



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE NUTRICIÓN HUMANA



EFECTO DEL CONSUMO DE EXTRUIDOS DE CAÑIHUA (*CHENOPODIUM PALLIDICAULE*) EN LOS INDICADORES DE RESISTENCIA A LA INSULINA EN RATAS WISTAR – PUNO 2023

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. MARITZA MAMANI CONDORI

Bach. YUDITH HEDY CATACHURA CATACHURA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADA EN NUTRICIÓN HUMANA

PUNO – PERÚ

2024



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**EFFECTO DEL CONSUMO DE EXTRUIDOS
DE CAÑIHUA (CHENOPODIUM PALLIDIC
AULE) EN LOS INDICADORES DE RESIST
EN**

AUTOR

**MARITZA MAMANI CONDORI YUDITH H
EDY CATACHURA CATACHURA**

RECuento DE PALABRAS

18659 Words

RECuento DE CARACTERES

105350 Characters

RECuento DE PÁGINAS

112 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

29.8MB

FECHA DE ENTREGA

Jun 26, 2024 11:19 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jun 26, 2024 11:23 AM GMT-5

● 16% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 14% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)




Dr. Tania L. Barra Quispe
NUTRICIONISTA
CNP: 5300


M.Sc. Silvia Elizabeth Alejo Yiso
SUI COORDINADORA DE INVESTIGACIÓN
E.P.N.H. UNA

Resumen



DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis a **Dios** por darme el maravilloso regalo de la vida, permitirme cumplir mis metas, cuidarme y guiarme por el buen camino en este corto recorrido de vida, brindarme las fuerzas, el coraje y la valentía para desarrollar la presente investigación y continuar cumpliendo mis sueños.

A mis padres **Juan Mamani Ticona** y **Norma Condori Chambi**, por toda sus enseñanzas, apoyo, cariño y comprensión que me brindaron desde que llegue a esta vida, por educarme con valores y principios, por motivarme a ser una buena profesional y a mejorar como persona, por nunca dejarme sola y alentarme a ser siempre la mejor, por su gran compañía y soporte durante toda mi etapa de formación profesional.

A mi hermano **Juan Jefferson Mamani Condori**, por su compañía y apoyo, por sus palabras de aliento y por ser una de mis más grandes motivaciones para seguir creciendo y nunca rendirme.

MARITZA MAMANI CONDORI



DEDICATORIA

Lleno de satisfacción, de amor y esperanza, dedico esta tesis, a **Dios** por ser mi guía y compañía, por darme fortaleza y estar presente en cada momento de mi vida para seguir adelante y cumplir con mis objetivos.

A mis queridos padres **Porfirio Catachura Quispe** y **Agrepina Catachura Aro** por brindarme su amor, comprensión y apoyo incondicional, quienes han sido mis pilares para seguir adelante durante mi formación profesional y hacer de mí una mejor persona inculcándome valores de perseverancia y dedicación.

A mi querida hermana **Leslie Sara Catachura Catachura** por su amor y confianza, por estar siempre a mi lado apoyándome emocionalmente para continuar y cumplir con mis objetivos.

Dedico los resultados de este trabajo de tesis a toda mi familia, quienes estuvieron en los malos y buenos momentos, por brindarme su apoyo moral y emocional a lo largo de mi trayectoria de formación profesional.

YUDITH HEDY CATACHURA CATACHURA



AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro cordial y afectuosa gratitud a todos los colaboradores que han apoyado en la realización de la presente tesis. Agradecemos a nuestra alma mater, la **Universidad Nacional del altiplano**, Facultad de **Ciencias de la Salud**, Escuela Profesional de **Nutrición Humana** y a la plana docente por su pasión, dedicación y sus sabias enseñanzas durante el periodo de nuestra formación profesional.

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a nuestra apreciada asesora de tesis, **Dr. Tania Laura Barra Quispe**, por el tiempo brindado para las correcciones, sugerencias y el encaminamiento adecuado de esta tesis, así mismo por su apoyo, consejos, servicio y comprensión brindada. Su amabilidad, respeto, responsabilidad y honestidad es nuestro ejemplo e inspiración para continuar con nuestra mejora profesional y personal.

Agradecemos a los investigadores científicos por su valioso aporte en el área, en especial queremos agradecer a la **Dr. Tatiana Paulina Valdivia Barra** por su investigación denominada “Obtención de harinas instantáneas en base a extruidos de cañihua y trigo” el cual fue nuestra base para la presente investigación.

Agradecemos al **Dr. Félix Paúl Garnica Alata**, Médico Cirujano especialista en anatomía patológica por su colaboración en la obtención e interpretación de la proporción del tejido adiposo, el cual fue un dato valioso para el desarrollo de esta investigación.

Así mismo, queremos agradecer al ingeniero estadístico, **Dr. Juan Reynaldo Paredes Quispe** por su apoyo y colaboración en el tratamiento e interpretación estadística de la presente tesis.

MARITZA MAMANI CONDORI

YUDITH HEDY CATACHURA CATACHURA



ÍNDICE DE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE DE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	15
ABSTRACT.....	16
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
1.3. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	21
1.3.1. Hipótesis general.....	21
1.3.2. Hipótesis específicas	21
1.4. JUSTIFICACIÓN	22
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
1.5.1. Objetivo general:.....	24
1.5.2. Objetivos específicos:	24
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	25



2.1.1. Internacional.....	25
2.1.2. Nacional	26
2.1.3. Local.....	28
2.2. MARCO TEÓRICO	28
2.2.1. Cañihua	28
2.2.2. Alimentación alta en carbohidratos refinados.....	32
2.2.3. Resistencia a la insulina y diabetes	32
2.2.4. Ratas Wistar	37
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	38
2.3.1. Resistencia a la insulina (RI).....	38
2.3.2. Diabetes mellitus (DM).....	38
2.3.3. Obesidad.....	39
2.3.4. Extrusión	39
2.3.5. Extruido de cañihua.....	39

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	40
3.2. ÁMBITO DE ESTUDIO	41
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO	41
3.3.1. Población.....	41
3.3.2. Muestra.....	41
3.4. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.....	42
3.4.1. Criterios de inclusión	42
3.4.2. Criterios de exclusión.....	42
3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	43



3.6. MÉTODOS, TÉCNICAS, PROCEDIMIENTOS, MATERIALES E INSTRUMENTOS	44
3.6.1. Método de investigación	44
3.6.2. Para determinar los niveles de glicemia antes y después del consumo de extruidos de cañihua en ratas macho tipo Wistar.	46
3.6.3. Para determinar los niveles de insulina antes y después del consumo de extruidos de cañihua y trigo en ratas macho tipo Wistar.....	47
3.6.4. Para evaluar la ganancia del tejido adiposo posterior al consumo del tratamiento I, II y III de las unidades experimentales (ratas macho tipo Wistar).....	49
3.6.5. Comparación de las diferencias de glicemia e insulinemia pre y post tratamiento I y II en las unidades experimentales (ratas Wistar).	52
3.6.6. Comparación de las diferencias del tejido adiposo de las unidades experimentales (ratas Wistar) sometidas a los diferentes tratamientos (I, II y III) versus el grupo control.....	53
3.7. DESCRIPCIÓN DE PROCESAMIENTO DE DATOS	53
3.8. CONSIDERACIONES ÉTICAS	54

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	55
4.1.1. Niveles de glicemia antes y después del consumo de extruidos de cañihua en ratas wistar.	55
4.1.2. Niveles de insulinemia antes y después del consumo de extruidos de cañihua en ratas wistar	58



4.1.3. Ganancia del tejido adiposo posterior al consumo del tratamiento (I, II Y III) en ratas wistar.....	60
4.1.4. Diferencias de glicemia e insulinemia pre y post tratamiento (I, II y III) en las ratas wistar.	62
4.1.5. Diferencias del tejido adiposo de las ratas wistar sometidas al tratamiento I, II, III versus el grupo control.	71
V. CONCLUSIONES	76
VI. RECOMENDACIONES	77
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
ANEXOS.....	92

Área: Nutrición Humana.

Línea: Atención nutricional a personas sanas y enfermas en las diferentes etapas de la vida

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 02 de Julio del 2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Operacionalización de variables	43
Tabla 2 Análisis de varianza en diseño de bloques completamente al azar (ANVA - DBCA)	57
Tabla 3 Análisis de varianza en diseño de bloques completamente al azar (ANVA - DBCA)	59
Tabla 4 Comparación de proporciones de tejido adiposo abdominal de los 3 grupos experimentales (I, II y III) con el grupo control	61



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Distribución de muestra	40
Figura 2 Flujo del proceso de elaboración del extruido de cañihua.	45
Figura 3 Niveles de glucosa en sangre (mg/dl) antes y después de la experimentación en los grupos experimentales (Grupo I, II y III) y de control	55
Figura 4 Niveles de insulina en sangre (UI/ml) antes y después de la experimentación en los grupos experimentales (Grupo I, II y III) y de control	58
Figura 5 Porcentaje de tejido adiposo posterior a la experimentación en los grupos experimentales (Grupo I, II y III) y de control.	60
Figura 6 Diferencia en los niveles de glucosa (mg/dl) en sangre entre el grupo experimental I (extruidos de cañihua al 100%) y el grupo de control.	62
Figura 7 Diferencia en los niveles de glucosa (mg/dl) en sangre entre el grupo experimental II (extruidos de cañihua al 45% - 45% de harina de trigo – 10% de azúcar) y el grupo de control.....	63
Figura 8 Diferencia en los niveles de glucosa (mg/dl) en sangre entre el grupo experimental III (extruidos de cañihua al 90% - 10% de azúcar) y el grupo de control.	64
Figura 9 Diferencia en los niveles de insulina (UI/ml) en sangre entre el grupo experimental I (extruidos de cañihua al 100%) y el grupo de control.	67
Figura 10 Diferencia en los niveles de insulina (UI/ml) en sangre entre el grupo experimental II (extruidos de cañihua al 45% - 45% de harina de trigo – 10% de azúcar) y el grupo de control.....	68



Figura 11 Diferencia en los niveles de insulina (UI/ml) en sangre entre el grupo experimental III (extruidos de cañihua al 90% - 10% de azúcar) y el grupo de control.	69
Figura 12 Diferencia en el porcentaje de tejido adiposo entre el grupo experimental I (extruidos de cañihua al 100%) y el grupo de control.	71
Figura 13 Diferencia en el porcentaje de tejido adiposo entre el grupo experimental II (extruidos de cañihua al 45% - 45% de harina de trigo – 10% de azúcar) y el grupo de control.	72
Figura 14 Diferencia en el porcentaje de tejido adiposo entre el grupo experimental III (extruidos de cañihua al 90% - 10% de azúcar) y el grupo de control.	73



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1 Tabla de base de datos de las variables glucosa, insulina y tejido adiposo	93
ANEXO 2 Láminas de tejido adiposo abdominal observadas en microscopio de las unidades experimentales.....	94
ANEXO 3 Obtención de muestra de sangre para análisis de glucosa e insulina.....	99
ANEXO 4 Eutanasia de las unidades experimentales.....	101
ANEXO 5 Obtención de muestra del tejido adiposo abdominal por corte histológico.	102
ANEXO 6 Manejo y cuidado de las unidades experimentales.....	106
ANEXO 7 Declaración jurada de autenticidad de tesis.....	109
ANEXO 8 Autorización para el depósito de tesis o trabajo de investigación en el repositorio institucional.....	111



ACRÓNIMOS

OMS:	Organización mundial de la Salud
OPS:	Organización Panamericana de Salud
INEI:	Instituto Nacional de Estadística e Informática
DM:	Diabetes Mellitus
RI:	Resistencia a la Insulina
IMC:	Índice de masa corporal
SAS:	Statistical Analysis System
TNF- α :	Factor de necrosis tumoral α
IL-6:	Interleucina 6
MCP-1:	Proteína quimioatrayente de monocitos - 1
IL-1 β :	Interleucina 1 β
HDL:	Lipoproteínas de alta densidad
LDL:	Lipoproteínas de baja densidad
Fc:	Valor de F calculada
Ft:	Valor de F tabla
Zc:	Valor de Z calculada
Zt:	Valor de Z tabla
P/L:	Peso para la longitud
L/E:	Longitud para la edad
Vd:	Volumen de distribución
VIH:	Virus de inmunodeficiencia humana
Zc:	Z calculada
Zt:	Z tabulada



RESUMEN

En el presente estudio se planteó el objetivo de determinar el efecto del consumo de extruidos de cañihua en los indicadores de resistencia a la insulina en ratas Wistar, metodológicamente fue de tipo experimental, prospectivo, longitudinal, analítico y cuantitativo, la muestra estuvo constituida por 24 ratas macho tipo Wistar, divididos en tres grupos experimentales y un grupo control, se les brindó extruidos de cañihua en tres concentraciones diferentes (G1: Cañihua al 100%; G2: Cañihua al 45% - 45% de harina de trigo - 10% de azúcar y G3: Cañihua al 90% - 10% azúcar) por un periodo de 45 días, se realizó la medición de los niveles de glucosa, insulina y proporción del tejido adiposo abdominal, los datos obtenidos fueron trasladados a la base de datos en Microsoft Excel 10, para la prueba estadística se utilizó el programa SAS. Los resultados del análisis de varianza para diseño de bloques completamente al azar, evidenció que no existe diferencia significativa de los niveles de glucosa (mg/dl), ni de los niveles de insulina (UI/ml) posterior a los tratamientos con extruidos de cañihua en diferentes concentraciones ($F_c = 2.44 < F_t = 3.287$) y ($F_c = 0.83 < F_t = 3.287$) respectivamente, se empleó la prueba Zc para la diferencia de proporciones en el tejido adiposo abdominal, con un nivel de significancia del 5%, para G1 tiene diferencia significativa leve comparado con el GC ($Z_c = 1.95 < Z_t = 1.96$), para G2 si tiene diferencia altamente significativa ($Z_c = 4.24 > Z_t = 1.96$), mientras que para G3 no tiene diferencia significativa ($Z_c = 1.22 < Z_t = 1.96$). Se concluye que el consumo de extruidos de cañihua a diferentes concentraciones no ejerce modificaciones significativas en los niveles de glucosa e insulina, sin embargo, se evidencia diferencias en las proporciones del tejido adiposo abdominal.

Palabras claves: Cañihua, Extruidos, Glucosa, Insulina, Tejido adiposo.



ABSTRACT

In the present study, the objective was to determine the effect of the consumption of cañihua extrudates on the indicators of insulin resistance in Wistar rats. Methodologically, it was experimental, prospective, longitudinal, analytical and quantitative, the sample consisted of 24 Wistar-type male rats, divided into three experimental groups and a control group, were given cañihua extrudates in three different concentrations (G1: 100% Cañihua; G2: 45% Cañihua - 45% wheat flour - 10% sugar and G3: Cañihua at 90% - 10% sugar) for a period of 45 days, the measurement of glucose, insulin levels and proportion of abdominal adipose tissue was carried out, the data obtained were transferred to the Microsoft database Excel 10, the SAS program was used for the statistical test. The results of the analysis of variance for a completely randomized block design showed that there is no significant difference in glucose levels (mg/dl) or insulin levels (UI/ml) after treatments with cañihua extrudates. in different concentrations ($F_c = 2.44 < F_t = 3.287$) and ($F_c = 0.83 < F_t = 3.287$) respectively, the Z_c test was used for the difference in proportions in abdominal adipose tissue, with a significance level of 5%, to G1 has a slight significant difference compared to the CG ($Z_c = 1.95 < Z_t = 1.96$), for G2 it has a highly significant difference ($Z_c = 4.24 > Z_t = 1.96$), while for G3 it has no significant difference ($Z_c = 1.22 < Z_t = 1.96$). It is concluded that the consumption of cañihua extrudates at different concentrations does not exert significant modifications in glucose and insulin levels, however, differences are evident in the proportions of abdominal adipose tissue.

Keywords: Cañihua, Extrudates, Glucose, Insulin, Adipose tissue.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La obesidad es un factor predominante para el desarrollo de la resistencia a la insulina (RI), a su vez esta última desencadena la Diabetes Mellitus tipo 2, la cual es muy frecuente en la población, durante los últimos años su prevalencia ha ido en aumento, tanto en poblaciones con nivel socioeconómico alto, bajo y medio, esto debido a estilos de vida poco saludables y una inadecuada alimentación (1). Los pseudocereales son alimentos con alto valor nutricional, tales como: Quinoa, Kiwicha, y Cañihua, esta última presenta actividad hipoglucemiante, además de su alto contenido proteico y otros macro y micro nutrientes (2). Actualmente se pretende elaborar productos más saludables a base de extruidos de cañihua con la finalidad de brindar más opciones para la alimentación de personas que padecen de resistencia a la insulina (3), por ende, se planteó el objetivo de determinar el efecto del consumo de extruidos de cañihua en los indicadores de la resistencia a la insulina en ratas Wistar, fue un estudio de tipo experimental, prospectivo, longitudinal, analítico y cuantitativo, la muestra estuvo constituida por 24 ratas macho tipo Wistar, divididas en tres grupos experimentales y un grupo control, se les brindó extruidos de cañihua en tres concentraciones diferentes (G1: Extruidos de cañihua al 100%; G2: Extruidos de cañihua al 45% - 45% de harina de trigo - 10% de azúcar y G3: Extruidos de cañihua al 90% - 10% azúcar) durante 45 días, se realizó las mediciones de los indicadores de la resistencia a la insulina como la glucosa, insulina y la proporción del tejido adiposo abdominal, cumpliendo con los procedimientos y la técnica mencionada, los datos obtenidos fueron analizados según los objetivos planteados.

La estructura de la presente investigación está establecida en siete capítulos: En el capítulo I se formula el planteamiento del problema, se muestra las hipótesis (hipótesis



general y específicas) y objetivos (objetivo general y específicos), del mismo modo se presenta la justificación. En el capítulo II se expone los antecedentes (internacionales, nacionales y locales), seguido por el marco teórico que está en función del problema, y el marco conceptual para la definir los términos. En el capítulo III se presenta el tipo y lugar de investigación, la población y muestra, los criterios de inclusión y exclusión, la operacionalización de variables, se describe de forma minuciosa y ordenada los métodos, técnicas, procedimientos, materiales e instrumentos de acuerdo a los objetivos planteados, asimismo, se describe el procesamiento de los datos y las consideraciones éticas. En el capítulo IV se presentan y analizan los resultados según los objetivos planteados, para su posterior discusión y comprobación de la hipótesis mediante el tratamiento estadístico. En los capítulos V y VI se muestran las conclusiones y recomendaciones; en el último capítulo (VII), se evidencian las referencias bibliográficas y los anexos.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En condiciones normales, cuando se consumen carbohidratos, el páncreas libera insulina. La insulina actúa en las células como una llave que, al unirse a su receptor específico abre canales permitiendo el ingreso de la glucosa al interior de la célula, donde se utiliza como fuente de energía. Sin embargo, el consumo excesivo y frecuente de carbohidratos puede ocasionar que el páncreas produzca demasiada insulina (4) (5). Esto se considera un factor de riesgo para la Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) (6). Es importante destacar que la resistencia a la insulina no es lo mismo que la diabetes, ya que son dos trastornos completamente diferentes. La resistencia a la insulina es una condición crónica que se caracteriza por mantener niveles elevados de insulina en sangre debido a un consumo excesivo y prolongado de carbohidratos, lo que genera un estado de hiperinsulinismo crónico (5). En este caso, el individuo puede mantener los niveles de glucosa en sangre dentro del rango normal, pero a costa de una mayor producción



constante de insulina. Esto ocasiona un severo estrés al páncreas, pudiendo llegar incluso a una falla del órgano conocida como "falla pancreática", la cual puede derivar en diabetes con el paso del tiempo. Es fundamental resaltar que, si un paciente con resistencia a la insulina no modifica sus hábitos alimenticios negativos, como el consumo excesivo de carbohidratos simples, grasas saturadas y productos industrializados, junto con una ingesta deficiente de vegetales, es probable que desarrolle DM2 con el tiempo (7) (8).

La población occidental presenta una prevalencia de resistencia a la insulina que oscila entre el 25% y el 35%, siendo la obesidad un factor de riesgo predominante (9), sin embargo, estar delgado(a) no es sinónimo de estar sano(a). En este sentido, es fundamental ir más allá del peso corporal y considerar la composición corporal, incluyendo la relación entre el componente graso y el muscular. Es posible encontrar individuos con un Índice de Masa Corporal (IMC) dentro de los parámetros normales, pero que podrían estar presentando resistencia a la insulina sin padecer diabetes. No obstante, la prevalencia de este trastorno es mayor entre personas con sobrepeso y obesidad (10).

En el año 2020, a nivel mundial, la prevalencia de la obesidad alcanzó el 38% (11). En el Perú, las cifras de sobrepeso y obesidad se sitúan en el 38,7% y el 26%, respectivamente (12). En nuestra región, Puno, el 35,4% de la población presenta sobrepeso y el 13,7% obesidad (13) (14). Actualmente, la población de Puno experimenta cambios en sus hábitos alimentarios, caracterizados por el consumo frecuente y excesivo de carbohidratos refinados presentes en alimentos procesados (15). Estos patrones alimenticios son similares a los observados en las regiones costeras. Además, se observa una baja actividad física, lo que contribuye al desarrollo de sobrepeso y obesidad (4). En una persona con obesidad, el tejido adiposo produce grandes cantidades de adipocinas (TNF- α , IL-6, MCP-1, IL-1 β), las cuales desencadenan un estado inflamatorio crónico de



bajo grado. Este estado se caracteriza por el aumento de los niveles de citoquinas proinflamatorias tanto a nivel local como sistémico. Estas citoquinas ejercen una acción antiinsulínica, afectando la utilización y producción de glucosa y generando RI (5). La resistencia a la insulina constituye un problema de salud pública de gran magnitud, ya que conlleva daños a nivel de órganos y sistemas, principalmente en los nervios y los vasos sanguíneos (7).

Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS), los alimentos procesados son aquellos que se someten a un proceso industrial de transformación, a menudo con la adición de ingredientes como sal, azúcar y otros aditivos, con el objetivo de extender su vida útil y mejorar su sabor y textura, partiendo de alimentos naturales (15). Estos alimentos son sometidos a diversas modificaciones hasta convertirse en productos alimenticios con alto contenido calórico, como galletas, pan blanco, cereales azucarados, dulces, postres, bebidas endulzadas, carnes procesadas, papas fritas, entre otros (16). En la actualidad, existen propuestas saludables basadas en diversos alimentos, como los pseudocereales, que se caracterizan por su alto valor nutricional y sus propiedades hipoglucemiantes. Un ejemplo de esto es la cañihua (17) (18), la cual se destaca por su contenido nutricional en carbohidratos (60%), principalmente polisacáridos, así como proteínas digeribles, grasas, fibra, almidones resistentes y almidones de lenta digestión. Estos componentes tienen un impacto significativo en la glicemia, lo que brinda beneficios para la salud tanto en personas sanas como en pacientes con resistencia a la insulina, a diferencia de la harina de trigo, arroz, fideos y otros cereales refinados (6) (9) (11). En vista de las propiedades nutricionales y beneficios para la salud de la cañihua, la elaboración de un producto procesado a base de este pseudocereal se presenta como una alternativa atractiva para el mercado. En este sentido, el presente estudio de investigación tiene como objetivo determinar el efecto del consumo de extruidos de cañihua a diferentes



concentraciones (tratamientos I, II y III) en la glicemia, la insulinemia y el tejido adiposo abdominal de unidades experimentales (ratas Wistar).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál será el efecto del consumo de extruidos de cañihua en los indicadores de resistencia a la insulina en ratas macho tipo Wistar?

1.3. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1. Hipótesis general

El consumo del extruidos de cañihua a diferentes concentraciones presenta variaciones sobre los indicadores de la resistencia a la insulina como los niveles de glicemia, insulinemia, y tejido adiposo abdominal en ratas macho tipo Wistar.

1.3.2. Hipótesis específicas

- El efecto de extruidos de cañihua al 100% (T I) no eleva los niveles de glicemia, insulinemia y tejido adiposo abdominal en ratas macho tipo Wistar.
- El efecto de extruidos de cañihua al 45% - 45% de harina de trigo - 10% de azúcar (T II) eleva los niveles de glicemia, insulinemia y tejido adiposo abdominal en ratas macho tipo Wistar.
- El efecto de extruidos de cañihua al 90% - 10% de azúcar (T III) eleva los niveles de glicemia, insulinemia y tejido adiposo abdominal en ratas macho tipo Wistar.



1.4. JUSTIFICACIÓN

Actualmente a nivel mundial la obesidad y el sobrepeso son problemas de salud con mucha relevancia ya que ha ido en aumento durante la última década, el Perú no es ajeno a esta realidad. En los últimos años la población puneña presentó cambios en sus patrones alimentarios y estilos de vida, observándose así una baja actividad física, mayor consumo de alimentos con carbohidratos refinados, teniendo como consecuencia el desarrollo del sobrepeso (35,4%) y la obesidad (13,7%), siendo estos, factores de riesgo para el desarrollo de la resistencia a la insulina, el cual predispone al desarrollo de la Diabetes Mellitus tipo 2, la hipertensión arterial, enfermedades cardiovasculares, y otras enfermedades crónico degenerativos.

Por ende, en la actualidad existe una creciente búsqueda de opciones de alimentación más saludables que beneficien a la población en general. En este contexto, las empresas agroindustriales están desarrollando harinas pre cocidas a base de cereales andinos, como la cañihua, debido a su alto valor nutricional. Estos cereales andinos presentan una creciente demanda y son altamente versátiles para su transformación en diversos productos alimenticios. Además, son fáciles de consumir y obtener, ya que se cultivan en la región, lo que los convierte en elementos estratégicos para garantizar la seguridad alimentaria en la zona. La producción de harinas pre cocidas a base de cereales andinos facilita la creación de alimentos innovadores y saludables, con un alto valor nutricional, agradable sabor, color y presentación. Estas harinas contribuyen a diversificar la oferta alimentaria y promover una dieta equilibrada y nutritiva.

En base a lo expuesto, se utilizó animales de experimentación debido a su carácter dócil y tranquilo, estos animales son considerados organismos modelo para el análisis de características biomédicas y toxicológicas, lo que permite evaluar cambios histológicos,



fisiológicos y bioquímicos. De esta manera, se convierten en una herramienta útil para investigar condiciones que afectan a los seres humanos y que pueden ser simuladas en ratas. La literatura científica indica que los experimentos deben realizarse primero en animales y, según la analogía de sus efectos, podrían ser aplicados en humanos posteriormente, debido a que algunas investigaciones biomédicas son impracticables o no éticas en seres humanos.

En la presente investigación, se benefició al animal para obtener el tejido adiposo abdominal y posteriormente ver su proporción, esto permitió determinar su relación con la resistencia a la insulina. Además, se analizó las variaciones de glucosa e insulina como resultado del consumo de los 3 tratamientos. Tratamiento I: Extruidos de cañihua al 100%; Tratamiento II: Extruidos de cañihua al 45% - 45% de harina de trigo – 10% de azúcar; y Tratamiento III: Extruidos de cañihua al 90% - 10% de azúcar. El objetivo fue determinar cuál de estas tres propuestas eleva más los marcadores mencionados y así establecer cuál es la opción más saludable, o si todas lo son. Dado que este pseudocereal contiene almidones de digestión lenta, almidones resistentes y alto contenido de fibra, teóricamente este producto procesado, ya sea en la opción I, II o III, debería tener un efecto hipoglucemiante, incluso si se combina con otros alimentos en diferentes concentraciones.

El presente estudio tuvo como objetivo principal evaluar los efectos del consumo de extruidos de cañihua en los indicadores de resistencia a la insulina. Además, se busca promover el consumo de cañihua en la población, ya que, a pesar de sus comprobados beneficios para la salud humana, su consumo es menor en comparación con otros pseudocereales, cabe destacar que la cañihua es un alimento de producción local. Al obtener resultados positivos, permitirá ofrecer a la población alternativas alimenticias saludables y adecuadas para diferentes grupos etarios, con mayor relevancia en la



actualidad, donde el consumo de productos procesados es frecuente. Asimismo, con la investigación se espera promover futuros estudios sobre la cañihua y su relación con la resistencia a la insulina, ya que este tipo de estudios no se han realizado en la región de Puno.

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Objetivo general:

Determinar el efecto del consumo de extruidos de cañihua en los indicadores de resistencia a la insulina en ratas macho tipo Wistar

1.5.2. Objetivos específicos:

- Determinar los niveles de glicemia antes y después del consumo de extruidos de cañihua en ratas macho tipo Wistar.
- Determinar los niveles de insulinemia antes y después del consumo de extruidos de cañihua en ratas macho tipo Wistar.
- Evaluar la ganancia del tejido adiposo abdominal posterior al consumo de los tratamientos (I, II, III y control) en ratas macho tipo Wistar.
- Comparar las diferencias de glicemia e insulinemia pre y post tratamientos (I, II, III y control) en las ratas macho tipo Wistar.
- Comparar las diferencias del tejido adiposo abdominal de las ratas macho tipo Wistar sometidas a los tratamientos (I, II, III y control).



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Internacional

González y cols. (2015) en su estudio “Síndrome metabólico en ratas Wistar inducido por dieta rica en sacarosa en Argentina”, evaluaron los cambios morfo fisiológicos que se observan en ratas Wistar, sometidas a una sobrecarga de sacarosa, desde la edad neonatal hasta la adultez. La muestra estuvo conformado por 20 ratas Wistar, divididos en dos grupos experimentales por sexo de 10 animales cada uno , se le administró una solución de sacarosa al 35% como agua bebible durante 18 semanas, previamente las progenitoras fueron sometidas a una dieta rica en sacarosa por 42 días (durante la gestación y lactancia materna), los resultados muestran que las ratas machos tuvieron mayor ganancia de peso y desarrollaron obesidad centrípeta, presentaron mayores valores de glucemia, trigliceridemia, resistencia insulínica y menor cantidad de células β remanentes. Concluyeron que la dieta rica en sacarosa conlleva al desarrollo de la primera fase del síndrome metabólico, disminuyendo la tolerancia a la glucosa, y el sobrepeso corporal (19).

Kyung et. al (2006) en su estudio “Efectos antioxidantes y antidiabéticos del amaranto (*Amaranthus esculantus*) en ratas diabéticas inducidas por estreptozotocina”, evaluaron el efectos antioxidante y antidiabético del amaranto en ratas diabéticas, la muestra estuvo conformada por 32 ratas macho sprague Dawley, se les alimentó con dietas experimentales durante 3 semanas con grano



de amaranto (AG) y fracción oleosa (AO). Los resultados mostraron que el suplemento de AG y AO disminuyó la glucosa sérica y generó un aumento del nivel de insulina sérica, estos datos dan entender que los suplementos de AG y AO resultas ser beneficiosas para corregir la hiperglicemia y de este modo prevenir complicaciones diabética (20).

Castellanos y et. al (2015) en el estudio “Redistribución del tejido adiposo provocada por el consumo temprano de una dieta rica en sacarosa en un modelo de rata”, evaluaron el efecto de una dieta alta en carbohidratos sobre la distribución del tejido adiposo, la muestra estuvo conformada por 22 ratas Wistar machos divididos en dos grupos de forma aleatoria, uno experimental y otro control. Se les brindó una dieta alta en sacarosa (HSD; 30% sacarosa en el agua de bebida), durante 24 semanas; obtuvieron suero y se recogió y pesó tejido adiposo retroperitoneal el cual fue más abundante en el grupo al cual se brindó la dieta alta en sacarosa, concluyeron que el grupo experimental presenta gran tendencia de resistencia a la insulina, debido a la redistribución del tejido adiposo hacia cavidad abdominal (21).

2.1.2. Nacional

Porras y cols (2007) en su estudio “Efecto de una dieta a base de harina tostada de cañihua sobre el perfil lipídico en ratas albinas destetadas en Lima”, evaluaron el efecto de una dieta a base de harina tostada de cañihua sobre el perfil lipídico en ratas albinas destetadas. La muestra estuvo conformada por 22 ratas albinas machos de 21 días de nacidas, destetada, donde se distribuyeron en grupos al azar. Se les dio a consumir: Dieta A (caseína-caseína), dieta B (caseína-cañihuaco), dieta C (hipergrasa - caseína) y dieta D (hipergrasa - cañihuaco) por



60 días. Entre los resultados, el consumo de la dieta hipergrasa con cañihua en ratas está asociado con los cambios de niveles de colesterol total y LDL-C, con un nivel de significancia $p < 0,05$. Sin embargo, el valor del riesgo relativo no es significativo (22).

Poma K. (2018) en su estudio “Actividad antihipertensiva, hipocolesterolemia y antioxidante de hidrolizados proteicos de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) mediante estudios in vivo en Lima”, evaluó la actividad antihipertensiva, hipocolesterolemia y antioxidante de hidrolizados proteicos de cañihua mediante estudios in vivo. La muestra estuvo conformada por 76 ratas albinas, donde se obtuvo un hidrolizado proteico de cañihua con actividad antioxidante y antihipertensiva, se administró vía oral de 100 mg de proteína/kg de peso corporal. Los resultados muestran que se redujo significativamente los niveles séricos del colesterol y triglicéridos totales, pero no se observa el incremento del contenido de colesterol HDL, concluyendo que el hidrolizado proteico de cañihua presenta un efecto antioxidante en ratas inducidas con dieta rica en colesterol, respecto al grupo control a pesar de que estas fueron inducidas el estrés oxidativo con la dieta rica en colesterol (23).

Bernuy y cols (2018) en su estudio “Influencia del consumo de quinua sobre parámetros bioquímicos e histomorfometría intestinal en ratas obesas en Lima”, determinaron la influencia del consumo de tres variedades de quinua sobre parámetros bioquímicos e histomorfometría intestinal en ratas obesas. La muestra estuvo conformada por 42 ratas obesas divididas en siete grupos de seis ratas cada uno, se les brindó alimentación por 23 días, con una dieta obesogénica de control y en las demás dietas estuvo presente el 20% de harina de quinua. Los resultados que se obtuvieron son que los niveles de glucosa, triglicéridos y C-HDL no



presentaron diferencias en comparación al grupo control; además, el peso de los riñones no fue afectado por las dietas experimentales (24).

2.1.3. Local

Valdivia T. (2019) en su estudio “Efecto del consumo de galletas con base a cultivos andinos sobre indicadores bioquímicos y crecimiento en ratas Wistar recién destetadas en Puno”, determinó el efecto del consumo de galletas con base de harina de quinua, harina de cañihua, harina de tarwi y harina de trigo, sobre los indicadores bioquímicos y el crecimiento ponderal en ratas Wistar recién destetadas, la muestra fue de 24 ratas Wistar machos recién destetados, divididos en cuatro grupos. Los resultados para las ratas con los tratamientos 2,3 y 4 presentaron valores de colesterol total 106,33 - 110,33 mg/dl, LDL 15,96 - 21,17 mg/dl, triglicéridos 41,83 - 50,50 %, glucosa 61,17 – 75,00 mg/dl, resultados similares al del grupo control, HDL 79,37 - 84,42 mg/dl, hemoglobina 15,33 – 17,83 mg/dl, hematocrito 48,00 – 53,83 % y el crecimiento ponderal estuvo entre 16,02 - 32,44% con diferencia significativa del grupo control. Concluyó que no hay diferencia en colesterol, triglicéridos, LDL y glucosa a diferencia de HDL, hemoglobina y hematocrito, y en el crecimiento ponderal, los cuales presentaron una diferencia altamente significativa entre grupo control y experimentales (25).

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Cañihua

La Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) es un pseudocereal poco conocido con propiedades nutricionales y funcionales, originaria de la zona altiplánica del Perú, Bolivia y Ecuador (18) (2) (26), puede llegar a producirse hasta en alturas de 4200 m.s.n.m. (27) es un pseudocereal que se adapta



acondiciones climáticas adversas: Altas y bajas temperaturas, lluvia y sequía (28). Su producción se da de forma tradicional, se suele cultivar como rotación luego de la papa amarga, sin una preparación especial para la tierra, observando la calidad del grano, así mismo se realiza labores como: Deshierbos, aporques, y desmezcle de plantas ajenas al cultivo (27).

Los lugares con mayor producción están situados en el norte del Lago Titicaca. Este pseudocereal germina a temperatura de 25°C - 5°C con humedad, florece a 10°C y finalmente germina a 15°C (29). La dimensión del grano casi nunca sobrepasó de un milímetro de diámetro (27).

2.2.1.1. Valor nutricional de la cañihua

Dentro del valor biológico que presente este pseudocereal destaca su alto contenido proteico (15.7 a 18.8 %) (30), de carbohidratos (65.5 - 68%) y grasas (7.6 – 8.5%), así mismo contiene aminoácidos esenciales, tales como la lisina (31), isoleucina y triptófano (32). De igual modo la cañihua presenta un 18% en la calidad del contenido de aminoácidos esenciales, posee una extensa gama de vitaminas (vitamina E y complejo B) y minerales (33) como el calcio, magnesio, sodio, fosforo, hierro, zinc (2), además de su contenido de ácidos grasos esenciales, como son el ácido linolénico (5.7 – 6.8%), linoleico (45.8 – 49.6%), y ácido oleico (34). Su contenido de fenoles y flavonoides es de 1.4 a 1.9 mg/eq, de ácido gálico/g y 1.5 a 2.0 mg/eq de catequina/g, betalainas entre 2.3 y 42.0 mg/100 g, además de su actividad antioxidante que ayuda en la disminución de radicales libres (35). A pesar de su alto valor nutricional es un



pseudocereal poco consumido, primordialmente como harina, a pesar de que no contiene gluten, siendo esta una opción para celíacos (36).

2.2.1.2. Productos procesados a base de cañihua

En Perú el consumo de productos procesados como los snacks, bocaditos, entre otros, incrementó en 265%, sin embargo, actualmente el 85% de la población peruana prefiere consumir alimentos saludables (37), con ingredientes naturales, de alto valor nutricional, libres de colorantes y saborizantes artificiales, bajos en sodio, azúcar, grasa, calorías, altos en proteína y fibra (38) que beneficien a la integridad de la persona y su condición de vida (39).

Debido a la alta demanda de estos productos saludables la industria alimentaria asumió la responsabilidad de reformular y desarrollar nuevos productos, es por ello que actualmente se hace uso de los granos andinos como la cañihua (29), sustituyendo parcial o totalmente al trigo (40), esto debido a su gran versatilidad para su transformación, obteniendo así productos con alto valor nutricional, agradable sabor, color y forma de presentación (25).

Dentro de las propuestas de estos productos saludables a base de cañihua se puede observar el pan y las galletas hechas con harina de cañihua, trigo y otro pseudocereales (39), así mismo el extruido de cañihua, pan sin gluten (36), fideo a base de extruidos de cañihua (41), cereales nutritivos (42) bebidas instantáneas a base de cañihua extruida, bebida láctea enriquecida con harina de cañihua (43), proteína hidrolizada



a base de cañihua (44), donuts, otros bocaditos o snack a base de extruido de cañihua, entre otros (45) (34).

2.2.1.3. Extruido de cañihua

Actualmente los alimentos mínimamente procesados presentan un incremento, gracias a sus beneficios para la salud (46), la tecnología utilizada para el procesamiento de alimentos es la extrusión, lo cual ayuda en la creación de nuevos productos naturales, novedosos y saludables (47).

Esta tecnología utiliza altas temperaturas y fuerzas de corte a corto plazo, llevando a cabo operaciones como el mezclado, cocinado, amasado, cizallado, y moldeado, generando la gelatinización de almidón, reducción de la oxidación de lípidos, y mejorando las fibras dietéticas solubles (44), permitiendo así elaborar productos con alto contenido de fibra, así también productos con capacidades hipoglucemiantes, hipocolesterolemias y fermentativas (42).

Mediante el proceso de extrusión es posible obtener harina a base de diferentes cereales, dando como resultado una combinación de diferentes compuestos nutricionales, para una mejor distribución y almacenamiento. El "cañihuaco" es el resultado del asado y molido del grano de cañihua, siendo la forma más representativa de su consumo (32), asimismo, existen aperitivos hechos con cereales extruidos, los cuales son seleccionados de acuerdo a su humedad, contenido de grasa y temperatura para su almacenamiento (38).

El proceso de extruido tiene efectos sobre la densidad calórica de los productos procesados, esto debido a la ruptura del almidón, generando



dextrinas solubles dificultando la absorción de la cantidad suficiente de agua como un almidón intacto, así mismo el proceso de extrusión puede presentar ventajas y desventajas en el valor nutricional del producto a elaborar (48).

2.2.2. Alimentación alta en carbohidratos refinados

Los alimentos procesados son el resultado de una serie de formulaciones que resultan de la desintegración de alimentos integrales a través de diversos procedimientos (49), en el que se realiza la transformación de productos con alto contenido calórico y con alto índice glicémico como son los azúcares simples y carbohidratos refinados. La ingesta de azúcares simples contribuye a la formación de tejido adiposo a nivel corporal e influencia de manera negativa en el sistema inmunológico los cuales desarrollan las enfermedades crónicas (50). Por otro lado, la ingesta de granos integrales con presencia de carbohidratos complejos y fibra, incrementa la susceptibilidad a la insulina, de esta forma reduce el riesgo de DM2, dicha teoría ha sido demostrado en diversos estudios (1).

2.2.3. Resistencia a la insulina y diabetes

La resistencia a la insulina (RI) es el estado patológico donde se reducen los niveles de insulina en los tejidos (51), dando como consecuencia a la hiperinsulinemia. Las personas que padecen de resistencia a la insulina generan la difusión de las células β con reducción de la capacidad de compensación la insulina en el cuerpo (49). El páncreas al no poder retener demasiada insulina, genera falla a nivel de la homeostasis de la glucosa, lo cual se caracteriza por intolerancia a la glucosa e hiperglucemia donde se presenta de variación de la glucosa en ayunas (52), por ende se requiere tener facilidades de opciones



dietéticas más saludables, en los últimos años la tecnología ayuda a la producción de alimentos saludables, funcionales y nutraceúticos tales como los pseudocereales (53).

2.2.3.1. Causas de la resistencia a la insulina

Las investigaciones experimentales y clínicas señalan que la RI establece un rasgo propio de la alteración metabólica en el tejido muscular, hepático y adiposo, inducida primordialmente por la obesidad (9). El esparcimiento del tejido adiposo en el cuerpo está vinculado con el incremento de la liberación de citoquinas proinflamatorias, el cual en conjunto con los ácidos grasos facilitan el desarrollo de la resistencia a la insulina, por ende, la DM2 (54). Asimismo, la RI ayuda significativamente al desarrollo de otras condiciones, tales como: Aterosclerosis, hipertensión y dislipidemia. A nivel nuclear, la RI es el resultado de las variaciones de esta hormona (3).

2.2.3.2. Indicadores de resistencia a la insulina

2.2.3.2.1. Insulina

Hormona indispensable para la vida, liberada por las células β del páncreas, que uniforma la homeostasis de la glucosa controlando la incorporación de átomos de carbono de los alimentos en moléculas complejas cuya síntesis, control, secreción y acciones están estrictamente reguladas en varios órganos (55).

El organismo tiene una producción basal de esta hormona debido a su gran importancia, los niveles de insulina pueden incrementar post



ingesta de alimentos y la cantidad segregada varía de acuerdo al tipo de alimento (7). La dieta con alto contenido de carbohidratos genera mayor secreción de insulina induciendo de este modo a la absorción, almacenamiento y utilización de glucosa por el musculo, tejido adiposo y el hígado (8).

Esta hormona es sintetizada y secretada por las células de los islotes pancreáticos de Langerhans, teniendo como principal función la regulación de la homeostasis en la metabolización de glúcidos y lípidos (15). Al unirse con su receptor generar múltiples vías de señalización, cuando hay fallas en dichas señalizaciones las células blanco no responden a la insulina, a lo que se conoce como RI (7).

- Se considera hipo insulinemia a los niveles de glucosa $< U/ml$.
 - El rango normal de insulina en ayunas es: 5 – 25 U/ml.
 - Se considera hiperinsulinemia a los niveles de glucosa $> 30 U/ml$
- (15).

2.2.3.2.2. Glucosa

Es la primordial fuente de energía metabólica necesaria para las condiciones fisiológicas del cerebro, con un aporte permanente, debido a la falta de producción y almacenamiento en cantidades suficientes (56).

Debido al uso de la glucosa por las células, se genera disminución de los niveles de la glucosa en sangre hasta lograr un punto de equilibrio, cuando el organismo requiere ingesta de energía (13).

Los órganos encargados del control y equilibrio de los niveles de la inulina y glucosa son el páncreas y el hígado; la insulina es el medio



para que la glucosa entre a las células y de esta forma ser utilizada (14), de esta manera el cuerpo humano tiene la capacidad de conservar la vigilancia de la glucosa. Los rangos de glucosa de personas sanas en ayunas son de 90 a 130 mg/dl, y postprandial <180 mg/dl; al generarse un desequilibrio es complicado conservar estos niveles dentro del rango normal (13).

- Se considera Hipoglicemia a los niveles de glucosa ≤ 70 mg/dl.
 - El rango normal de glucosa en ayunas es: 70 – 110 mg/dl.
 - Se considera hiperglicemia a los niveles de glucosa > 130 mg/dl
- (13).

2.2.3.3. Tejido adiposo

Las funciones de este órgano son neuroinmunoendocrinas que están implicadas en la homeostasia del cuerpo, favoreciendo la variabilidad en plasticidad y función en respuesta a la captación de nutrientes o al aumento o disminución del volumen tisular, con cambios en el número y función de las células que lo componen. Los factores como las citocinas y el tejido adiposo liberados de forma aberrante por estas células provocan inflamación local o sistémica cuando se derivan del tejido adiposo visceral, afectando el sistema cardiovascular y el hígado, convirtiendo la obesidad en un factor de riesgo (57).

El tejido adiposo genera citocinas proinflamatorias, tales como interleucina 6 que estimula la inflamación, incrementa el riesgo de enfermedades cardiovasculares y metabólicas (16). Se tiene el tejido adiposo blanco y pardo, que son importantes para el balance energético; el tejido pardo ayuda en el consumo energético mediante termogénesis,



asimismo se ha evidenciado una relación negativa con el Índice de Masa Corporal, sin embargo, el tejido blanco es un órgano endocrino que secreta citocinas pro y anti inflamatorias. El tejido adiposo incrementa debido a una elevada ingesta de energía, cuando hay una restricción para el crecimiento de esto se origina un desperfecto de la RI generando consecuencias (17).

La función principal del adipocito es la homeostasis de energía corporal, del mismo modo ayuda en la susceptibilidad de la insulina y metabolización de carbohidratos y lípidos. El portal visceral inhibe la labor de la insulina, reduciendo la oxidación de la glucosa y el uso muscular, produciendo de este modo mayor liberación de glucosa y lipoproteínas de baja densidad producidas por el hígado, teniendo un efecto lipotóxico en las células beta explicando así la insulinoresistencia (18).

2.2.3.4. Parámetros histológicos del tejido adiposo

El tejido adiposo produce diversas moléculas bioactivas denominadas adipocinas o "adipocitocinas" que proceden especialmente del tejido adiposo blanco y juegan un rol fundamental en la homeostasis de diversos procesos fisiológicos, tales como: La metabolización de la glucosa, el equilibrio energético, el funcionamiento de la insulina y el consumo de alimentos (58).

El tejido adiposo es conformado en un 1 – 10 % por células endotelial, 1 – 30% por células inflamatorias, 20 – 40 % por pre adipocitos, y de 50 – 70 % por adipocitos maduros y demás tipos celulares como células inmunes, fibroblastos y vasculatura capilar para el ingreso



oxígeno y posterior obtención de energía (18). En un individuo sano el tejido adiposo secreta y sintetiza adipocinas que ayudan en el control del equilibrio energético, al haber una alteración en el estado nutricional se origina un cambio en el tejido adiposo por medio de la liberación de diversas moléculas proinflamatorias y hormonas que causan una mayor aparición de macrófagos infiltrados (59), provocando la acumulación de varios factores de necrosis tumoral α e interleucina-6 que alteran la liberación de adipocinas de las células adiposas creando inflamación y RI. La expansión de tejido adiposo se genera por diversos mecanismos como hipertrofia e hiperplasia asociados con anomalías intracelulares (60).

2.2.4. Ratas Wistar

Las ratas albinas de tipo Wistar son de la especie *Rattus Norvegicus*, una de las más utilizadas en las investigaciones de laboratorio.

2.2.4.1. Características morfológicas

- Color blanco
- Orejas largas.
- Cabeza ancha.
- La cola es de color rosáceo con una extensión menor a su cuerpo.

Se estima un tiempo de vida de 2 a 3.5 años, logran su pubertad a los 40 a 66 días de vida y la maduración sexual a los 48 a 50 días de vida, su peso promedio es de 170, su crecimiento es afectado por diversos factores, como la alimentación y actividad. La expectativa es que a los 21 días logre el 18.8 % del crecimiento total, al día 56 se espera que llegue al



50 % de su crecimiento y al día 120 se estima que llega a su talla y peso final (19).

2.2.4.2. Características comportamentales

Es considerado como un animal nocturno, por ende, presentan mayor actividad durante la oscuridad; ellas optan por la exploración debido a que es útil para su orientación en los espacios expuestos, con la finalidad de detectar espacios de amenazas o fuentes de alimentos. Invierten el 40 % de sus momentos activos en acicalar su cuerpo y su pelaje, generalmente posterior su manipulación, ingesta de alimentos o bebida. Es necesario diferenciar el funcionamiento de las hormonas sexuales entre diferentes géneros, relacionado al ciclo de ovulación debido al cambio comportamental de este, con mayor presencia en las hembras por la ciclicidad (21) (19).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

2.3.1. Resistencia a la insulina (RI)

Se considera a la reducción de la disposición de insulina que permite llevar a cabo su función en la obtención, producción de la glucosa y la lipólisis, lo cual genera un aumento en las concentraciones de insulina, los tejidos afectados por la RI son el tejido muscular, adiposo e hígado ya que las células no responden a los niveles normales de insulina (61).

2.3.2. Diabetes mellitus (DM)

Síndrome caracterizado por la disminución o falla de la segregación de insulina por parte de las células β pancreáticas o hiperglucemia debido a



desperfectos del receptor de insulina en la degradación de lípidos, proteínas e hidratos de carbono (6).

2.3.3. Obesidad

Acumulación anormal o excesiva de grasa, teniendo como causas primordiales el incremento del consumo de productos con elevado contenido de calorías y grasa, menor actividad física y una creciente urbanización (62).

2.3.4. Extrusión

Tratamiento que requiere presión para formar una masa semisólida, esto incluye mezclar, amasar, cortar, calentar, enfriar, moldear, texturizar y deshidratar, es una técnica utilizada en la industria alimentaria para inducir diversos cambios fisicoquímicos en los alimentos (42).

2.3.5. Extruido de cañihua

Las semillas generalmente se tuestan y se muelen en una harina llamada cañihuaco, que se consume como bebida o se agrega a sopas, cremas y guisos, también se usa con harina de trigo y harina de maíz para hacer panes, pasteles y pudines (63).

CAPÍTULO III

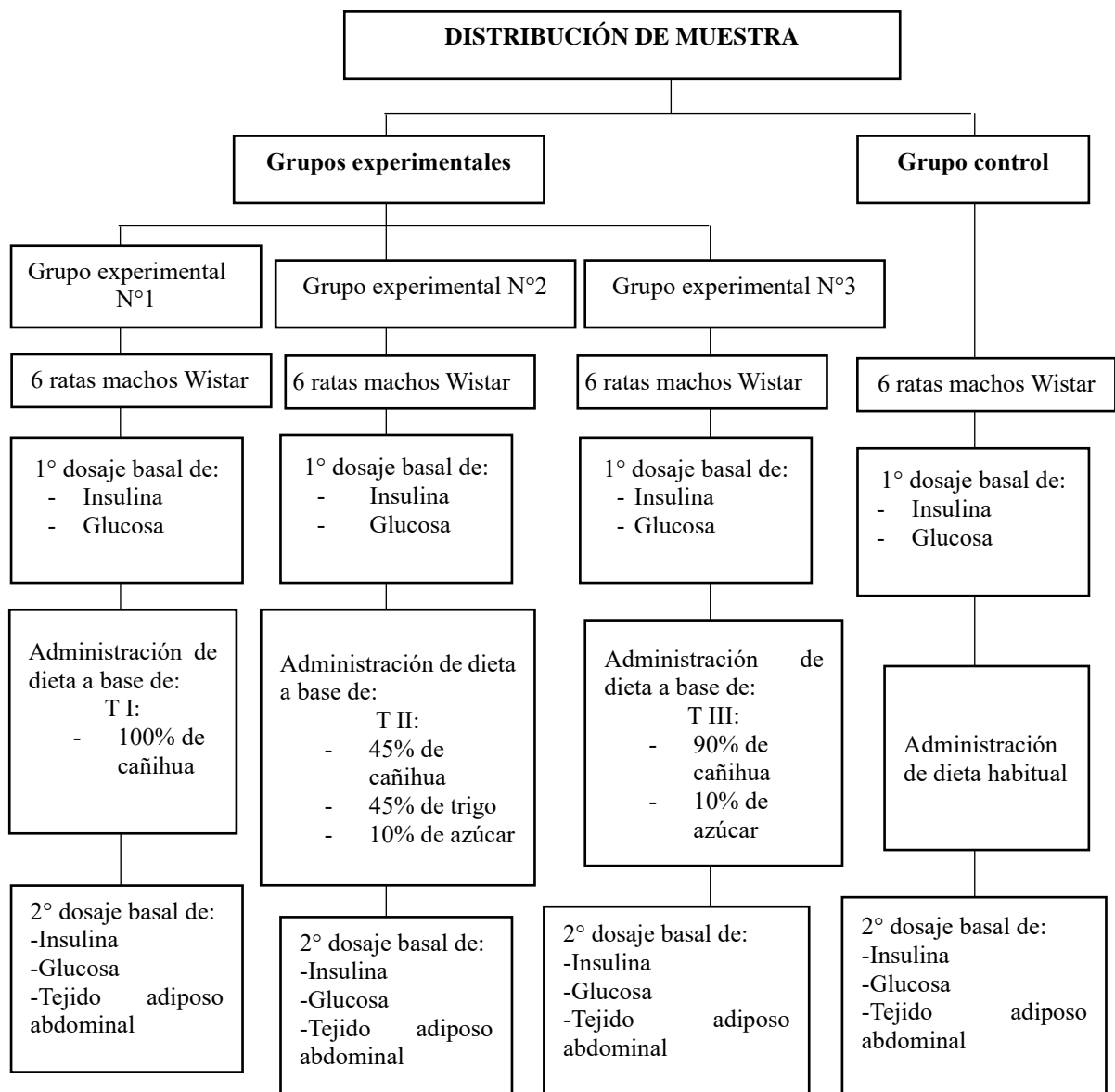
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio fue de nivel explicativo, experimental con intervención, prospectivo, longitudinal, analítico y cuantitativo. Así mismo el diseño a trabajar fue experimental – diseño verdadero.

Figura 1

Distribución de muestra





3.2. ÁMBITO DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se realizó en el bioterio de la Escuela Profesional de Nutrición Humana, facultad de Ciencias de la Salud, de la Universidad Nacional del Altiplano (UNA – Puno), situada en la Av. Floral N°1153.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO

3.3.1. Población

Dada las características de un estudio con diseño experimental verdadero en cual se trabajó con unidades experimentales (animales de experimentación), que en este caso vienen a ser ratas macho tipo Wistar.

3.3.2. Muestra

Se trabajó con 24 ratas macho tipo Wistar jóvenes, de similar peso y longitud, similares indicadores bioquímicos y de buen estado de salud, fueron divididas en 4 grupos de 6 ratas cada uno en forma aleatoria.

Para obtener datos verídicos en los resultados se realizó un cálculo para el tamaño muestral, tomando como referencia al trabajo de investigación titulado “Cálculo del tamaño muestral en procedimientos de experimentación con animales (2014)”.

La fórmula empleada fue la siguiente:

DATOS: Incidencia 35%

$$X=N/((A/100) \times (B/100) \times (C/100)..)$$

$$X= 4 / ((100-35) /100)$$



$$X = 4 / (65/100)$$

$$X = 4 / 0.65$$

$$X = 6.15 \rightarrow 6 \text{ unidades experimentales por grupo}$$

Donde:

X = Cantidad necesaria de unidades experimentales.

N = Cantidad mínima necesaria por grupo para comprobar los objetivos.

A = 100 - % de incidente 1.

B = 100 - % de incidente 2.

C = 100 - % de incidente 3, y así repetidamente.

3.4. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

3.4.1. Criterios de inclusión

- Ratas macho tipo Wistar con 21 días de nacido.

3.4.2. Criterios de exclusión

- Ratas macho tipo Wistar que estén fuera del rango de peso promedio para su grupo etario.
- Ratas macho tipo Wistar cuyos marcadores bioquímicos estén fuera del rango promedio del resto.
- Ratas macho tipo Wistar con algún defecto congénito.

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	VALOR FINAL	TIPO DE VARIABLE
Administración de extruidos de cañihua a diferentes concentraciones	- Tratamiento I (extruidos de cañihua al 100%).	Diferencia de los tratamientos	- Si hay efecto de los tratamientos.	Cuantitativa
	- Tratamiento II (extruidos de cañihua al 45% -45% de harina de trigo - 10% de azúcar).		- No hay efecto de los tratamientos.	
	- Tratamiento III (extruidos de cañihua al 90% - 10 % de azúcar).			
Concentración de glucosa	Marcador bioquímico.	- Hipoglicemia	- Hipo insulinemia < 1 UI/ml	Cuantitativa
		- ≤ 70 mg/dl.	- Normal 5 – 25 UI/ml.	
		- Normal	- Hiper insulinemia > 30 UI/ml.	
		- 70 – 110 mg/dl.	- Con menor proporción en comparación al grupo control.	
		- Hiperglicemia > 130 mg/dl.	- Con mayor proporción en comparación al grupo control.	
Concentración de insulina		- Niveles séricos de glucosa en sangre (mg/dl).	- Hipo insulinemia < 1 UI/ml	Cuantitativa
		- Niveles séricos de insulina en sangre (UI/ml).	- Normal 5 – 25 UI/ml.	
Concentración de tejido adiposo	Tejido adiposo abdominal	- Proporción del tejido adiposo abdominal.	- Hiper insulinemia > 30 UI/ml.	Cuantitativa
			- Con menor proporción en comparación al grupo control.	
			- Con mayor proporción en comparación al grupo control.	



3.6. MÉTODOS, TÉCNICAS, PROCEDIMIENTOS, MATERIALES E INSTRUMENTOS

3.6.1. Método de investigación

Para poder determinar el efecto que ejerce el consumo de extruidos de cañihua en la glicemia, insulinemia y tejido adiposo abdominal de las unidades experimentales (ratas Wistar macho), se seguirá estrictamente el método científico, como método único. Tomando en referencia al autor Hernández R. (2014) con su libro “Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta” (62).

3.6.1.1. Fase preexperimental

Animales de experimentación: Las muestras experimentales (24 ratas macho tipo Wistar) fueron adquiridos del laboratorio animalario (bioterio) de la Universidad Católica Santa María - Arequipa. Posterior a la adquisición de las unidades experimentales, estas fueron ubicadas en el bioterio de la E. P. de Nutrición Humana donde pasaron por un proceso de adaptación y aclimatación con la finalidad de homogenizar los caracteres físicos y bioquímicos de los animales de experimentación.

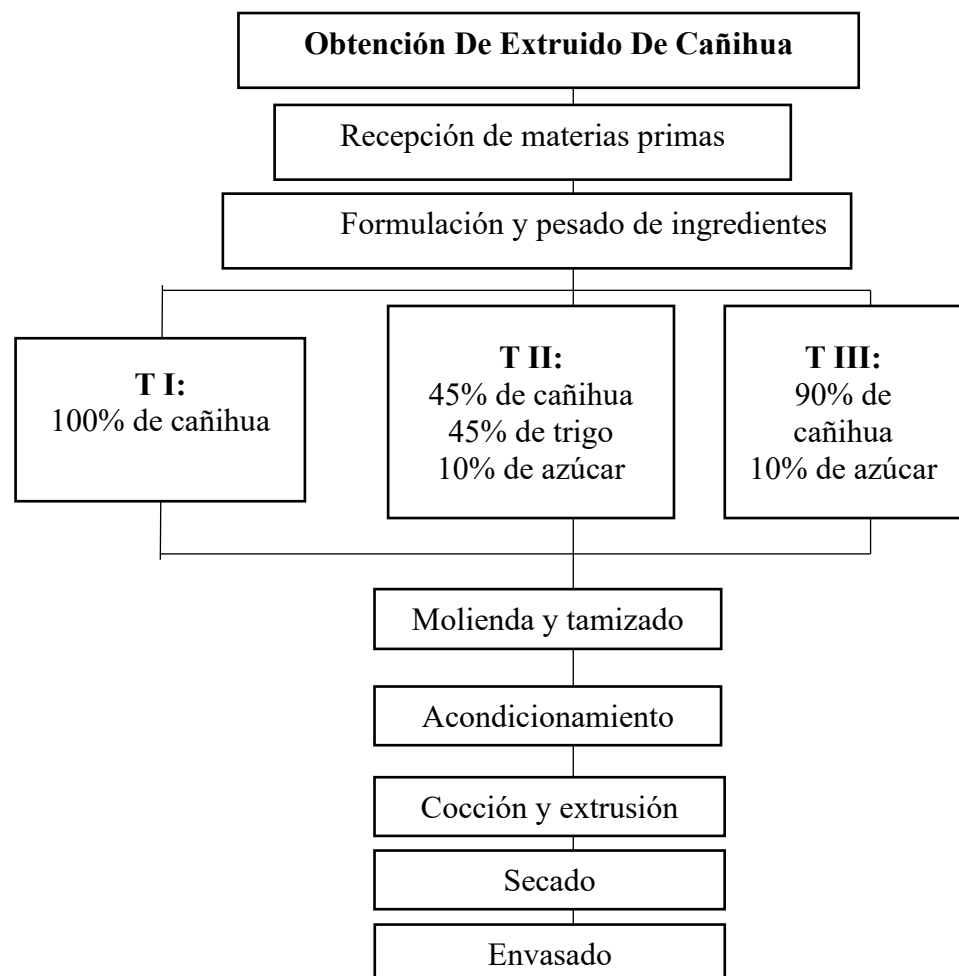
Las unidades experimentales fueron ubicadas en jaulas con suficiente espacio que les permitió moverse y mostrar actitudes estándar de sociabilidad y conducta, con libre accesibilidad al agua, su comida estuvo almacenada en condiciones adecuadas, asimismo tuvo un espacio adecuado con lecho limpio, el cual fue cambiado cada cierto tiempo, sin obstáculos para moverse y descansar, de igual modo se

controló las condiciones ambientales, y se hizo la limpieza sin productos químicos que perjudiquen a las unidades experimentales.

Obtención del extruido de cañihua: Se obtuvo el grano de cañihua evaluando los aspectos como el color, olor, tamaño y otros, posteriormente fue almacenado en un lugar desinfectado, seco, a temperatura ambiente y aislado del piso, sobre anaqueles. Para la elaboración de los extruidos se siguió el siguiente diagrama de flujo el cual fue elaborado por Valdivia T. (2019) (25).

Figura 2

Flujo del proceso de elaboración del extruido de cañihua.





3.6.1.2. Fase experimental

Técnicas de investigación: La resistencia a la insulina puede diagnosticarse con pruebas de insulina y glucosa en ayunas o con el examen de tolerancia oral a la glicemia con curvas de insulina, en pacientes con tolerancia normal a la glucosa se ha planteado que la medición de insulinemia basal podría ser un buen indicador, esto debido a la correlación con la sensibilidad a la insulina. La teoría nos indica que la insulina es la hormona que es secretada como respuesta a un estímulo como la glucosa, posterior a las comidas esta hormona inhibe la producción de glucosa hepática y promueve su captación por el tejido adiposo, muscular y esquelético, sin embargo, en la etapa de RI dicha hormona está inapreciable por lo tanto acrecienta su liberación, subsanando la falla en la acción tisular y de esta forma mantiene la homeostasis glicémica (24).

3.6.2. Para determinar los niveles de glicemia antes y después del consumo de extruidos de cañihua en ratas macho tipo Wistar.

- a) Técnica de investigación que permitió la recolección de la información:

Observación: Se observó los resultados numéricos de las mediciones de magnitudes físicas como glucosa e insulina en sangre mostrado por los equipos de medición.

- b) Técnica de laboratorio:

Glicemia: Técnica de glucometría capilar.

- c) Instrumentos a utilizar:

Los instrumentos a utilizar vienen siendo mecánicos en ese sentido se tiene al equipo de medición de glicemia (glucómetro Nipro Premier α).



d) Procedimiento: Para la recolección de muestra en sangre:

- Se dejó en ayunas a todas las muestras experimentales durante un periodo de 12 horas.
- Se lavó la cola de la muestra experimental para evitar impurezas y se aplicó etanol al 70% dejándolo evaporar.
- Se realizó la asepsia en el lugar de la punción con un algodón embebido en alcohol yodado.
- Una vez localizada la vena lateral se realizó la punción con lanceta.
- Posteriormente se retiró la lanceta.
- Después se presionó la zona de punción por 30 segundos con algodón.
- Se liberó al animal en su jaula.
- Luego la muestra de sangre se colocó en la tira reactiva observando que esté completa.
- Seguidamente se colocó la tira reactiva en el glucómetro.

Para el análisis de glucosa en sangre: Una vez obtenida la muestra se procedió a introducir una gota de sangre en la cinta reactiva y realizar la lectura del nivel de glucosa mediante el glucómetro

3.6.3. Para determinar los niveles de insulina antes y después del consumo de extruidos de cañihua y trigo en ratas macho tipo Wistar.

a) Técnicas de investigación que permitió la recolección de la información:

Observación: Se observó los resultados numéricos de las mediciones de magnitudes físicas como glucosa e insulina en sangre mostrado por los equipos de medición.

b) Técnica de laboratorio:



Insulinemia: Técnica de ELISA.

c) Instrumento a utilizar:

Los instrumentos a utilizar vienen siendo mecánicos en ese sentido se tiene el de tubos EDTA para muestra de sangre, equipo de centrifugación, kit de Elisa, equipo lector de Elisa.

d) Procedimiento: Para la recolección de muestra en sangre se realizó punción cardiaca:

- Se dejó en ayunas a todas las muestras experimentales durante un periodo de 12 horas.
- Con el animal de experimentación inmovilizado de forma correcta, se desinfecto con alcohol yodada la parte de la punción.
- Para la punción cardiaca se utilizó la jeringa de 1ml con una aguja de 25 G x 32 mm, se introdujo del lado izquierdo del tórax situada entre la 3ra y 5ta costilla, en el lugar de máxima palpación del corazón.
- Luego de ser llenada el émbolo de la jeringa se llevó a cabo la extracción de la cantidad necesaria de sangre (0.5 – 1 ml).
- Una vez obtenida la muestra se almaceno en tubos rojos sin anticoagulante.
- Finalmente, se realizó una ligera presión con torunda estéril por aproximadamente 30-45 segundos y se devolvió la muestra experimental a sus respectivas jaulas.

e) Procedimiento: Para el análisis de insulina en sangre:

- Se realizó la separación del suero mediante la centrifugación a 2500 rpm, después de 3 horas de la toma de muestra, cada muestra estuvo debidamente rotulada.



- La determinación de los niveles de insulina en el suero sanguíneo se efectuó por ensayo de micro Elisa siguiendo el procedimiento indicado y estandarizado que se basa en el Kit ELISA de insulina ACTIVE® y el equipo lector de ELISA BIO- RAD modelo 3550.
- Seguidamente las muestras se incubaron en una microplaca con anticuerpos de insulina. Asimismo, se midió la absorbancia a una longitud de onda de 450 nm en un espectrofotómetro.
- Las muestras obtenidas se introdujeron al equipo para leer los resultados después de 15 minutos.

3.6.4. Para evaluar la ganancia del tejido adiposo posterior al consumo del tratamiento I, II y III de las unidades experimentales (ratas macho tipo Wistar).

- a) Técnica de investigación que permitió la recolección de la información

Observación participante: Se manipuló aislando el tejido adiposo para ser analizado.

Método: Histológico.

- b) Técnica laboratorio: Corte histológico.
c) Instrumento a utilizar

Los instrumentos a utilizar vienen siendo mecánicos en ese sentido se tiene al equipo de disección, lámina histológica, micrótopo, materiales que se utilizaron para el proceso de coloración y microscopio de alta definición.

- d) Procedimiento:



- Eutanasia de las unidades experimentales: Se causó la rápida pérdida de conciencia, para evitar el dolor, malestar y angustia de las unidades experimentales, para ello previamente anestesiados con dióxido de carbono en concentraciones superiores a 60%, debido que produce la pérdida de conciencia, siendo un método eficaz y humanitario.
- Toma de muestra: Se realizó mediante la autopsia inmediatamente después de beneficiar a las unidades experimentales, una vez obtenidas las muestras se colocaron en formol al 10% en sus receptivos envases debidamente rotulados.
- Proceso de fijación: Tiene como objetivo evitar la autólisis post mortem, las piezas que van a ser fijadas fueron denominadas como fragmentos de platina, también se realizó el proceso de inclusión para obtener cortes más finos.
- Proceso de deshidratación: Las muestras fueron colocados en alcoholes con concentración ascendente (30, 50, 70, 80, 96 % y alcohol absoluto) en un tiempo de 30 min a una hora en cada alcohol, esto con el fin de suprimir el agua tisular ya que la parafina no es soluble en agua.
- Proceso de aclaración: Las muestras se aclararon en xilol en 30 minutos a una hora, se transparento con aceite de cedro de 12 a 24 horas hasta que las piezas adquirieran un color ámbar.
- Inclusión en Parafina: En este proceso la parafina se expone en una estufa graduada, la temperatura estuvo controlada según el requerimiento de la parafina entre 56 a 58°C durante 1 hora. Finalmente se deja solidificar en un recipiente con agua fría para un enfriamiento repentino.



- Preparación de tacos: Una vez enfriado y endurecido la parafina, se procedió llevar al microtomo, se cortó un trozo de la muestra en la parafina en forma de pirámide truncada.
- Corte Histológico: Se realizó con el microtomo de congelación para obtener piezas delgadas a un grosor de 3 a 5 mm.
- Proceso de colocación sobre portaobjetos: Los cortes quedaron depositado sobre la navaja, los que son recogidos por medio de un pincel humedecido en agua tibia y luego son depositados en un recipiente llenos de agua para que se extiendan por si solos, realizado el proceso son colocados en el portaobjeto y secados para su posterior coloración y montaje.
- Proceso de eliminación de la parafina (desparafinización): Se eliminó toda la parafina del tejido ya que impide su coloración, para ello se utilizó Xilol para que los cortes se vuelvan transparentes por disolución de la parafina.
- Proceso de hidratación: Se efectuó con alcoholes descendentes, donde el portaobjeto fue colocado en soluciones de etanol al 100% ,96%, 80%, 70% y Agua destilada.
- Proceso de coloración: Se utilizó colorante natural hematoxilina por un periodo de tiempo de 10 minutos.
- Proceso de viraje: Se dejó 5 minutos en agua corriente.
- Proceso de Coloración por la eosina: Se sometió a una solución acuosa de eosina al 1% dejando actuar por 0.5 a 1 min, luego se lavó con agua para quitar el exceso de colorantes.
- Proceso de deshidratación: Una vez diferenciada la muestra, se inició



con la deshidratación, con el alcohol de 70°, este proceso se continuó con alcoholes ascendentes hasta llegar a alcohol absoluto.

- Aclaración o diafanización: Proceso donde se utilizó xilol para eliminar el alcohol e impregnar con un líquido intermediario o aclarante.
- Proceso de colocación de cubreobjeto o montaje: Consistió en mantener el cubreobjetos con el portaobjetos que se adhiere con resina (bálsamo de Canadá).
- Una vez obtenidas las láminas histológicas se procedió a observa en el microscopio (resolución 10x – 4x).

3.6.5. Comparación de las diferencias de glicemia e insulinemia pre y post tratamiento I y II en las unidades experimentales (ratas Wistar).

- a) Técnicas de investigación que permitió la recolección de la información

Observación participante: Manipulación deliberada de los investigadores

- b) Técnica de análisis de datos: Estadística

- c) Instrumento ofimático: Programa estadístico SAS (Statistical Analysis System) y Microsoft Excel 10.

- d) Procedimiento:

Los datos obtenidos serán registrados en una hoja Excel de monitoreo de experimentación (ANEXO N° 1), luego estos datos serán relacionados.



3.6.6. Comparación de las diferencias del tejido adiposo de las unidades experimentales (ratas Wistar) sometidas a los diferentes tratamientos (I, II y III) versus el grupo control.

- a) Técnicas de investigación que permitió la recolección de la información
Observación participante: Manipulación deliberada de los investigadores
- b) Técnica de análisis de datos: Estadística
- c) Instrumento ofimático: Programa estadístico SAS (Statistical Analysis System) y Microsoft Excel 10.
- d) Procedimiento:

Los datos obtenidos serán registrados en una hoja Excel de monitoreo de experimentación (ANEXO N° 1), luego estos datos serán relacionados.

3.7. DESCRIPCIÓN DE PROCESAMIENTO DE DATOS

Los resultados obtenidos serán trasladados a una base de datos en Excel, seguidamente serán procesados en el programa estadístico SAS para darle el tratamiento estadístico que permitirá ver las diferencias significativas.

- **Para las variables glucosa e insulina:** Prueba de hipótesis estadística para la comparación de cuatro grupos. Donde la variable dependiente es cuantitativa en función de variable independiente cuantitativa.

- i. $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ (El promedio de los cuatro es igual) a
 $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$ (El promedio de alguno de los cuatro es diferente)
- ii. $\alpha = 0.05$ (Nivel de significancia)
- iii. Prueba estadística ANVA – DBCA) al azar



$F_c > F_t$ para rechazar H_0

- **Para la variable tejido adiposo:** Prueba de Hipótesis estadística para dos proporciones

i. $H_0 : p_1 = p_2$

$H_1 : p_1 \neq p_2$

ii. $\alpha = 0.05$ (Nivel de significancia)

iii. $Z_t = 1.96$

iv. Se usa $Z_C = \frac{P_1 - P_2}{\sqrt{\frac{P_1 q_1}{n_1} + \frac{P_2 q_2}{n_2}}}$

3.8. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Al ser un estudio experimental, previo a llevarse a cabo la ejecución de la presente investigación fue necesario pasar por un riguroso análisis por parte del Comité Institucional de Ética en Investigación (CIEI) de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, el cual aprobó el proyecto de investigación con el siguiente código: N° 045 – 2023 / CIEI UNA – Puno.

Asimismo, se tomó en cuenta los códigos de ética para ensayos con animales siendo esta una obligación, de acuerdo con el Código de Nüremberg, el cual menciona que, para realizar experimento en seres humanos primeramente este debe ser diseñado y fundamentado en resultados de investigaciones realizados en animales, del mismo modo la declaración de Helsinki apoya a que primero se lleve la investigación en animales, recalcando que se debe cuidar el bienestar de los animales utilizados en la experimentación. También se cumplió con las recomendaciones ya establecidas en el Manual de procedimientos para la investigación con animales.

CAPÍTULO IV

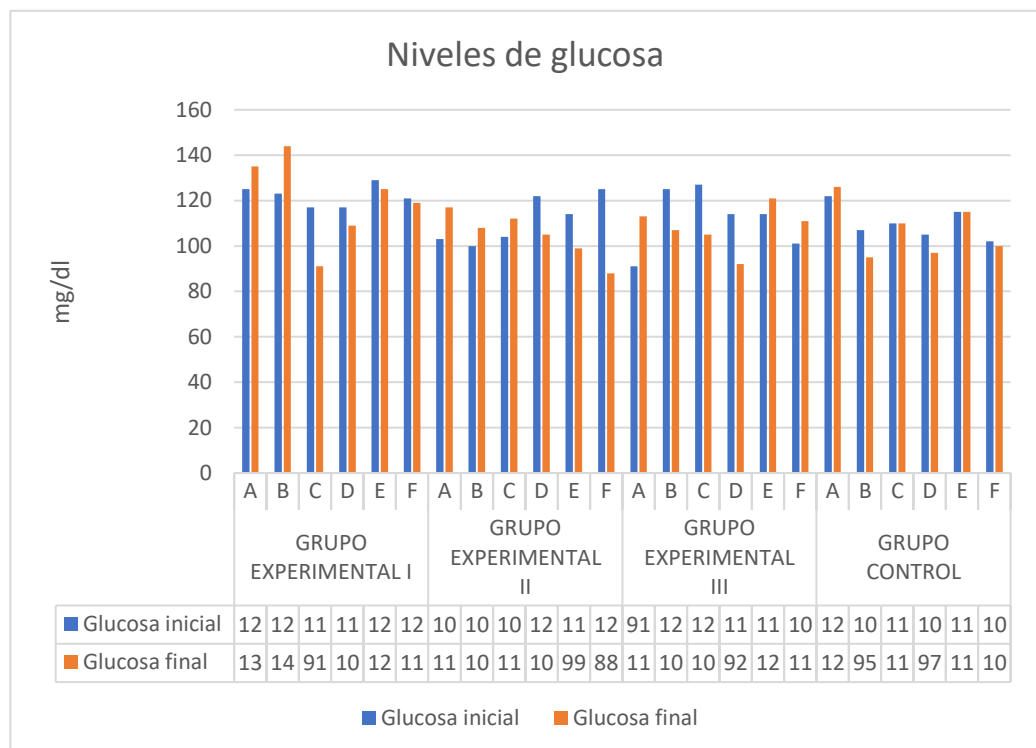
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.1. Niveles de glicemia antes y después del consumo de extruidos de cañihua en ratas wistar.

Figura 3

Niveles de glucosa en sangre (mg/dl) antes y después de la experimentación en los grupos experimentales (Grupo I, II y III) y de control



La Figura 3, muestra los niveles de glucosa inicial y final de los tres grupos experimentales y del grupo control. Se observa que en el grupo experimental I, dos de las unidades experimentales aumentaron sus niveles de glucosa en un promedio de 15.5 mg/dl en comparación con su nivel inicial, mientras que las otras cuatro unidades experimentales disminuyeron su glucosa en un promedio de 10



mg/dl. En el grupo experimental II, tres de las unidades experimentales presentaron un incremento en los niveles de glucosa con un promedio de 10 mg/dl, mientras que las otras tres unidades mostraron una disminución con un promedio de 23 mg/dl. En el grupo experimental III, tres de las unidades experimentales registraron un aumento en los niveles de glucosa con un promedio de 13 mg/dl, mientras que las otras tres unidades experimentales mostraron una disminución con un promedio de 20.6 mg/dl. En el grupo control, dos de las unidades experimentales mantuvieron sus niveles de glucosa, mientras que las otras cuatro unidades disminuyeron en un promedio de 8.5 mg/dl.

Se observa que el grupo experimental I (extruidos de cañihua al 100%) muestra niveles de glucosa más elevados en comparación con los otros grupos (II, III y control). Del mismo modo, en el grupo experimental III (extruidos de cañihua al 90% - 10% de azúcar) los niveles de glucosa aumentaron ligeramente.

Tabla 2

Análisis de varianza en diseño de bloques completamente al azar (ANVA - DBCA)

Fuente de variabilidad	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr < F
Tratamiento	3	1017.33	339.11	2.44	0.1049
Bloques	5	1033.50	206.70	1.49	0.2525
Error	15	2087.17	139.14		
TOTAL	23	4138.00			

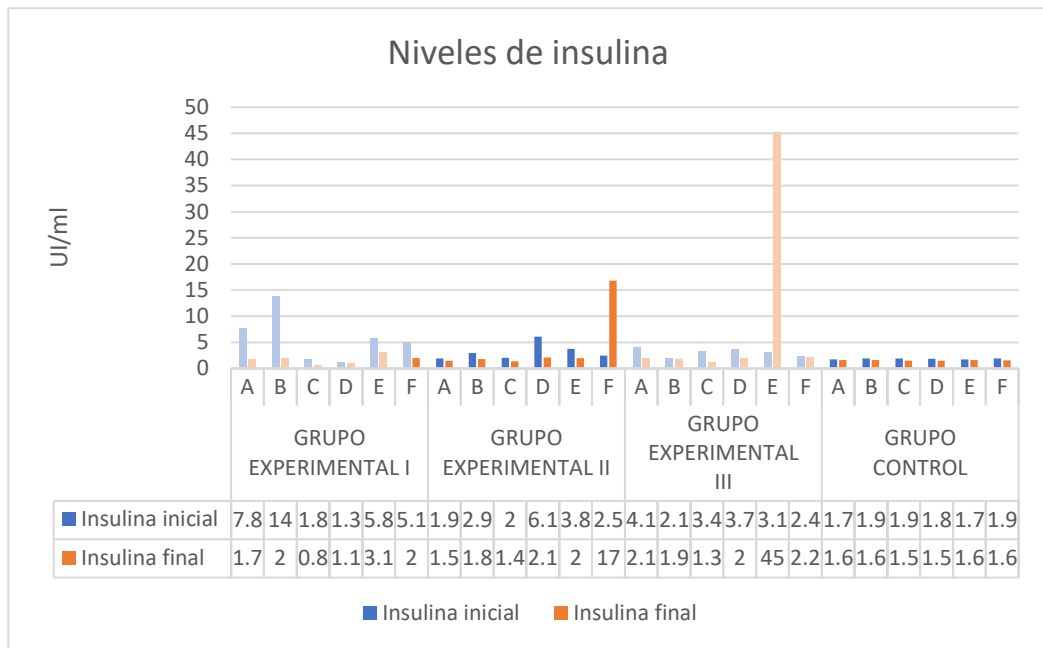
En la Tabla 2 se presenta el análisis de varianza para el diseño de bloques completamente al azar (ANVA-DBCA), el cual muestra que no hay una diferencia significativa en los niveles de glucosa (mg/dl) después de recibir los tratamientos con extruidos de cañihua en diversas concentraciones ($F_c = 2.44 < F_t = 3.287$), con un nivel de significancia del 5%.

Además, el estudio entre bloques (entre las unidades experimentales) no es significativo, con un valor de $F_c = 1.49 < F_t = 2.901$, a un nivel de significancia del 5%. Esto indica que el consumo de los extruidos de cañihua en diferentes concentraciones (Tratamientos I, II y III) no produce modificaciones significativas en la glicemia.

4.1.2. Niveles de insulinemia antes y después del consumo de extruidos de cañihua en ratas wistar

Figura 4

Niveles de insulina en sangre (UI/ml) antes y después de la experimentación en los grupos experimentales (Grupo I, II y III) y de control



La Figura 4 muestra los niveles de insulina inicial y final de los tres grupos experimentales y del grupo control. Se observa que en el grupo experimental I, todas las unidades experimentales disminuyeron su nivel de insulina en un promedio de 4.15 UI/ml. En el grupo experimental II, una de las unidades experimentales presentó un incremento en los niveles de insulina de 2.49 a 16.8 UI/ml, mientras que las otras cinco presentaron una disminución en un promedio de 1.61 UI/ml. En el grupo experimental III, una de las unidades experimentales presentó un incremento en los niveles de insulina de 3.08 a 45.3 UI/ml; por otro lado, las otras cinco unidades experimentales mostraron una disminución en un

promedio de 1.24 UI/ml. En el grupo control, todas las unidades experimentales disminuyeron sus niveles de insulina en un promedio de 0.28 UI/ml.

Se evidencia que el grupo experimental III (extruidos de cañihua al 90% - 10% de azúcar) muestra niveles de insulina más elevados, a comparación de los otros grupos (I, II y control).

Tabla 3

Análisis de varianza en diseño de bloques completamente al azar (ANVA - DBCA)

Fuente de variabilidad	de	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr < F
Tratamiento		3	222.46	74.15	0.83	0.497
Bloques		5	426.12	85.22	0.96	0.474
Error		15	1337.22	89.15		
TOTAL		23	1985.80			

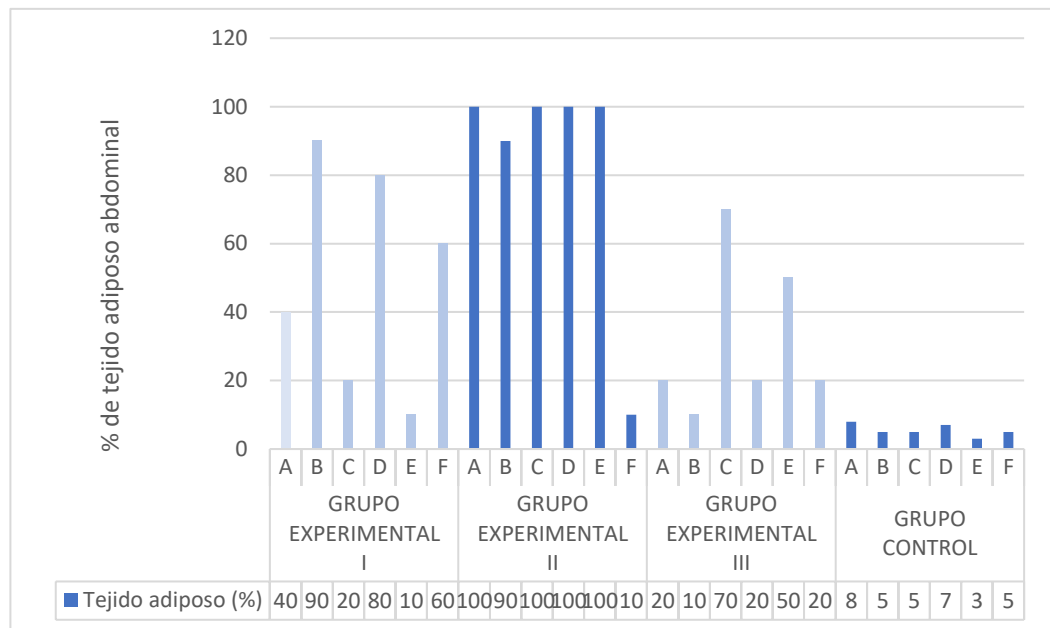
La Tabla 3 muestra el análisis de varianza para diseño de bloques completamente al azar (ANVA - DBCA), evidenciando que no existe diferencia significancia de los niveles de insulina (UI/ml) posterior a recibir los tratamientos con extruidos de cañihua en diferentes concentraciones ($F_c = 0.83 < F_t = 3.287$), a un nivel de significancia del 5%.

Asimismo, el estudio entre bloques (entre unidades experimentales) no es significativo, esto es $F_c = 0.96 < F_t = 2.901$, a un nivel de significancia del 5%. Esto indica que el consumo de los extruidos de cañihua a diferentes concentraciones (Tratamientos I, II y III) no ejerce modificaciones significativas en los niveles de insulina.

4.1.3. Ganancia del tejido adiposo posterior al consumo del tratamiento (I, II Y III) en ratas wistar.

Figura 5

Porcentaje de tejido adiposo posterior a la experimentación en los grupos experimentales (Grupo I, II y III) y de control.



En la Figura 5, se observa el porcentaje de tejido adiposo abdominal según los grupos experimentales. En el grupo experimental I, el tejido adiposo estuvo presente en un promedio del 50%. En el grupo experimental II, el tejido adiposo estuvo presente en un promedio del 83.3%, siendo este el grupo con mayor presencia de tejido adiposo en comparación con los demás grupos. En el grupo experimental III, el tejido adiposo estuvo presente en un promedio del 32%, mientras que en el grupo control se presentó en un promedio del 6%. Todos estos datos fueron observados en el microscopio.

Tabla 4

Comparación de proporciones de tejido adiposo abdominal de los 3 grupos experimentales (I, II y III) con el grupo control.

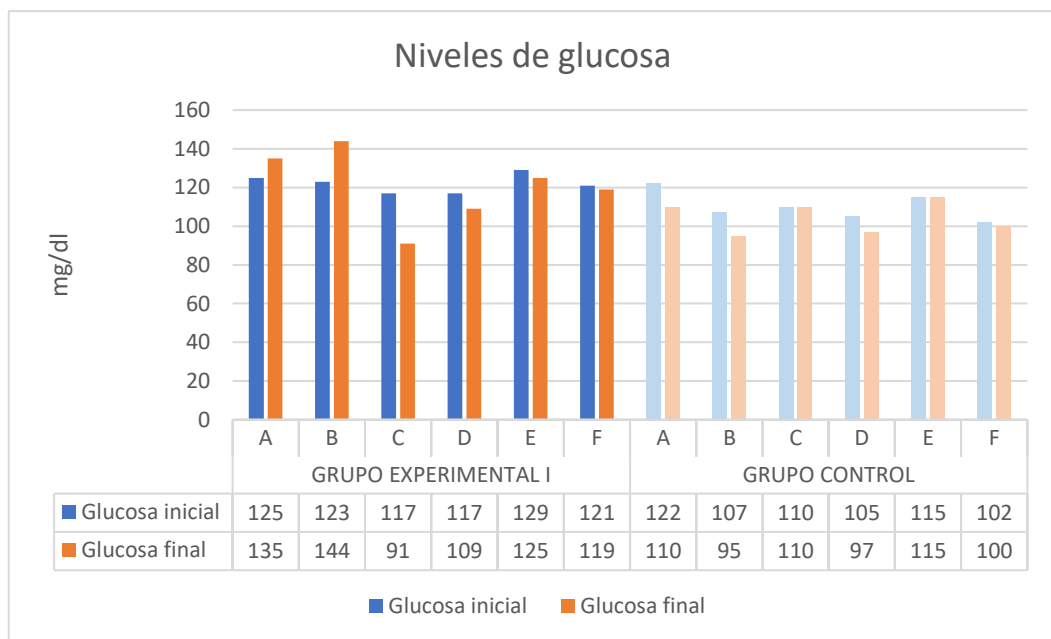
GRUPO	% tejido Adiposo	Zc	Significativo
I	0.5	1.94708056	NO
II	0.83	4.24407256	SI
III	0.32	1.2166725	NO
Control	0.06		

La Tabla 4 muestra el porcentaje de tejido adiposo abdominal, donde se empleó la prueba Zc para la diferencia de proporciones. Utilizando un nivel de significancia del 5%, se observa que el grupo experimental I (extruidos de cañihua al 100%) tiene una diferencia significativa leve con respecto al grupo control ($Z_c = 1.95 < Z_t = 1.96$). Por otro lado, el grupo experimental II (extruidos de cañihua al 45% - 45% de harina de trigo– 10% de azúcar) muestra una diferencia altamente significativa con el grupo control ($Z_c = 4.24 > Z_t = 1.96$). En cuanto al grupo experimental III (extruidos de cañihua al 90% - 10% de azúcar), no se encuentra diferencia significativa con el grupo control ($Z_c = 1.22 < Z_t = 1.96$).

4.1.4. Diferencias de glicemia e insulinemia pre y post tratamiento (I, II y III) en las ratas Wistar.

Figura 6

Diferencia en los niveles de glucosa (mg/dl) en sangre entre el grupo experimental I (extruidos de cañihua al 100%) y el grupo de control.



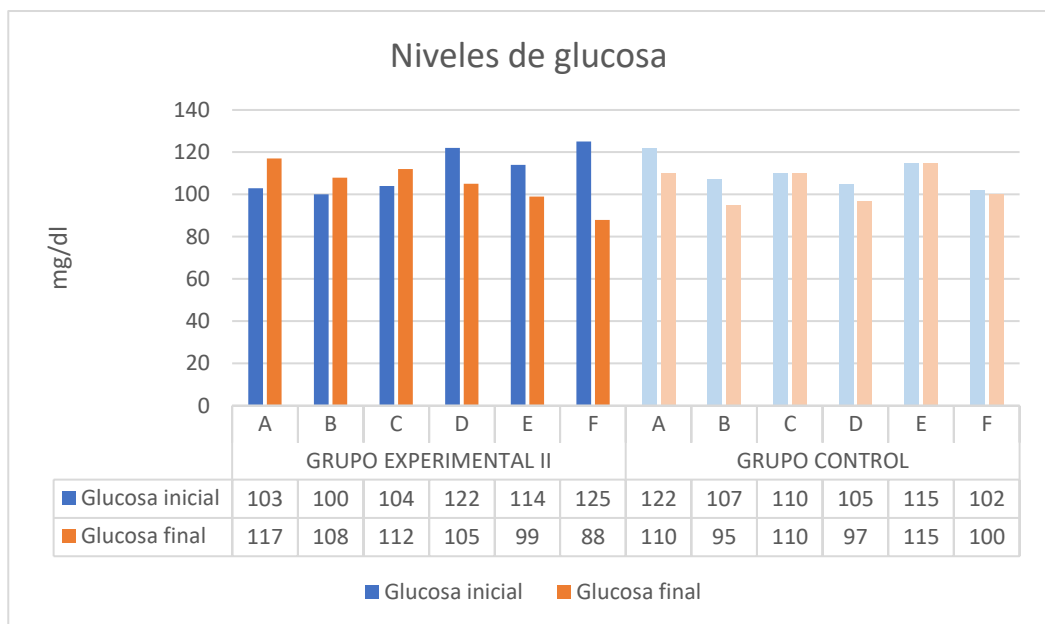
En la Figura 6 se observa que en el grupo control, los niveles de glucosa inicial están dentro del rango de 102 a 122 mg/dl, mientras que su glucosa final se sitúa en un rango de 95 a 115 mg/dl. Dos de las unidades experimentales han mantenido sus niveles de glucosa, mientras que las otras cuatro han disminuido en un promedio de 8.5 mg/dl.

En cuanto al grupo experimental I, que recibió extruidos de cañihua al 100 %, el rango de su glucosa inicial es de 117 a 129 mg/dl, mientras que su glucosa final se encuentra en un rango de 91 a 144 mg/dl. En este grupo, dos de las unidades experimentales aumentaron sus niveles de glucosa en un promedio de

15.5 mg/dl en comparación con su glucosa inicial, mientras que las otras cuatro unidades experimentales disminuyeron su glucosa en un promedio de 10 mg/dl.

Figura 7

Diferencia en los niveles de glucosa (mg/dl) en sangre entre el grupo experimental II (extruidos de cañihua al 45% - 45% de harina de trigo – 10% de azúcar) y el grupo de control.



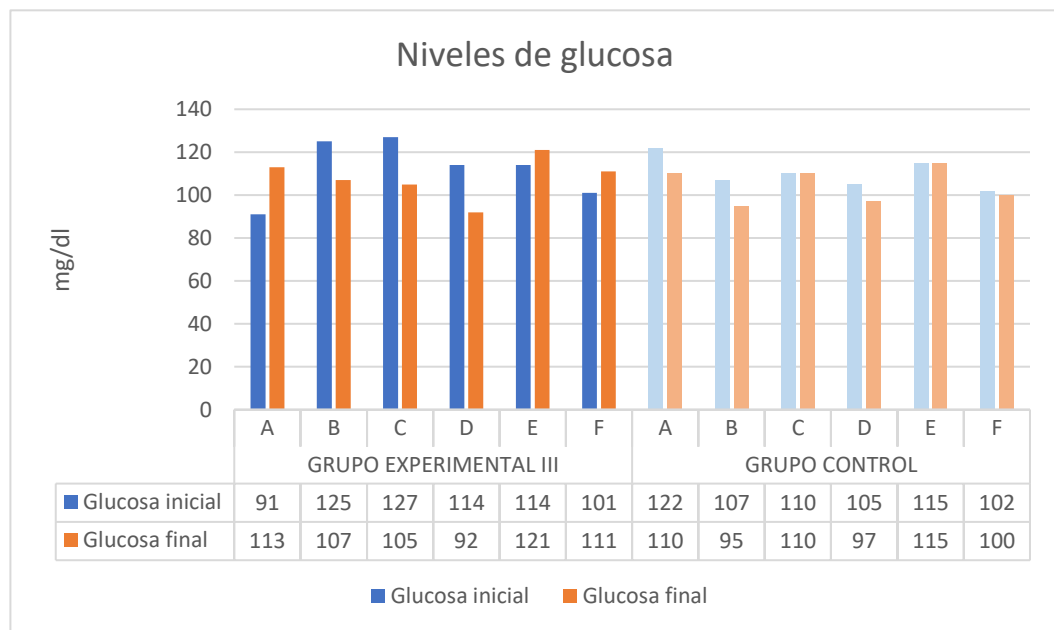
En la Figura 7, se observa que en el grupo control los niveles de glucosa inicial están dentro del rango de 102 a 122 mg/dl, y su glucosa final está en un rango de 95 a 115 mg/dl. Dos de las unidades experimentales han mantenido sus niveles de glucosa, mientras que las otras cuatro han reducido en un promedio de 8.5 mg/dl.

En cuanto al grupo experimental II, que recibió extruidos de cañihua al 45 % - 45 % de harina de trigo – 10 % azúcar, el rango de su glucosa inicial es de 100 a 125 mg/dl, y su glucosa final se encuentra en un rango de 88 a 117 mg/dl. Tres de las unidades experimentales presentaron un incremento en los niveles de

glucosa en un promedio de 10 mg/dl, mientras que las otras tres presentaron una disminución en un promedio de 23 mg/dl.

Figura 8

Diferencia en los niveles de glucosa (mg/dl) en sangre entre el grupo experimental III (extruidos de cañihua al 90% - 10% de azúcar) y el grupo de control.



En la Figura 8, se observa que en el grupo control los niveles de glucosa inicial están dentro del rango de 102 a 122 mg/dl, y su glucosa final está en un rango de 95 a 115 mg/dl. Dos de las unidades experimentales han mantenido sus niveles de glucosa, mientras que las otras cuatro han reducido en un promedio de 8.5 mg/dl.

En cuanto al grupo experimental III, que recibió extruidos de cañihua al 90 % - 10 % azúcar, el rango de su glucosa inicial es de 91 a 127 mg/dl, y su glucosa final se encuentra en un rango de 92 a 121 mg/dl. Tres de las unidades experimentales presentaron un incremento en los niveles de glucosa en un



promedio de 13 mg/dl, mientras que las otras tres presentaron una disminución en un promedio de 20.6 mg/dl.

En la presente investigación se evidenció que no hay diferencia significativa estadísticamente en los niveles de glucosa, estos resultados son similares al estudio realizado por Valdivia T. (2019), donde muestra que el consumo de galletas hechas a base de harina de cañihua no presentó cambios significativos en los niveles de glucosa (25).

Esto se debe a que en condiciones normales los niveles de glucosa se encuentran en un rango adecuado, debido a la producción hepática de glucosa, absorción intestinal, captación por parte de los tejidos periféricos y la excreción renal (64). La secreción de insulina y glucagón se da en forma paralela e invertida, permitiendo que los niveles de glucosa pre y posprandial sean estables (65). En condiciones de ayuno la glucosa es liberada por el hígado a partir del glucógeno almacenado y de la neoglucogénesis, sin embargo, al ingerir alimentos se inhibe el glucagón (hormona conocida como hiperglucemiante) (66) y se libera la insulina, este último estimula a la recepción de glucosa por parte de los tejidos periféricos, evitando una hiperglicemia posprandial, el cual se ve influido por la carga glicémica de los alimentos. (67).

En el presente estudio se hizo uso de la cañihua, grano andino con perfil glicémico bajo (25), se les brindó a los tres grupos experimentales (I: Extruidos de cañihua al 100%, II: extruidos de cañihua al 45% y III: Extruidos de cañihua al 90%) los cuales presentaron niveles de glucosa normales posterior a su ingesta, observándose también que en algunas unidades experimentales de los diferentes grupos los niveles de glucosa final disminuyeron ligeramente a diferencia de la

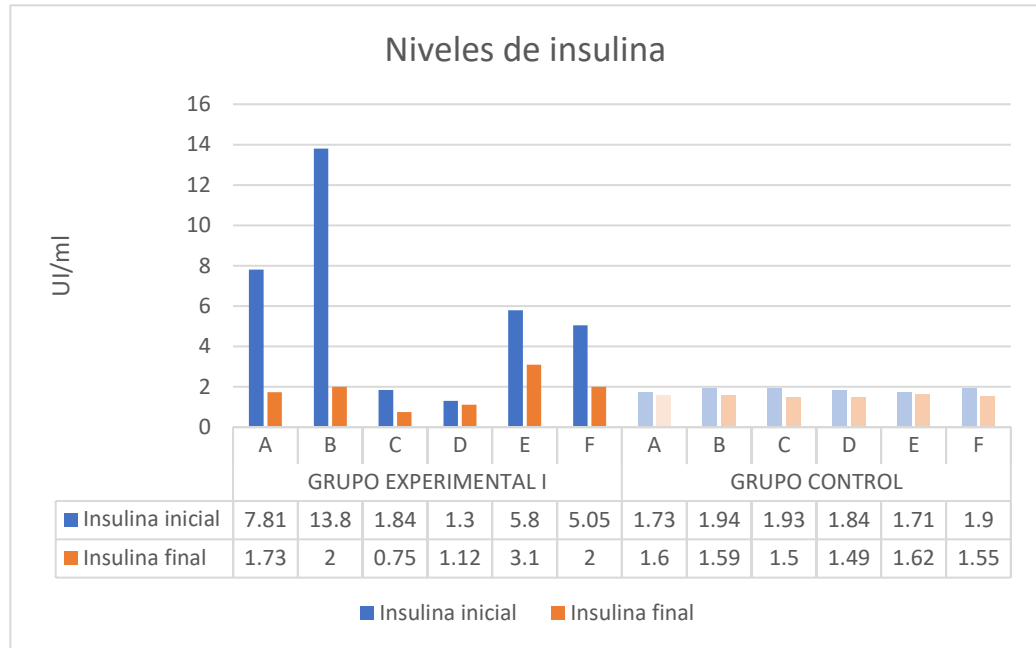


glucosa inicial, resultados que se asemejan al estudio realizado por Coronado J. (2024), donde brindó extractos de cañihua por 28 días, y demostró la reducción de los niveles de glucosa (mg/dl) hasta en un 30% (68). Esto se debe a que la cañihua tiene un IG de 36,3 (bajo) y un comportamiento de respuesta glucémica postprandial óptima y disminuida (69), así mismo debido a su IG bajo tiene un efecto saciante lo que favorece a la normalización del metabolismo de los glúcidos, esto se debe a su alto contenido de fibra alimentaria (70). Del mismo modo sus características y componentes bioactivos podrían tener efectos hipoglucemiantes por la inhibición enzimática de las enzimas α -amilasa, α -glucosidasa y dipeptidil peptidasa IV (71). Asimismo se considera que la ingesta de cañihua está relacionado a la regulación de la DM, ya que contiene propiedades funcionales, tales como sus compuestos fenólicos y fibra, del mismo modo, contiene flavonoides en un promedio de 90 mg/100 g (72) y polifenoles (73), siendo un pseudocereal con actividad antioxidante (31).

Se ha demostrado una relación entre el contenido de la quercetina (tipo de flavonoide presente en la cañihua), con la inhibición de la α glucosilasa, una enzima comprometida en la absorción de hidratos de carbono (73), a comparación de otros pseudocereales la cañihua muestra mayor nivel de actividad de inhibición de las enzimas α -amilasa y α -glucosidasa (68). Las α -glucosidasas tienen la función de degradar los hidratos de carbono a monosacáridos, mediante la ruptura de las cadenas de los carbohidratos complejos y disacáridos, están presentes en las microvellosidades del epitelio del intestino delgado, al inhibir estas enzimas se impide la degradación completa de los insumos a glucosa, así mismo disminuye la absorción, lo que permite mantener los niveles de glucosa en sangre (74).

Figura 9

Diferencia en los niveles de insulina (UI/ml) en sangre entre el grupo experimental I (extruidos de cañihua al 100%) y el grupo de control.

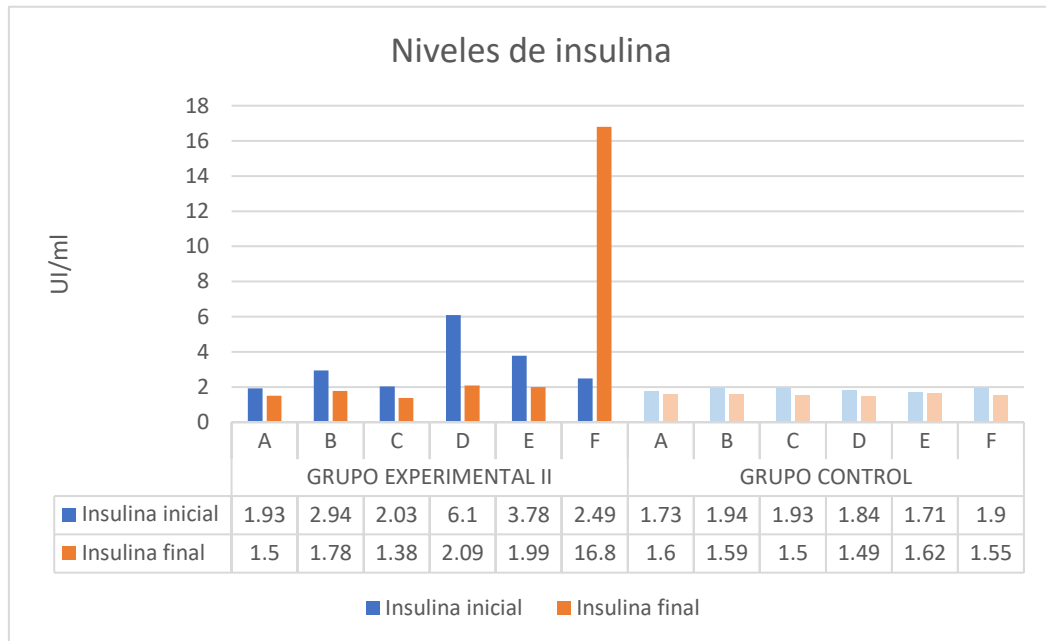


En la Figura 9, se observa que en el grupo control, los niveles de insulina inicial están dentro del rango de 1.71 a 1.94 UI/ml, mientras que su insulina final se sitúa en un rango de 1.49 a 1.62 UI/ml, donde todas las unidades experimentales disminuyeron sus niveles de insulina en un promedio de 0.28 UI/ml.

En cuanto al grupo experimental I, que recibió extruidos de cañihua al 100 %, el rango de su insulina inicial es de 1.3 a 13.8 UI/ml, mientras que su insulina final se encuentra en un rango de 0.75 a 3.1 UI/ml, donde todas las unidades experimentales disminuyeron su nivel de insulina en un promedio de 4.15 UI/ml.

Figura 10

Diferencia en los niveles de insulina (UI/ml) en sangre entre el grupo experimental II (extruidos de cañihua al 45% - 45% de harina de trigo – 10% de azúcar) y el grupo de control.

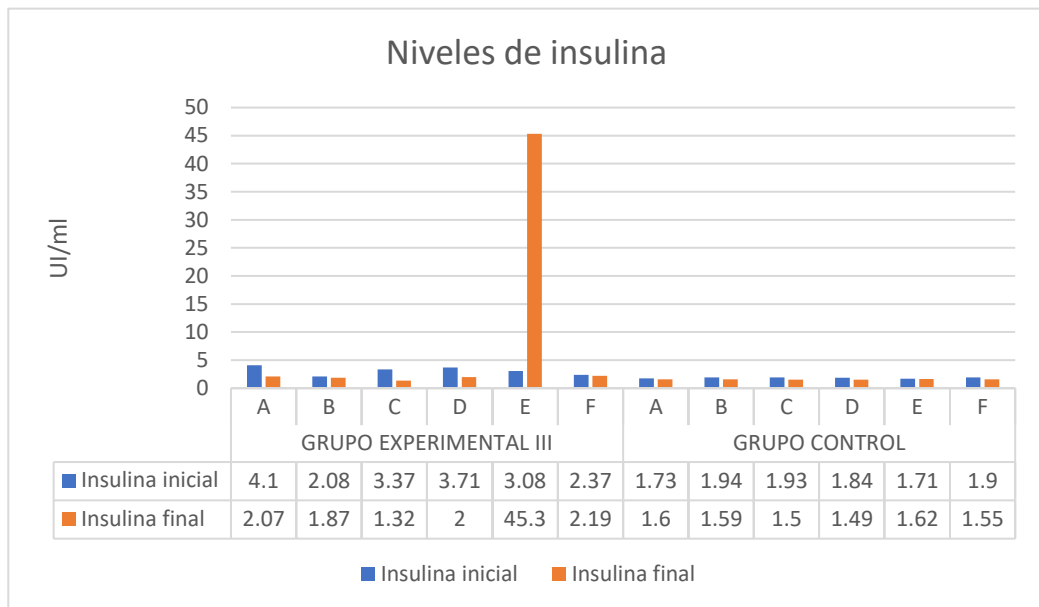


En la Figura 10, se observa que en el grupo control los niveles de insulina inicial están dentro del rango de 1.71 a 1.94 UI/ml, y su insulina final está en un rango de 1.49 a 1.62 UI/ml, donde todas las unidades experimentales disminuyeron sus niveles de insulina en un promedio de 0.28 UI/ml.

En cuanto al grupo experimental II, que recibió extruidos de cañihua al 45 % - 45 % de harina de trigo – 10 % azúcar, el rango de su insulina inicial es de 1.93 a 3.78 UI/ml y su insulina final se encuentra en un rango de 1.5 a 16.8 UI/ml. Una de las unidades experimentales presentó un aumento en los niveles de insulina de 2.49 a 16.8 UI/ml, mientras que las otras cinco mostraron una disminución en un promedio de 1.61 UI/ml.

Figura 11

Diferencia en los niveles de insulina (UI/ml) en sangre entre el grupo experimental III (extruidos de cañihua al 90% - 10% de azúcar) y el grupo de control.



En la Figura 11, se observa que en el grupo control los niveles de insulina inicial están dentro del rango de 1.71 a 1.94 UI/ml, y su insulina final está en un rango de 1.49 a 1.62 UI/ml, donde todas las unidades experimentales disminuyeron sus niveles de insulina en un promedio de 0.28 UI/ml.

En cuanto al grupo experimental III, que recibió extruidos de cañihua al 90 % – 10 % azúcar, el rango de su insulina inicial es de 2.08 a 4.1 UI/ml, y su insulina final se encuentra en un rango de 1.32 a 45.3 UI/ml. Una de las unidades experimentales presentó aumento en los niveles de insulina de 3.08 a 45.3 UI/ml, por otro lado, los otros cinco presentaron disminución en un promedio de 1.24 UI/ml.



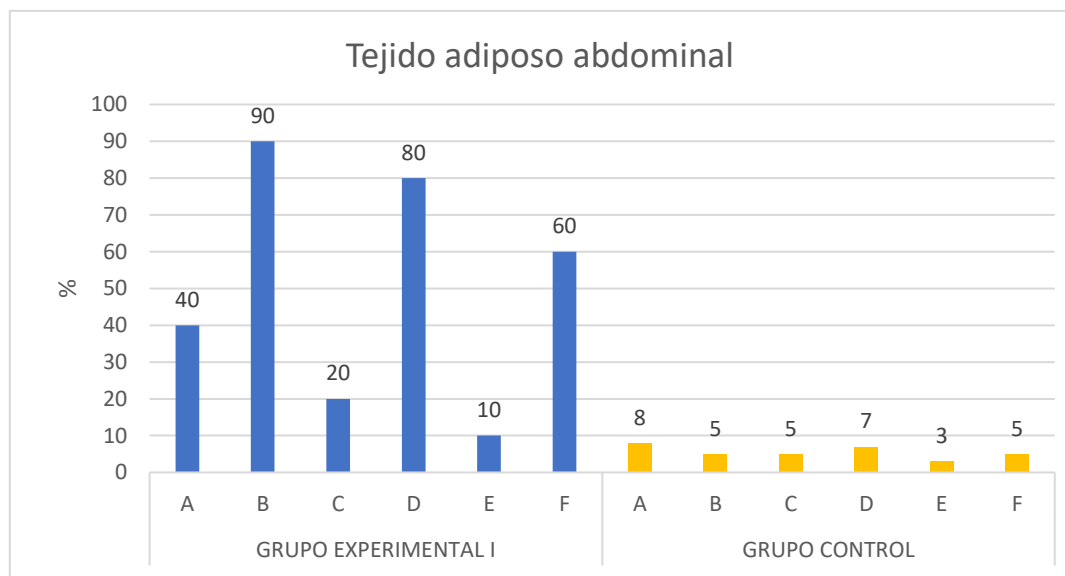
Cuando se ingieren alimentos y la glucosa en sangre se eleva, las células beta del páncreas segregan insulina para ayudar a sacar la glucosa de la sangre y almacenarla en las células, donde puede ser utilizada como fuente de energía o almacenada como glucógeno o grasa (75). Este mecanismo fisiológico normal puede verse alterado cuando la ingesta de alimentos ricos en carbohidratos es excesiva y no se produce un gasto energético adecuado, lo que resulta en un almacenamiento predominante como glucógeno, y si este está en su capacidad máxima, en forma de grasa. Por lo tanto, es crucial seleccionar cuidadosamente los alimentos que se consumen, y esto incluye la preocupación por la ingesta de productos procesados, que suelen ser altos en carbohidratos refinados y grasas saturadas trans. Los productos extruidos son una opción común en el mercado, accesible para personas de diferentes grupos de edad, y dentro de esta categoría, es posible encontrar opciones menos perjudiciales. Este aspecto se evidencia en el estudio actual, donde las unidades experimentales del grupo III mostraron los niveles más altos de insulina debido al contenido de azúcar (10%) en la mezcla del producto. Por el contrario, las unidades experimentales que recibieron extruido de cañihua al 100% mostraron niveles más bajos de insulina. Esto se debe a que la harina a base de pseudocereales contiene menos almidón y, además, presenta almidón de digestión más lenta, lo que implica que su consumo podría ser beneficioso debido a su menor impacto en los niveles de glucosa e insulina (76). Asimismo, la cañihua modula la inhibición de las enzimas hidrolizantes de carbohidratos (α -amilasa y α -glucosidasa) (77) debido a sus compuestos fenólicos, una vez que se inhibe a dichas enzimas, se retrasa la absorción de los carbohidratos ingeridos, de esta forma reduciendo los niveles de insulina y glucosa postprandial, por lo tanto, se llega a controlar y retardar las complicaciones de la

hiperglucemia (78). Además, la cañihua contiene vitamina E en mayor proporción de γ -tocoferol (12.5 mg/100g.) y α -tocoferol (4.2 mg/100g) (2), esta vitamina estimula la sensibilidad a la insulina, al evitar que las sustancias del receptor de la insulina sean oxidados por los radicales libres y llegan a promover las expresiones de genes iniciadores de insulina, ya que disminuye la apoptosis de las células β pancreáticas (79)

4.1.5. Diferencias del tejido adiposo de las ratas Wistar sometidas al tratamiento I, II, III versus el grupo control.

Figura 12

Diferencia en el porcentaje de tejido adiposo entre el grupo experimental I (extruidos de cañihua al 100%) y el grupo de control.

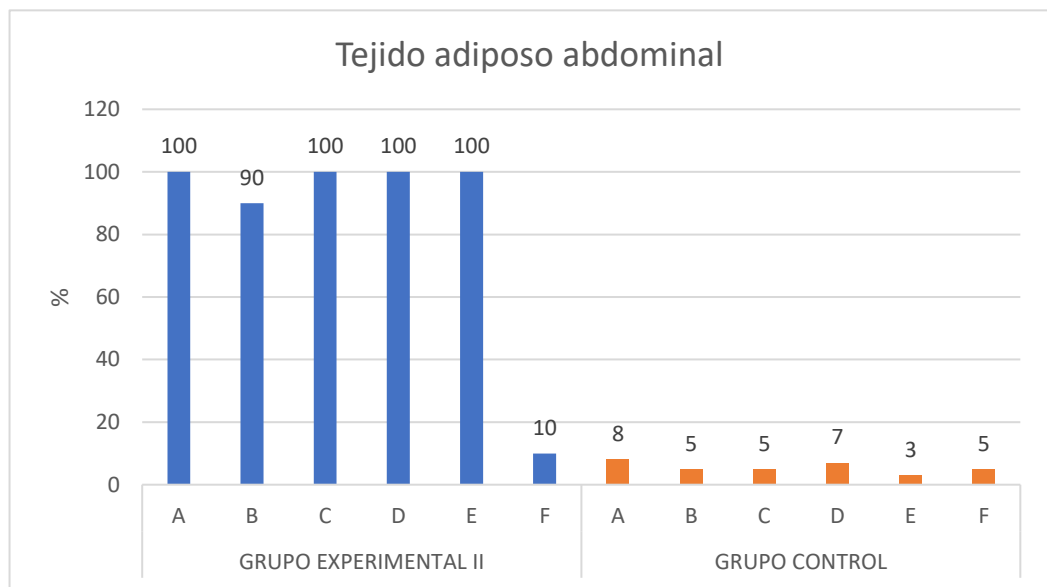


En la Figura 12, se muestra la diferencia en el porcentaje de tejido adiposo abdominal entre el grupo experimental I (extruidos de cañihua al 100%) y el grupo control. Se observa que en el grupo control, el tejido adiposo está en un rango de 5% a 8%, con un promedio de 6%. Por otro lado, en el grupo experimental I, el

tejido adiposo se encuentra presente en un rango de 10% a 90%, con un promedio del 50%, evidenciando una clara diferencia entre ambos grupos.

Figura 13

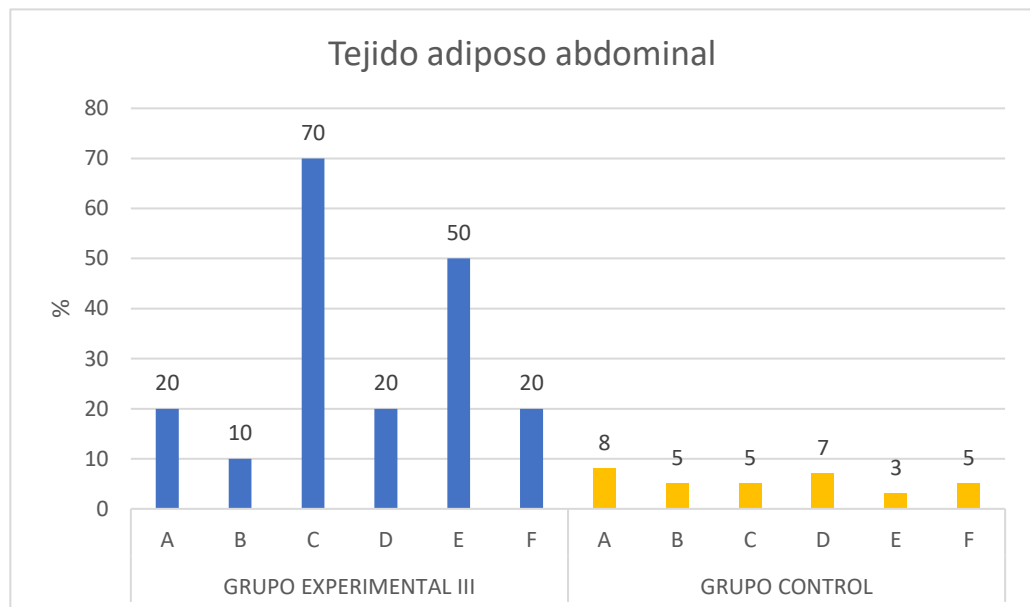
Diferencia en el porcentaje de tejido adiposo entre el grupo experimental II (extruidos de cañihua al 45% - 45% de harina de trigo – 10% de azúcar) y el grupo de control.



En la Figura 13, se muestra la diferencia en el porcentaje de tejido adiposo abdominal entre el grupo experimental II (extruidos de cañihua al 45% - 45% de harina de trigo – 10% de azúcar) y el grupo control. Se observa que en el grupo control, el tejido adiposo está en un rango de 5% a 8%, con un promedio del 6%. Por otro lado, en el grupo experimental II, el tejido adiposo se encuentra presente en un rango de 10% a 100%, con un promedio del 83.3%, evidenciando una marcada diferencia entre ambos grupos. De igual manera, este es el grupo experimental con mayor presencia de tejido adiposo abdominal.

Figura 14

Diferencia en el porcentaje de tejido adiposo entre el grupo experimental III (extruidos de cañihua al 90% - 10% de azúcar) y el grupo de control.



En la Figura 14, se presenta la diferencia en el porcentaje de tejido adiposo abdominal entre el grupo experimental III (extruidos de cañihua al 90% - 10% de azúcar) y el grupo control. Se observa que en el grupo control, el tejido adiposo está en un rango de 5% a 8%, con un promedio del 6%. Por otro lado, en el grupo experimental III, el tejido adiposo se encuentra en un rango de 10% a 70%, con un promedio del 32%, siendo superior al grupo control y evidenciando así una diferencia entre ambos grupos.

El tejido adiposo es un órgano endocrino que tiene la función de mantener la homeostasis energética corporal, almacenando triglicéridos y liberando adipoquinas para la regulación del metabolismo de lípidos y glucosa, está localizada en todo el cuerpo, subdividido en subcutáneo y visceral, este último tiene relación con la resistencia a la insulina, así mismo presenta actividades pro



y antiinflamatorias, participa en el comportamiento relacionado a la alimentación. En condiciones normales está presente en un 20 – 28%, esto varía de acuerdo al sexo y estado energético, sin embargo, en un estado de obesidad puede llegar hasta un 80% (80).

En el presente estudio se determinó el porcentaje de tejido adiposo abdominal, donde se evidenció que el grupo experimenta II, presenta mayor acumulación de tejido adiposo (83%), esto se debe a que en su composición contiene extruidos de cañihua al 45% - 45% de harina de trigo -10% de azúcar, donde los carbohidratos de la harina de trigo están compuestos por almidón y azúcares simples (81), los cuales son carbohidratos de absorción rápida que provocan aumentos agudos de la glucosa e insulina (82), cuando los niveles de glucosa están muy elevadas el hígado lo convierte en triglicéridos, lo cual genera resistencia a la insulina, en esta condición el páncreas pretende regular los niveles glucosa liberando más insulina, lo que provoca la acumulación de tejido adiposo (83). Estos resultados son similares a los encontrados por Castellanos et al (2015), donde evaluaron la redistribución de tejido adiposo en ratas machos con una exposición temprana a sacarosa al 30%, se observó alta acumulación de tejido adiposo retroperitoneal, así mismo alrededor de los órganos, entonces, la distribución del tejido adiposo abdominal depende de la cantidad ingerida de carbohidratos simples, predisponiendo a padecer enfermedades crónico-degenerativas (84).

Asimismo Gonzales Y. (2015), determinó la grasa visceral posterior al consumo de sacarosa al 35% por un periodo de 18 semanas, obteniendo como resultado el incremento del perímetro abdominal del 6,21% al 12,79%, peso corporal del 12,18% al 18,08%, y la grasa visceral paso del 73,04% al 81,14%



(19). Por su parte Quintero C. (2019), evaluó el peso corporal, tejido adiposo mesentérico y retroperitoneal e indicadores metabólicos en ratas Wistar de ambos sexos, se les brindó endulzantes al 10%, donde la acumulación de tejido adiposo se diferenció por sexo, en el cual las ratas hembras acumularon mayor tejido adiposo mesentéricos y los machos acumularon tejido adiposo retroperitoneal (85).

Del mismo modo se observó que en los grupos experimentales I y III se evidenció menor presencia de tejido adiposo, esto se debe al contenido de almidón resistente (fibra soluble) de la cañihua, reduciendo la digestión de macronutrientes demorando así el vaciamiento gástrico, regulando el metabolismo de ácidos grasos que promueven la su oxidación en el músculo e hígado, también regula inhibición de la producción de novo y la lipólisis en el tejido adiposo, logrando reducir la grasa en sangre (86). Estos resultados coinciden con la investigación realizada por Bernuy et al. (2018), donde midió la acumulación de tejido adiposo en ratas Wistar, se brindó diferentes variedades de quinua (grano andino con características similares al cañihua) (87), no se presentaron diferencias significativas en la acumulación de tejido adiposo, sin embargo una de sus variedades (pasankalla) presentó menor acumulación a nivel visceral y abdominal (88).



V. CONCLUSIONES

- Se brindó tres tratamientos con extruidos de cañihua a diferentes concentraciones (Tratamientos I, II y III), posterior a la fase experimental se observó que no ejercen diferencias significativas en los niveles de glucosa, según el análisis estadístico ANVA – DBCA: $F_c = 2.44 < F_t = 3.287$. Asimismo, en los niveles de insulina (UI/ml) no se observa diferencias significativas, siendo $F_c = 0.83 < F_t = 3.287$.
- Se evaluó el tejido adiposo mediante cortes histológicos, donde se encontró que para el grupo experimental II hay mayor presencia de tejido adiposo abdominal ($Z_c = 4.24 < Z_t = 1.96$), en cuanto al grupo experimental I, se observa una leve diferencia significativa ($Z_c = 1.95 < Z_t = 1.96$). Por otro lado, el grupo experimental III no muestra una diferencia significativa ($Z_c = 1.22 < Z_t = 1.96$), en comparación con el grupo control.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda extender la duración del experimento, ya que a mayor tiempo se obtienen mejores resultados. Asimismo, se sugiere ampliar la cantidad de muestras experimentales.
- Se invita a realizar investigaciones macro y microscópicas considerando otros tejidos que podrían resultar alterados, como el hígado y el páncreas.
- Es necesario llevar a cabo más investigaciones sobre la cañihua y su efecto en los indicadores de la resistencia a la insulina, ya que es un pseudocereal producido en nuestra región de Puno.
- Asimismo, para futuras investigaciones se recomienda estudiar la acción hipoglucémica de la cañihua.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Naranjo Hernández Y. La diabetes mellitus: un reto para la Salud Pública Diabetes Mellitus: A Public Health Challenge. SciELO [Internet]. 2016;6(1):1–5. Available from: <http://revfinlay.sld.cu/index.php/finlay/article/view/399>
2. Huamanchumo Prado WJ. Pseudocereales Andinos: Valor Nutritivo Y Aplicaciones Para Alimentos Libres De Gluten. 2020;28. Available from: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/151184/Huamanchumo_Pseudocereales_andinos_valor_nutritivo_y_aplicaciones_para_alimentos_libres_de_glu....pdf?sequence=1
3. Leyva Montero M de los ángeles, Rodríguez Moldón Y, Rodríguez Duque R, Niño Escofet S. Mecanismos moleculares de la secreción de insulina. Ann Endocrinol (Paris) [Internet]. 2004;65(1):8. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812020000200764
4. García Flores MD. Resistencia a la insulina. Estudio, diagnóstico y tratamiento. Recimundo [Internet]. 2020 Dec;(4):488–94. Available from: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/1634>
5. Santos Lozano E. Resistencia a Insulina: Revisión de literatura. Rev Med Hondur [Internet]. 2022;90(1):63–70. Available from: <https://revistamedicahondurena.hn/assets/Uploads/Vol90-1-2022-12.pdf>
6. Pérez Freire RA, Pacha Jara AG. Resistencia a la insulina como factor desencadenante de dislipidemia. Salud, Cienc y Tecnol [Internet]. 2022;2. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/salcietec/sct-2022/sct221ck.pdf>
7. Torres Rodriguez E, Arévalo H, Suarez I, Vega N. Perfil Clínico De Pacientes Atendidos Con Diabetes Mellitus Tipo 2 En Un Programa De Reversión. Rev la Fac Med Humana [Internet]. 2021;21(1):124–9. Available from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2308-05312021000100145&script=sci_abstract



8. Vega Jiménez J. Hábitos alimentarios y riesgo de diabetes mellitus tipo 2 en individuos con diagnóstico de obesidad. *Rev Cuba Endocrinol* [Internet]. 2020;31(1):167. Available from: <http://www.revendocrinologia.sld.cu/index.php/endocrinologia/article/view/167%0Ahttp://scielo.sld.cu/pdf/end/v31n1/1561-2953-end-31-01-e167.pdf>
9. Kaufer Horwitz M, Pérez Hernández JF. La obesidad: aspectos fisiopatológicos y clínicos. *Inter Discip* [Internet]. 2021;10(26):147. Available from: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2448-57052022000100147&lng=es&nrm=iso
10. Blancas Flores G, Almanza Pérez J, López Roa R. La obesidad como un proceso inflamatorio. *Bol Med Hosp Infant Mex* [Internet]. 2010;67(marzo-abril):03–12. Available from: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-11462010000200002
11. Lobstein T, Jackson-Leach R, Powis J, Brinsden H, Gray M. World Obesity Atlas 2023. *World Obes Fed* [Internet]. 2023;(March):5–25. Available from: www.johnclarksondesign.co.uk
12. Trujillo Aspilcueta H. Abordaje Nutricional para la prevención y control del sobrepeso y la obesidad tipo I [Internet]. Lima; 2023. 1–6 p. Available from: <https://repositorio.ins.gob.pe/handle/20.500.14196/1533>
13. Ramírez Pajuelo J, Aparcana Torres L, Zamora Agüero R, Leo Bernui I. El sobrepeso, la obesidad y la obesidad abdominal en la población adulta del Perú. *An la Fac Med* [Internet]. 2019;80(1):21–7. Available from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832019000100004
14. Carhuavilca Bonett D, Abad Altamirano PJ, Huertas Chumbes JL, Hidalgo Calle N, Romero Jares K, Velasquez Benites BB, et al. Enfermedades No Transmisibles y Transmisibles [Internet]. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Lima; 2017. Available from: https://proyectos.inei.gob.pe/endes/2022/SALUD/ENFERMEDADES_ENDES_2022.pdf



15. Nieto Orozco C, Chanin Sangochian A, Tamborrel Signoret N, Vidal González E, Tolentino Mayo L, Vergara Castañeda A. Percepción sobre el consumo de alimentos procesados y productos ultraprocesados en estudiantes de posgrado de la Ciudad de México. *J Behav Heal Soc Issues* [Internet]. 2020;9(2):82–8. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/2822/282255144007.pdf>
16. Vindas Smith R, Vargas Sanabria D, Brenes JC. Consumo de alimentos altamente procesados y de alta palatabilidad y su relación con el sobrepeso y la obesidad. *Población y Salud en Mesoamérica* [Internet]. 2022;19:24. Available from: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-02012022000100355
17. Loachamin Pillajo BA. Estimación Del Índice Glucémico Imación Del Índice Glucémico En Productos Sin Gluten Productos Sin Gluten Elaborados Con Pseudocereales [Internet]. Universidad de Zaragoza; 2015. Available from: <https://core.ac.uk/download/pdf/289981815.pdf>
18. Sumba Coraizaca AV. Digestibilidad gastrointestinal in vitro de almidón y proteína en harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi [Internet]. Vol. 3. Universidad Técnica de Ambato; 2019. Available from: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30030/1/AL_708.pdf
19. Madariaga González Y, Orestes Castillo A, Bernal Llerena T, Perdomo Alfonso O, De La Barca Barrera M, Machado González Y. Síndrome metabólico en ratas Wistar inducido por dieta rica en sacarosa. *Acta Bioquim Clin Latinoam* [Internet]. 2015;49(3). Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53542622003>
20. Hernández Sampieri R, Mendoza C. Metodología de la Investigación. *Sustain* [Internet]. 2019;11(1):1–14. Available from: <http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y>
<http://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005>
https://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
21. Bonilla Carvajal K, Angel Martín A, Moreno Castellanos N. Hipertrofia y resistencia a la insulina en un modelo in vitro de obesidad y DMT2 inducida por



- alta glucosa e insulina. Salud UIS [Internet]. 2022;12. Available from: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistasaluduis/article/view/12576/12337>
22. Porras Osorio M, Blasco Blanco T, Jáuregui Muñoz AM, Serván Torres K, Alvarado-Ortíz U. Efecto de una dieta a base de harina tostada de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) sobre el perfil Lipídico en ratas albinas destetadas. Horiz Médico [Internet]. 2006;6(1):29–35. Available from: <https://www.horizontemedico.usmp.edu.pe/index.php/horizontemed/article/view/224>
 23. Poma Pari KJ. Actividad antipertensiva, hipocolesterolémica y antioxidante de hidrolizados proteicos de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* aellen) mediante estudios in vivo. Universidad Nacional Agraria La Molina; 2018.
 24. Bernuy Osorio ND, Riveros Lizana R, Villanueva Espinoza ME, Suárez Cunza S, Vílchez Perales C. Influencia Del Consumo De Quinoa Sobre Parámetros Bioquímicos E Histomorfometría Intestinal En Ratas Obesas. Rev Peru Med Exp Salud Publica Inlu [Internet]. 2018;35(2):228–33. Available from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342018000200008
 25. Valdivia Barra TP. Efecto del consumo de galletas con base a cultivos andinos sobre indicadores bioquímicos y crecimiento en ratas wistar recién destetadas Puno 2018 [Internet]. Universidad Nacional del Altiplano; 2019. Available from: <http://tesis.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/14697>
 26. Caceda Ugaz C, Espinoza Pinchi L, Castillo Perez L, Burgos Villanueva AB. Granolita De Cañihua, Kiwicha, Avena Y Miel De Caña Para Prevenir Y Disminuir La Anemia [Internet]. Universidad San Ignacio de Loyola; 2019. Available from: <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/95a5b13c-18a3-4e68-9a79-670cbf7c748d>
 27. Mayta N. Prospectiva económica de la producción y comercialización de la cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la Región de Puno. Univ Nac Agrar La Molina [Internet]. 2019;1–121. Available from: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4065>



28. Marak NR, Das P, Das Purkayastha M, Baruah LD. Effect of quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) flour supplementation in bread on lipid profile and glycemic index: in vivo study. *Front Nutr* [Internet]. 2024;11(March):1341539. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38595791/#:~:text=The GI study revealed that,18.26 mg%2FdL%2C respectively.>
29. Jimenez Masias M, Piazza Santos AG. Estudio De Prefactibilidad Para La Instalación De Una Planta De Fideos En Base A Harina De Cañihua (*Chenopodium Pallidicaule*) [Internet]. Universidad de Lima; 2014. Available from: <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/16193>
30. Juárez Vilca S, Quispe Avilès M. Aceptabilidad y evaluación proteica de galletas integrales elaboradas con harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule*), lactosuero y salvado de trigo. *Rev Espec Nutr* [Internet]. 2016;13. Available from: <https://www.revistarenut.org/index.php/revista/article/view/239>
31. Coronado Olano J, Carrasco-Valencia RR, Reategui O, Toscano E, Valdez E, Zimic M, et al. Inhibitory activity against α -amylase and α -glucosidase by phenolic compounds of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) from the Andean region of Peru. *Pharmacogn J*. 2021;13(4):896–901.
32. Hansen Mangelson H, Maughan PJ, Jellen E, Jarvis DE, Geary B. The Genome of Cañahua: an Emerging Andean Super Grain [Internet]. Brigham Young University. 2019. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31832282/>
33. Abad Villar D. Formulación Y Elaboración Del Pan De Molde Enriquecido Con Kiwicha (*Amaranthus Caudatus*) Y Cañihua (*Chenopodium Pallidicaule*) [Internet]. Universidad Nacional Hermilio Valdizan; 2023. Available from: <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/8564>
34. Huamaní F, Tapia M, Portales R, Doroteo V, Ruiz C, Rojas R. Proximate analysis, phenolics, betalains, and antioxidant activities of three ecotypes of kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* aellen) from peru. *Pharmacologyonline* [Internet]. 2020;1:229–36. Available from: https://pharmacologyonline.silae.it/files/archives/2020/vol1/PhOL_2020_1_A024_Huamani.pdf



35. Zegarra S, Muñoz AM, Ramos Escudero F. Elaboración de un pan libre de gluten a base de harina de cañihua ((*Chenopodium pallidicaule* Aellen) y evaluación de la aceptabilidad sensorial. *Rev Chil Nutr [Internet]*. 2019;46(5):561–70. Available from: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182019000500561
36. Avendaño Capcha FA, Castañeda Flores VC, Ruiz Carrillo XC, ZavaletaGalvez CB. Premezcla de quinua y cañihua. [Internet]. Universidad Científica del Sur; 2021. Available from: <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/1990>
37. Aro Aro JM, Calsin Cutimbo M. Elaboración de una mezcla alimenticia a base de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), cebada (*Hordeum vulgare* L.) maiz (*Zea mays* L.), haba (*Vicia faba* L.) y soya (*Glycine max* L. Merr) por proceso de cocción – extrus. *Rev Investig Altoandinas - J High Andean Res [Internet]*. 2019;21(4):293–303. Available from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572019000400007
38. Castillo Martinez WE. Desarrollo De Productos De Panificación Saludables Con Alto Contenido De Compuestos Bioactivos Y Actividad Antioxidante A Partir De Harina De Quinua (*Chenopodium Quinoa*) Y Cañihua (*Chenopodium Pallidicaule*) Germinados [Internet]. Universidad Nacional del Santa; 2021. Available from: <https://digital.csic.es/handle/10261/268918>
39. Apaza Ahumada MG. Efecto del consumo de cultivos andinos quinua, cañihua y tarwi sobre el incremento de peso y nitrógeno retenido en ratas wistar. *Rev Investig Altoandinas - J High Andean Res [Internet]*. 2019;21(3):194–204. Available from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572019000300005&script=sci_abstract
40. Diaz Huayhua C, Alberto Buiza DW, Quispe Cruz HW, Cercado Cercado R, Siccha Ventura VP. Cereal Nutritivo A Base De Granos Andinos Quinua Kiwicha Y Cañihua Bajo El Proceso De Extrusión [Internet]. Universidad San Ignacio de Loyola; 2019. Available from: <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/ac2caa8f-a6fb-4c4f->



86b7-400a0c96342e/content

41. Arrieta Pasapera RE, Shuan Llanca AM. Estudio De Prefactibilidad Para La Instalación De Una Planta Productora De Bebidas Nutritivas a Base De Quinua, Kiwicha Y Naranja [Internet]. Universidad de Lima; 2017. Available from: <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/4264>
42. Lavado Cruz AA. Desarrollo de un extruido saludable a partir de harinas de quinua y cañihua germinadas con adición de maíz [Internet]. Universidad Nacional del Santa; 2022. Available from: <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4099>
43. Vito Villa JJ. Determinación De La Vida Útil Mediante Pruebas Aceleradas (Aslt) De Un Producto Extruido Enriquecido Con Concentrado Proteico De Pota (Dositicus Gigas) [Internet]. Universidad Nacional Agraria La Molina; 2019. Available from: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2131/L02-C389-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
44. Vega Soto C, Pérez Bravo F, Mariotti Celis MS. Amount, stability, and digestibility of carbohydrates after the extrusion process: Impact on the glycemic index of flours commonly consumed in Chile. Rev Chil Nutr [Internet]. 2023;50(2):233–41. Available from: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182023000200233
45. Zhao Y, Xu J, Zheng Y, Li Q, Huang Y, Zong M, et al. Dual Enzymolysis Assisted by Acrylate or Phosphate Grafting: Influences on the Structural and Functional Properties of Jujube Residue Dietary Fiber. Molecules [Internet]. 2024;29(2). Available from: <https://www.mdpi.com/1420-3049/29/2/478>
46. Vera Ubillus JL, Loayza Enríquez BK, Guarníz Lozano RE, León Jiménez FE. Mitos Y Creencias Sobre La Insulinoterapia En Pacientes Con Diabetes Mellitus Y Sus Familiares De Un Hospital Del Norte Del Perú, 2020. Rev Peru Med Exp Salud Publica [Internet]. 2023;40(1):42–50. Available from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342023000100042



47. Gutiérrez Rodelo C, Roura Guiberna A, Olivares Reyes JA. Mecanismos Moleculares de la Resistencia a la Insulina : Una Actualización. *Gac Med Mex* [Internet]. 2017;28:2–10. Available from: https://www.anmm.org.mx/GMM/2017/n2/GMM_153_2017_2_214-228.pdf
48. Soto Aguilar F, Webar J, Palacios I. Alimentación basada en plantas: sus mecanismos en la prevención y tratamiento de la obesidad. *Rev Fac Med Humana* [Internet]. 2021;22(Rev. la Fac. Med. Humana):162–70. Available from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-05312022000100162
49. Fung L, Pizzi R, Centeno I, Hernández E. Resistencia a la insulina en la mujer : ¿ cómo y cuándo evaluarla ? *Revisata Obstet y Ginecol* [Internet]. 2015;75(3):200–11. Available from: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0048-77322015000300008
50. Vega Robledo GB, Rico Rosillo MG. Adipose tissue: Immune function and alterations caused by obesity. *Rev Alerg Mex* [Internet]. 2019;66(3):340–53. Available from: <https://www.scielo.org.mx/pdf/ram/v66n3/2448-9190-ram-66-03-340.pdf>
51. López Luna V, Medina López AJ, Vázquez Gutiérrez M, Fernández Soto L. Hidratos de carbono : actualización de su papel en la diabetes mellitus y la enfermedad metabólica. *Nutr Hosp* [Internet]. 2014;30(5):1020–31. Available from: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112014001200005
52. Berón C, Toledo C, Köncke F, Klaczko I, Carriquiry A, Cediel G. Productos procesados y ultraprocesados y su relación con la calidad de la dieta en niños. *Panam J Public Heal* [Internet]. 2022;46:1–8. Available from: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/56141>
53. Blanco Naranjo EG, Chavarria Campos GF, Garita Fallas YM. Insulinización práctica en la diabetes mellitus tipo 2 Practical insulinization in type 2 diabetes mellitus. *Rev Médica Sinerg* [Internet]. 2021;6(1). Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/sinergia/rms->



- 2021/rms211d.pdf%0Ahttps://revistamedicasinergia.com/index.php/rms/article/view/628/1084
54. Garmendia-Lorena F. Current situation of the prevention of type 2 diabetes mellitus. *Acta Medica Peru* [Internet]. 2022;39(1):51–8. Available from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172022000100051
 55. Carrillo Larco RM, Bernabé Ortiz A. Diabetes Mellitus Tipo 2 En Perú: Una Revisión Sistemática Sobre La Prevalencia E Incidencia En Población General. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* [Internet]. 2019;36(1):26–36. Available from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342019000100005
 56. Hernández Vargas RE, Carbajal Crisanto JC. Boletín epidemiológico regional [Internet]. Vol. 26. Tumbes; 2023. Available from: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4830516/BOLETIN_2023_TUMBES-S.E. 26.pdf
 57. Castellanos Jankiewicz AK, Peredo Rodríguez SM, Saldaña Cardoso G, Díaz Díaz E, Barrera Tejero ME, del Bosque Plata L, et al. Redistribución del tejido adiposo en un modelo de rata debido al alto consumo de sacarosa desde edad temprana. *Nutr Hosp* [Internet]. 2015;31(6):2546–53. Available from: <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v31n6/28originalinvestigacionanimal02.pdf>
 58. Gómez Castillo J. Indicadores metabólicos y de adiposidad en ratas Wistar con un consumo crónico de endulzantes calóricos y no calóricos. [Internet]. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; 2018. Available from: [http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/2584/Indicadores metabólicos adiposidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/2584/Indicadores%20metab%C3%B3licos%20adiposidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
 59. Vega Robledo GB, Rico Rosillo MG. Tejido adiposo: función inmune y alteraciones inducidas por obesidad. *Rev Alerg México* [Internet]. 2019;66(3):340–53. Available from: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-91902019000300340



60. Gaspar Méndez V, Meza Sánchez K, Alcaraz López F, Fonseca Palacios JA, Toro Equihua M, Cruz Montero SA, et al. Reducción de la ingesta de alimento balanceado por consumo de agua endulzada con sacarosa en ratas Wistar. *Acta Bioquímica Clínica Latinoam* [Internet]. 2020;54(3):279–84. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53564518004%0ACómo>
61. Leyva Montero M de los A, Rodríguez Moldó Y, Rodríguez Duque R, Niño Escofe S. Mecanismos moleculares de la secreción de la insulina. *Correo Científico Médico* [Internet]. 2020;24(Ccm):764–80. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812020000200764
62. Hernandez Sampieri, Roberto-Fernandez Collado, Carlos-Baptista Lucio P. *Metodología de la Investigación* [Internet]. 2006. Available from: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2. Hernandez, Fernandez y Baptista-Metodología Investigacion Cientifica 6ta ed.pdf>
63. Vega Soto C, Pérez Bravo F, Mariotti Celis MS. Cantidad, estabilidad y digestibilidad de hidratos de carbono tras el proceso de extrusión: Impacto sobre el índice glicémico de harinas de consumo habitual en Chile. *Rev Chil Nutr* [Internet]. 2023;50(2):233–41. Available from: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182023000200233
64. García Soidán FJ, Tejera Pérez C, Martínez Candela J, Bellido Castañeda V, Urbina Juez A, Ampudia Blasco FJ, et al. Hiperglucemia Posprandial. *Supl Extraordin* [Internet]. 2019; Available from: https://www.diabetespractica.com/files/1564039864.sp_10-1.pdf
65. Soledispa Toala SZ. Resistencia a la insulina como factor predisponente de diabetes mellitus tipo II en pacientes atendidos en laboratorio privado de Sucre. *J Sci* [Internet]. 2023;7(4):2237–51. Available from: <https://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/821>
66. Laura Chirinos Y, Torres Miramira W. Efecto Hipoglucemiante de dos variedades de Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón): negra y amarilla en ratas wistar diabéticas inducidas por aloxano, Puno 2016 [Internet]. Universidad Nacional del



- Altiplano; 2018. Available from:
<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/7219>
67. Carrasco F, Galgani JE, Reyes M. Síndrome De Resistencia A La Insulina. Estudio Y Manejo. Rev Médica Clínica Las Condes [Internet]. 2013;24(5):827–37. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-sindrome-resistencia-insulina-estudio-manejo-S071686401370230X>
68. Coronado Olano J. Evaluación De La Actividad Hipoglucemiante De Los Extractos Fenólicos De Quinoa (*Chenopodium Quinoa Willd.*) Y Cañihua (*Chenopodium Pallidicaule Aellen*) [Internet]. Universidad Nacional Agraria La Molina. Universidad Nacional Agraria La Molina; 2024. Available from: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/6314/herrera-santivanez-yomira-milagros.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
69. Ormachea Salcedo P, Navia Coarite A, Tarquino Flores G, Callejas Calle L, Yupanqui Machaca C, Latorre Rada C, et al. Índice glucémico de cañihua, quinoa y de productos enzimáticamente modificados de quinoa jacha grano. Nutr Humana Y Dietética [Internet]. 2023;29(3):274–82. Available from: <https://renhyd.org/renhyd/article/view/2025/1235>
70. Abellán Ruiz M, Barnuevo Espinosa MD, García Santamaría C, Contreras Fernandez C, Aldeguer García M, Soto Mendez F, et al. Efecto del consumo de quinoa (*Chenopodium quinoa*) como coadyuvante en la intervención nutricional en sujetos prediabéticos. Nutr Hosp [Internet]. 2017;34(5):1163–9. Available from: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112017000500021
71. Díaz-Núñez D, Rivera-Torres B. Revisión exploratoria sobre la evidencia de cultivos andinos con efecto hipoglucemiante y de sus componentes bioactivos. Rev Peru Med Exp Salud Publica [Internet]. 2023;40(4):474–84. Available from: <https://rpmesp.ins.gob.pe/index.php/rpmesp/article/view/12672/5497>
72. Castillo Martínez WE. Desarrollode productos de panificación saludables con alto contenido de compuestos bioactivos y actividad antioxidante a partir de harina de quinoa (*Chenopodium quinoa*)y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) germinados.



- [Internet]. Universidad Nacional del Santa; 2021. Available from: <https://digital.csic.es/handle/10261/268918>
73. Viñas Ospino MA. Polifenoles totales y flavonoides en diferentes extractos de harinas industriales, a granel y artesanales de quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amarantus caudatus*) y kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) [Internet]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; 2017. Available from: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/621859/Viñas_o_a.pdf?sequence=5
74. Hernández Yero A, Torres Herrera O, Carrasco Martínez B, Nasiff Hadad A, Pérez Pérez L, Fernández Valdés F. Tratamiento farmacológico de la prediabetes Pharmacological treatment of prediabetes. *Rev Cuba Endocrinol* [Internet]. 2011;22(1):36–45. Available from: <http://scielo.sld.cu/pdf/end/v22n1/end080111.pdf>
75. Figueroa G. MC, Pérez H. IHH, Ricardo Mejía Z. Characterization of a type 2 diabetes model in female wistar rats. *Rev MVZ Cordoba* [Internet]. 2013;18(SUPPL.):3699–707. Available from: <https://revistamvz.unicordoba.edu.co/article/view/137/206>
76. Sumba Coraizaca AV. Digestibilidad gastrointestinal in vitro de almidón y proteína en harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi [Internet]. Universidad Técnica de ambato; 2019. Available from: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30030/1/AL_708.pdf
77. Cano Agramonte KR. Evaluación de efecto Hipoglicemieante del extrato etanólico de las hojas *Vallesia dichtoma* en Ratones [Internet]. Universidad Norbert Wiener; 2022. Available from: <https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/20.500.13053/7052>
78. Romo Perez A. Aislamiento y caracterización estructural de nuevos Inhibidores de α -glucosidasa a partir de las raíces de *Smilax* sp [Internet]. Vol. 369, *Journal of Petrology*. 2013. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2011.03.003><https://doi.org/10.1016/j.gr.2017.08.001><http://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2014.12.018><http://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2011.08.005><http://dx.doi.org/10.1080/0020681>



- 4.2014.902757%0Ahttp://dx.
79. Palma Jacinto JA, Santiago Roque I, Coutiño Rodríguez R, Arroyo Helguera O. Effect of a multivitamin on insulin resistance, inflammation, and oxidative stress in a Wistar rat model of induced obesity. *Nutr Hosp* [Internet]. 2023;40(6):1183–91. Available from: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112023000800010
80. Frigolet ME, Gutiérrez Aguilar R. Los colores del tejido adiposo. *Gac Med Mex* [Internet]. 2020;156:143–50. Available from: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0016-38132020000200143
81. Patzi Mollinedo AM, Benavides Calderón G. Carbohidratos. *Rev Actual Clínica* [Internet]. 2014;41:2133–6. Available from: http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/scielo.php?pid=S2304-37682014000200002&script=sci_arttext&tlng=es
82. Mardones L, Petermann rocha F, Celis Morales C, Villagrán M, Martínez Sanguinetti MA. Consumo de azúcares totales y su asociación con obesidad en población chilena. *Rev Med Chil* [Internet]. 2020;148:906–14. Available from: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872020000700906
83. Carvajal Carvajal C. Tejido adiposo, Obesidad e insulino Resistencia. *Med Leg Costa Rica* [Internet]. 2015;32(2). Available from: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152015000200015
84. Castellanos Jankiewicz AK, Rodríguez Peredo SM, Cardoso Saldaña G, Díaz Díaz E, Tejero Barrera ME, Del Bosque Plata L, et al. Redistribución del tejido adiposo en un modelo de rata debido al alto consumo de sacarosa desde edad temprana. *Nutr Hosp* [Internet]. 2015;31(6):2546–53. Available from: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112015000600028



85. Quintero Naranjo CM. Evaluación del peso corporal, tejido adiposo y preferencias alimentarias en ratas wistar expuestas a bebidas con endulzantes calóricos durante la gestación y la lactancia [Internet]. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo; 2019. Available from: [http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/2235/Evaluación del peso corporal%2C tejido adiposo y preferencias alimentarias en ratas wistar.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/2235/Evaluación%20del%20peso%20corporal%20tejido%20adiposo%20y%20preferencias%20alimentarias%20en%20ratas%20wistar.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
86. Villarroel P, Gómez C, Vera C, Torres J. Almidón resistente: Características tecnológicas e intereses fisiológicos. Rev Chil Nutr [Internet]. 2018;45(3):271–8. Available from: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182018000400271
87. Huamaní Huamán F de M. Evaluación del perfil químico - nutricional y actividad antioxidante de tres ecotipos de Cañihua (Chenopodium Pallidicaule AELLEN) procedentes de Puno [Internet]. Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2018. Available from: https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/5954/Evaluacion_HuamaniHuaman_Flor.pdf?sequence=1&isAllowed=y
88. Bernuy N, Villanueva M elena, Suárez S, Vilchez C. Willd .) sobre la acumulación del tejido adiposo y actividad antioxidante en tejidos de ratas obesas. Arch Latinoam Nutr [Internet]. 2018;68:122–31. Available from: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1016579>

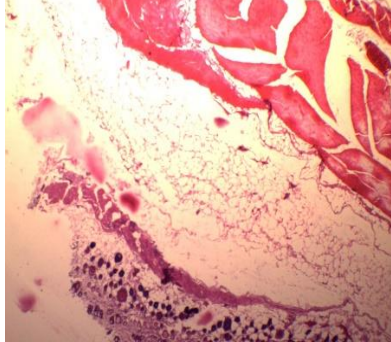
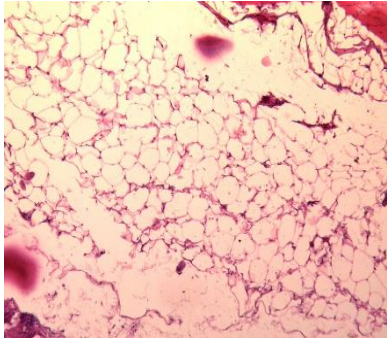
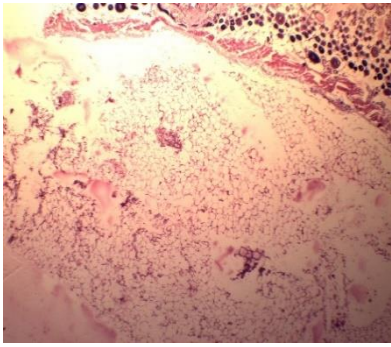
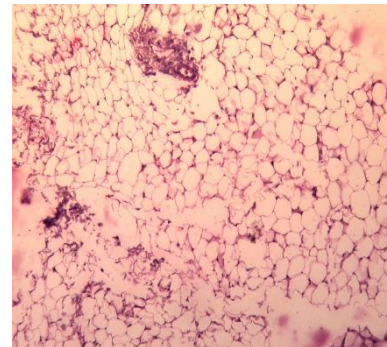
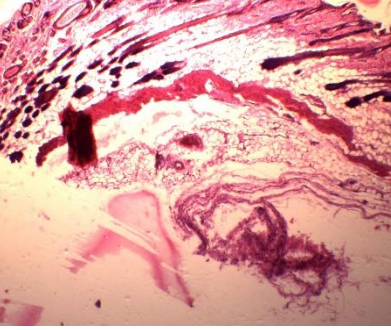
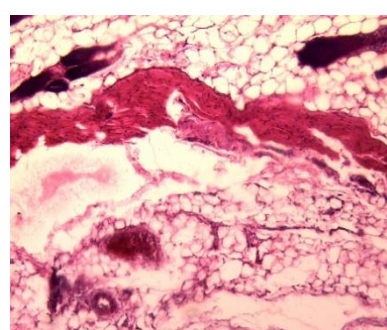
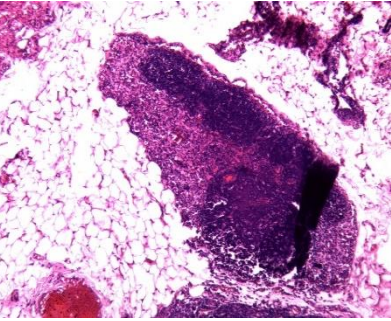
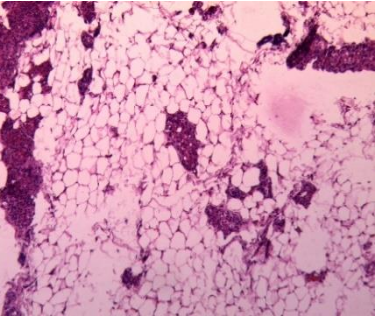


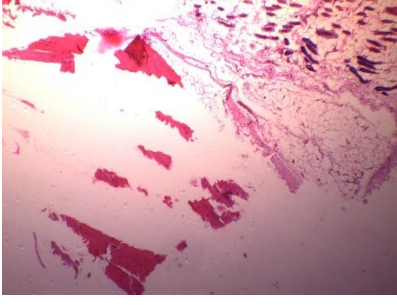
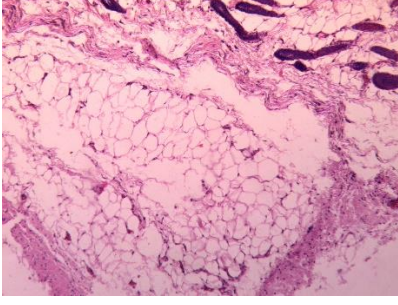
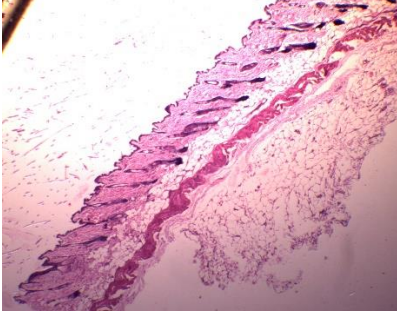
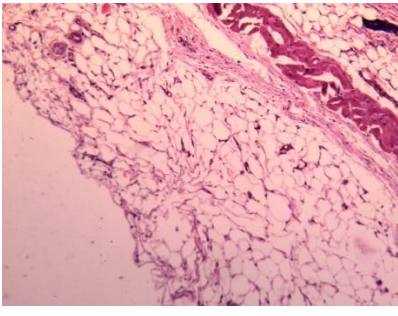
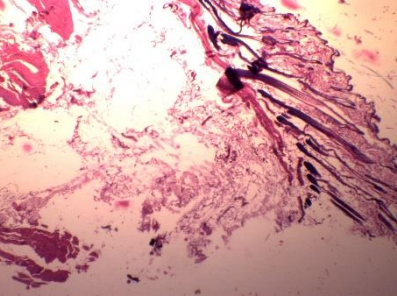
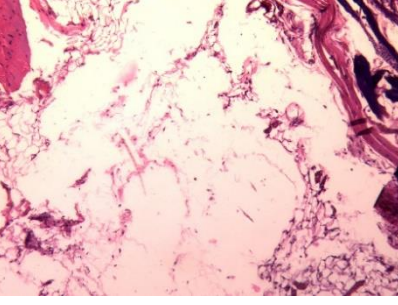
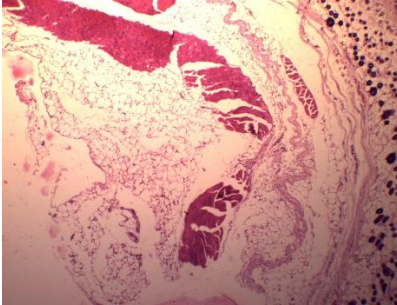
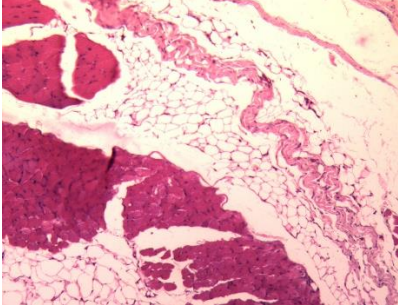
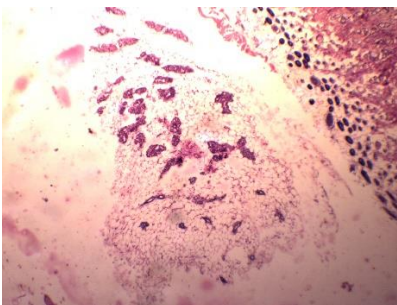
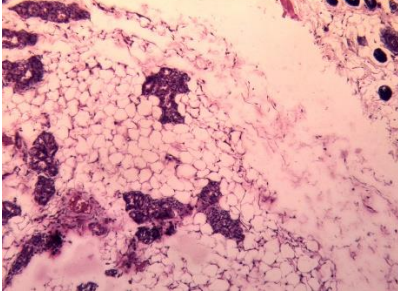
ANEXOS

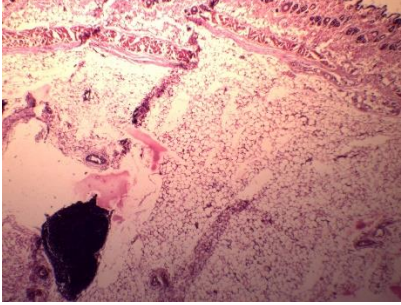
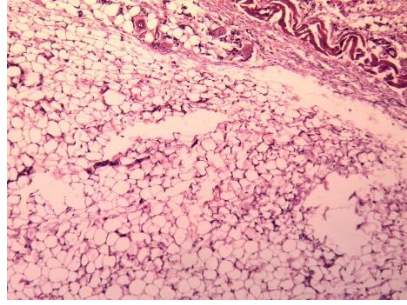
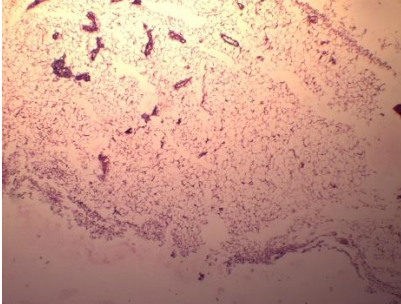
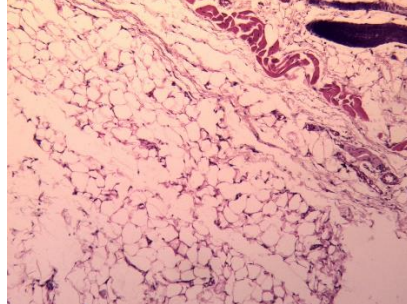
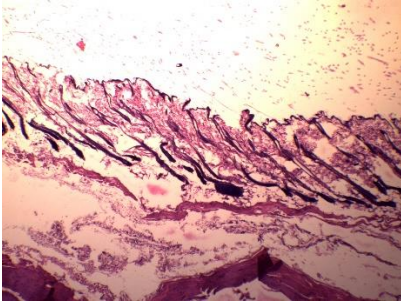
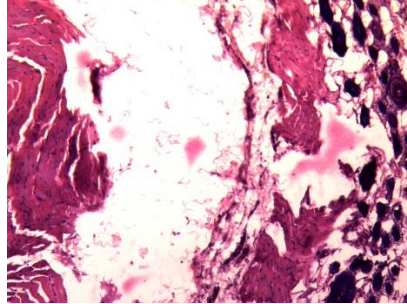
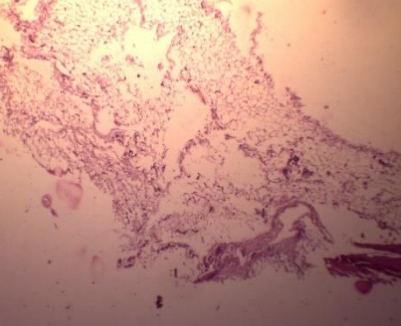
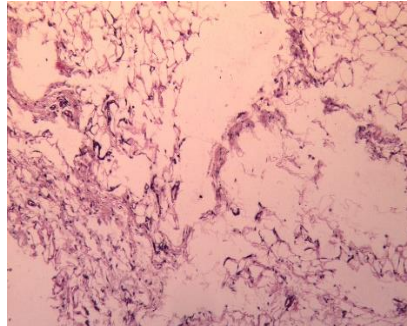
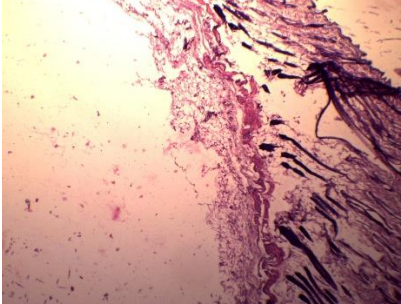
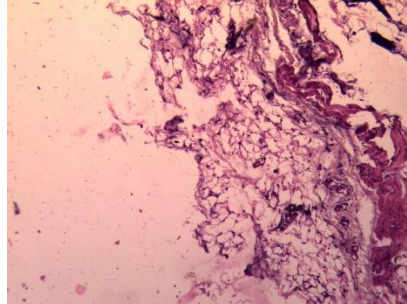
ANEXO 1: Tabla de base de datos de las variables glucosa, insulina y tejido adiposo

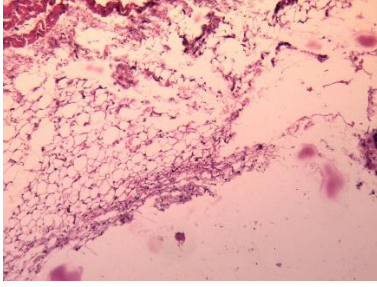
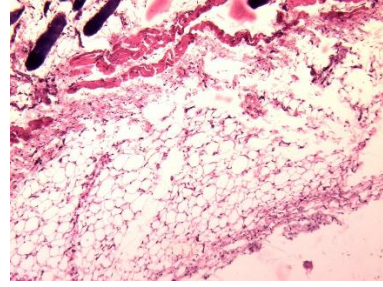
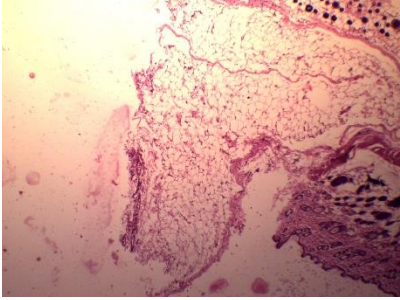
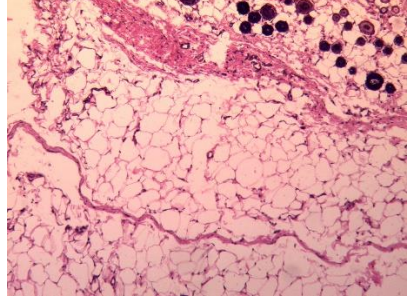
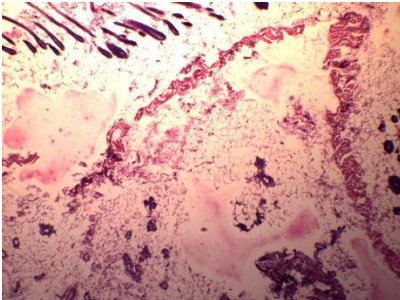
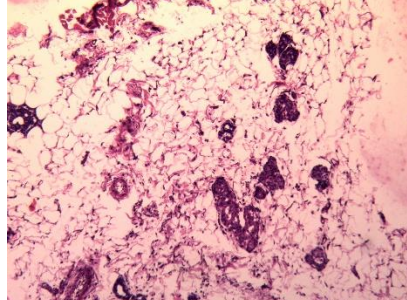
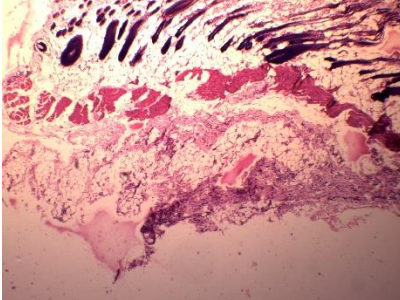
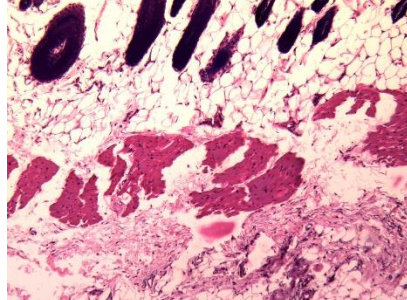
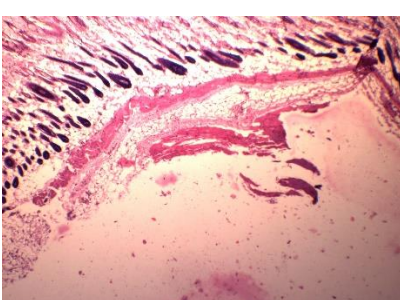
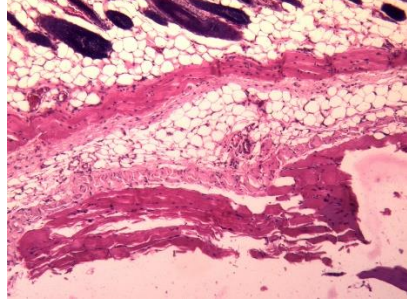
GRUPO EXP.	Unidad experimental	Glucosa Inicial (mg/dl)	Glucosa Final(mg/dl)	Insulina inicial (UI/ml)	Insulina final (UI/ml)	Tejido adiposo (%)	% tej. Adip. por grupo exp.
GRUPO EXPERIMENTAL I	T1 - A	125	135	7.81	1.73	40	50
	T1 - B	123	144	13.8	2	90	
	T1 - C	117	91	1.84	0.75	20	
	T1 - D	117	109	1.3	1.12	80	
	T1 - E	129	125	5.8	3.1	10	
	T1 - F	121	119	5.05	2	60	
GRUPO EXPERIMENTAL II	T2 - A	103	117	1.93	1.5	100	92
	T2 - B	100	108	2.94	1.78	90	
	T2 - C	104	112	2.03	1.38	100	
	T2 - D	122	105	6.1	2.09	100	
	T2 - E	114	99	3.78	1.99	100	
	T2 - F	125	88	2.49	16.8	10	
GRUPO EXPERIMENTAL III	T3 - A	91	113	4.1	2.07	20	32
	T3 - B	125	107	2.08	1.87	10	
	T3 - C	127	105	3.37	1.32	70	
	T3 - D	114	92	3.71	2	20	
	T3 - E	114	121	3.08	45.3	50	
	T3 - F	101	111	2.37	2.19	20	
GRUPO CONTROL	GC - A	122	110	1.73	1.6	8	6
	GC - B	107	95	1.94	1.59	5	
	GC - C	110	110	1.93	1.5	5	
	GC - D	105	97	1.84	1.49	7	
	GC - E	115	115	1.71	1.62	3	
	GC - F	102	100	1.9	1.55	5	

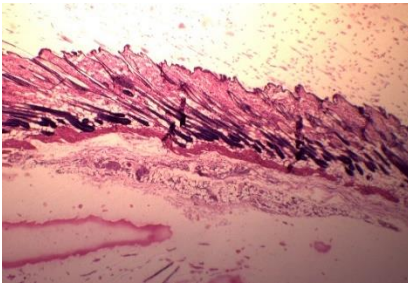
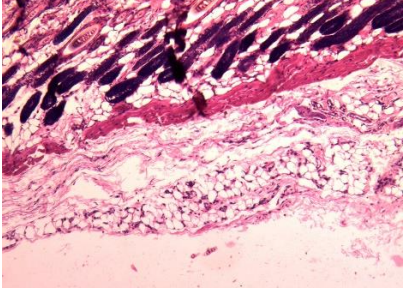
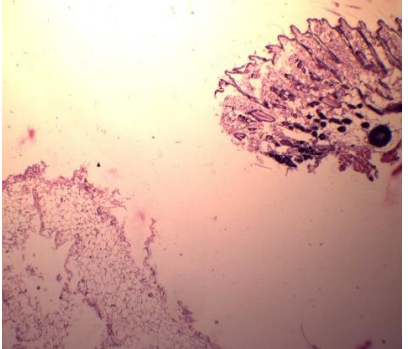
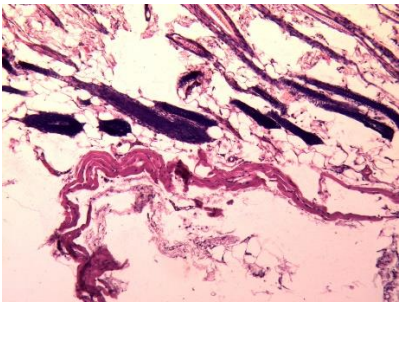
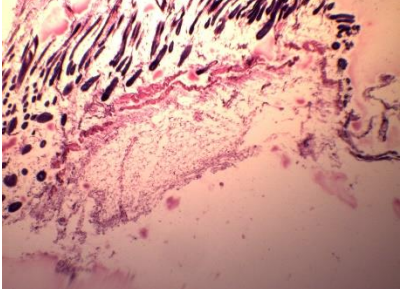
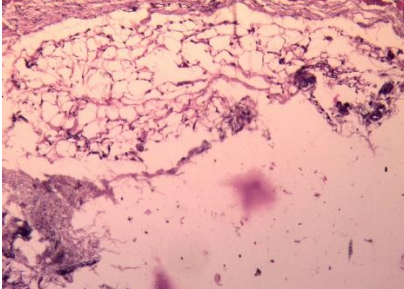
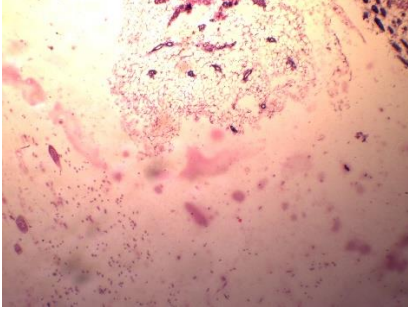
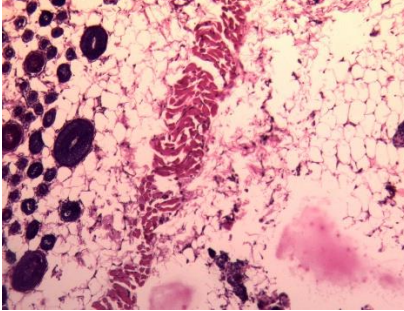
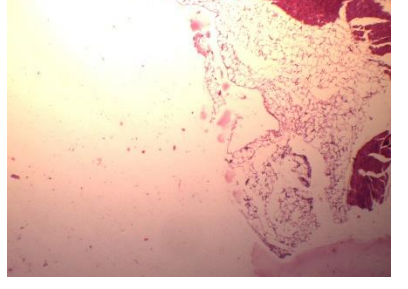
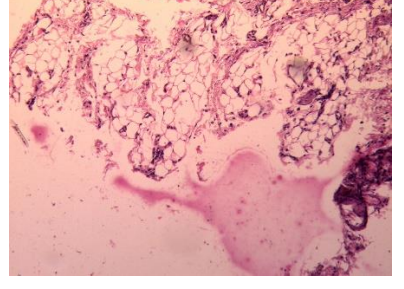
ANEXO 2: Láminas de tejido adiposo abdominal observadas en microscopio de las unidades experimentales.

Grupo Exp.	Unidad Exp.	<i>Lamina observado en microscopio con resolución X 4</i>	<i>Lamina observado en microscopio con resolución X 10</i>
GRUPO EXPERIMENTAL I	T1- A		
	T1- B		
	T1- C		
	T1- D		

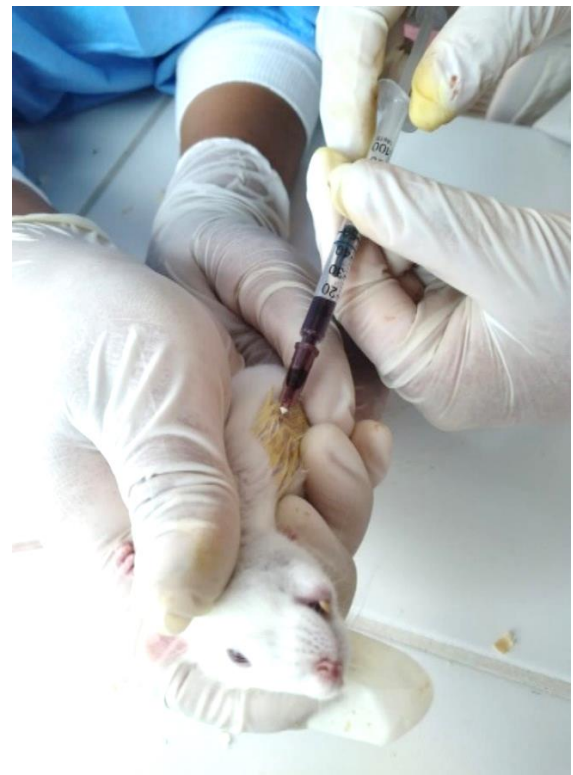
Grupo Exp.	Unidad Exp.	<i>Lamina observado en microscopio con resolución X 4</i>	<i>Lamina observado en microscopio con resolución X 10</i>
GRUPO EXPERIMENTAL I	T1- E		
	T1- F		
GRUPO EXPERIMENTAL II	T2 - A		
	T2 - B		
	T2 - C		

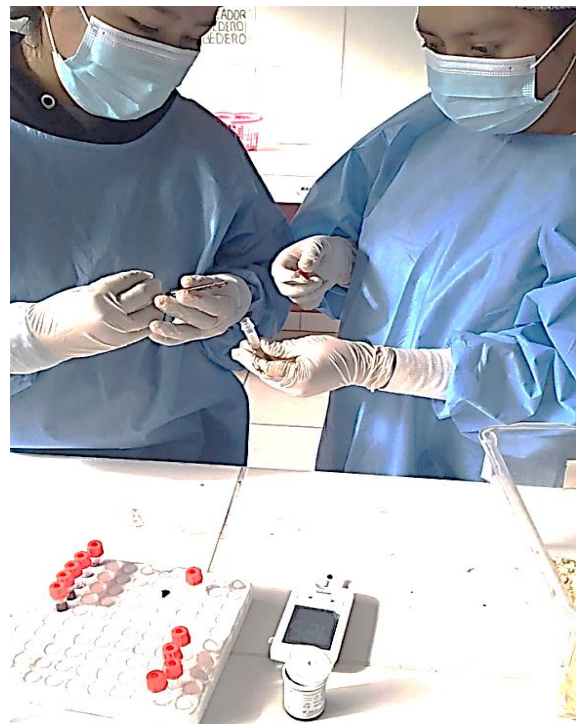
Grupo Exp.	Unidad Exp.	<i>Lamina observado en microscopio con resolución X 4</i>	<i>Lamina observado en microscopio con resolución X 10</i>
GRUPO EXPERIMENTAL II	T2 - D		
	T2 - E		
	T2 - F		
GRUPO EXPERIMENTAL III	T3 - A		
	T3 - B		

Grupo Exp.	Unidad Exp.	<i>Lamina observado en microscopio con resolución X 4</i>	<i>Lamina observado en microscopio con resolución X 10</i>
GRUPO EXPERIMENTAL III	T3 - C		
	T3 - D		
	T3 - E		
	T3 - F		
GRUPO CONTROL	GC - A		

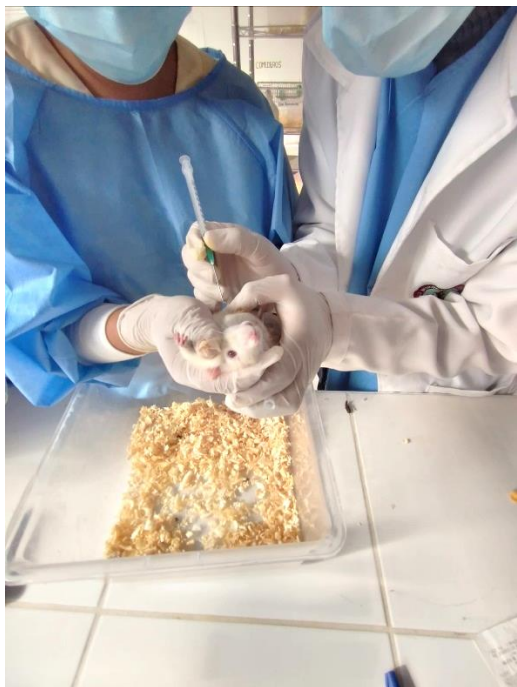
Grup o Exp.	Unida d Exp.	<i>Lamina observado en microscopio con resolución X 4</i>	<i>Lamina observado en microscopio con resolución X 10</i>
GRUPO CONTROL	GC - B		
	GC - C 13b		
	GC - D		
	GC - E		
	GC - F		

ANEXO 3: Obtención de muestra de sangre para análisis de glucosa e insulina.



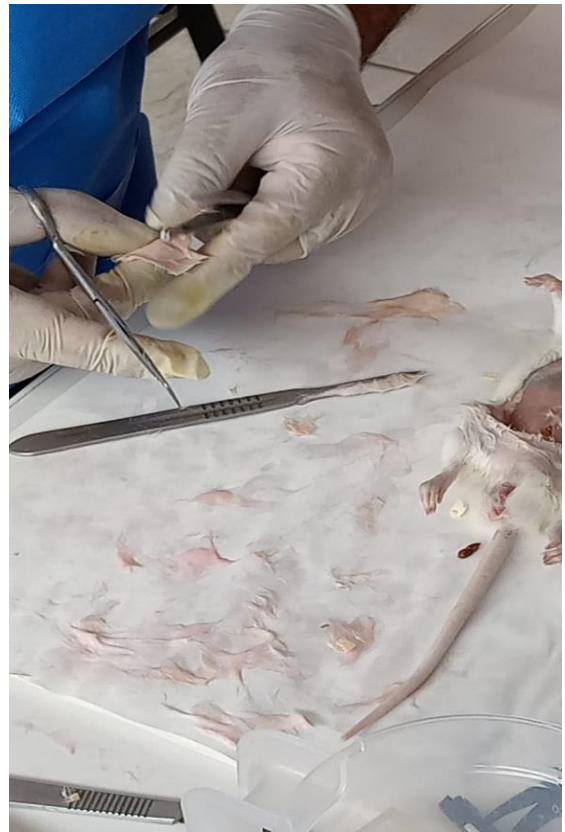


ANEXO 4: Eutanasia de las unidades experimentales.



ANEXO 5: Obtención de muestra del tejido adiposo abdominal por corte histológico.









ANEXO 6: Manejo y cuidado de las unidades experimentales.









ANEXO 7: Declaración jurada de autenticidad de tesis.



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Maritza Mamani Condori,
identificado con DNI 75342540 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Nutrición Humana

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ Efecto del consumo de Extruidos de Cañiwa (Chenopodium
Pallidicaule) en los Indicadores de Resistencia a la Insulina
en Rajas Nistar - Puno 2023. ”

Es un tema original.


Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 26 de Junio del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Judith Hedy Catachura Catachura,
identificado con DNI 76925378 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Nutrición Humana

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
" Efecto del Consumo de Extruidos de Cañiwa (Chenopodium
Pallidicawle) en los Indicadores de Resistencia a la Insulina
en Ratas Wistar - Puno 2023 "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 26 de Junio del 20

FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 8: Autorización para el depósito de tesis o trabajo de investigación en el repositorio institucional.



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Maritza Mamani Condori
identificado con DNI 7534 2540 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Nutrición Humana

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ Efecto del consumo de Extruidos de Cañihua (Chenopodium pallidicaule) en los Indicadores de resistencia a la Insulina en Ratas Wistar - Puno 2023 ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 26 de Junio del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Judith Hedy Catachura Catachura,
identificado con DNI 76925378 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Nutrición Humana
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ Efecto del Consumo de Extridos de Cañihua (Chenopodium
Pallidicaule) en los Indicadores de Resistencia a la Insulina
en Ratas Wistar - Puno 2023 ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 26 de Junio del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella