto a los otros tratamientos.

Actualmente, la medicina complementaria ha generado el interés de profesionales de la salud y comunidades. El uso de alimentos funcionales, como el algarrobo y la cañihua, han sido motivo de investigación debido a la aparición de estudios que relacionan su alto contenido en fitonutrientes con una actividad antioxidante por su contenido de nutrientes, principalmente, proteínas, aminoácidos, carbohidratos de cadena ramificada

y poco contenido de grasa (5) (14) (7) (15) (25). Sin embargo, no existe la suficiente evidencia científica del efecto benéfico del consumo de estos tratamientos de manera separada o unida. Por ello, el objetivo principal de este estudio fue el demostrar la influencia de las dietas de mezclas a base de productos andinos sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman durante el 2021.

Al aplicar los tratamientos con harina de algarrobo, harina de cañihua o ambas, se evidenció posteriormente una menor concentración de masa grasa y una mayor concentración de hemoglobina. Por ejemplo, la reducción del 100% de los individuos en el grupo GHA (50% de harina de algarrobo + 50% de dieta estándar) con respecto al GDE. Asimismo, en el grupo GHA se observó una mayor concentración de hemoglobina; esto hace referencia que la dispersión entre la población de dicho grupo es menor que la del resto, aunque no mostró una diferencia estadísticamente significativa. Sin embargo, no se observó cambios significativos en el grupo GHAYHC (33% de harina de algarrobo + 33% de dieta estándar +33% de harina de cañihua) con respecto a GHA y GHC, a pesar de una mezcla de los 3 tratamientos. En ese contexto, los resultados presentados concuerdan con Macias S., Binaghi M. et al, en el año 2013, donde se explica que el producto de harina de algarrobo cuenta con una gran cantidad de calcio, lo cual interviene como antagonista en la absorción del hierro (78). Por otro lado, Rush García en el año 2020, utilizó un derivado de algarrobo (algarrobina) en ratas albinas Holtzman que fueron inducidas a anemia. Los resultados que se obtuvieron fueron la elevación de los valores sanguíneos de forma significativa (32).

Con respecto al grupo GHA (50% de harina de algarrobo + 50% de dieta estándar) sí se observó una mayor longitud, también un menor nivel de índice de Lee y menores medidas en los perímetros, mostrando una diferencia estadísticamente significativa. Además, Estrella Tolentino, J. S., y Estrada Huatuco, Z. S. en el año 2021 indican que el consumo de harina de cañihua + quinua + vit c aumentaron los niveles de hemoglobina en ratas Holtzman, esto debido al alto contenido proteico de los granos andinos (cañihua y quinua) (79).

Por otro lado, el grupo GHC (50% de harina de cañihua + 50% de dieta estándar) se observó una mayor longitud, también un menor nivel de índice de Lee y menores medidas en los perímetros; estos mostraron una diferencia estadísticamente significativa. Esto sugiere que la mezcla de harina de algarrobo y harina de cañihua a dosis de 33% respectivamente, presentaron una mayor longitud, también un menor nivel de índice de Lee y menores medidas en los perímetros, mostrando una diferencia estadísticamente significativa. Esto probablemente se deba a la acción de los fructooligosacáridos, fibra, proteínas y carbohidratos complejos contenidos en ambos alimentos, ya sea juntos o separados, evitando un exceso de la lipólisis, es decir, un incremento en la liberación de ácidos grasos y generando también un efecto antiinflamatorio (15).

En un estudio donde se realizó el análisis proximal de la harina de algarrobo de manera sustitutoria con harina de trigo en galletas, se evidenció que las galletas elaboradas con base de harina de algarrobo cuentan con un porcentaje alto de proteínas, carbohidratos complejos, fibra y aminoácidos esenciales como la lisina, uno de los aminoácidos más importantes en la edad preescolar. Esto daría respuesta al crecimiento y a la poca masa grasa de la población, asimismo, el incremento de la concentración de la hemoglobina (80).

Es sugestiva la disminución observada en el peso corporal durante el proyecto bajo el tratamiento con harina de algarrobo y cañihua en su dosis como mezcla (GHAYHC). Se puede atribuir este comportamiento a las propiedades antiinflamatorias, fibra, proteínas y carbohidratos complejos de la harina de algarrobo; gracias a los flavonoides, poca cantidad de lípidos contenidos en la harina de cañihua (14). Pero, para confirmar este postulado es necesario realizar un estudio complementario con un mayor tiempo de duración en el tratamiento.

5.2. Conclusiones

En el presente estudio se muestra una tendencia prometedora y beneficiosa tras la aplicación del tratamiento con harina de algarrobo con respecto a la mayoría de los demás tratamientos.

Por lo tanto, se concluye que el tratamiento de harina de algarrobo puede tener potencial para el tratamiento de obesidad, puesto que el resultado para índice de Lee de los animales experimentales terminó con un rango normal.

Asimismo, el tratamiento de harina de algarrobo mostró un efecto positivo en el incremento de la longitud en los animales experimentales.

CAPÍTULO 3. RECOMENDACIONES

Una limitación de la presente investigación es que la harina de cañihua y la harina de algarrobo no son alimentos de uso cotidiano en la mesa familiar, debido a la poca difusión y marketing nutricional de dichos alimentos ocasionando el desconocimiento de la riqueza nutricional de los mismos. Por lo tanto, se recomienda continuar las investigaciones con la harina de algarrobo.

Las investigaciones posteriores que quedan abiertas en relación con los resultados obtenidos en el presente estudio serían ejecutar avances científicos en humanos a través de tipos de estudio sobre casos y controles.

Se sugiere a futuras investigaciones potenciar los tratamientos con harina de cañihua y harina de algarrobo y complementarlo con un alimento de origen animal como hígado, bazo, etc., con el objetivo de incorporar hierro hemínico.

Se recomienda a instituciones como el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (CENAN) incorporar a la tabla de composición de alimentos peruana la composición nutricional de harina de algarrobo. Asimismo, se sugiere incorporar información sobre la energía metabolizable y disponible sobre el alimento en mención.

Asimismo, se recomienda realizar investigaciones sobre la composición nutricional y otros beneficios sobre la salud de alimentos que se cultivan a nivel local y se consumen de manera cotidiana como el copoazú, más no están incorporados en la tabla de composición de alimentos peruanos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pasricha SR. Anemia: a comprehensive global estimate. *Blood*. 2014;123(5):611-2. Doi: 10.1182/blood-2013-12-543405
2. Quispe Carhuas, S. P. Anemia en niños de 6 a 35 meses asociado a bajo peso al nacer, según datos ENDES 2022 [tesis]. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2023. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNMS_6e0aef3ae2f2c26d88a300ae57276303/Details
3. Erazo BM. Visión global en relación a la obesidad. *Revista Médica Clínica Las Condes*. 2012;1;23(2):196-200. DOI: 10.1016/S0716-8640(12)70298-5
4. Luján del Castillo, C., & Gómez Guizado, G. L. (2023). Vigilancia de la situación del sobrepeso, obesidad y sus determinantes en el marco del Observatorio de Nutrición y estudio del sobrepeso y obesidad. Informe técnico 2023. Informe técnico 2023 (pp. 228-228). Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5800474/5146110-informe-tecnico-situacion-del-sobrepeso-y-obesidad-en-marco-observatorio-2023.pdf?v=1706903411>
5. Apaza-Romero D, Celestino-Roque S, Tantaleán-Susano K, Herrera-Tello M, Alarcón-Matutti E, Gutiérrez C. Sobrepeso, obesidad y la coexistencia de desnutrición crónica en niños menores de 5 años. *Revista Peruana de Epidemiología*. 2014;18(2):1-6. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=203131877005>
6. Latham MC. Carencia de hierro y otras anemias nutricionales. Capítulo 13. Latham MC. *Nutrición humana en el mundo en desarrollo*. Roma: FAO, Departamento de Agricultura. 2002:155-65.
7. De Benoist B, Cogswell M, Egli I, McLean E. Worldwide prevalence of anaemia 1993-2005; *Public Health Nutrition*. 2009;12(4):444-54. Doi:10.1017/S1368980008002401
8. Guardiola J, González-Gómez F. La influencia de la desigualdad en la desnutrición de América Latina: una perspectiva desde la economía. *Nutrición Hospitalaria*. 2010;25:38-43. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112010000900006
9. Ministerio de Salud del Perú. Norma técnica - Manejo terapéutico y preventivo de la anemia en niños, adolescentes, mujeres gestantes y puérperas [Internet]. Lima: MINSA; 2017 [citado 8 de mayo de 2019]. Disponible en: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4190.pdf>
10. García P, Pessah S, Lavado P, Villarán R. Plan Nacional para la Reducción y Control de la Anemia Materno Infantil y la Desnutrición Crónica Infantil en el Perú: 2017-2021. Lima: Ministerio de Salud; 2017.
11. Malo-Serrano M, Castillo N, Pajita D. La obesidad en el mundo. *Anales de la Facultad de Medicina*. 2017;78(2):173-178. DOI: <https://doi.org/10.15381/anales.v78i2.13213>
12. Villena Chávez JE. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en el Perú. *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia*. 2017;63(4):593-8. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2304-51322017000400012#:~:text=Se%20encontr%C3%B3%20una%20prevalencia%20de,\(tabla%201\)\(3\).](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2304-51322017000400012#:~:text=Se%20encontr%C3%B3%20una%20prevalencia%20de,(tabla%201)(3).)

13. Torres Mendoza, H. F. (2023). Factores maternos asociados a la desnutrición crónica en niños menores de 5 años en el Perú, análisis secundario del ENDES 2022.
14. Bravo R, Valdivia R, Andrade K, Padulosi S, Jäger M. Granos andinos: avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañihua y kiwicha en Perú [Internet]. 2010. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10568/104702>
15. Lamadrid Ibáñez JA. Propiedades nutricionales y funcionales del fruto del algarrobo (*Hymenaea Courbaril* Linneaus): una fuente de nutrientes con potencial aplicación en alimentos funcionales [tesis]. Antioquía: Corporación Universitaria Lasallista. Disponible en: http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2583/1/Propiedades_Nutricionales_Funcionales_algarr.pdf
16. Lostaunau LR. Pobreza y desnutrición en el Perú: Explorando la última década. *Pensamiento Crítico* [Internet]. 2008;8:049-61. DOI: <https://doi.org/10.15381/pc.v8i0.9145>
17. Zavaleta N, Astete-Robilliard L. Efecto de la anemia en el desarrollo infantil: consecuencias a largo plazo. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública* [Internet]. 2017;34:716-22. DOI: <http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2017.344.3251>
18. Pajuelo-Ramírez J. La obesidad en el Perú. *Anales de la Facultad de Medicina* [Internet]. 2017;78(2):179-185. DOI: <https://doi.org/10.15381/anales.v78i2.13214>
19. Grados N, Ruiz W, Cruz G, Díaz C, Puicón J. Productos industrializables de la algarroba peruana (*Prosopis pallida*): algarrobina y harina de algarroba. *Multequina* [Internet]. 2000;9(2):119-32. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-73292000000200008
20. Gade DW. Ethnobotany of cañihua (*Chenopodium pallidicaule*), rustic seed crop of the Altiplano. *Economic Botany*. 1970;24(1):55-61.
21. Schrotlin RN, Secchi CM. Producto alimenticio elaborado a base de harina de algarroba y mijo adecuado para personas con intolerancia al gluten. Actualización en *Nutrición* [Internet]. 2018;19(4):113-21. Disponible en: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/02/970201/rsan_19_4_113.pdf
22. Cáceres RÁ. Estadística aplicada a las ciencias de la salud. Madrid: Ediciones Díaz de Santos; 2007.
23. Boeri P, Piñuel L, Sharry SE, Barrio DA. Caracterización nutricional de la harina integral de algarroba (*Prosopis alata*) de la norpatagonia Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía* [Internet]. 2017;116(01): 129-140. Disponible en: https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/61879/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
24. Loza Quispe G. Evaluación de productos alternativos a partir del fruto de algarrobo (*Prosopis chilensis*) y (*Prosopis Flexuosa*), para la nutrición humana, en comunidades del municipio de Mecapaca segunda sección del departamento de La Paz [Tesis]. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés; 2016. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/10545>
25. Anaya González, R. B., De La Cruz Fernández, E., Cándor Alarcón, R., Espitia Rangel, E., Navarro Torres, R., & Rivera Villar, J. Evaluación de formulaciones de galletas antianémicas con diferentes contenidos de quinua y diferentes contenidos en hierro hemínico, por reducción de anemia en ratas holtzman. *Revista Boliviana de Química* [Internet]. 2020;37(2),74-84. Disponible en:

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S0250-54602020000200002&script=sci_abstract

26. Alamo Farroñan MR. Caracterización fisicoquímica de la harina de algarroba (*Prosopis Pallida*) del distrito de Illimo [Tesis]. Pimentel: Universidad Señor de Sipán; 2019. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/6557>
27. Huamán Guzmán WA. Estrés oxidativo, bioquímica sérica y adiposidad en ratas obesas alimentadas con grasa saturada y sometidas al ejercicio físico [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2019. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4151>
28. Bernuy Osorio ND. Influencia del consumo de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willds.*) en tejido adiposo e histomorfometría intestinal en ratas obesas.
29. Uculmana Morales CG. Productos antiobesidad sobre el peso, bioquímica sanguínea, biometría, deposición de grasa y expresión génica en ratas Holtzman inducidas a obesidad [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2018. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3637>
30. Quispe Romero AF. Efectos del complemento dietético con Cañihua y concentrado de Alfalfa en los niveles de hemoglobina en niños de 3 a 5 años de edad del distrito de Coata–Puno 2016 [Tesis]. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa; 2018. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/6ce1ee7d-6833-4295-9644-7a825256f84c>
31. Lipa Jaillita O. Efecto del consumo de suplementos nutricionales y galletas de cañihua en el nivel de hemoglobina en niños de 6 a 36 meses con anemia ferropénica, del Establecimiento de Salud Coata Puno 2016 [Tesis]. Universidad Nacional del Altiplano; 2016. Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3278587>
32. Rush García, M. C. Efecto de la “algarrobina” sobre la hemoglobina y hematocrito en ratas albinas luego del consumo de *Camellia sinensis* “té negro” en la dieta [Tesis]. Universidad Ricardo Palma; 2020. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/5251>
33. Luzón Atarama, J. S. Índice glicémico de la algarrobina y harina derivados de la vaina del *Prosopis pallida* (algarrobo) en ratas [Tesis]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2021. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/c3ac08ea-4ee3-4bf0-8ee8-07c34d6bf840>
34. Ministerio de Salud. Guía Técnica. Procedimiento para la determinación de la hemoglobina mediante hemoglobímetro portátil. Instituto Nacional de Salud. Lima; 2018.
35. Fonseca P, Contreras N, Salazar N, Vizcaya T. El hierro: el aliado de la alimentación. *La química de los alimentos*. 2016:117.
36. Forrellat Barrios M. Regulación del metabolismo del hierro: dos sistemas, un mismo objetivo. *Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia* [Internet]. 2016;32(1):4-14. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-02892016000100002
37. Martínez C, Ros G, Periago MJ, López G. Biodisponibilidad del hierro de los alimentos. *Arch Latinoam Nutr* [Internet]. 1999;49(2):106-3. Disponible en: <https://www.alanrevista.org/ediciones/1999/2/art-3/>
38. Sermini Carmen Gloria, Acevedo María José, Arredondo Miguel. Biomarcadores del metabolismo y nutrición de hierro. *Rev. perú. med. exp. salud publica* [Internet].

- 2017[citado 2021 Jul 08];34(4):690-698. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2017.344.3182>
39. Marin M, Vásquez W. Principales factores sociales que influyen en la variación de hemoglobina [Tesis]. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca; 2014.
 40. Ministerio de Salud del Perú. Situación de deficiencia de hierro y anemia. Panamá: UNICEF; 2006.
 41. Sociedad Argentina de Pediatría. Deficiencia de hierro y anemia ferropénica. Guía para su prevención, diagnóstico y tratamiento. Arch Argent Pediatr [Internet]. 2017;115(4):68-82. Disponible en: https://www.sap.org.ar/uploads/consensos/consensos_deficiencia-de-hierro-y-anemia-ferropenica-guia-para-su-prevencion-diagnostico-y-tratamiento--71.pdf
 42. de Paz R, Canales M, Hernández F. Anemia ferropénica. Medicina Clínica [Internet]. 2006;127(3):100-3. DOI: <https://doi.org/10.1157/13090266>
 43. 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]. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2012. Disponible en: <https://dokumen.tips/documents/universidad-central-del-ecuador-facultad-de-tesis-para-optar-por-el-titulo.html?page=1>
 44. Ministerio de Salud. Resolución Ministerial N° 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. Lima: MINSA; 2016.
 45. Sociedad Argentina de Pediatría. Anemia ferropénica. Guía de diagnóstico y tratamiento. Arch Argent Pediatr [Internet]. 2009;107(4):353-61. Disponible en: <https://www.sap.org.ar/uploads/consensos/anemia-ferrop-eacutenica-gu-iacutecade-diagn-oacutestico-y-tratamiento.pdf>
 46. Maddelaine HS. Lípidos: Características principales y su metabolismo. Revista de Actualización Clínica Investiga [Internet]. 2014; 41: 2142-2145. Disponible en: http://revistasbolivianas.umsa.bo/pdf/raci/v41/v41_a04.pdf
 47. Suárez-Carmona W, Sánchez-Oliver AJ, González-Jurado JA. Fisiopatología de la obesidad: Perspectiva actual. Revista Chilena de Nutrición [Internet]. 2017;44(3):226-33. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182017000300226
 48. Pajuelo-Ramírez J. La obesidad en el Perú. Anales de la Facultad de Medicina [Internet]. 2017;78(2):179-185. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182017000300226>
 49. Castro de Frutos NM. La obesidad, un estado de envejecimiento prematuro: estudio conductual, inmunitario y de estrés oxidativo en modelos murinos [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2016. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=129037>
 50. Bravo R, Valdivia R, Andrade K, Padulosi S, Jäger M. Granos andinos: avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañihua y kiwicha en Perú [Internet]. 2010. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10568/104702>
 51. Ayala G. Aporte de los cultivos andinos a la nutrición humana. En Seminario, J. et al.(Eds). Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento ya la capacitación. 2004:101-12. Disponible en: https://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/07_Aporte_cultivos_andinos_nutric_human.pdf

52. Cortés Cortés ME, Iglesias León M. Generalidades sobre metodología de la investigación. Campeche: Universidad Autónoma del Carmen; 2004.
53. Hernández-Sampieri R, Torres CP. Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill Interamericana; 2018.
54. Pallás JM, Villa JJ. Métodos de investigación clínica y epidemiológica. Elsevier; 2019 Jun 14.
55. Pérez López C. Técnicas de muestreo estadístico: teoría, práctica y aplicaciones informáticas. México: Ibergarceta; 2000.
56. Bejarano L, Mormontoy W, Tipacti C. Muestreo e inferencias estadísticas en ciencias de la salud. Lima: 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.
59. Suárez Román G, Perera Calderín A, Clapés Hernández S, Fernández Romero T, Egaña Morales E. Estandarización de un modelo para inducir obesidad en ratas. Medisur [Internet]. 2013;11(5):569-73. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2013000500014
60. Antonio DM, Cossio Bolanos MR, Campos G, De Arruda M, Tadeo R, Fogaca H. Valores de confiabilidad de indicadores somáticos en ratas machos wistar. An Fac med [Internet]. 2012;73(2):93-100. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v73n2/a03v73n2.pdf>
61. Tay Maurtua JL. Ácidos grasos omega-3 y fibrato sobre el peso, biometría, análisis bioquímicos, deposición de grasa y expresión génica en ratas obesas [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2018. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3774>
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 [Internet]. 2016;33:288-99. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342016000200015
63. Caridad LG, Blanco D, Peña A, Ronda M, González BO, Arteaga ME, Bada AM, González Y, Mancebo A. Valores hematológicos y bioquímicos de las ratas Sprague Dawley producidas en CENPALAB, Cenp: SPRD. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria [Internet]. 2011;12(11):1-0. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63622049001.pdf>
64. Ruiz, S, Coy P, Pellicer T, Ramírez, A. Manual de prácticas de fisiología animal veterinaria. Murcia: EDITUM; 1995.
65. Mayans DE, Martell M. Estimación del valor calórico de la leche materna mediante la técnica del crematocrito. Rev Med Uruguay. 1994;10:160-4.
66. Langini SH, Río de Gómez del Río ME, Pita Martín de Portela ML. Protoporfirina eritrocitaria durante la recuperación nutricional en ratas. Arch. latinoam. nutr. 1999;238-43.
67. National Research Council. Nutrient requirements of laboratory animals. Washington DC: National Academies Press (US); 1995.

68. Lima Rodríguez HI. Elaboración de software para la formulación de dieta balanceada animal al mínimo costo con visual basic script de Excel [Tesis]. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco; 2016. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNS_2c9a43d651e42d77a004411659ddf437
69. Caqui Pérez FM. Aceite de coco virgen y ejercicio físico sobre la capacidad antioxidante, somatometría, grasa corporal y bioquímica sanguínea en ratas obesas [Tesis]. Universidad Nacional Agraria La Molina; 2019. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4237>
70. Reyes García M, Gómez-Sánchez Prieto I, Espinoza Barrientos C. Tablas peruanas de composición de alimentos. Lima: Instituto Nacional de Salud; 2017.
71. UCM. Introducción a Stata. Ventajas de utilizar Stata. Universidad Complutense de Madrid. Madrid: 2015. Disponible en: https://www.ucm.es/data/cont/docs/430-2015-06-22-stata_8%20en%20castellano.pdf
72. Moore DS. Estadística aplicada básica. Barcelon: Antoni Bosch; 2005.
73. Tabachnick B, Fidell L. Using Multivariate Statistics. 6ta ed. Boston: Pearson Education; 2013.
74. Martin J. Población de estudio y muestreo en la investigación epidemiológica. Nure investigación [internet]. 2004;1(10):[3 p].
75. Guide for the care and use of Laboratory Animals. Octava. Washington, DC: National Academy of Sciences; 2011.
76. Tisner Burillo, Cristina. Obesidad y sobrepeso [Tesis]. Madrid: Pontificia Universidad de Comillas; 2021. Disponible en: <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/50946/TFG-%20Tisner%20Burillo%2c%20Cristina%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
77. Salazar, David Israel Garrido, et al. Prevalencia de anemia en niños de dos escuelas rurales a diferentes altitudes. Un estudio transversal. Acta Pediátrica de México. 2018:289-298.
78. Macías S., Binaghi M, et al. Desarrollo de galletas con sustitución parcial de harina de trigo con harina de algarrobo (*Prosopis alba*) y avena para planes sociales. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos [internet]. 2013; 4(2): 170-188. Disponible en: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20143022146>
79. Estrella Tolentino, J. S., & Estrada Huatuco, Z. S. (2022). Evaluación de la actividad antianémica de la harina de quinua (*chenopodium quinoa willd*) variedad negra collana y kañihua (*chenopodium pallidicaule aellen*) variedad ramis en ratas anémicas cepa Holtzman, Lima-2020 [Tesis]. Lima: Universidad Norbert Wiener; 2022. Disponible en: <https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/20.500.13053/6724?locale-attribute=es>
80. Macías S, Binaghi M, Zuleta A, Ronayne P, Costa K, Generoso S. Desarrollo de galletas con sustitución parcial de harina de trigo con harina de algarroba (*Prosopis alba*) y avena para planos sociales. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 2013; 4 (2): 170-88.

ANEXOS

ANEXO 01: OPERALIZACIÓN DE VARIABLES

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES PRINCIPALES

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 (9).	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.	Cualitativa	< 0.3 > 0.3	Nominal	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

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES SECUNDARIAS

Variables	Dimensión	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo	Indicadores	Escala	Valor/ Categoría
Edad	-	Tiempo que ha transcurrido de un ser vivo desde su nacimiento hasta la actualidad (62).	Numero de meses cumplidos de la rata desde su nacimiento hasta el momento donde empieza el estudio	Cuantitativa	Meses	Razón	Edad en meses
Peso	-	Masa de un individuo que lo atrae a la tierra y puede ser expresado en kg o g (62).	Los gramos que tiene la rata en el momento de la realización del estudio	Cuantitativa	Gramos	Razón	Peso en gramos
Humedad	-	Presencia de agua u otro líquido en un cuerpo o ambiente (62).	Condición ambiental en el que se mantiene el animal de experimentación	Cuantitativa	Porcentaje	Intervalo	Porcentaje de humedad
Temperatura Corporal	-	Magnitud física que expresa el grado de calor de un cuerpo (62).	Homeostasis del animal de experimentación para tener las respuestas estándares.	Cuantitativa	C°	Intervalo	Temperatura en grados Celsius
Temperatura Ambiental	-	Magnitud física que expresa el grado de calor del ambiente (62).	Condición ambiental en el que se mantiene el animal de experimentación para tener respuestas estándares	Cuantitativa	C°	Intervalo	Temperatura en grados Celsius

ANEXO 02: CARTA DE APROBACION DEL COMITÉ DE ETICA DE LA
UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE



Nº Reg. : CE-832

Los Olivos, 19 de Agosto de 2021

**CARTA DE APROBACIÓN DEL PROTOCOLO DE PROYECTO DE TESIS POR EL COMITÉ DE
ÉTICA EN INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

Srta.

María Antonela Iman Ibarra

Por medio de la presente me permito hacer de su conocimiento que se ha realizado la
revisión de su Proyecto de Tesis.

**"Influencia de dietas a base de mezclas de productos andinos sobre el estado nutricional
bioquímico y antropométrico en ratas Holtzman"**

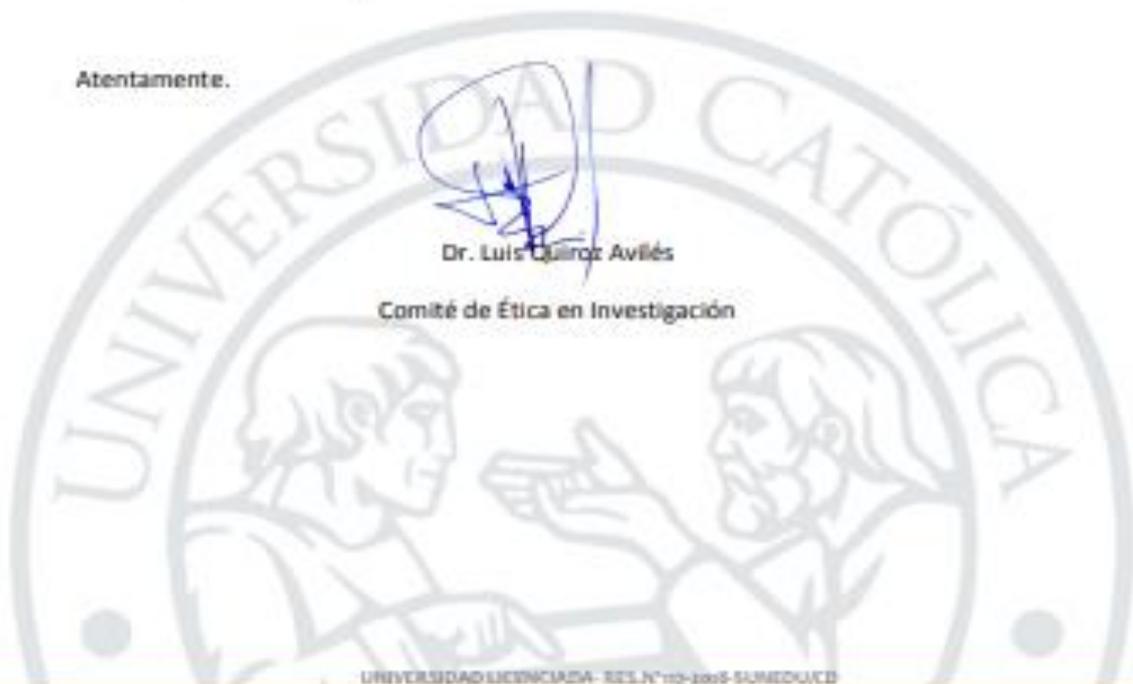
Cuyo asesor es la profesora María del Carmen Taipe Aylas. Se emite la presente CARTA DE
APROBACIÓN, a fin de que prosiga con los trámites correspondientes en la elaboración de
su Proyecto de Tesis.

Sin otro particular me despido de usted.

Atentamente.

Dr. Luis Quiroz Avilés

Comité de Ética en Investigación



UNIVERSIDAD LICENCIADA - RES. N° 127-2005-SUNEDUC/CD

ANEXO 03: CARTA DE APROBACION DEL PARTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

La Molina, 05 de Agosto del 2021
LENA 040/2021

Dr.
CARLOS VILCHEZ PERALES
Director Dpto. Académico de Nutrición

Presente:

Tengo a bien dirigirme a usted, para saludarlo y solicitarle que la **Lic. Maria Antonela Iman Ibarra DNI: 71260839** pueda ingresar a la Universidad Nacional Agraria La Molina, para que pueda conducir su tesis en el Bioterio. La Lic Maria Antonela tendrá como co-asesora a la **Dra. Maria Elena Villanueva Espinoza**, profesora principal del Dpto de Nutrición. La tesis en mención tiene una duración aproximada de 3 meses. Agradeceré continuar el proceso para permitir su ingreso ante las instancias correspondientes.

Se adjunta información general del proyecto y DNI de la licenciada.

Sin otro particular, y agradeciendo la atención brindada, quedo de usted.

Atentamente,

Dr. Carlos Gómez Bravo
Jefe Laboratorio de Evaluación
Nutricional de Alimentos



ANEXO 04: REALIZACIÓN DE LA SEGUNDA FASE DEL PROYECTO



**ACONDICIONAMIENTO
DE LA POBLACIÓN**



**MEZCLA DE LAS HARINAS PARA LA
ALIMENTACIÓN DE LA POBLACIÓN**



**PRIMERA MEDICIÓN
BIOQUÍMICA**



**PRIMERAS MEDICIONES
MORFOLÓGICAS**



**SEGUNDA MEDICIÓN
BIOQUÍMICA**



ALIMENTACIÓN

ANEXO 05: VALORES HEMATOLOGICOS DE 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 - 93.3	36.7 - 40.6

ANEXO 06: INSTRUMENTOS



BALANZA PARA ALIMENTOS



BALANZA PARA ROEDORES



CINTA MÉTRICA



HEMOGLOBINOMETRO



PLICÓMETRO



MEZCLADORA DE ALIMENTOS

ANEXO 07: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Influencia de dietas a base de mezclas de productos andinos sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman	
PROBLEMAS	OBJETIVOS
Problema General	Objetivo 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, durante el 2021?	Demostrar la influencia de las dietas de mezclas a base de productos andinos sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman, durante el 2021.
Problemas Específicos	Objetivos específicos
¿Cuál es la influencia de la dieta estándar sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman, durante el 2021?	Determinar la influencia de la dieta estándar sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman, durante el 2021.
¿Cuál es la influencia de la dieta a base de harina de algarrobo sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman, durante el 2021?	Determinar la influencia de la dieta a base de harina de algarrobo sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman, durante el 2021.
¿Cuál es la influencia de la dieta a base de harina de cañihua sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman, durante el 2021?	Determinar la influencia de la dieta a base de harina de cañihua sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman, durante el 2021.
¿Cuál es la influencia de la dieta de mezclas de harina de algarrobo y harina de cañihua sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman, durante el 2021?	Determinar la influencia de la dieta de mezclas de harina de algarrobo y harina de cañihua sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman, durante el 2021.
¿Cuáles son las diferencias estadísticas entre la dieta basal, dieta a base de harina de algarrobo, a base de harina de cañihua y la mezcla entre la harina de algarrobo y cañihua?	Identificar las diferencias estadísticas entre la dieta basal, dieta a base de harina de algarrobo, a base de cañihua y la mezcla entre la harina de algarrobo y cañihua.
HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES
H1: Existe influencia de las diferentes dietas de mezclas a base de productos andinos sobre el estado nutricional bioquímico y morfológico en ratas Holtzman, durante el 2021.	Variable independiente: Grupos de tratamiento (dietas)
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, durante el 2021.	Variable dependiente: Concentración de Hemoglobina, Índice de Lee, perímetro abdominal, perímetro de cuello, longitud
POBLACIÓN Y MUESTRA	ALCANCE Y DISEÑO
POBLACIÓN: La población de la presente investigación contempla 40 ratas de la cepa Holtzman en Universidad Agraria La Molina durante el 2021-2022 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 . Ratas que hayan sido usadas en otros estudios.	Diseño: Experimental Alcance: Explicativo
INSTRUMENTOS	ANÁLISIS ESTADÍSTICO
* Valores hematológicos de roedores * Balanzas * Hemoglobinómetro * Tiras reactivas de hemoglobina * Dieta estándar * Máquina mezcladora de alimentos * Tabla peruana de alimentos * RDI de roedores	*Se realizó el análisis utilizando el paquete estadístico STATA versión 16. *Se aplicaron pruebas para el análisis multivariado (MANOVA) para la comparación de las variables entre grupos. *Para la comparación entre pares de grupos se utilizó la prueba de Bonferroni.