

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA SALUD



TESIS

**EFFECTO DEL CONSUMO DE GALLETAS CON BASE A CULTIVOS
ANDINOS SOBRE INDICADORES BIOQUÍMICOS Y CRECIMIENTO EN
RATAS WISTAR RECIÉN DESTETADAS PUNO 2018**

PRESENTADA POR:

TATIANA PAULINA VALDIVIA BARRA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

DOCTORIS SCIENTIAE EN CIENCIAS DE LA SALUD

PUNO, PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen María por sus bendiciones infinitas a mí familia, a través del logro diario de nuestros anhelos.

A mi amado esposo Moisés por su amor y apoyo incondicional.

A mis hijos Luis, Miguel y Natalia, por el buen ejemplo que esperamos darles.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional del Altiplano por ser el Alma Mater de mi formación académica y profesional.
- A la Escuela de Posgrado por habernos acogido en sus aulas de las que tenemos grandes recuerdos y por permitirnos conformar la primera promoción del Doctorado.
- A mi asesora de tesis Dra. Tita Flores por su aliento constante.
- A mi asesor metodológico Dr. Moisés Apaza Ahumada por su acertada orientación.
- Al Dr. Reynaldo Paredes por su orientación y apoyo.
- A los miembros de jurado, quienes me brindaron su confianza, tiempo y apoyo incondicional.
- A la Universidad Católica de Santa María de Arequipa, en particular al Sr, José Aita personal del Bioterio de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas Bioquímicas y Biotecnológicas.
- A la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Medicina Humana, Laboratorio de análisis clínico.
- Al Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca de Puno. Ing. Martin Chacolli responsable de la Planta de Procesamiento.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco teórico	5
1.1.1 Cultivos andinos	5
1.1.1.1 Quinoa	5
1.1.1.2 Cañihua	6
1.1.1.3 Tarwi	6
1.1.1.4 Trigo	7
1.1.1.5 Valor nutricional de la quinua, cañihua, tarwi y trigo	7
1.1.1.6 Valor agroindustrial de los cultivos andinos	11
1.1.1.7 Galletas	11
1.1.2 Indicadores Bioquímicos	12
1.1.2.1 Colesterol Total	12
1.1.2.2 Lipoproteínas de baja densidad (LDL)	12
1.1.2.3 Lipoproteínas de alta densidad (HDL)	12
1.1.2.4 Triglicéridos	12
1.1.2.5 Glucosa	13
1.1.2.6 Hemoglobina	13
1.1.2.7 Hematocrito	13
1.1.3 Crecimiento Ponderal	13

1.1.4 Reactivo Biológico	14
1.1.4.1 Rata Wistar	14
1.2 Antecedentes	14
1.2.1 Antecedentes internacionales	14
1.2.1 Antecedentes nacionales	19
1.2.2 Antecedentes locales	20

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema	22
2.2 Enunciados del problema	24
2.3 Justificación	24
2.4 Objetivos	25
2.4.1 Objetivo general	25
2.4.2 Objetivos específicos	25
2.5 Hipótesis	25
2.5.1 Hipótesis general	25
2.5.2 Hipótesis específicas	25

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio	27
3.2 Población	27
3.3 Muestra	28
3.4 Método de investigación	28
3.4.1 Ensayos biológicos	28
3.4.2 Ensayos bioquímicos	30
3.4.3 Crecimiento ponderal	30
3.4.4 Formulación de galletas	30
3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos	31
3.5.1 Determinación de indicadores bioquímicos	31
3.5.2 Evaluación del crecimiento ponderal	31
3.5.3 Análisis estadístico	32

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Evaluación de indicadores bioquímicos	33
---	----

4.2 Evaluación del Crecimiento ponderal	42
CONCLUSIONES	46
RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXOS	56

Puno, 17 de Julio de 2019.

ÁREA: Ciencias de la Salud.

TEMA: Consumo de cultivos andinos e indicadores bioquímicos y crecimiento en Ratas.

LÍNEA: Promoción de la salud y prevención y control de enfermedades.

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Valor nutricional de harina de quinua, cañihua, tarwi y trigo. (100 gramos de porción comestible)	8
2. Constituyentes minerales de las harinas de quinua, cañihua, tarwi y trigo. (100 gramos de porción comestible)	9
3. Contenido de aminoácidos en Quinua, Cañihua, Tarwi y Trigo	10
4. Perfil lipídico según consumo de galletas de trigo, quinua, cañihua y tarwi en ratas Wistar recién destetadas, 2018	33
5. Nivel de glucosa según consumo de galletas de trigo, quinua, cañihua y tarwi en ratas Wistar recién destetadas, 2018	37
6. Nivel de hemoglobina y hematocrito según consumo de galletas de trigo, quinua, cañihua y tarwi en ratas Wistar recién destetadas, 2018	40
7. Crecimiento ponderal según consumo de galletas de trigo, quinua, cañihua y tarwi en ratas Wistar recién destetadas, 2018	42

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Valor nutricional de harina de quinua, cañihua, tarwi y trigo. (100 gramos de porción comestible)	9
2. Constituyentes minerales de las harinas de quinua, cañihua, tarwi y trigo. (100 gramos de porción comestible)	10
3. Contenido de aminoácidos en Quinua, Cañihua, Tarwi y Trigo	11
4. Diseño del experimento	29
5. Perfil lipídico según consumo de galletas de trigo, quinua, cañihua y tarwi en ratas Wistar recién destetadas, 2018	34
6. Nivel de glucosa según consumo de galletas de trigo, quinua, cañihua y tarwi en ratas Wistar recién destetadas, 2018	37
7. Nivel de hemoglobina y hematocrito según consumo de galletas de trigo, quinua, cañihua y tarwi en ratas Wistar recién destetadas, 2018	40
8. Crecimiento ponderal según consumo de galletas de trigo, quinua, cañihua y tarwi en ratas Wistar recién destetadas, 2018	43

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Ficha de recolección de datos de indicadores bioquímicos	57
2. Ficha de recolección de datos del crecimiento ponderal	58

RESUMEN

La investigación titulada "Efecto del consumo de galletas con base a cultivos andinos sobre indicadores bioquímicos y crecimiento en ratas Wistar recién destetadas, Puno 2018", tiene el objetivo general: determinar el efecto del consumo de galletas con base de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y harina de trigo (*Triticum aestivium*), sobre los indicadores bioquímicos y el crecimiento ponderal en ratas Wistar recién destetadas. El método de investigación llevada a cabo fue experimental y la muestra constituida por 24 ratas Wistar machos recién destetados, conformando grupos: 1 grupo control y 3 grupos experimentales. Para procesamiento de datos se aplicó el ANOVA-Diseño Irrestricto al Azar y la prueba Tukey. Los resultados para las ratas del grupo control (T-0) presentaron los siguientes valores: colesterol total 91,50 mg/dl, LDL 46,40 mg/dl, HDL 62,97 mg/dl, triglicéridos 41,17%, glucosa 60,83 mg/dl, hemoglobina 16,00 mg/dl, hematocrito 48,50 % y en el crecimiento ponderal el valor reportado fue bajo con -6,37 %.; por otro lado los grupos experimentales(T-1,T-2,T-3) presentaron los valores de : colesterol total 106,33 - 110,33 mg/dl, LDL 15,96 - 21,17 mg/dl, HDL 79,37 - 84,42 mg/dl, triglicéridos 41,83 - 50,50 %, glucosa 61,17 – 75,00 mg/dl, hemoglobina 15,33 – 17,83 mg/dl, hematocrito 48,00 – 53,83 % y el crecimiento ponderal estuvo entre 16,02 - 32,44%. En conclusión, no hay diferencia en Colesterol, Trigliceridos, LDL y Glucosa a diferencia de HDL, Hemoglobina y Hematocrito, y en el crecimiento ponderal presentó una diferencia altamente significativa entre grupo control y experimentales.

Palabras clave: Cultivos andinos, crecimiento ponderal, grupo control y experimentales, indicadores bioquímicos, rata Wistar.

ABSTRACT

The research entitled "Effect of the consumption of biscuits based on Andean crops on biochemical indicators and growth in newly weaned Wistar rats, Puno 2018", has the general objective of determining the effect of consuming cookies based on quinoa flour (*Chenopodium quinoa Willd*), cañihua flour (*Chenopodium pallidicaule Aellen*), tarwi flour (*Lupinus mutabilis Sweet*) and wheat flour (*Triticum aestivium*), on biochemical indicators and weight growth in newly weaned Wistar rats. The research method carried out was the experimental one and the study sample is made up of 24 newly weaned male Wistar rats forming groups: 1 control group and 3 experimental groups. The ANOVA-Unrestricted Random Design and Tukey test are applied for data processing. The results for the rats of the control group (T-0) presented the following values: total cholesterol 91.50 mg/dl, LDL 46.40 mg/dl, HDL 62.97 mg/dl, triglycerides 41.17%, glucose 60.83 mg/dl, hemoglobin 16.00 mg/dl, hematocrit 48.50% and in the weight growth the reported value was low with -6.37 %. On the other hand, the experimental groups (T-1,T-2,T-3) presented the values of: total cholesterol 106.33 - 110.33 mg/dl, LDL 15.96 - 21.17 mg/dl, HDL 79.37 - 84.42 mg/dl, triglycerides 41.83 - 50.50 %, glucose 61.17 - 75.00 mg/dl, hemoglobin 15.33 - 17.83 mg/dl, hematocrit 48.00 - 53.83 % and the weight growth was between 16.02 - 32.44%. In conclusion, there is no difference in Cholesterol, Triglycerides, LDL, and Glucose unlike HDL, Hemoglobin, and Hematocrit, and in the weight growth it presented a highly significant difference between control and experimental groups.

Keywords: Andean crops, biochemical indicators, control and experimental groups, weight growth Wistar rat.

INTRODUCCIÓN

Los cultivos andinos, los granos andinos tienen una versatilidad muy enorme para la transformación ya sea primaria o agroindustrial, pudiendo obtener productos de sabor, color y forma variadas de presentación. Particularmente los agricultores andinos conocen y tienen de manera autónoma sus formas de procesar y transformar, utilizan una tecnología convencional del procesado de la quinua, desde un pre tostado previo a la eliminación de la saponina por un método seco o mixto para darle un uso agroindustrial óptimo.

La zona andina de América Latina se caracteriza por tener una amplia diversidad y variedad de especies nutritivas para el consumo humano como los granos andinos dentro de ellos se producen la quinua (*Chenopodium quinoa*), cañahua (*Chenopodium pallidicaule*), amaranto (*Amaranthus caudatus*) y el tarwi (*Lupinus mutabilis*) que es una leguminosa de grano. (1,2) Estudios demostraron que estas especies con características nutritivas y nutraceuticas particulares, cumplen un rol importante en la prevención de deficiencias nutricionales como la anemia, enfermedades degenerativas como la diabetes, enfermedades cardiovasculares entre otras.(3,4)

Investigadores mundiales han informado que los rangos de comportamiento de las variables hematológicas en animales de diferentes especies han reportado diferencias fundamentadas entre género, edad y peso corporal (5), además de algunos parámetros que podrían inducir a variaciones, como condiciones ambientales, dieta, sitio y método de extracción. (6)

El redescubrimiento de este tipo de alimentos olvidados podría contribuir a paliar el hambre en las zonas más desfavorecidas del planeta y eliminar la dependencia excesiva de la humanidad de unos pocos cultivos, que amenaza la seguridad alimentaria y debilita nuestros organismos. (7)

Los cultivos andinos y entre ellos los granos andinos como la quinua, cañahua, kiwicha y tarwi, tienen características nutritivas prodigiosas. (8). Estos alimentos no son básicos en las zonas urbanas, lamentablemente la tendencia actual es reemplazarlos por productos alimenticios importados baratos como el arroz y la pasta. (9)

La FAO en la actualidad los países productores están subutilizando este potencial en la transformación de productos procesados a partir de los granos, tubérculos, raíces y otros: pudiéndose obtener productos con características excepcionales sin que pierdan sus cualidades nutritivas y en armonía con la producción orgánica (10). Para el Fondo para la

Agricultura y la Alimentación (2011) el uso integral y adecuado de los cultivos andinos en la alimentación de la población gana un valor estratégico desde la consideración de políticas nacionales y regionales que prioricen la solución de problemas que afectan la seguridad alimentaria. (7)

Según Cossio el crecimiento físico o ponderal en general es definido como el aumento en el número y tamaño de las células que componen los diversos tejidos del organismo (11). Está determinado por factores biológicos intrínsecos sensibles que modulan la expresión del potencial genético o por algunos factores externos como el consumo de alimentos que influye en el crecimiento ponderal. (12)

Según Carillo *et al.* (2015) han descrito diferentes actividades biológicas de componentes aislados de amaranto y quinua como actividad antibacteriana, antitumoral, antioxidante, antiinflamatoria y antihipertensiva, demostrando que tanto el amaranto como la quinua pueden ser una buena fuente de compuestos bioactivos. (13)

Arneja *et al.* (2015) reporta que la quinua tiene un contenido nutricional excepcional, es libre de gluten, exhibe un poder oxidativo, anti hipertensiva y propiedades antidiabéticas por lo tanto se pueden utilizar como ingrediente alimentario, nutracéutico y funcional (14). Ayala (2004) indica que los granos andinos se caracterizan por contener proteínas de alto valor biológico como los aminoácidos esenciales y valor nutricional (aminoácidos para síntesis de proteínas totales). (15)

Otros estudios muestran que el consumo de estos granos presenta un perfil glicémico bajo (glucosa sanguínea) en relación a otros granos similares contribuyendo a la prevención de enfermedades degenerativas como la diabetes (16). Así mismo Torrejón *et al.* (2016) hace mención también a que podrían ayudar a prevenir la anemia por el importante aporte de hierro que tienen estos alimentos, ya que esta deficiencia nutricional se ha constituido en un problema endémico en nuestra región. (17)

Por otro lado, el trigo (*Triticum aestivum*), es uno de los cereales más importantes en la alimentación humana, a través de su subproducto, la harina de trigo que es el insumo más utilizado en la panificación para la elaboración de pan, galletas y otros productos(18). Para Apunte (2016) la sustitución de harina de trigo por harinas de cultivos autóctonos permite mejorar el valor nutritivo de los productos de panificación (19). Por lo que se asumen que estas mezclas mejorarían el valor nutritivo de las galletas del estudio.

En muchos estudios se menciona que la quinua, cañihua y tarwi tienen un alto contenido de fitoquímicos, antioxidantes fenólicos, vitaminas, minerales, ácidos grasos insaturados, fibra y nutrientes esenciales, los que se constituirían en los responsables del importante rol en la prevención de enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer de mama, obesidad, entre otros. (20,21)

En la región Puno, es escaso el consumo de los granos andinos cultivados, dentro de ellos tenemos a la quinua (*Chenopodium quinoa* Will), la cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) y el tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). El consumo de estos alimentos presenta efectos muy beneficiosos para la salud. Existen muchos estudios, aunque no suficientes, que señalan las ventajas nutricionales y medicinales y hacen referencia que el consumo de estos granos andinos mejora los indicadores bioquímicos en sangre (5). Así sus características nutricionales tendrían un rol importante en la prevención de las enfermedades cardiovasculares mejorando los indicadores del perfil lipídico, entre ellos colesterol total, triglicéridos, lipoproteínas de alta densidad-HDL (colesterol bueno), y lipoproteínas de baja densidad-LDL (colesterol malo). (4)

Todas las bondades anteriormente mencionadas en estos cultivos andinos podrían ser la solución para los problemas alimentario nutricionales y de salud en las poblaciones vulnerables por lo que es necesario promover el consumo a través de estrategias asertivas y apropiadas a la realidad de las poblaciones andinas, en ese marco la investigación está en el área de ciencias de la salud, y línea de promoción de la salud y prevención y control de enfermedades.

La importancia del estudio radica en conocer cómo es que estos granos andinos, que son alimentos que se producen en nuestra región, podrían constituirse en alimentos alternativos, ya que al conocer a profundidad sus bondades nutricionales y medicinales, desde los macronutrientes (proteínas, grasas, carbohidratos), micronutrientes (vitaminas y minerales) y principios activos (antioxidantes, fitoquímicos, flavonoides, fibra y otras sustancias) tienen propiedades funcionales en el organismo, cuyos efectos de su consumo podrían traducirse en mejorar los indicadores bioquímicos nutricionales y el crecimiento ponderal. Estos efectos benéficos tienen un rol preventivo en las enfermedades cardiovasculares, enfermedades degenerativas (diabetes), desordenes nutricionales (obesidad), inclusive el cáncer.

Por todo lo expuesto anteriormente, el presente estudio se realizó a fin de describir el efecto del consumo de galletas a base de harinas de cultivos andinos: quinua, cañihua, y tarwi mezcladas con trigo, que tienen estos sobre los indicadores bioquímicos y de crecimiento ponderal en ratas Wistar recién destetadas.

Por otro lado el trabajo de investigación describe su contenido a través de capítulos: Capítulo I abordaje de la revisión de literatura a través del marco teórico y antecedentes del problema, el Capítulo II contiene el planteamiento del problema dentro de ello la identificación del problema, enunciado del problema, justificación, objetivos e hipótesis, en el Capítulo III se describe los materiales y métodos considerando el lugar de estudio, población, muestra, métodos, y descripción detallada de métodos por objetivos específicos, y en el Capítulo IV se presentan los resultados obtenidos a través de la presentación de tablas los que son discutidos con una base científica para llegar a las conclusiones finales de los datos hallados y finalmente se presenta las recomendaciones, bibliografía y los anexos correspondientes.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco teórico

1.1.1 Cultivos andinos

Los cultivos andinos que subsisten en nuestros territorios, gracias al celo con que han sido guardados por nuestras comunidades de indígenas y campesinos, vuelven a retomar la importancia que nunca debieron haber perdido, para en breve convertirse en elementos importantes de nuestra alimentación.

El redescubrimiento de este tipo de alimentos olvidados podría contribuir a paliar el hambre en las zonas más desfavorecidas del planeta y eliminar la dependencia excesiva de la humanidad de unos pocos cultivos, que amenaza la seguridad alimentaria y debilita nuestros organismos, precisamente en una época en que la contaminación ambiental nos hace menos resistentes a las enfermedades. (7)

Los cultivos andinos y entre ellos los granos andinos como la quinua, cañihua, kiwicha y tarwi, tienen características nutritivas prodigiosas. Estos alimentos no son básicos en las zonas urbanas, lamentablemente la tendencia actual es reemplazarlos por productos alimenticios importados baratos como el arroz y la pasta. (8,9)

1.1.1.1 Quinua

Por sus elevadas cualidades nutricionales la quinua y muchos otros cultivos autóctonos, constituyó históricamente uno de los principales alimentos del hombre andino, habiéndose llegado a determinar que la mayor variabilidad de este cultivo se encuentra a orillas del lago Titicaca entre las repúblicas de Perú y Bolivia. (7,22)

El cultivo de este pseudocereal, ha despertado muchas expectativas entre los agricultores de nuestro país y Bolivia, debido a la demanda que ha empezado a generarse tanto en los mercados locales como internacionales.

a) **Nombre científico y familia:** *Chenopodium quinua* Willd.
CHENOPODIACEAE.

b) **Nombre común:** Quechua: kiuna, quinua, parca. Aymara: supha, jopa, jupha, jaira, ccallapi, aara, ajara. Español: quinua, quinquia, kinoa, triguillo, trigo inca, arrocillo. Portuguê: arroz miúdo do Peru, espinafre do Peru, quinua. Alemán: Reisspinat, peruanischer Reisspinat, Reismelde, Reis-Gerwacks. Inglés: quinua, quinua, kinoa, sweet quinua, White quinua, peruvian rice, Inca rice.
(22)

1.1.1.2 Cañihua

El cultivo de la cañihua se centraliza en el altiplano de Puno en las zonas agroecológicas de Suni y Puna, en el Altiplano y las serranías de Cochabamba, Bolivia. Es una especie muy afín a la quinua y es una de las plantas andinas que aún no ha completado todo su proceso de domesticación y aún considerado como especie silvestre. (22)

La cañihua es uno de los granos menos estudiados y más nutritivos, debido a su contenido y calidad proteica. Esta planta a causa de su crecimiento en condiciones climáticas extremas, como en el altiplano (4000 msnm), probablemente ha desarrollado una protección natural contra la oxidación. (23)

a) **Nombre científico y familia:** *Chenopodium pallidicaule* Aellen.
CHENOPODIACEAE.

b) **Nombre común:** "kañiwa", "cañihua", "cañahua", "quinua silvestre", "cañiwa". (22)

1.1.1.3 Tarwi

El tarwi se ha utilizado en la ecoregión andina por miles de años. Restos de sus semillas se han encontrado en las tumbas de la cultura Nazca (100 a 500 A.C.) en la costa desértica del Perú. En el sur, las pinturas representando el tarwi en vasos

ceremoniales de la cultura Tiahuanaco (500-1000 D.C.) son una indicación de su amplia distribución. (22)

a) **Nombre científico y familia:** *Lupinus mutabilis* Sweet.
LEGUMINOSAE.

b) **Nombre común:** “lupino”, “tarwi”; “tarhui” (Perú, Bolivia, nombre quechua), “tauri”, “chuchus muti” (Bolivia, nombre aymara), “chocho”, “chochito” (Ecuador y norte del Perú), “ccequilla” (Azángaro-Perú), o subproducto “harina”. (22)

1.1.1.4 Trigo

El trigo es un cereal de origen europeo. El trigo comercial se divide en tres grupos principales. El primero es el más idóneo para hacer harina de pan; el segundo para la fabricación de pastas, y el tercero para la producción de harina de confitería. Toda harina de trigo destinada a la elaboración de productos de panadería y pastelería debe estar fortificada con micronutrientes, conforme a la legislación vigente. (18,24)

a) **Nombre científico y familia:** *Triticum Aestivum*, *Triticum Vulgare*.
GRAMINEACEAS.

b) **Nombre común:** “trigo”, o subproducto “harina para panificación”.

1.1.1.5 Valor nutricional de la quinua, cañihua, tarwi y trigo

Los granos andinos se caracterizan por contener proteínas de alto valor biológico como los aminoácidos esenciales y valor nutricional (aminoácidos para síntesis de proteínas totales). (15)

Los cereales son fuente de energía y proteína y contienen 8-12% de proteínas, con un aminoácido limitante la lisina. El contenido proteico en

Las leguminosas son mayores que el de los cereales, siendo los aminoácidos limitantes la metionina y la cistina y contienen una cantidad elevada de lisina. (Tabla y figura 1). (25)

La importancia de las proteínas de la quinua se debe a la calidad de las mismas ya que tienen una composición balanceada de aminoácidos esenciales como la lisina parecida a la composición aminoácídica de la caseína. (8)

La cañihua tiene una calidad proteica relevante entre 15-19%, porque su composición balanceada de aminoácidos esenciales es similar al de la caseína, además de ácidos grasos, compuestos fenólicos y fibra, con efectos positivos en la salud de los consumidores. (23)

El tarwi o chocho, es rico en proteínas y grasa, la presencia de las concentraciones de los aminoácidos azufrados (metionina + cisteína) es una característica de esta leguminosa. El estudio realizado por Gross (1982), mencionado por Ayala, demuestra que al suplir 2% de metionina al tarwi incrementa su biodisponibilidad según diversos métodos biológicos.

Algunas investigaciones indican que la mezcla adecuada con granos andinos del 5%, 10%, 15%, ha permitido desarrollar una excelente complementación de aminoácidos, para mejorar el valor nutricional. (15)

Tabla 1

Valor nutricional de harina de quinua, cañihua, tarwi y trigo. (100 gramos de porción comestible)

Componentes (g)	Quinua (100 g)	Cañihua (100 g)	Tarwi (100 g)	Trigo (100 g)
Carbohidratos	72.1	65.2	19.5	74.8
Ceniza	1.9*	5.3	4.2*	0.4
Fibra	6.1*	10.2	17.6*	1.5
Grasa	5.2*	3.5	12.2*	2.0
Proteína	10.8*	13.8	49.8*	10.5
Humedad	13,7	12.2	72.5	10.8

Fuente: (25,26)*

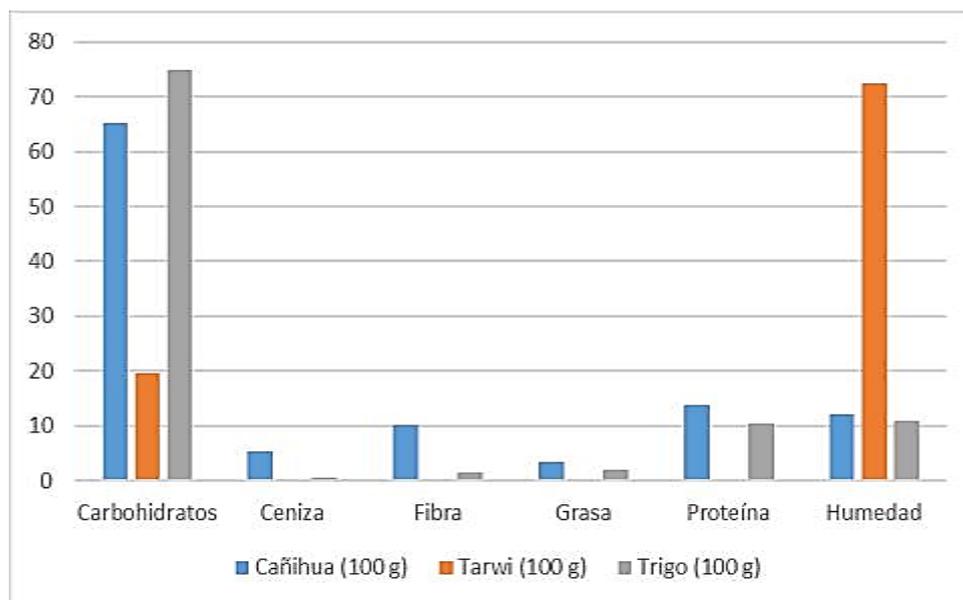


Figura 1. Valor nutricional de harina de quinua, cañihua, tarwi y trigo. (100 gramos de porción comestible)

Los constituyentes minerales de los cultivos andinos en forma de harina, respecto al trigo se mencionan en la tabla y figura 2.

Tabla 2

Constituyentes minerales de las harinas de quinua, cañihua, tarwi y trigo. (100 gramos de porción comestible)

Mineral	Quinua (mg/100g)	Cañihua (mg/100g)	Tarwi (mg/100g)	Trigo (mg/100g)
Ca	181.0	141.0	28.0	36.0
P	61.0	387.0	34.0	108
Fe	3.7	12.0	1.1	0.6

Fuente: (26).

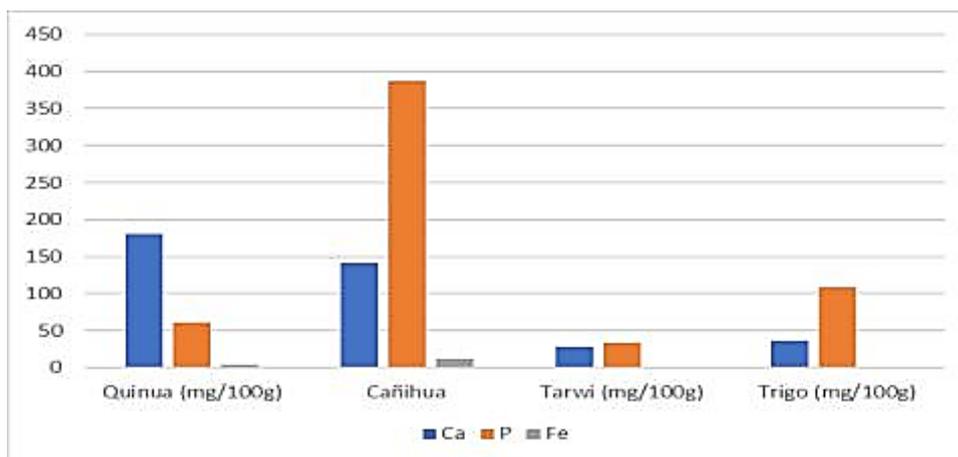


Figura 2. Constituyentes minerales de las harinas de quinua, cañihua, tarwi y trigo. (100 gramos de porción comestible)

Las combinaciones de cereales y leguminosas ofrecen proteínas de alta calidad debido a la compensación de sus aminoácidos esenciales (tabla y figura 3), por lo que su calidad se complementa en una mezcla, dando como resultado una proteína más completa. (25)

Tabla 3

Contenido de aminoácidos en Quinoa, Cañihua, Tarwi y Trigo

Aminoácidos	gramos de aminoácidos/16 gramos de nitrógeno			
	Quinoa ^(a)	Cañihua ^(a)	Tarwi ^(a)	Trigo ^(a)
Cistina	1.7	1.6	1.2	-
Fenilalanina	3.7	3.7	4.3	4.94
Histidina	2.7	2.7	-	2.64
Isoleucina	3.4	3.4	4.8	3.69
Leucina	6.1	6.1	7.0	7.32
Lisina	6.8 ^(b)	5.9 ^(b)	5.9 ^(c)	2.9 ^(b)
Metionina	2.1 ^(b)	1.6 ^(b)	1.6 ^(c)	1.5 ^(b)
Treonina	4.5 ^(b)	4.7 ^(b)	3.8 ^(c)	2.9 ^(b)
Triptófano	1.3 ^(b)	0.9 ^(b)	0.7 ^(c)	1.1 ^(b)
Valina	4.2	4.2	4.2	4.89

Fuente: (a)(26) (b)(15) (c)(3).

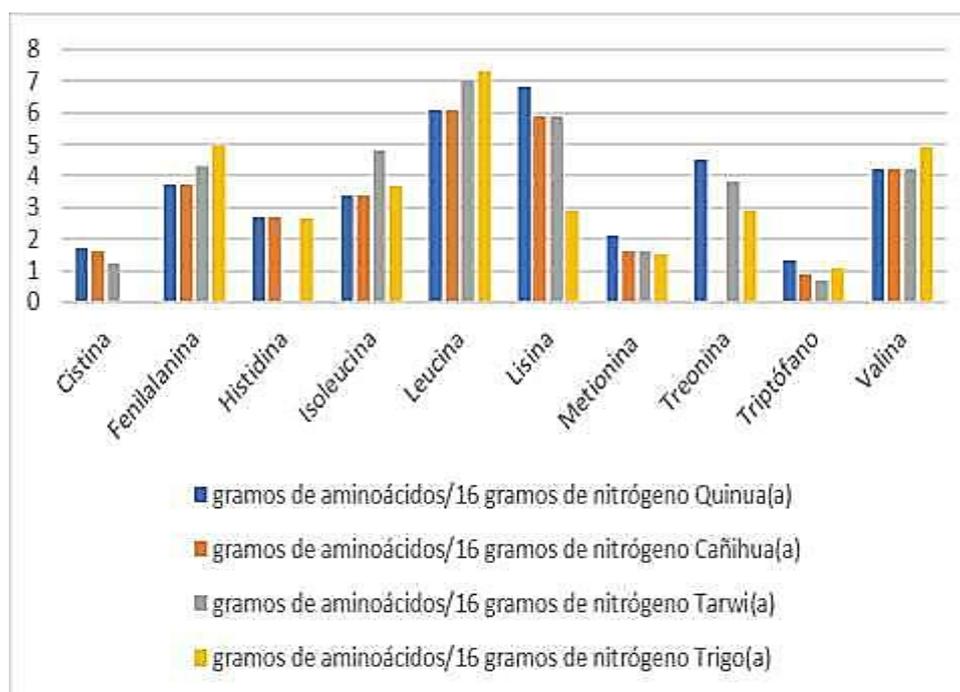


Figura 3. Contenido de aminoácidos en quinua, cañihua, tarwi y trigo

1.1.1.6 Valor agroindustrial de los cultivos andinos

Los cultivos andinos, en particular los granos andinos tienen una versatilidad muy grande para la transformación ya sea primaria o agroindustrial, pudiendo obtener productos de sabor, color y forma variadas de presentación. Tradicionalmente los agricultores andinos conocen y tienen sus propias formas de procesar y transformar, utilizan una tecnología convencional del procesado de la quinua, desde un pre tostado previo a la eliminación de la saponina por un método seco o mixto para darle un uso agroindustrial óptimo. En la cañihua habría que aprovechar sus cualidades excepcionales de alto contenido de hierro en el grano y cualidades harineras para obtener pan. El tarwi sin embargo se procesa en forma cocida y lavada, aun su utilización no está optimizada en la agroindustria moderna. (8)

1.1.1.7 Galletas

Llamado productos de galletería, comprende todo tipo de galletas con y sin relleno, elaborados en una panadería, denominado establecimiento donde se elaboran productos de panificación, galletería y/o pastelería, de expendio directo al público desde el propio local y para consumo inmediato (18).

1.1.2 Indicadores Bioquímicos

Los métodos bioquímicos incluyen la medición de un nutriente o sus metabolitos en sangre, heces u orina o la medición de una variedad de compuestos en sangre y otros tejidos que tengan relación con el estado nutricional y de salud. Existen múltiples pruebas bioquímicas que pueden emplearse para evaluar los distintos desequilibrios nutricionales, pero su utilidad estará dada por la facilidad de recolección de las muestras y el costo beneficio de su aplicación. (27)

Investigadores mundiales han informado que los rangos de comportamiento de las variables hematológicas en animales de diferentes especies han reportado diferencias fundamentadas entre género, edad y peso corporal, además de algunos parámetros que podrían inducir a variaciones, como condiciones ambientales, dieta, sitio y método de extracción. (6)

1.1.2.1 Colesterol Total

El colesterol es un esteroide que está presente en todos los tejidos animales y que cumple con diversas funciones desde las estructurales en las membranas celulares hasta ser precursor de la vitamina D. Es también el responsable de la Aterosclerosis, principal patología cardiovascular asociada al incremento de los lípidos circulantes. (28)

1.1.2.2 Lipoproteínas de baja densidad (LDL)

Las LDL denominadas también colesterol "malo". Las lipoproteínas están hechas de grasa y proteína. Ellas transportan en la sangre los llamados lípidos como el colesterol, los triglicéridos y otras grasas a diversas partes del cuerpo. (29)

1.1.2.3 Lipoproteínas de alta densidad (HDL)

Las HDL denominada también colesterol "bueno", están hechas de grasa y proteína. Ellas transportan el colesterol, los triglicéridos y otras grasas en la sangre a diversas partes del cuerpo. (29)

1.1.2.4 Triglicéridos

Los triglicéridos son lípidos que tienen una función dual, la de proveer una fuente rica de energía, debido a sus enlaces carbono-hidrógeno (C-H), así mismo, sus

características fisicoquímicas le confieren la facilidad de formar parte de las membranas celulares y, por tanto, desempeñan también una función estructural en las células. (28)

1.1.2.5 Glucosa

El metabolismo de los hidratos de carbono es una de las principales rutas del metabolismo celular. Entre los azúcares utilizados como fuente de energía para la célula, destaca la D-glucosa, este tipo de molécula es la base de muchos polisacáridos y desempeña un papel central en el metabolismo de los carbohidratos. Es de gran importancia para mantener un correcto estatus energético en el organismo, especialmente en músculo e hígado. (28)

1.1.2.6 Hemoglobina

La hemoglobina, principal componente de los eritrocitos, sirve como vehículo para el oxígeno y dióxido de carbono. Está formada por aminoácidos que constituyen una sola proteína llamada globina y un compuesto tetrapirrólico llamado hem, heme o hemo, que contiene átomos de hierro y el pigmento rojo porfirina. El hierro es la porción de la hemoglobina que se combina fácilmente con el oxígeno y concede a la sangre su color rojo característico. La medición de la hemoglobina forma parte de la biometría hemática. Sirve para detectar enfermedades que se acompañan de anemia, y ayuda a vigilar la respuesta al tratamiento. (28)

1.1.2.7 Hematocrito

La palabra hematocrito significa “separar la sangre”, ya que el plasma y las células de la sangre se separan mediante centrifugación. El valor hematocrito, o simplemente hematocrito (Hct, Htc o Hto) es la relación existente entre el volumen ocupado por los hematíes y el ocupado por la sangre total, expresada en forma de porcentaje. (28)

1.1.3 Crecimiento Ponderal

El crecimiento físico o ponderal en general es definido como el aumento en el número y tamaño de las células que componen los diversos tejidos del organismo. Está determinado por factores biológicos intrínsecos sensibles que modulan la expresión del

potencial genético o por algunos factores externos como el consumo de alimentos que influye en el crecimiento ponderal, esta afirmación es controvertida ya que algunos autores hablan de deterioro ponderal y menor consumo alimentario, otros describen estabilidad o incluso incremento. (11,12)

1.1.4 Reactivo Biológico

El animal de laboratorio es un reactivo biológico que se debe criar, mantener, y usar en condiciones estandarizadas para asegurar la estabilidad de la respuesta, siempre dentro de los límites de lo biológico. Esa Respuesta Biológica es la expresión de la carga genética del animal en interacción con el medio ambiente, la sanidad y la nutrición. Pero esas respuestas básicas pueden ser alteradas por condiciones exteriores (alimentación, estabilidad del medio ambiente) o interiores (estado sanitario de los animales). (30)

1.1.4.1 Rata Wistar

La rata Wistar es un animal de laboratorio de origen de las zonas más frías del Asia central y en la actualidad distribuida mundialmente, su peso de joven a adulto oscila entre 250 y 500 gramos con hábitos nocturnos, su visión es pobre, olfato muy desarrollado, agudo sentido de la audición y del tacto, sin vesícula biliar, cola con función de termorregulación y equilibrio, con características de reproducción y apareamiento propio a los roedores. (31)

La cepa Wistar es el modelo animal considerado como una importante herramienta para estudiar condiciones que afectan al ser humano y pueden ser simuladas en ratas, sin embargo, es necesario conocer fases del proceso de crecimiento, desarrollo y maduración, dado que al hacer inferencias se deben considerar factores internos como el sexo, masa corporal y edad (1 mes rata análogo 2.5 a 3 años hombre). Sin embargo estudios refieren que la correlación precisa de edad de ratas de laboratorio y la de humanos es todavía un tema en debate. (11,32,33)

1.2 Antecedentes

1.2.1 Antecedentes internacionales

Se indica que la quinua, amaranto y trigo sarraceno representan la principal fuente de proteína en varias dietas. El objetivo es caracterizar el perfil de aminoácidos de estos

pseudocereales y compararlos con el arroz. El contenido de proteínas reveló que varían de 16,3 g / 100 g (quinua salta) a 13,1 g / 100 g (trigo sarraceno) y los valores más bajos fueron encontrados en muestras de arroz (6,7 g / 100 g). En estos pseudocereales el aminoácido esencial más abundante fue la leucina, en la quinua se evidencia el más alto contenido de leucina (1013mg / 100g) y el contenido de metionina fue menor (199 mg / 100 g), el trigo sarraceno fue el cereal con alto contenido en fenilalanina (862mg / 100g), el arroz (*Oryza sativa*) presenta el contenido más bajo de todos los resultados de los aminoácidos (AA). (34)

Se evaluó la quinua como parte de una mezcla con diferentes fuentes alimenticias como la soja desgrasada, zanahoria en polvo y almidón de maíz en proporciones diferentes conformando cuatro dietas, para controlar obesidad y valores sanguíneos. Los grupos estuvieron conformados por grupo control 1 que recibió una dieta base más grasa y grupos experimentales como el grupo 2 que recibió la dieta 2 (quinua 60%+soya desgrasada 15%+zanahoria en polvo 15%+almidón de maíz 10%), grupo 3 recibió la dieta 3 (quinua 50%+soya desgrasada 20%+zanahoria en polvo 20%+almidón de maíz 10%), grupo 4 recibió la dieta 4 (quinua 40%+soya desgrasada 25%+zanahoria en polvo 25%+almidón de maíz 10%), y grupo 5 recibió la dieta 5 (quinua 30%+soya desgrasada 30%+zanahoria en polvo 30%+almidón de maíz 10%). El experimento tuvo una duración de cuatro semanas (30 días). Los resultados de control de obesidad fueron positivos en disminución en grupos experimentales; en la medición de sangre completa mostraron una disminución significativa de Colesterol total y fracciones (LDL,HDL), triglicéridos y función hepática, en el grupo 2,3,4,y 5 que recibieron la dieta de quinua más mezcla de fibra dietética, sin embargo hubo un aumento en los resultados de hemoglobina, hematocrito, glóbulos rojos, y plaquetas como parte de la medición del cuadro completo de sangre, así mismo los datos de la función renal a través del ácido úrico, urea y creatinina fueron los más bajos (42.0,1.13 y 5.73 mg/dl) para los grupos experimentales respecto al grupo control. A partir de estos resultados se pudo concluir y recomendar que la quinua tiene una actividad anti obesidad y podría utilizarse como suplemento nutricional para la prevención y tratamiento de la obesidad y los trastornos asociados con la obesidad. (35)

Se han descrito diferentes actividades biológicas de componentes aislados de amaranto y quinua como actividad antibacteriana, antitumoral, antioxidante, antiinflamatoria y

antihipertensiva, demostrando que tanto el amaranto como la quinua pueden ser una buena fuente de compuestos bioactivos. (13)

Reporta que la quinua tiene un contenido nutricional excepcional, es libre de gluten, exhibe un poder oxidativo, anti hipertensiva y propiedades antidiabéticas por lo tanto se pueden utilizar como ingrediente alimentario, nutracéutico y funcional. (14)

El objetivo del trabajo fue verificar los efectos de la quinua en el perfil bioquímico, antropométrico y presión arterial como parámetros de los factores de riesgo para las enfermedades cardiovasculares. Estudio aplicado a veintidós estudiantes de 18 a 45 años de edad durante 30 días, con administración de quinua en forma de barra de cereal. Las muestras de sangre se recogieron antes y después para determinar el perfil glucémico y bioquímico. Los resultados mostraron efectos positivos del uso de la quinua ya que se observó una reducción significativa en los valores de colesterol total, triglicéridos y LDL-c. Se concluye que el uso de la quinua en la alimentación puede ser considerado beneficioso en la prevención y tratamiento de factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares. (36)

El estudio mide el efecto de las semillas de quinua (*Chenopodium quinoa*) en el perfil lipídico, en los niveles de glucosa, en el metabolismo de las proteínas y elementos esenciales seleccionados (Na, K, Ca, Mg) y se determinó en ratas Wistar machos alimentados con niveles altos de fructosa. El grupo alimentado con quinua+fructosa disminuyó significativamente, LDL (42 %, $p < 0,01$) y la actividad de la fosfatasa alcalina (20%, $p < 0,05$) y el aumento de nivel de triglicéridos (86%, $p < 0,01$). Las ratas alimentadas con semillas de quinua presentaron una reducción efectiva del colesterol total en suero (26 %, $p < 0,05$), LDL (57%, $p < 0,008$) y de triglicéridos (11 %, $p < 0,05$), respecto al grupo control. Las semillas de quinua también redujeron significativamente el nivel de glucosa (10 %, $p < 0,01$) y el nivel de proteína total en plasma (16%, $p < 0,001$). El grupo alimentado con quinua+fructosa, disminuyó significativamente los niveles de HDL (15%, $p < 0,05$) respecto al control. Se ha demostrado en este estudio que las semillas de quinua pueden reducir la mayoría de los efectos adversos ejercidos por la fructosa en el perfil de lípidos y el nivel de glucosa. (37)

En el estudio indican que existen diversos cereales andinos, como la quinoa (*chenopodium quinoa*) y el amaranto (*amaranthus spp.*), y la kañiwa (*Chenopodium pallidicaule Aellen*), como una nueva alternativa alimentaria debido a su riqueza en nutrientes. Se analizó el contenido en macro y micronutrientes de la kañiwa, para fines de utilización como alimento funcional, según normas AOAC-IRAM, los resultados indican que es rica en proteínas, hierro, fósforo, calcio, zinc, tiamina, niacina, riboflavina, ácido ascórbico, ácido oleico, ácido linoleico, ácido linolénico y no contiene grasas trans, por que concluyen que esta contribuiría a mejorar el hambre oculta, a prevenir el desarrollo de la deficiencia de hierro, a optimizar el funcionamiento del sistema inmunológico y a evitar el desarrollo de enfermedades cardiovasculares por su contenido en grasas saludables. (17)

En el estudio se evaluaron las capas de semilla, los cotiledones y los hipocótilos del tarwi: seis cultivares peruanos (*Lupinus mutabilis Sweet*) y dos brasileños (*Lupinus albus* y *Lupinus angustifolius*) con respecto a su contenido de isoflavonas y capacidad antioxidante. Las isoflavonas totales variaron de 9.8 a 87, 16.1 a 30.8 y 1.3 a 6.1 mg / 100 g de muestra en peso fresco (expresado como genisteína) en la cobertura de semillas, cotiledón e hipocótilo, respectivamente, de especies de *mutabilis*, mientras que no se detectaron isoflavonas en *L. angustifolius* y *L. albus*. Se encontró una correlación significativa ($r = 0,99$) entre los niveles totales de isoflavonas y la capacidad antioxidante medida por el método de eliminación de radicales 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo en todas las fracciones de muestras peruanas. El cultivar andino H-6 es prometedor por su alto contenido de isoflavonas y su capacidad antioxidante. Los datos de este estudio indican que los cultivares de lupino de las especies de *mutabilis* tienen perfiles de isoflavonas similares y que las isoflavonas están más concentradas en la fracción de semilla de cotiledón que en la cubierta de la semilla o en las fracciones de hipocotíleo. (38)

En el estudio se refiere que el *Lupinus mutabilis* (LM)-tarwi, es una leguminosa de la dieta tradicional boliviana que tiene una propiedad nutracéutica ya que reduce los niveles de glucosa en la sangre. Se evaluó el efecto antidiabético de LM en la rata Goto-Kakizaki (GK) y Wistar (W) con diabetes espontánea (diabetes tipo 2). El extracto de semilla de hidrohidoetanol analizado mediante cromatografía de gases, espectrometría de masas y cromatografía líquida de alto rendimiento, espectrometría de masas de alta resolución, es una mezcla compleja de componentes volátiles y no volátiles. Una administración oral única

de extracto LM (2000 mg / kg b.w.) mejoró la tolerancia a la glucosa durante la prueba de tolerancia oral a la glucosa (OGTT) (30–120 min) en ratas GK y W ($p < 0,0001$). El tratamiento a largo plazo con LM (1000 mg / kg de peso corporal), durante 21 días, mejoró el área bajo la curva (AUC) de la glucosa durante el OGTT en el día 20, tanto en ratas GK ($p < 0,01$) como W ($p < 0,01$). La HbA1c (ratas GK, $p < 0,05$ y ratas W, $p < 0,0001$) y la glucosa no en ayunas (ratas GK, $p < 0,05$) también se redujeron. LM aumentó tanto los niveles de insulina en suero (2,4 veces en ratas GK como en ratas W de 2,5 veces) y la liberación de insulina inducida por glucosa (16,7 mM de glucosa) en islotes aislados de animales tratados (6,7 veces en ratas GK, y 6,6 pliegue en ratas W). Nuestros hallazgos proporcionan evidencia de que LM tiene un efecto antidiabético a través de la estimulación de la liberación de insulina. (39)

Se han estudiado las características nutricionales de las proteínas de semillas silvestres españolas del tarwi-*Lupinus angustifolius*, *L. cosentinii*, *L. gredensis*, *L. hispanicus*, *L. luteus* y *L. micranthus*. Reportando que el contenido de proteínas varió entre 23.8% en *L. gredensis* a 33.6% en *L. luteus*. El *L. cosentinii* mostró la composición de aminoácidos más equilibrada, siendo solo deficiente en lisina. El *L. gredensis* mostró la peor composición de aminoácidos. La digestibilidad de la proteína in vitro (IVPD) fue alta en todas las especies examinadas, variando desde 82.3% en *L. gredensis* hasta 89.0% en *L. cosentinii*. También se estudiaron otros parámetros nutricionales, como la puntuación de aminoácidos, el valor biológico calculado, el índice de eficiencia proteica predicho o la puntuación de aminoácidos corregida por la digestibilidad de la proteína. Estos datos arrojaron *L. luteus*, *L. hispanicus* y *L. cosentinii* con proteínas con las mejores propiedades nutricionales, con proteínas de alta calidad similares a la soja. Los resultados confirman la importancia de estudiar las poblaciones silvestres de especies de *Lupinus* cultivadas y no cultivadas como fuentes de semillas con buenas características nutricionales. (40)

En el estudio se determinó la glucemia en cuarenta y cuatro personas entre 18 y 30 años de edad, de ambos sexos, en estado de ayunas, y pos ingesta de 200 gramos de tarwi precocido sin cáscara (grupo A) y 50g de glucosa (grupo B), tomas espaciadas por treinta minutos cada una, en un total de dos horas. Se utilizó el método glucométrico, a partir de los resultados obtenidos se comparó la glucemia inducida por la ingesta de glucosa versus la glucemia inducida por la ingesta de tarwi. Se observa una leve disminución en la glucemia en el grupo A, a los 30 minutos y en la primera hora y un elevación mínima

de la glucemia a las dos horas, al contrario de los sujetos del grupo B, donde se observa un marcado incremento en la glucemia a los 30 minutos, cuya curva va decreciendo lentamente a las dos horas, lo que demuestra de manera comparativa que el tarwi precocido sin cascara, tiene un índice glucémico bajo y por lo tanto es un nutriente recomendable en la dieta para pacientes diabéticos y personas con actividad física importante. (1)

1.2.1 Antecedentes nacionales

El estudio determina la influencia del consumo de tres variedades de quinua sobre parámetros bioquímicos e histomorfometría intestinal en ratas obesas, se utilizaron 42 ratas obesas Holtzman dispuestas en siete tratamientos de seis animales cada uno, que fueron alimentados durante 23 días con una de las siete dietas: una obesogénica de control y las otras conteniendo además 20% de quinua Altiplano, Pasankalla y Negra Collana procesadas por cocción o tostado. Al finalizar el periodo de alimentación se tomaron muestras de sangre para la determinación de niveles de glucosa, triglicéridos y C-HDL; posteriormente fueron sacrificados y se extrajo el hígado, intestino delgado (ID) y riñones para ser pesados. Los resultados mostraron 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. Sin embargo, el ID presentó mayor peso en el grupo control en comparación a los que contenían quinua procesada. La histomorfometría del ID no fue afectada significativamente por las dietas experimentales. (41)

En el estudio, se evaluaron durante 60 días 22 ratas albinas macho de cepa Sprague Dawley de 21 días de nacidas, destetadas, las cuales fueron distribuidas al azar en cuatro grupos de estudio: (a) dieta control con caseína, por 60 días, (b) dieta control con caseína por 30 días y con dieta cañihuaco por otros 30 días, (c) dieta hipergrasa con manteca de palma por 30 días y dieta cañihuaco por otros 30 días más, (d) dieta hipergrasa por 30 días y dieta cañihuaco por 30 días más. Se tomó el análisis basal de colesterol total y fraccionado LDL-C, HDL-C, VLDL-C y triglicéridos, repitiéndose a los 30 días y a los 60 días. Concluyéndose que el consumo de dieta cañihuaco en ratas que recibieron dieta hipergrasa tienen una probabilidad de que se incremente los niveles de HDL-C con el consumo de dieta de cañihuaco de cinco veces mayor que si se consume dieta caseína.

El perfil lipídico de las ratas que consumieron dieta a base de cañihuaco, el incremento de HDL-C fue evidente. (5)

En el estudio se utilizó 60 ratas albinas Sprague Dawley, se formó tres grupos de 20 animales cada uno. Al primer grupo se le administro suero fisiológico (grupo control), al segundo se le administro cocimiento acuoso de harina de maca y al tercer grupo se le administro cocimiento acuoso de harina de semillas de tarwi desamargado y descascarado a la dosis de 500 mg/kg. Para el análisis de perfil bioquímico: Glucosa, triglicéridos, LDL, HDL, colesterol total, proteínas totales, albumina, TGO, TGP y hematológico, hematocrito, hemoglobina. Se tomaron tres muestras de sangre, al inicio, a los 15 días y 30 días de tratamiento. Obteniendo resultados donde indican que existe un aumento en el contenido de triglicéridos en sangre, por efecto del cocimiento de la harina de tarwi, con valores que se elevaron de: 45,9 a 76,55 a los 30 días mientras que en el grupo control los valores se elevaron de 43,15 a 64,78 y para maca variaron de 43,5 a 59,6. Valores menores que del grupo control. En cuanto a la proteína total, albumina, hemoglobina y hematocrito los valores se elevaron ligeramente y reportaron datos que no son estadísticamente significativos. (42)

1.2.2 Antecedentes locales

El estudio se determinó las características físico-químicas, sensoriales y biológicas en la absorción de hierro y relación de eficiencia proteica (PER). Se formularon 25 tratamientos con las variables de sustitución de la harina de quinua (2.5 ± 1.12), cañihua (4.0 ± 2.0), maca (2.5 ± 1.12), y linaza (3.5 ± 1.12); la harina de trigo se mantuvo entre 80-95%. Se realizó la prueba afectiva de satisfacción con la selección de la muestra T-20 (15.5% de sustitución), por presentar valores significativos elevados en todos los atributos analizados. La muestra T-20 presentó 6.77 mg Fe/100g, 0.71g de ácido linolénico/100g, la absorción de hierro y PER estudiadas in vivo se reportó 3.8 mg Fe/l de sangre y PER=1.13, en ambos casos los valores fueron superiores al grupo control (pan blanco) que presentó 0.1 mg Fe/l de sangre y PER=0.96. Los resultados encontrados responden al objetivo planteado, siendo las variables estudiadas una fuente de hierro y omega 3, mejorando significativamente las características físico-químicas, sensoriales y biológicas del pan blanco en comparación a los panes comerciales. (43)

En el estudio se formaron dos grupos, un grupo de Pacientes hipercolesterolémicos, y otro, de personas normocolesterolémicas; los tratamientos experimentales brindados

fueron: E1, 100 gramos de kañiwa más 1 gramo de vitamina C, E2, 100 gramos de kañiwa durante 30 días, ambos con grupo control. Para medir el efecto, se hicieron determinaciones en suero, dosado en tres oportunidades, Colesterol Total, HDL colesterol, LDL colesterol y Triglicéridos (basal, a los 15 días y 30 días de tratamiento). Los resultados obtenidos indican que el tratamiento experimental a base de kañiwa más vitamina C (tratamiento uno-E1) logra bajar los niveles de colesterol de 283.2 a 222 mg/dl en forma más efectiva que el tratamiento a base de cañihua sola (tratamiento dos-E2) de 281.2 a 232.8 mg/dl, esto confirma el análisis estadístico a un nivel de significación del 95%. Los niveles de HDL colesterol no son aumentados significativamente en los pacientes que recibieron los tratamientos uno y dos (46.4 a 48.8 mg/dl y de 40.8 a 49.6 mg/dl) respectivamente. (24)

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema

Los cultivos andinos, históricamente formaron parte de la dieta de sus poblaciones originarias, son considerados hoy como alimentos de alta calidad. En la actualidad los países productores están subutilizando este potencial en la transformación de productos procesados a partir de los granos, tubérculos, raíces y otros: pudiéndose obtener productos con características excepcionales sin que pierdan sus cualidades nutritivas y en armonía con la producción orgánica. El uso integral y adecuado de los cultivos andinos en la alimentación de la población gana un valor estratégico desde la consideración de políticas nacionales y regionales que prioricen la solución de problemas que afectan la seguridad alimentaria. (8,10)

En la región Puno, es escaso el consumo de los granos andinos cultivados, dentro de ellos tenemos a la quinua (*Chenopodium quinoa* Will), la cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) y el tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). El consumo de estos alimentos presenta efectos muy beneficiosos para la salud. Existen muchos estudios, aunque no suficientes, que señalan las ventajas nutricionales y medicinales y hacen referencia que el consumo de estos granos andinos mejoran los indicadores bioquímicos en sangre, así sus características nutricionales tendrían un rol importante en la prevención de las enfermedades cardiovasculares mejorando los indicadores del perfil lipídico, entre ellos colesterol total, triglicéridos, lipoproteínas de alta densidad-HDL (colesterol bueno), y lipoproteínas de baja densidad-LDL (colesterol malo) (3–5,37). Otros estudios muestran que el consumo de estos granos presentan un perfil glicémico bajo (glucosa sanguínea) en relación a otros granos similares contribuyendo a la prevención de enfermedades degenerativas como la diabetes. (1,16,37)

Así mismo se hace mención también a que podrían ayudar a prevenir la anemia por el importante aporte de hierro que tienen estos alimentos, ya que esta deficiencia nutricional se ha constituido en un problema endémico en nuestra región. (3,17)

Por otro lado, el trigo (*Triticum aestivum*), es uno de los cereales más importantes en la alimentación humana, a través de su subproducto, la harina de trigo que es el insumo más utilizado en la panificación para la elaboración de pan, galletas y otros productos. Es así que las galletas son llamadas productos de galletería con o sin relleno, elaborados en una panadería (18), pudiendo ser elaboradas con harinas de trigo y otras harinas de granos andinos, pudiendo incluso ser fortificadas o enriquecidas. La sustitución de harina de trigo por harinas de cultivos autóctonos permite mejorar el valor nutritivo de los productos de panificación (19). Por lo que se asumen que estas mezclas mejorarían el valor nutritivo de las galletas del estudio.

Respecto al indicador del crecimiento ponderal en animales de experimentación, se dice que este se incrementa a medida que se incorpora mayor proporción de cañihua en su alimento (44). Por otro lado, la quinua que tiene un alto contenido de proteínas y aminoácidos esenciales; y el tarwi que también tiene alto contenido de proteínas, al ser incluidos en proporciones adecuadas en una dieta podrían incrementar significativamente el crecimiento ponderal. (19,25,34)

En muchos estudios se menciona que la quinua, cañihua y tarwi tienen un alto contenido de fitoquímicos, antioxidantes fenólicos, vitaminas, minerales, ácidos grasos insaturados, fibra y nutrientes esenciales, los que se constituirían en los responsables del importante rol en la prevención de enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer de mama, obesidad, etc. (20,21)

Todas las bondades anteriormente mencionadas en estos cultivos andinos podrían ser la solución para los problemas alimentario nutricionales y de salud en las poblaciones vulnerables por lo que es necesario promover el consumo a través de estrategias asertivas y apropiadas a la realidad de las poblaciones andinas.

En el presente estudio se pretende mejorar y utilizar este producto como medio para elaborar las galletas convencionales (harina de trigo + aditivos alimentarios) con una sustitución parcial con harinas de granos andinos como la quinua, cañihua y tarwi, para

alimentar a ratas Wistar, esperando obtener mejores valores de los parámetros bioquímicos y peso ponderal como componentes importantes de la salud.

2.2 Enunciados del problema

¿Cuál es el efecto del consumo de galletas con base de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) con harina de trigo (*Triticum aestivum*) sobre indicadores bioquímicos y el crecimiento ponderal de ratas Wistar recién destetadas?

2.3 Justificación

En la actualidad la mayoría de los estudios referidos a las bondades nutricionales y medicinales de los cultivos andinos, específicamente de la quinua, la cañihua y el tarwi, se realizan a nivel internacional y es muy escaso a nivel nacional y casi nulo a nivel regional, a pesar de que históricamente la producción y el consumo ha sido permanente en localidades de nuestra región Puno, esta situación sugiere realizar más estudios en nuestro medio por su importancia para la promoción de la producción y en el consumo.

La importancia del estudio radica en conocer cómo es que estos granos andinos, que son alimentos que se producen en nuestra región; como es el caso de la quinua que se encuentra en un lugar expectante por el incremento de su demanda para la exportación; la harina de cañihua que viene incrementando su precio, y el tarwi ha disminuido el consumo en nuestra región, por lo que podrían constituirse en alimentos alternativos, ya que al conocer a profundidad sus bondades nutricionales y medicinales, desde los macronutrientes (proteínas, grasas, carbohidratos), micronutrientes (vitaminas y minerales) y principios activos (antioxidantes, fitoquímicos, flavonoides, fibra y otras sustancias) que tienen propiedades funcionales en el organismo, cuyos efectos de su consumo podrían traducirse en mejorar los indicadores bioquímicos nutricionales en el organismo, así como el crecimiento ponderal. Estos efectos benéficos tienen un rol preventivo en las enfermedades cardiovasculares, enfermedades degenerativas (diabetes), desordenes nutricionales (obesidad), inclusive el cáncer.

Este estudio permite identificar los cambios que ocurren en los indicadores bioquímicos, como marcadores de salud y nutricionales, que se da como consecuencia del consumo de la quinua, cañihua y tarwi. Estos conocimientos deben servir como fundamento para proponer a los responsables de los programas de alimentación, nutrición y salud del país, gobierno

regional y municipal, alternativas saludables para la alimentación y nutrición de la población retomando el consumo de estos cultivos andinos.

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general

Determinar el efecto del consumo de galletas con base de harinas de quinua, cañihua, tarwi y trigo, sobre indicadores bioquímicos y de crecimiento ponderal en ratas Wistar.

2.4.2 Objetivos específicos

- Determinar el perfil lipídico después de la administración de galletas elaboradas con base a harina de quinua, cañihua, tarwi y trigo en ratas Wistar.
- Determinar el nivel de glucosa después de la administración de galletas elaboradas con base a harina de quinua, cañihua, tarwi y trigo en ratas Wistar.
- Determinar el nivel de hemoglobina y hematocrito después de la administración de galletas elaboradas con base a harina de quinua, cañihua, tarwi y trigo en ratas Wistar.
- Evaluar el crecimiento ponderal después de la administración de galletas elaboradas con base a harina de quinua, cañihua, tarwi y trigo en ratas Wistar.

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis general

El consumo de las galletas con base de harinas de quinua, cañihua, tarwi y trigo tiene efecto sobre los indicadores bioquímicos y en el crecimiento ponderal en ratas Wistar.

2.5.2 Hipótesis específicas

- El consumo de galletas con base a harinas de quinua, cañihua, tarwi con trigo, presentan valores menores de Colesterol total, respecto al de la galleta de trigo.
- El consumo de galletas con base a harinas de quinua, cañihua, tarwi con trigo, presentan valores menores de LDL, respecto al de la galleta de trigo.

- El consumo de galletas con base a harinas de quinua, cañihua, tarwi con trigo, presentan valores mayores de HDL, respecto al de la galleta de trigo.
- El consumo de galletas con base a harinas de quinua, cañihua, tarwi con trigo, presentan valores menores de triglicéridos, respecto al de la galleta de trigo.
- El consumo de galletas con base a harinas de quinua, cañihua, tarwi con trigo, presentan valores menores de glucosa, respecto al de la galleta de trigo.
- El consumo de galletas con base a harinas de quinua, cañihua, tarwi con trigo, presentan valores mayores de hemoglobina, respecto al de la galleta de trigo.
- El consumo de galletas con base a harinas de quinua, cañihua, tarwi con trigo, presentan valores mayores de hematocrito, respecto al de la galleta de trigo.
- El consumo de galletas con base a harinas de quinua, cañihua, tarwi con trigo, presenta mayor crecimiento ponderal, respecto al de la galleta de trigo.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio

La presente investigación se realizó en el Bioterio de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas, Bioquímicas y Biotecnológicas de la Universidad Católica de Santa María, y en el laboratorio de análisis clínico de la Facultad de Medicina Humana de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

3.2 Población

La población estuvo constituida por ratas albinas de laboratorio, con las siguientes características:

- **Orden:** rodentia
- **Suborden:** myomorpha
- **Familia:** muridae
- **Género:** rattus
- **Especie:** norvegicus
- **Cepa:** Wistar
- **Edad destete:** 21 días
- **Sexo:** macho
- **Esperanza de vida:** 2-3, 5 años

- **Masa corporal/Edad:** 60 gramos
- **Línea genética estandarizada:** Exocriadas
- **Condiciones de mantenimiento:** Jaulas individuales de policarbonato, agua ad libitum, alimento como formulaciones experimentales y control.
- **Condiciones ambientales:** Temperatura 20 ± 5 ° C, humedad relativa entre 50-70 % y ciclos luz/oscuridad de 12 horas luz/12 horas oscuridad.
- **Características experimentales:** Modelo general en investigación biomédica. (31,33,45)

3.3 Muestra

- a) La muestra estuvo constituida por veinticuatro (24) ratas Wistar, las cuales fueron asignadas aleatoriamente en cuatro (04) grupos, con seis (06) unidades muestrales cada uno, distribuidas en:
- b) Un grupo control (GC)
- c) Tres grupos experimentales (GE1, GE2, GE3)

3.4 Método de investigación

Estudio experimental, con asignación aleatoria de las unidades de estudio, con tratamientos administrados durante seis semanas, con grupos de comparación: 1 grupo control y 3 grupos experimentales (figura 1).

3.4.1 Ensayos biológicos

Se evaluaron a 24 ratas machos de la cepa Wistar de 21 días de destete, procedentes del Bioterio de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas, Bioquímicas y Biotecnológicas de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa, distribuidas al azar en cuatro grupos de estudio con seis unidades de estudio en cada uno. (45)

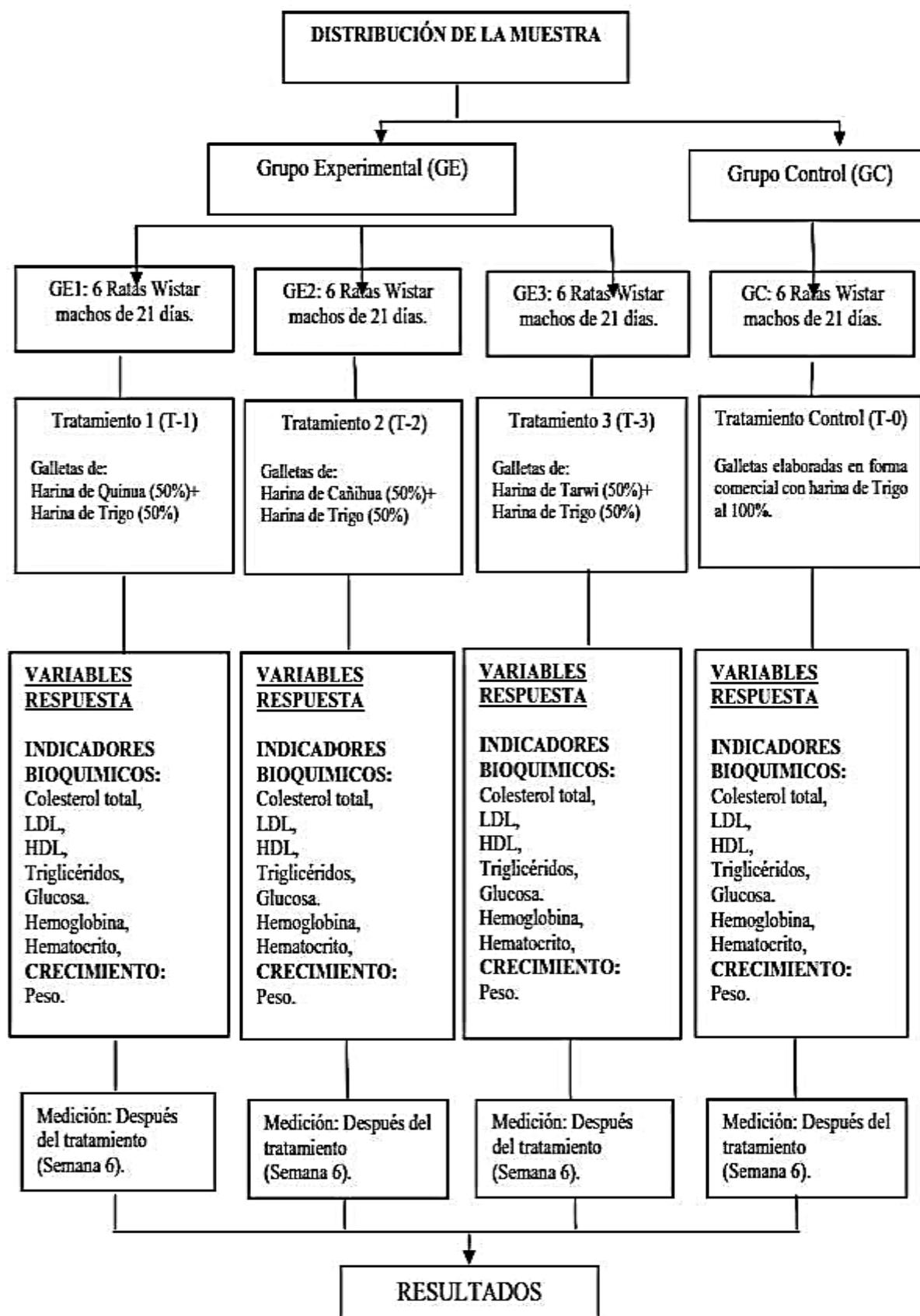


Figura 4. Diseño del experimento

3.4.2 Ensayos bioquímicos

En el período experimental de tratamiento de seis semanas, se realizó la toma de muestra sanguínea en ayunas utilizando la punción venosa al seno orbital (comisura interna ocular) (11,45). Luego se realizó las determinaciones bioquímicas de: Colesterol total, LDL, HDL, triglicéridos, glucosa, hemoglobina y hematocrito (Anexo 1), que se midieron a través de un analizador bioquímico semiautomático con reactivos estándar para cada indicador.

3.4.3 Crecimiento ponderal

La medición de peso de los animales fue antes de la ingesta de alimentos, el registro fue al inicio del trabajo y luego cada 7 días (Anexo 2), durante las seis semanas de intervención en la que culminó la investigación. (45,46)

3.4.4 Formulación de galletas

Para la elaboración de las galletas a base de los granos andinos, se utilizó la quinua blanca de la variedad INIA, cañihua de la variedad Cupi, tarwi de la variedad INIA y trigo comercial, con una sustitución parcial a partir de las siguientes formulaciones:

- Tratamiento 0 (T-0): Galleta al 100% harina de trigo
- Tratamiento 1 (T-1): Galleta con 50% harina de quinua + 50% harina de trigo
- Tratamiento 2 (T-2): Galleta con 50% harina de cañihua + 50% harina de trigo
- Tratamiento 3 (T-3): Galleta con 50% harina de tarwi + 50% harina de trigo

Se administró alimento (galletas) y agua ad libitum. La forma de alimentación utilizada comúnmente en nutrición experimental es que se ofrece a los animales una cantidad de dieta superior a la que pueden consumir y se determina la ingesta voluntaria, por pesada remanente (45). La administración del tratamiento fue a partir de las siguientes consideraciones:

1. Grupo control 0 (GC) = Tratamiento 0 (T-0)
2. Grupo experimental 1 (GE1) = Tratamiento 1 (T-1)
3. Grupo experimental 2 (GE2) = Tratamiento 2 (T-2)

4. Grupo experimental 3 (GE3) = Tratamiento 3 (T-3)

3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos

3.5.1 Determinación de indicadores bioquímicos

- a) **Técnica:** Observación de laboratorio.
- b) **Instrumento:** Se utilizó un analizador bioquímico semiautomático Ohaus, con reactivos estándar, además de los siguientes materiales; alcohol étílico al 70%, algodón o gasa, lancetas, jeringas de 1 o 5 ml, agujas 23 G y tubo eppendorf heparinizado.
- c) **Procedimiento:**
- Preparar a la rata en el proceso de ayunas 2 a 4 horas antes de la prueba.
 - Sedación de los animales con éter dietílico.
 - Extracción de muestras de sangre de la comisura interna del ojo (seno orbital) con pipetas Pasteur.
 - Recolección de sangre en viales con EDTA (Etildiaminotetraacético).
 - Reporte al laboratorio para su análisis. (6)

3.5.2 Evaluación del crecimiento ponderal

- a) **Técnica:** Observación antropométrica.
- b) **Instrumento:** Se utilizó una balanza semianalítica digital de 2,200 g con una precisión de 0.01 g. de marca Pioneer plus precisión.
- c) **Procedimiento:**
- Se preparó a la rata en ayunas antes de la toma de peso.
 - Se colocó al animal en un recipiente ligero sobre la balanza.
 - Se evaluó repetidamente el peso corporal en gramos (g).

3.5.3 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de las variables bioquímicas y del crecimiento ponderal se utilizaron los datos registrados en una base de datos en Excel. El análisis estadístico se realizó utilizando el programa S PSS versión 22, se aplicó el ANOVA y la prueba de Tukey, cuyo modelo lineal aditivo es:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

- y_{ij} : Es el valor de la variable respuesta
 μ : Efecto de la media
 α_i : Efecto de tratamientos
 ϵ_{ij} : Efecto del error del experimento

Además, las variables respuestas son:

- Y_1 : Perfil lipídico
 Y_2 : Glucosa
 Y_3 : Hemoglobina y Hematocrito
 Y_4 : Crecimiento ponderal

Tratamientos:

- X_1 : Trigo (control) (T-0)
 X_2 : Quinoa + Trigo (T-1)
 X_3 : Cañihua + Trigo (T-2)
 X_4 : Tarwi + Trigo (T-3)

El análisis estadístico se realiza a través del Diseño irrestricto al azar (DIA) con seis repeticiones para cada variable dependiente. Si hubiere diferencia significativa en el análisis de varianza se toma en cuenta el análisis de prueba significativa de Tukey. 32

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Evaluación de indicadores bioquímicos

Tabla 4

Perfil lipídico según consumo de galletas de trigo, quinua, cañihua y tarwi en ratas Wistar recién destetadas, 2018.

Tratamiento	N°	Colesterol	LDL	HDL	Triglicéridos
		Total			
		mg/dl	mg/dl	mg/dl	%
Trigo (T-0)	6	91,50	46,40a	62,97a	41,17
		(±8,74)	(±31,55)	(±7,79)	(±12,45)
Quinua (T-1)	6	108,83	15,96b	84,42a	50,50
		(±9,87)	(±6,38)	(±8,57)	(±16,28)
Cañihua (T-2)	6	106,33	21,17b	79,37a	41,83
		(±10,27)	(±8,12)	(±13,42)	(±14,08)
Tarwi (T-3)	6	110,33	16,98b	84,18b	45,83
		(±18,97)	(±12,29)	(±17,98)	(±7,63)
p-valor		p=0,065	p=0,023	p=0,025	p=0,580

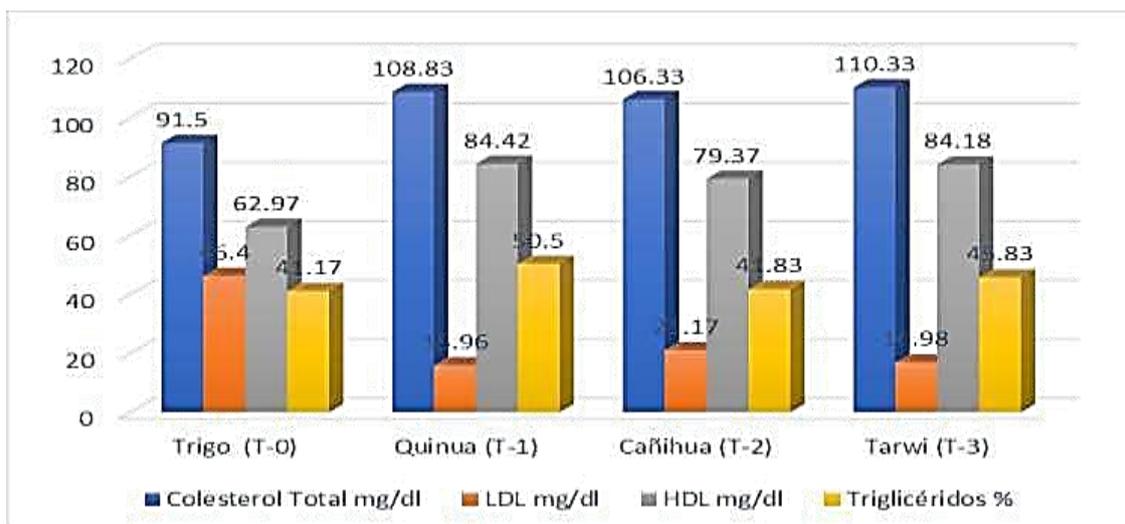


Figura 5. Perfil lipídico según consumo de galletas de trigo, quinua, cañihua y tarwi en ratas Wistar recién destetadas, 2018

La tabla 4 y figura 5 muestran los resultados del perfil lipídico en las ratas Wistar después que recibieran cuatro tratamientos (dietas) diferentes. Se observa que el tratamiento que ha provocado el menor nivel de colesterol total en las ratas Wistar es el grupo control (GC) al que se le administro la galleta de trigo T-0 (91,50 mg/dl), los otros grupos experimentales que consumieron galletas de tarwi T-3, galleta de quinua T-1 y galleta de cañihua T-2 tienen valores altos. El análisis de varianza (ANOVA) indica que no hay diferencia significativa entre tratamientos porque el p valor = (0.065) es mayor a 0,05 entre el grupo control y grupos experimentales.

Para el LDL se observa que el grupo experimental (GE1) al que se le administro el tratamiento de galleta de quinua T-1 presenta el menor valor con 15,96 mg/dl, y en los grupos experimentales a los que se les administro la galleta de tarwi T-3 y galleta de cañihua T-2, y el grupo control (GC) que recibió la galleta de trigo T-0, se observa un incremento sustancial de estos valores. El ANOVA indica que hay diferencia significativa con un p valor = 0.0231 ($p < 0,05$). La prueba Tukey indica diferencia entre el grupo control y los tres grupos experimentales.

En el caso del HDL muestran que el grupo experimental GE1 al que se le administro el tratamiento de galleta de quinua T-1 presenta el valor más alto 84,42 mg/dl, seguido de los grupos que recibieron galleta de tarwi T-3 y galleta de cañihua T-2 siendo estos similares, sin embargo el grupo control (GC) que recibió el tratamiento de galleta de trigo T-0 muestra el valor más bajo de 62,97 mg/dl, respecto a los grupos experimentales. El ANOVA indica que hay

diferencia significativa entre los tratamientos con un p valor = 0.025 que es menor a 0,05. La prueba Tukey indica que hay diferencia entre el grupo control con los grupos experimentales.

Y en los valores de triglicéridos se observa que no hay diferencia entre los tratamientos, tanto el grupo control con los experimentales muestran valores similares. Para este caso el ANOVA indica que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, el p valor = 0.58 que es mayor a 0,05, entre el grupo control y grupos experimentales.

Los datos que se aprecian en el estudio muestran que no hay diferencias entre los tratamientos, en cuanto a colesterol total y triglicéridos, no sucediendo lo mismo con el LDL y HDL ya que presentan diferencias significativas. Al respecto Paško (37), en su estudio encontró que las ratas del grupo experimental alimentadas con quinua presentaron una reducción efectiva de colesterol total (26%), LDL (57%) y triglicéridos (11%) e inhibiendo la disminución de HDL; respecto al grupo control; estos datos coinciden con Hejazi (35), cuyos resultados mostraron una disminución significativa del colesterol total ($86,3 \pm 1,7$ mg/dl), LDL ($25 \pm 2,56$ mg/dl), triglicéridos ($112,3 \pm 9,1$ mg/dl), resaltando el valor más alto en HDL ($73,7 \pm 2$ mg/dl) en los grupos que recibieron una dieta de quinua más fibra dietética. De igual modo sucede con los resultados reportados por Farinazzi-Machado (36), estudio en la que se administró quinua en forma de barra de cereal a un grupo de estudiantes que presentaron una reducción significativa de colesterol (67,5%), LDL (67,5%) y triglicéridos (55,9%) como parte de la medición de los indicadores del perfil lipídico. Mientras que el estudio sobre la influencia del consumo de quinua en parámetros bioquímicos e histofotometría intestinal en ratas obesas, los resultados mostraron que el intestino delgado presentó bajo peso como en la circunferencia abdominal de 0,56 cm., y presencia de placas Peyer (tejido linfóide de esta zona que constituye el sistema inmunitario de las mucosas), pero los niveles de Colesterol total, HDL y triglicéridos no presentaron diferencias significativas. (41)

Respecto a la cañihua, encontramos que en el estudio de Porras Osorio sobre efecto de una dieta a base de harina tostada de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), sobre el perfil lipídico en ratas albinas destetadas, se encontró que la probabilidad de incremento de HDL-C es cinco veces mayor que si se consume caseína (5). Así mismo Mujica (24), indica que el tratamiento experimental a base de cañihua (tratamiento 2) baja los niveles de colesterol de 281,2 a 232,8 mg/dl y en los pacientes hipercolesterolémicos que recibieron tanto el tratamiento 1 (cañihua + vitamina C) como el tratamiento 2. Torrejón (17), indica que diversos trabajos reportan que el ácido oleico al ser un agente hipercolesterolemizante que contiene la cañihua tiene un efecto

beneficioso en el perfil lipídico favoreciendo el descenso de HDL así como reduce la colesterolemia a expensas del LDL. Por otro lado Castañeda (42), refiere que la presencia de triglicéridos, colesterol total, LDL y HDL son factores predisponentes de enfermedades cardiovasculares, para reducir este riesgo se viene identificando en la cañihua fitoquímicos que contienen isoflavonas o isoprenoides que suprimen la acción de los radicales libres y así confieren protección antioxidante que reduce el perfil lipídico y así también Ligarda *et al.* (47), reportan que la cañihua presenta altos contenidos de fibra dietética total que va entre 9,29 a 20,04% (fibra soluble e insoluble) cuyos componentes son los beta glucanos y pentosanos cuyas propiedades se relacionan con la disminución del colesterol sanguíneo.

Respecto al tarwi Castañeda (42), indica que al administrar tarwi descascarada a la dosis de 500 mg/kg durante 30 días, administradas a ratas; estas presentaron resultados que evidenciaron un aumento en el valor de triglicéridos de 45,9 a 76,55 y los valores de colesterol total y HDL se elevaron significativamente sin presentar diferencias estadísticamente significativa.

A partir de los estudios anteriormente mencionados y descritos podemos afirmar que los cultivos andinos tienen componentes funcionales con propiedades benéficas para el organismo, como es el caso de la fibra que reduce los niveles de colesterol total, LDL y triglicéridos, además reduce el peso del intestino delgado por ende de la circunferencia abdominal; otro componente son los fitoquímicos como las isoflavonas o isoprenos que son los encargados de suprimir la acción de los radicales libres que generan desequilibrio celular y consecuentemente generar patologías diversas; y otro que mencionan al ácido oleico que actúa como agente hipercolesterolemizante que disminuye el HDL y reduce el colesterol a expensas del LDL. Entonces podemos afirmar que el perfil lipídico mucho más beneficioso y saludable proviene de las galletas complementadas con harinas de granos andinos.

Tabla 5

Nivel de glucosa según consumo de galletas de trigo, quinua, cañihua y tarwi en ratas Wistar recién destetadas, 2018

Tratamiento	N°	Glucosa mg/dl
Trigo (T-0)	6	60,83 (±8,04)
Quinua (T-1)	6	61,17 (±8,93)
Cañihua (T-2)	6	62,67 (±9,14)
Tarwi (T-3)	6	75,00 (±11,05)
p-valor		p=0,048

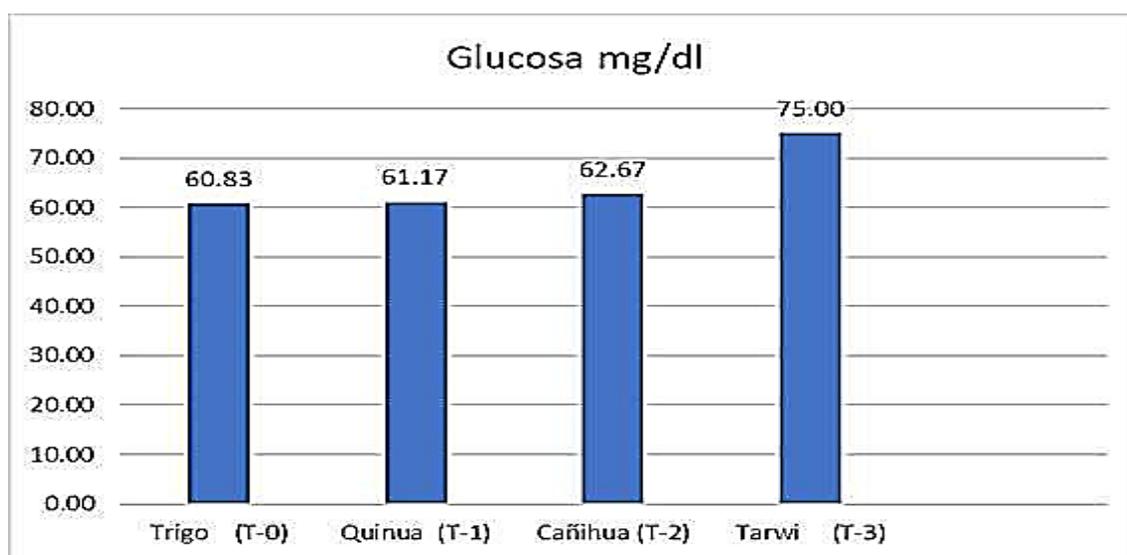


Figura 6. Nivel de glucosa según consumo de galletas de trigo, quinua, cañihua y tarwi en ratas Wistar recién destetadas, 2018

La tabla 5 y figura 6 muestran los valores de glucosa de las ratas que han recibido cuatro tratamientos diferentes. La dieta que ha provocado el mayor nivel de glucosa en las ratas Wistar es el grupo experimental GE3 al que se le administró la galleta de tarwi T-3 con 75 mg/dl a las 6 semanas. Los otros grupos que consumieron galleta de cañihua T-2, galleta de quinua T-1 y el grupo control que recibió galleta de trigo T-0 tienen valores similares. La prueba ANOVA indica que no hay diferencia significativa entre tratamientos con un p valor = 0,048 que es igual a 0,05.

Respecto a la glucosa Farinazzi *et al.* (36), refieren que la quinua es un pseudocereal con carbohidratos de bajo índice glucémico, su estudio observó que el 56,7% de los sujetos masculinos intervenidos mostraron una reducción de glucosa inicial (88,33 mg/dl), respecto al pos tratamiento (81,40 mg/dl), indicando que parece ser que está relacionado con sus antioxidantes como los polifenoles, fitoesteroles y flavonoides, por lo que se asume que tiene relación con los efectos de reducción de los niveles de glucosa. Además del tipo de carbohidratos que tiene la quinua en la que se encuentran incluidas la fibra soluble e insoluble que son consideradas como nutraceuticos. Hejazi (35), indica que hay evidencia que la quinua contiene péptidos antioxidantes que tienen una acción hipoglucemiante basada en su fibra dietética y por lo tanto podría reducir el riesgo de diabetes. También Paško (37), indica que las semillas de quinua reducen significativamente el nivel de glucosa (10%, $p < 0,01$), en una comparación a grupos alimentados con quinua + fructosa y que se asume que los compuestos como los tocoferoles y polifenoles presentes en la semilla de quinua podrían reducir el nivel de glucosa. Así mismo en sus estudios Burgos, Gálvez y Paško (1,37,38), demuestran que el consumo de los granos andinos específicamente la quinua presenta un perfil glicémico bajo en relación a otros granos similares contribuyendo a la prevención de la diabetes como una enfermedad degenerativa de estos tiempos. Por otro lado, el estudio mide la respuesta de la ingesta diaria de quinua en forma de pan enriquecido con inclusión de 20 gramos administrado durante cuatro semanas, la reducción de la glucosa fue significativa presentando valores más bajos de 4,5% respecto al inicial. (48)

Estudios en tarwi, como el realizado por Burgos (1), en la Paz Bolivia, en la que determinó la glucemia en personas de 18 a 30 años de edad con una administración de 200 gramos, reportó en los resultados que el tarwi pre cocido sin cáscara tiene un índice glicémico bajo y por consiguiente se recomienda a pacientes diabéticos y personas con actividad intensa; de igual modo Castañeda (42), reporta en sus resultados que los valores de glucosa se vieron incrementados inicialmente del día cero al día 15 con 74,6 a 131,45 para luego disminuir a

130,7 mg/dl al 30avo día de intervención, por lo que se asume que esta disminución se debe a sus compuestos químicos como los fitoestrógenos en los que se encuentran las isoflavonas con propiedades antioxidantes, que en la única especie en la que está presente es en el tarwi. Saltos (49), indica que en el Ecuador el *Lupinus* (tarwi) conocido como el chocho es usado medicinalmente en la diabetes a través del conocimiento tradicional también se ha demostrado que algunos alcaloides quinolizidínicos como la esparteina y lupanina podrían tener efectos farmacológicos. Otro estudio similar del extracto acuoso del *lupinus* reduce significativamente los niveles de glicemia en ratas, afirmando que son sus principios activos como los alcaloides que tiene una actividad hipoglucemiante ya que estos son capaces de activar la insulina; y en el estudio de diabetes tipo 2, en la que se administró sulfato de espartina la cual estimula la secreción de células Beta produciendo un descenso de los niveles plasmáticos de glucosa, además hace referencia a un estudio que evalúa el efecto regulador de la glucosa sanguínea medida en ayunas y postprandial por la administración oral de *lupinus* a pacientes diabéticos presentando reducidos niveles de glucosa después del tratamiento.

Para los niveles de glucosa son muchos los estudios que refieren que la quinua tiene componentes nutracéuticos como los polifenoles, fitoesteroles, flavonoides, fibra soluble e insoluble, péptidos, tocoferoles, polifenoles presentes en la semilla, tiene una acción hipoglucemiante que podría reducir el riesgo de diabetes. Así mismo, estudios sobre el tarwi indican que los responsables del índice glicémico bajo son los fitoestrógenos, las isoflavonas, algunos alcaloides como la esparteina y lupanina que tienen estos y que además tienen efectos farmacológicos.

Tabla 6

Nivel de hemoglobina y hematocrito según consumo de galletas de trigo, quinua, cañihua y tarwi en ratas Wistar recién destetadas, 2018

Tratamiento	N°	Hemoglobina mg/dl	Hematocrito %
Trigo (T-0)	6	16,00 ^a (±0,71)	48,50 ^a (±2,17)
Quinua (T-1)	6	16,50 ^a (±0,84)	49,83 ^a (±2,64)
Cañihua (T-2)	6	15,33 ^a (±0,52)	48,00 ^a (±1,41)
Tarwi (T-3)	6	17,83 ^b (±1,13)	53,83 ^b (±3,37)
p-valor		p=0,002	p=0,003

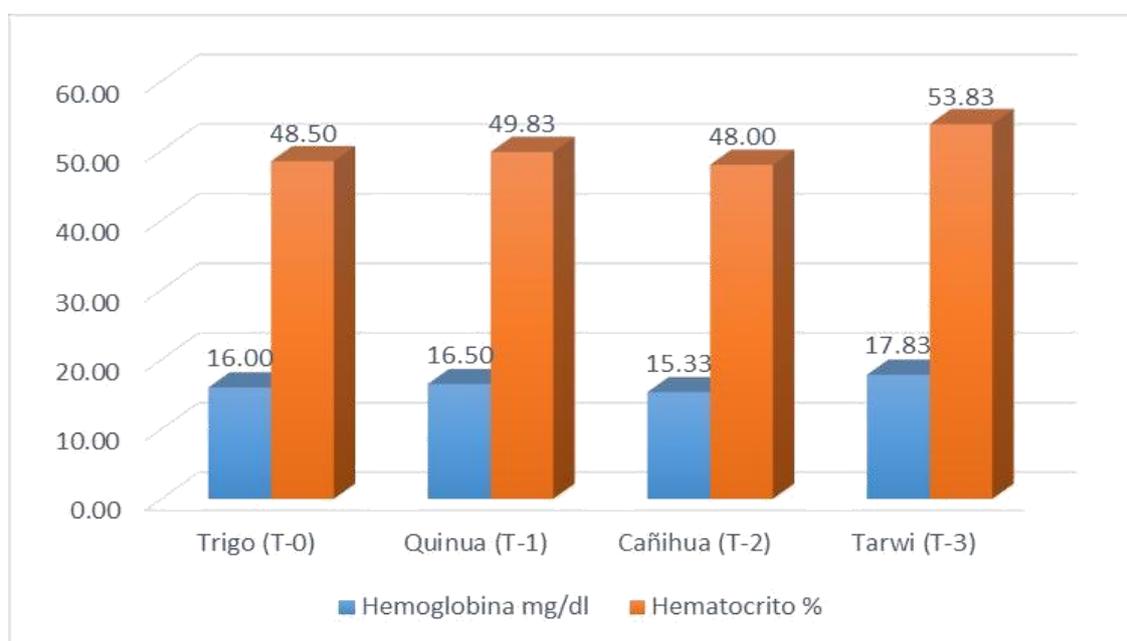


Figura 7. Nivel de hemoglobina y hematocrito según consumo de galletas de trigo, quinua, cañihua y tarwi en ratas Wistar recién destetadas, 2018

En la tabla 6 y figura 7, los valores más altos de hemoglobina y hematocrito en las ratas Wistar se encuentra en el grupo experimental GE3 al que se le administró el tratamiento de galleta de tarwi T-3 con 17,83 mg/dl y 53,83 % respectivamente. Llama la atención que las ratas alimentadas con galletas de cañihua T-2 tenga el valor más bajo. El ANOVA indica que hay diferencia altamente significativa entre los grupos experimentales y control. La prueba de Tukey señala que existe diferencia entre los grupos de alimentados con galleta de trigo T-0, galleta de quinua T-1 y galleta de cañihua T-2 con las galletas de tarwi T-3 que tiene los valores más altos.

Algunos estudios muestran que los granos andinos brindan un aporte de hierro importante los que podrían ayudar a prevenir deficiencias de hierro y por ende la anemia.

Se muestra un estudio donde se administraron diferentes formulaciones que presentan un alto contenido de hierro con inclusión de quinua del 30 al 60 %, en la medición del cuadro completo de sangre reportó un aumento en los niveles de hemoglobina (13,8 mg/dl) y hematocrito (41,4%). (3,17,35)

No existen estudios específicos referidos al efecto de la harina de tarwi sobre el nivel de hemoglobina; en un estudio donde se administró cocimiento acuoso de harina de tarwi a una dosis de 500 ml/kg, durante 30 días se encontró que incrementó significativamente la hemoglobina en las ratas de los grupos experimentales y control (42). En el estudio efecto del enriquecido y fortificado con hierro y ácido linolénico en el pan blanco, el grupo experimental presento 6,77 mg Fe/100 g, y la absorción in vivo fue de 3,8 mg/l en sangre, los que fueron superiores al grupo control con 0,1 mg/l, además indican que un factor predisponente para la absorción de hierro fue la composición química de la dieta que presenta un aporte importante de este mineral a diferencia de la dieta control que tiene como materia prima fundamental a la harina de trigo que contiene pequeñas cantidades hierro. (43)

El estudio de evaluación de panes enriquecidos con amaranto para regímenes dietéticos realiza las propuestas de las preparaciones mediante la sustitución de harina de trigo blanco por harina de trigo integral, harina de amaranto y harina de quinua, y se observó que las diferentes harinas incrementaron su contenido de hierro, y el amaranto y trigo integral fueron los que más elevaron la concentración sérica de hemoglobina en las ratas (50). Otro estudio muestra el aumento de la hemoglobina, el hematocrito, los glóbulos rojos y las plaquetas en los grupos de ratas alimentadas con quinua la cual fue mayor, porque esta contiene un alto contenido de hierro, es decir, a mayor proporción de quinua mayor concentración de

hemoglobina (35). Los datos de contenido de hierro de la quinua según los estudios y las tablas son altos, por lo que se asume que tendría un buen nivel de absorción. (26,51)

La suplementación con dieta de cañihua y vitamina C por el lapso de 30 días consecutivos demostró mayor eficiencia en el incremento del promedio de los valores de hemoglobina, en comparación al tratamiento con multimicronutrientes para la recuperación de la anemia ferropénica leve en niños de 18 -24 meses de edad. (52)

La hemoglobina y el hematocrito son algunos indicadores del perfil hematológico. En las revisiones realizadas se encontró escasos estudios que indican que las formulaciones adecuadas y balanceadas con macro y micronutrientes podrían mejorar el nivel de absorción, por ende, los valores hematológicos y como consecuencia evitar la anemia.

4.2 Evaluación del Crecimiento ponderal

Tabla 7

Crecimiento ponderal según consumo de galletas de trigo, quinua, cañihua y tarwi en ratas Wistar recién destetadas, 2018

Tratamiento	N°	Peso Inicial G	Peso Final g	Incremento %
Trigo (T-0)	6	68,88 (±9,26)	64,48 ^a (±9,49)	-6.37
Quinua (T-1)	6	66,35 (±5,63)	76,98 ^a (±9,30)	16.02
Cañihua (T-2)	6	67,38 (±14,04)	80,15 ^a (±13,10)	18.95
Tarwi (T-3)	6	76,30 (±6,34)	101,05 ^b (±9,37)	32.44
p-valor		p=0,280	p=0,000	

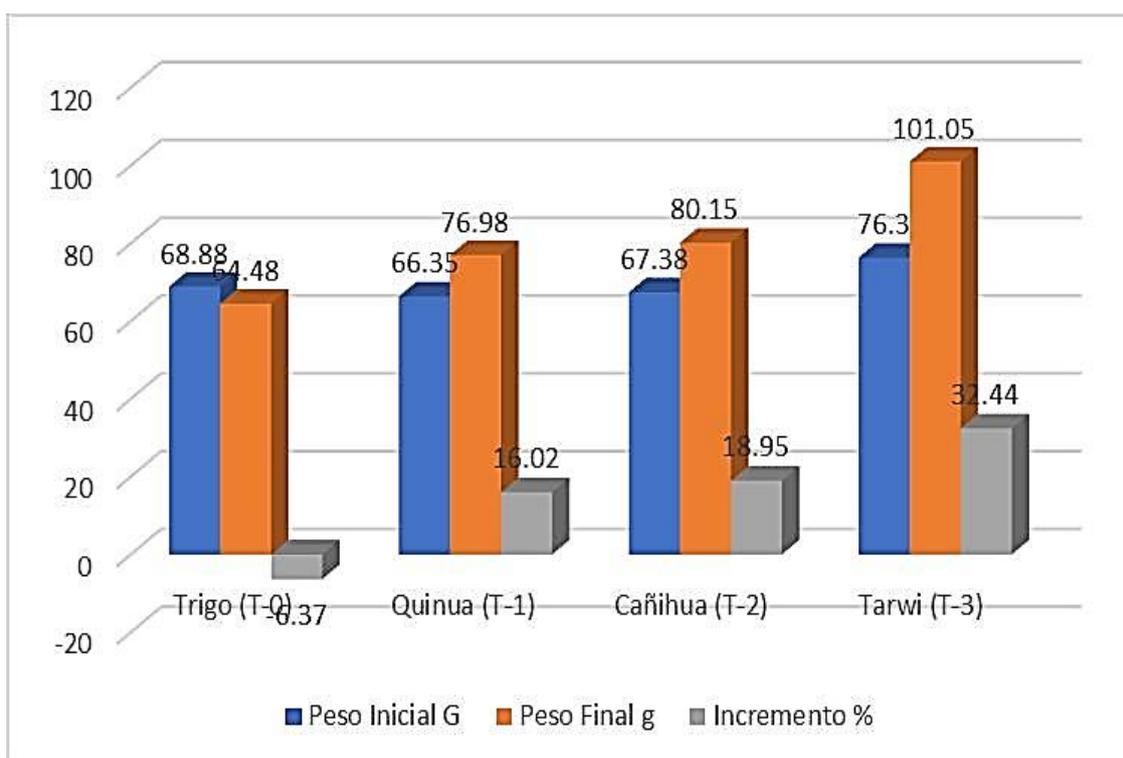


Figura 8. Crecimiento ponderal según consumo de galletas de trigo, quinua, cañihua y tarwi en ratas Wistar recién destetadas, 2018

La tabla 7 y figura 8, muestran los datos promedio del peso de las ratas al inicio y al final del experimento, en la que se observa que el tratamiento experimental GE3 al que se administró galleta de tarwi T-3 presenta el mayor incremento de peso en 32,44% en un periodo de 6 semanas, de modo similar ocurrió esta ganancia en los grupos que consumieron la galleta de cañihua T-2, y galleta de quinua T-1; y el grupo control GC que recibió la galleta de trigo T-0 presentaron una disminución de peso de -6,37%. La prueba del ANOVA indica que existe una diferencia altamente significativa con un $p=0.000$ ($p < 0,05$) entre los tratamientos. La prueba de Tukey ha encontrado que existe diferencia entre los tratamientos, excepto entre el tratamiento T-1 y tratamiento T-2.

Un estudio observó que al final del experimento biológico, las ratas del grupo 1 alimentadas con una dieta basal + grasas tuvo un incremento mayor de peso corporal (49,41%), mientras que el grupo de ratas 2 alimentadas con la fórmula 1 que contenía 60% de inclusión de quinua, presento peso más bajo, se asume que se debe a la baja ingesta diaria de alimentos y a la característica particular de las dietas. Los cambios de peso aumentan al disminuir la proporción de quinua en la dieta; estos cambios pueden ser causada por el aumento de la ingesta de fibra contenida en este grano andino. (35)

En otro estudio se aprecia diferencia significativa ($p < 0,05$) en el tratamiento control (dieta testigo) y los grupos experimentales (dieta con inclusión de quinua 10%, 20%, y 30%). Las ganancias bajas de peso registradas en los grupos experimentales pueden deberse a la inclusión de cascarilla de arroz empleada para obtener la fibra cruda que sin embargo es de muy pobre calidad nutricional. (53)

Montero reporta en su estudio, que el grupo de animales PA10 (dieta con inclusión de 10% de amaranto), fue el único que mostró una ganancia de peso diaria (0,03 g) durante los 21 días del ensayo a diferencia de los grupos control PA0 (dieta sin amaranto) y PA20 (dieta con inclusión de 20% de amaranto), en los cuales se observó una pérdida de peso discreta; sin embargo estas aparentes diferencias no resultaron significativas. (54)

En nuestro estudio el grupo control de ratas alimentadas con galleta de trigo T-0, presentó una disminución de peso la que podría deberse a que las proteínas del trigo son de bajo valor biológico y a la posible influencia de algunos factores indirectos como el alojamiento, temperatura, humedad, o la disminución de la ingesta de alimentos que logra afectar el peso corporal. (55)

La escasa ganancia de peso de las ratas de los diferentes grupos de estudio se podría deber a la poca ingesta de la dieta suministrada y como se indicó anteriormente, ya que la alimentación habitual de los roedores está constituida de alimentos de origen vegetal frescos como granos y semillas crudas; aun así los animales de los grupos experimentales T-1, T-2 y T-3 ganaron peso excepto el grupo control T-0. Montero refiere que esta situación podría deberse a que las proteínas de la harina de trigo son de menor calidad (54). El aminoácido más limitante del trigo es la lisina, entre otros la isoleucina y la metionina+cisteína por lo que se trata de una proteína de bajo valor biológico o de menor calidad (56). Sin embargo, sucede todo lo contrario con las proteínas de la quinua, cañihua y tarwi, que tienen un mejor perfil de aminoácido en lisina considerado como uno de los más limitantes de las proteínas de origen vegetal, por lo que podemos indicar que los cultivos andinos considerandos en nuestro estudio presentan un importante contenido de proteínas respecto al trigo. (3,26,56)

En las formulaciones de dietas de diferentes alimentos con trigo, no siempre se logran diferencias en la ganancia de peso entre el grupo control y experimental como se espera. Sin embargo Cossio hace referencia que el peso al destete es aproximadamente 50 gramos (11), algunas modificaciones mencionadas en estudios indican que puede deberse a otros factores

del macroambiente que podría no ser controlados; como las condiciones ambientales, de alojamiento, humedad, temperatura, ventilación, la alimentación, su esperanza de vida e inclusive la edad, pudiendo hacer inferencias con el ser humano que sean debidamente sustentadas (30,32,57). En el presente estudio se observa el efecto que producen las dietas a base de cultivos andinos sobre la ganancia de peso, considerando que el peso inicial esta entre lo establecido por Cossio.

Existe diferencia entre el peso de las ratas alimentadas con galleta de harina de trigo T-0 y la dieta de quinua T-1, cañihua T-2 y tarwi T-3, asumimos que estos resultados se deben a los diferentes nutrientes que contienen las formulaciones en estudio y de modo particular a la calidad de las proteínas en cada una de las dietas. Cuj afirma que las diferencias de peso se pueden deber también a la composición de los alimentos de la dieta y a su asimilación. Otros estudios mencionan que los cereales y leguminosas combinadas con proteínas de origen animal como la leche, muestran mayor incremento de peso al final de 4 semanas de estudio, teniendo en cuenta que no son estudios con cultivos andinos, sino con otros productos especialmente semillas de cereales y leguminosas. (58,59)

CONCLUSIONES

- El perfil lipídico, por consumo de galletas de harinas provenientes de cultivos andinos como quinua, cañihua y tarwi es positivo respecto al trigo; el colesterol total no muestra diferencia significativa entre los cultivos andinos y el trigo. El nivel de lipoproteínas de baja densidad (LDL) son significativamente más bajos en los cultivos andinos en comparación con el trigo. Los valores de las lipoproteínas de alta densidad (HDL) son significativamente más altos en los cultivos andinos que en trigo, siendo beneficioso para la salud. Los valores de triglicéridos no muestran diferencias entre cultivos andinos y trigo.
- Los niveles de glucosa encontrados según el consumo de galletas de cultivos andinos y trigo no muestran diferencias significativas.
- El perfil hematológico muestra que el consumo de galletas del cultivo andino tarwi mejora significativamente el nivel de hemoglobina y es diferente al nivel logrado con la quinua, cañihua y trigo. El nivel de hematocrito tiene un comportamiento similar.
- La evaluación del crecimiento ponderal de las ratas Wistar a los que se administraron galletas de cultivos andinos, muestra que el consumo de tarwi, cañihua y quinua muestran la mayor ganancia de peso con respecto al trigo.

RECOMENDACIONES

- Desarrollar investigaciones exhaustivas sobre la calidad nutritiva, componentes funcionales, características nutracéuticas de los cultivos andinos de mayor consumo en nuestra zona.
- Realizar estudios sobre la cañihua, ya que este cereal andino cuenta con escasa referencia bibliográfica.
- Realizar estudios experimentales en animales de laboratorio utilizando criterios científicos referenciales de autores internacionales y adoptarlas a las condiciones ambientales de nuestra zona, cuyo propósito sea aportar conocimientos científicos con impacto social.
- El desarrollo de estudios experimentales con alimentación animal deben de tener como prioridad la búsqueda de nuevas fuentes alimenticias que puedan reemplazar a los ingredientes comunes de los alimentos balanceados.
- Promover la constitución de un comité de ética en el uso y manejo de animales de laboratorio con representación nacional, constituido por personal especializado a fin de garantizar la buena ejecución del estudio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Burgos Zulet JL, Luna Barron B, Zapata Uria FE. Índice Glucemico del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en Adultos de la Paz - Bolivia. *Cienc y Med* [Internet]. 2004;43–8. Available from: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S1816-29082005000100014&script=sci_arttext&tIng=es
2. Flores RJ, Miranda N, Calderon E. Transformación de granos andinos (quinua, cañahua, amaranto y tarwi) en harinas altamente nutritivas en el departamento de potosí. 2011;7. Available from: http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/12/i_Flores-Rocabado-Juan-Transformacion-Granos-Andinos-Articluo-In-ExtensoIndu.pdf
3. Chirinos Arias MC. Andean Lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet) a plant with nutraceutical and medicinal potential. *Rev Bio Ciencias* [Internet]. 2015;3(3):163–72. Available from: <http://revistabiociencias.uan.mx/BIOCIENCIAS/article/view/139/195>
4. Laparra, J M *a and HM. Inclusion of ancient Latin-American crops in bread formulation improves intestinal iron absorption and modulates inflammatory markers. *Food Funct* [Internet]. 2016;(2). Available from: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2016/fo/c5fo01197c/unauth#!divAbstract>
5. Porras Osorio M, Blanco Blasco T, Muñoz Jauregui AM, Servan Torres K, Alvarado-ortiz Ureta C. Efecto de una dieta a base de harina tostada de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) sobre el perfil lipídico en ratas albinas destetadas. *Horiz Med* (Barcelona) [Internet]. 2006;(3). Available from: www.horizontemedicina.usmp.edu.pe/index.php/horizontemed/article/view/224
6. León Goñi AC, Blanco D, Peña A, Ronda M, González BO, Arteaga ME, et al. Hematological and biochemical parameters in Sprague Dawley laboratory rats breed in CENPALAB , Cenp. *Rev Electrónica Vet* [Internet]. 2011;12(11):1–10. Available from: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>
7. Fondo para la Agricultura y la Alimentacion. Produccion organica de cultivos andinos [Internet]. FAO/UNOCAN. Suquilanda Valdivieso MB, editor. Ecuador; 2011. 192 p. Available from: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf

8. Jacobsen S-E, Mujica A, Ortiz R. La importancia de los cultivos andinos. *Fermentum* [Internet]. 2003;13(36):14–24. Available from: <http://www.redalyc.org/html/705/70503603/>
9. Repo-Carrasco R, Espinoza C, Jacobsen S-E. Nutritional Value and Use of the Andean Crops Quinoa (*Chenopodium quinoa*) and Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Rev Int* [Internet]. 2003;19(1–2):179–89. Available from: <http://www.infoandina.org/sites/default/files/publication/files/FoodreviewRitva.pdf>
10. FAO. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentacion. Instituto Nacional de Investigacion Agraria y Agroindustrial. 1990.
11. Cossio-Bolaños M, Gomez Campos R, Vargas Vitoria R, Hochmuller Fogaça RT, de Arruda M. Curves for assessing the physical growth of male Wistar rats. *Nutr Hosp* [Internet]. 2013;28(6):2151–6. Available from: <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/6659.pdf>
12. Pérez-Granados AM, Vaquero MP, Navarro MP. Ingesta y evolución ponderal de ratas alimentadas con diferentes aceites crudos y fritos. *Grasas y Aceites* [Internet]. 2010;49(2):177–84. Available from: <http://grasasyaceites.revistas.csic.es>
13. Carrillo W, Vilcacundo R, Carpio C. Compuestos bioactivos derivados de amaranto y quinua. *Actual en Nutr* [Internet]. 2015;16:18–22. Available from: http://www.revistasan.org.ar/pdf_files/trabajos/vol_16/num_1/RSAN_16_1_18.pdf
14. Arneja I, Tanwar B, Chauhan A. Nutritional composition and health benefits of golden grain of 21st century, quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.): A Review. *Pakistan J Nutr* [Internet]. 2015;14(12):1034–40. Available from: https://www.researchgate.net/profile/Beenu_Tanwar2/publication/288685952_Nutritional_Composition_and_Health_Benefits_of_Golden_Grain_of_21st_Century_Quinoa_Chenopodium_quinoa_willd_A_Review/links/568b736c08ae1e63f1fc50fa/Nutritional-Composition-and-Health
15. Ayala G. Raíces andinas. Contribuciones al conocimiento y a la capacitación. [Internet]. UNMSM.Lima. 2004. Available from: <http://www.asocam.org/biblioteca/files/original/1b63cd8cee69ef5aca9a4e9f418d6c95.pdf>.

16. Ranilla LG, Apostolidis E, Genovese MI, Lajolo FM, Shetty K. Evaluation of Indigenous Grains from the Peruvian Andean Region for Antidiabetes and Antihypertension Potential Using In Vitro Methods . J Med Food. 2009;12(4):704–13.
17. Torrejon I del R, Martin BL, De La Puente T., Nasser JR, Rizzi R. La Kañihua: Nueva alternativa alimentaria para la prevencion de la desnutricion y las enfermedades cardiovasculares. Rev Salud Publica [Internet]. 2016;XX:17–21. Available from: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S1816-29082005000100014&script=sci_arttext&tlng=es
18. MINSA-DIGESA. Norma Sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería. RM 1020-2010. 2010; Available from: <http://digesa.sld.pe/NormasLegales/Normas/NORMA DE PANADERIAS.pdf>
19. Apunte Pinos GP, León Idrovo GO. Utilización de Harina de Chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) en la Elaboración de Pan. Esc Super Politécnica del Litoral [Internet]. 2012;1–6. Available from: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/24553>
20. Boschin G, Arnoldi A. Legumes are valuable sources of tocopherols. Food Chem [Internet]. 2011;127(3):1199–203. Available from: http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/45318964/Legumes_are_valuable_sources_of_tocopher20160503-77551-y7dnw8.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1481032731&Signature=gqbzEcWmbdNTQw0nggwkDAoWH%2BU%3D&response-content-disposition=inline
21. Chirinos R, Pedreschi R, Rogez H, Larondelle Y, Campos D. Phenolic compound contents and antioxidant activity in plants with nutritional and/or medicinal properties from the Peruvian Andean region. Ind Crop Prod [Internet]. 2013;47:145–52. Available from: [file:///D:/BIBLIOGRAFIA_CULTIVOS ANDINOS/ANTECEDENTES TARWI/1-s2.0-S0926669013001052-main.pdf](file:///D:/BIBLIOGRAFIA_CULTIVOS_ANDINOS/ANTECEDENTES_TARWI/1-s2.0-S0926669013001052-main.pdf).
22. Tapia ME, Fries AM. Guía de campo de cultivos andinos. 2007. 209 p.
23. Bartolo E, Dolly E. Propiedades nutricionales y antioxidantes de la cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Rev Investig Univ [Internet]. 2013;2(1):47–53. Available from: <https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/riu/article/view/713>

24. Mujica A, Aro M, Ortiz R, Choquehuanca V, Jimenez L, Ponce R, et al. Investigaciones Agroindustriales de quinua y cañihua en UNA-Puno-Peru [Internet]. 2010. 40 p. Available from: http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/02/investigaciones-agroindustriales_mujica.pdf.
25. Cerezal Mezquita P, Carrasco Verdejo A, Pinto Tapia K, Arcos Zavala R. Suplemento Alimenticio De Alto Contenido Proteico Para Niños De 2 - 5 Años. Ii. Propiedades Físicas, Químicas, Reológicas Y Color. Interciencia [Internet]. 2008;33:301–7. Available from: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-184428413&lng=es.
26. Ministerio de Salud. Tablas peruanas de composición de alimentos. Lima - Peru: MINSA/INS/CENAN; 1996.
27. Arcos C, Calle A, Davila M, Estrella R, Estevez E, Ftreire E, et al. El Laboratorio en Bioquímica [Internet]. Universidad Central del Ecuador; 2013. 75 p. Available from: [file:///C:/Users/EQUIPO/Downloads/EL LABORATORIO DE BIOQUIMICA - SEGUNDO SEMESTRE.pdf](file:///C:/Users/EQUIPO/Downloads/EL%20LABORATORIO%20DE%20BIOQUIMICA%20-%20SEGUNDO%20SEMESTRE.pdf)
28. Escalera Zuñiga E, Rodriguez J, Altamirano Aceves R, Hernandez Isaas M. Manual de prácticas de laboratorio de bioquímica [Internet]. FES Zaragoza UNAM; 2016. 135 p. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/312328309>
29. Cedeño Montanero EL. Manual práctico de laboratorio clínico [Internet]. 2010. 177 p. Available from: <https://es.slideshare.net/Eduardoluis33/manual-practico-de-laboratorio-clinico>
30. Gullase F, Caturini E. Animales de Laboratorio [Internet]. 2016. Available from: <http://dpd.fvet.uba.ar/cartelera/00013655.pdf>
31. Santos M. Curso : Animal de experimentación como reactivo biológico en investigación , diagnóstico y control de fármacos. 2013. p. 1–29.
32. Sengupta P. La rata de laboratorio: relacionando su edad con la de los humanos. Int J Prev Med [Internet]. 2013;4(6):624–30. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3733029/>
33. Garcia Rodriguez L, Rodriguez Izquierdo E, Camps Calzadilla E, Gamez Fonseca M. Cambios corporales asociados al envejecimiento en ratas sprague-dawley. Rev Cuba

- Aliemntacion Nutr [Internet]. 2011;21(1):4–13. Available from: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=49246>
34. Mota C, Santos M, Mauro R, Samman N, Mattos AS, Torres D, et al. Protein content and amino acids profile of pseudocereals. Elsevier [Internet]. 2016;193:55–61. Available from: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814614017725
35. Hejazi MA. Preparation of different formulae from quinoa and different sources dietary fiber to treat obesity in rats. Nat Sci [Internet]. 2016;14(2):55–65. Available from: <http://www.sciencepub.net/nature>
36. Farinazzi-Machado FMV, Barbalho SM, Oshiiwa M, Goulart R, Pessan Junior O. Use of cereal bars with quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) to reduce risk factors related to cardiovascular diseases. Food Sci Technol. 2012;32(2):239–44.
37. Paśko P, Zagrodzki P, Bartoń H, Chłopicka J, Gorinstein S. Effect of Quinoa Seeds (*Chenopodium quinoa*) in Diet on some Biochemical Parameters and Essential Elements in Blood of High Fructose-Fed Rats. Plant Foods Hum Nutr [Internet]. 2010;65:333–8. Available from: https://www.researchgate.net/publication/49632807_Effect_of_Quinoa_Seeds_Chenopodium_quinoa_in_Diet_on_some_Biochemical_Parameters_and_Essential_Elements_in_Blood_of_High_Fructose-Fed_Rats
38. Galvez Ranilla L, Genovese MI, Lajolo FM. Isoflavones and antioxidant capacity of Peruvian and Brazilian lupin cultivars. J Food Compos Anal [Internet]. 2009;22:397–404. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem>
39. Zambrana S, Lundqvist LCE, Mamani O, Catrina S-B, Gonzales E, Östenson C. Lupinus mutabilis Extract Exerts an Anti-Diabetic Diabetic Goto-Kakizaki Rats. Nutrients-MDPI [Internet]. 2018;10:933. Available from: www.mdpi.com/journal/nutrients
40. Pastor-Cavada E, Juan R, Pastor JE, Alaiz M, Vioque J. Analytical nutritional characteristics of seed proteins in six wild Lupinus species from Southern Spain. Food Chem [Internet]. 2009;117(3):466–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.04.039>
41. Bernuy-Osorio ND, Riveros-Lizana R, Villanueva-Espinoza ME, Suárez-Cunza S,

- Vílchez-Perales C. Influencia del consumo de quinua sobre parametros bioquímicos e histomorfometría intestinal en ratas obesas. Rev Peru Med Exp Salud Publica [Internet]. 2018;35(2):228–33. Available from: https://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342018000200228
42. Castañeda B, Castro de la Mata R, Manrique R, Ibañez L. Efectos metabólicos de *Lepidium meyenii* Walpers "Maca" y *Lupinus mutabilis* Sweet, "Chocho" en ratas. Rev Horiz Médico [Internet]. 2007;7(1):32–8. Available from: http://www.medicina.usmp.edu.pe/medicina/horizonte/2007_1/Art4_Vol07_N1.pdf
43. Arizaca A, Choquehuanca V, Ibañez B. "Efecto del enriquecido y fortificado con hierro y ácido linolénico en el pan blanco." Rev Investig Altoandina [Internet]. 2016;18(1933):169–78. Available from: [file:///C:/Users/EQUIPO/Downloads/Dialnet-EfectoDelEnriquecidoYFortificadoConHierroYAcidoLin-5560559 \(2\).pdf](file:///C:/Users/EQUIPO/Downloads/Dialnet-EfectoDelEnriquecidoYFortificadoConHierroYAcidoLin-5560559%20(2).pdf)
44. Cortez Quispe HA. Evaluacion de cuatro niveles de polvillo de Qañawa (*Chenopodium pallidicaule*, A.) en la alimentacion de Cuyes (*Cavia porcellus* L.) en crecimiento. Apthapi. 2016;2(1):85–94.
45. Fernandez I, Pallaro AN, Slobodianik NH. Estudio comparativo entre dos fuentes alimentarias aportadoras de acidos grasos poliinsaturados n-3 y su efecto sobre el timo y el perfil lipidico de ratas. Arch Latinoam Nutr [Internet]. 2007;57(2):146–54. Available from: www.scielo.org.ve/pdf/alan/v57n2/art07.pdf
46. Silva S W, Arbaiza F T, Carcelén C F, Lucas A O. Evaluacion Biologica en ratas de laboratorio (*Rattus norvegicus*) de fuentes proteica usadas en alimentos comerciales para perros. Rev Investig Vet del Peru [Internet]. 2003;14(1):18–23. Available from: www.scielo.org.ve/pdf/alan/v57n2/art07.pdf
47. Ligarda Samanez CA, Repo-carrasco R, Encina Zelada CR, Herrera Bernabe I, Quinde-Axtell Z. Extraccion con soluciones neutra y alcalina para el aislamiento de fibra soluble e insoluble a partir de salvado de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) y Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen.). Scielo [Internet]. 2012;78(1):53–64. Available from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2012000100007

48. Li L, Lietz G, Bal W, Watson A, Morfey B, Seal C. Effects of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Consumption on Markers of CVD Risk. *Nutrients* [Internet]. 2018;(Cvd):1–17. Available from: <https://www.mdpi.com/journal/nutrients>
49. Saltos Barona D. Evaluacion del efecto regulador de lupinus mutaabilis sobre los niveles de glicemia en pacieentes con diabetes mellitus tipo 2 del club de diabeticos del hospital provincial docente ambato. [Internet]. Universidad Tecnica de Ambato. 2014. Available from: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/8480>
50. Montero-Quintero KC, Moreno-Rojas R, Ali Molina E, Segundo Colina M, Sánchez-Urdaneta AB. Evaluación de panes enriquecidos con amaranto para regimenes dietéticos. *Interciencia* [Internet]. 2015;40(7):473–8. Available from: <http://www.redalyc.org/pdf/339/33940000006.pdf>
51. Reyes Garcia M, Gomez-Sanchez Prieto I, Espinoza Barrientos C. Tablas Peruanas de Composicion de alimentos [Internet]. 2017. 146 p. Available from: www.ins.gob.pe
52. Huanca Avendaño RV, Mamamni Copaja MY. Efectividad del consumo de cañihua y vitamina C comparada con multinutrientes en niños de 18- 24 meses de edad con anemiaferropenica leve - Centro de Salud Metropolitano Ilave 2014 [Internet]. 2014. Available from: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2649/Huanca_Avendaño_Ruth_Vianet_Mamani_Copaja_Mirian_Yaneth..pdf?sequence=1&isAllowed=y
53. Silva Rodriguez IA. Evaluación nutricional de harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) en tres niveles de inclusion 10,20 y 30% en dietas de conejos en las etapas de levante y engorde en el municipio de Pacho. Provincia de Rionegro-Cundinamarca. In 2016. p. 99–107. Available from: <http://revistas.sena.edu.co/index.php/rtyp/article/view/601>
54. Montero-Quintero K, Moreno-Rojas R, Alí Molina E, Colina-Barriga MS, Sánchez-Urdaneta AB. Efecto del consumo de panes integrales con amaranto (*Amaranthus dubius* Mart; ex Thell;) sobre la respuesta glicémica y parámetros bioquímicos en ratas Sprague dawley. *Nutr Hosp* [Internet]. 2015;31(1):313–20. Available from: <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v31n1/33originalsindromemetabolico06.pdf>
55. Meneguetti QA, Brenzan MA, Batista MR, Bazotte RB, Silva DR, Garcia Cortez DA. Biological effects of hydrolyzed quinoa extract from seeds of *Chenopodium quinoa* Willd. *J Med Food* [Internet]. 2011;14(6):653–7. Available from:

<https://www.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/jmf.2010.0096>

56. Pires Vieira C, Oliveira Goreti de Almeida M, Rosa JC, Costa NMB. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. *Cienc Tecnol Aliment* [Internet]. 2006;26(1):179–87. Available from: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/cta/v26n1/28868.pdf>
57. Barreto F, Toledo D. Evaluacion de la calidad proteica de la formulacion de harinas de soya (*Glicyne max*), avena (*Avena sativa* L.) y trigo (*Triticum aestivum* L.) y su efecto sobre la recuperacion de la desnutricion proteica inducida en ratas albinas (*Rattus norvegicus*). *Rev Investig Cient Cult viva Amaz* [Internet]. 2017;2(1):50 páginas. Available from: <http://revistas.upp.edu.pe/index.php/RICCVVA/article/view/47>
58. Márquez Montes R, Altúzar Carpio LI, Villanueva Carrillo G, Palacios Pola G. Evaluación biológica de alimentos nutricionalmente mejorados en ratas Wistar. *Lacandonia* [Internet]. 2010;4(4):53–61. Available from: <https://cuid.unicach.mx/revistas/index.php/lacandonia/article/view/205>
59. Cuj M, Dardón de-Richardson J, Mazariegos M, Perez-Corrales W, Fischer E, Roman-Trigo AV. Determinación de la ganancia de peso , calidad proteica y digestibilidad de ocho dietas a base de dos leguminosas , maní (*Arachis hypogaea* L.) y ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en ratas Wistar. *Rev Científica*. 2017;27(1):21–31.

ANEXOS

Anexo 1. Ficha de recolección de datos de indicadores bioquímicos

Código: Especie.....

Edad..... Sexo.....

Trayecto vascular elegido..... () Otro.....

Volumen extraído (en cada punción)..... Frecuencia de extracción:.....

Hay cambios en éste procedimiento que consten en la solicitud oficial Si () No ()

Indicadores Bioquímicos	Resultados
() Colesterol Total (mg/ml)	
() LDL (mg/ml)	
() HDL (mg/ml)	
() Triglicéridos (mg/dl)	
() Glucosa (mg/dl)	
() Hemoglobina (g/dl)	
() Hematocrito (%)	



Anexo 2. Ficha de recolección de datos del crecimiento ponderal

Fecha	Código de rata	Control de crecimiento ponderal (g)