

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



TESIS:

**Efecto hipoglucemiante del extracto hidroalcohólico liofilizado de las
semillas germinadas de dos variedades de *Chenopodium quinoa*
Willd. “quinua”. Ayacucho 2022**

Para optar el título profesional de:

QUÍMICO FARMACÉUTICO

PRESENTADO POR:

Bach. Sandra Ursula PEREZ FERNANDEZ

ASESORA:

Dr. Edwin Carlos ENCISO ROCA

AYACUCHO – PERÚ

2024

A mi hijo Zayn.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar doy gracias a Dios por darnos la oportunidad de seguir adelante cada día.

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, mi casa de estudios en la cual me desarrollé a nivel universitario y adquiriendo experiencias de manera integral.

A la Facultad de Ciencias de la Salud y la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica con cada uno de los docentes de cada curso por sus enseñanzas durante los cinco años.

Al Fondo de Desarrollo Socioeconómico de Camisea por el financiamiento del presente trabajo de investigación.

Al Dr. Q.F. ENCISO ROCA, Edwin Carlos, por su indiscutible asesoría y por orientación de este trabajo de investigación

Al Dr. Q.F. ARONÉS JARA, Marco Rolando y Dra. Q.F. LEÓN ARONÉS, Roxana por sus correcciones y orientación para la finalización del presente trabajo de investigación.

Y a todas las personas que me dieron su respaldo de manera incondicional.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes de estudio	3
2.2. <i>Chenopodium quinoa</i> Wild	4
2.3. Compuestos fenólicos	6
2.4. Diabetes	8
2.5. Tratamiento farmacológico	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Lugar de ejecución	13
3.2. Población y muestra	13
3.3. Diseño metodológico	14
3.4. Tipo y diseño de investigación	16
3.5. Análisis de datos	16
IV. RESULTADOS	17
V. DISCUSIÓN	21
VI. CONCLUSIONES	27
VII. RECOMENDACIONES	29
BIBLIOGRAFÍA	31
ANEXOS	37

ÍNDICE DE TABLAS

		Página
Tabla 1	Composición del valor nutritivo de la quinua	6
Tabla 2	Saponinas presentes en la quinua	8
Tabla 3	Fármacos hipoglucemiantes	11
Tabla 4	Efecto hipoglucemiante del extracto liofilizado de las semillas germinadas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua” sobre la hiperglicemia inducida por aloxano en función al tiempo.	18

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Estructura principal de un compuesto fenólico	7
Figura 2.	Estructura básica de un flavonoide	7
Figura 3.	Estructura química de la glibenclamida	10
Figura 4.	Porcentaje de eficacia hipoglucemiante por tratamiento con el extracto hidroalcohólico liofilizado de las semillas germinadas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”, y los estándares. Ayacucho - 2022.	19
Figura 5.	Área bajo la curva del efecto hipoglucemiante del extracto hidroalcohólico liofilizado de las semillas germinadas, de dos variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”. Ayacucho – 2022”	20

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1 Certificado de identificación botánica de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. "quinua". Ayacucho –2022	38
Anexo 2 Recolección de la planta de quinua de las dos variedades. Ayacucho - 2022	39
Anexo 3 Selección de las semillas de la quinua de cada variedad.	39
Anexo 4 Flujograma para la obtención de los germinados de la quinua. Ayacucho - 2022	40
Anexo 5 Extracto hidroalcohólico de la quinua. Ayacucho - 2022	41
Anexo 6 Muestras liofilizadas de la quinua. Ayacucho – 2022	42
Anexo 7 Ensayo fitoquímico del extracto liofilizado. Ayacucho – 2022	43
Anexo 8 Identificación de metabolitos secundarios del extracto liofilizado de la quinua. Ayacucho – 2022	44
Anexo 9 Flujograma para la obtención de los extractos de la quinua. Ayacucho – 2022	46
Anexo 10 Flujograma para determinar el efecto hipoglucemiante. Ayacucho – 2022.	47
Anexo 11 Procedimiento para determinar el efecto hipoglucemiante. Ayacucho - 2022	48
Anexo 12 Análisis de varianza y prueba de normalidad del efecto hipoglucemiante. Ayacucho – 2022	49
Anexo 13 Prueba de Tukey del efecto hipoglucemiante. Ayacucho – 2022	50
Anexo 14 Análisis de varianza y prueba de normalidad de la eficacia hipoglucemiante. Ayacucho – 2022	51
Anexo 15 Prueba de Tukey de la eficacia hipoglucemiante. Ayacucho – 2022	52
Anexo 16 Análisis de varianza del área bajo la curva. Ayacucho – 2022	53
Anexo 17 Prueba de normalidad del área bajo la curva. Ayacucho – 2022	53
Anexo 18 Prueba de Tukey del área bajo la curva. Ayacucho - 2022	54
Anexo 19 Matriz de consistencia	55

RESUMEN

La quinua un grano andino con muchas propiedades alimentarias y medicinales. El objetivo de la investigación fue determinar el efecto hipoglucemiante del extracto hidroalcohólico liofilizado de las semillas germinadas de dos variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". La recolección de muestra se realizó en el distrito de Acocro, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho. El tamizaje fitoquímico fue según la técnica de Miranda y Cuéllar reportando presencia de azúcares reductores, fenoles, taninos, saponinas y aminoácidos. Se empleó el método de inducción a hiperglucemia con aloxano, los animales de experimentación fueron agrupados en 10 grupos: grupo control con suero fisiológico 2 mL/kg, aloxano 150 mg/kg, glibenclamida 5 mg/kg, insulina 4 UI/kg y los 6 grupos con extracto de las variedades amarilla y negra a dosis (125, 250 y 500 mg/kg). La eficacia hipoglucemiante a dosis de 500 mg/kg para la variedad amarilla y negra fueron de 57,43% y 52,02%, para glibenclamida e insulina fueron de 56,72% y 72,94% respectivamente ($p < 0,05$). Siendo la eficacia hipoglucemiante de ambas variedades a dosis 250 y 500 mg/kg estadísticamente similar a la glibenclamida y diferente a la insulina. Además se obtuvo un área bajo la curva a dosis 500 mg/kg de 510,1 y 537,3 para la variedad de quinua amarilla y negra respectivamente. En conclusión, el extracto hidroalcohólico liofilizado de las semillas germinadas de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua" de ambas variedades posee el efecto hipoglucemiante en modelo animal.

Palabras clave: *Chenopodium quinoa* Willd., extracto hidroalcohólico liofilizado, efecto hipoglucemiante.

I. INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willdenow) es un pseudocereal cultivo andino del sur de América. Existen evidencias de que fue alimento básico para las poblaciones pre-hispánicas hasta la época de la conquista. El cambio de los hábitos alimenticios y la preferencia por alimentos nutritivos y orgánicos a nivel global promovieron el reconocimiento y la revaloración de la quinua, dando lugar al incremento de su producción.¹ Es un alimento completo debido a su aporte integral a la demanda de la nutrición humana; supera los requerimientos estándar y presenta compuestos de alto valor funcional como polifenoles, fitosteroles y flavonoides, saponinas, polisacáridos, polipéptidos, ecdisona y ácidos alifáticos, los cuales generan una actividad antioxidante, antidiabética, antihiperlipidemia, antiinflamatoria, potenciadora del sistema inmunológico, actúan en la prevención de enfermedades cardiovasculares y antibacterianas, además de actividades fisiológicas antiulcerosas que la dan no solo valor nutricional sino también terapéutico y farmacéutico.^{2,3}

La medicina tradicional se remota desde tiempos muy antiguos y en la actualidad también se emplea en tratamientos de muchas enfermedades.⁴ Se ha demostrado que el consumo de la quinua disminuye los niveles de glucosa en la sangre debido a su bajo nivel de índice glucémico de sus carbohidratos presentes y además de no contener gluten.⁵ Las semillas de quinua tienen una fuente excepcional y abundante de ácidos fenólicos, tal como el ácido vainílico, el ácido ferúlico y sus derivados, así como en flavonoles, como la quercetina, el kaempferol y sus glucósidos, ya sea en forma libre, ligada o conjugada.⁶ La diabetes es una enfermedad mundial que ha ido en mayor crecimiento en estos últimos años a nivel global debido a los distintos estilos de alimentación de las persona y distintos

factores que conllevan al aumento de los niveles de glucosa en la sangre, alterando así funciones de distintos órganos del cuerpo, la tasa de prevalencia actual a nivel global es de 6,1% convirtiéndose así en una de las principales enfermedades que causa muerte y discapacidad a nivel mundial.^{7,8}

Teniendo en cuenta lo anterior este presente estudio nos permite dar evidencia científica de la determinación del efecto hipoglucemiante de las dos variedades quinua con el fin de ofrecer una alternativa natural para el tratamiento de enfermedades de alta incidencia, teniendo como objetivo general:

Determinar el efecto hipoglucemiante del extracto hidroalcohólico liofilizado de las semillas germinadas de dos variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua"

Y como objetivos específicos

- Determinar el porcentaje de eficacia hipoglucemiante de los extractos hidroalcohólicos liofilizados de las semillas germinadas de las variedades amarilla Maranganí y negra Coito de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua".
- Comparar el efecto hipoglucemiante de los extractos hidroalcohólicos liofilizados de las semillas germinadas de las variedades amarilla Maranganí y negra Coito con glibenclamida e insulina.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Riquett *et al.*,⁹ determinaron la actividad hipoglucemiante del extracto etanólico de *Apium petroselinum* Linn., en un modelo de ratones con diabetes inducida por aloxano donde se demuestra que el extracto etanólico tiene actividad hipoglucemiante y que este efecto se debe a una acción inicial en el proceso de formación de insulina en el páncreas y su mecanismo de acción en los receptores, el cual potencializa la enzima tirosina quinasa para los efectos biológicos finales de reducir la glucemia.

Rodriguez *et al.*,¹⁰ determinaron el efecto hipoglicemiante del extracto acuoso liofilizado de *Abuta rufescens* a dosis de 6,53 mg/kg ; 13,06 mg/kg y *Notholaena nivea* (cuti cuti) a dosis de 5,4 mg/kg ; 10,72 mg/kg. p.c. sobre la hiperglicemia inducida con aloxano en ratas albinas donde los resultados del extracto liofilizado de *Abuta rufescens* disminuye los niveles de glucosa en un 60% a dosis 6,53 mg/kg y *Notholaena nivea* disminuye a un 62% a dosis de 10,72 mg/kg.

Canelas¹¹, en su estudio de la actividad hipoglucemiante de fibra dietética de la quinua (*Chenopodium quinoa*), amaranto (*Amaranthus caudatus*) y tarwi (*Lupinus mutabilis*), determinó la actividad hipoglucemiante mediante la extracción de fibra dietética bajo el método AOAC el cual los extractos se utilizaron en la curva de tolerancia a la glucosa en ratones albinos, obteniendo como resultado final que la fibra dietética presentan una disminución de la glucosa en sangre frente a sus controles positivos y negativos.

Flores *et al.*,¹² sugirieron en su investigación comparar el índice glicémico de tres variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. Utilizaron como metodología un estudio cuasi-experimental con 26 adultos con riesgo de padecer diabetes. Los resultados

del índice glucémico de las variedades blanca y negra, se clasifica como índice glucémico medio de $63,1 \pm 22,3$ y $62,3 \pm 22,5$ respectivamente y de la variedad roja se clasifica índice glucémico alto con $74,8 \pm 29,7$. Concluyendo que el índice glucémico de las tres variedades de quinua se tengan que agregar en la dieta alimentaria de estos pacientes para su control de glicemia.

Lopez *et al.*,¹³ estudiaron el efecto del consumo de quinua (*Chenopodium quinoa*) como coadyuvante en la intervención nutricional en sujetos prediabéticos. Utilizando el método de aleatorización (2:1) en 30 pacientes en dos estudios: el producto Kuska Active (quinua procesada) y placebo (maltodextrina), donde se evaluó los efectos de la quinua sobre el índice de masa corporal, hemoglobina glicada, glucemia basal y el grado de saciedad. Como resultado y conclusión se obtiene que el grupo quinua procesada logra una disminución de valores de índice de masa corporal ($p < 0,05$) y de la hemoglobina glicada ($p < 0,001$) además mantiene los niveles de glicemia basal y aumenta la sensación de saciedad en los pacientes diabéticos.

Suica¹⁴, concluyó que el producto elaborado a partir de hojuelas de frutas impregnadas con extractos lipídicos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), poseen actividad hipolipemiente e hipoglucemiante, usando la metodología de extracción por el método de sachet para el extracto lipídico en ratones albinos de 6 grupos. Como conclusión final se determinó que los extractos lipídicos de la variedad Tunkahuan y blanca disminuyen los niveles de lípidos y glucosa en sangre.

2.2. *Chenopodium quinoa* Willd.

2.2.1. Clasificación taxonómica

Clasificación taxonómica según el sistema Croquist. A. 1988.¹⁵

CLASE	: MAGNOLIOPSIDA
SUB CLASE	: CARYOPHYLLIDAE
ORDEN	: CARYOPHYLLALES
FAMILIA	: CHENOPODIACEAE
GÉNERO	: <i>Chenopodium</i>
ESPECIE	: <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.
N.V	: “quinua”

Fuente: Certificado taxonómico (Anexo 1).

2.2.2. Descripción botánica

Planta tipo dicotiledónea con características particulares en su morfología, color y de las zonas donde se cultiva. El periodo vegetativo varía desde 90 hasta 240 días, crece con precipitaciones desde 200 a 280 mL anuales y se adapta a distintos tipos de suelo, también se cultiva en suelos arenosos y arcillosos, la coloración varía con los genotipos y fenotipos desde el verde hasta el rojo, además del púrpura oscuro, amarillo, anaranjado que se puedan diferenciar.^{1-6,16}

Raíz: Es pivotante, vigorosa y profunda que puede alcanzar hasta 1,80 cm de profundidad, posee ramificaciones fibrosas el cual resiste a la sequía.¹⁶

Tallo: Tipo cilindro y anguloso con ramificaciones de distintas coloraciones desde el verde al rojo, así como presenta estrías y axilas pigmentadas de color verde, rojo o púrpura.¹⁶

Hojas: Son tipo alternas con peciolo largos y de variada longitud, sus colores varían desde verde al rojo con diferentes tonos de acuerdo a su variedad.¹⁶

Inflorescencia: Una panoja con un eje central con ramificaciones secundarias, terciarias y pedicelos con glomérulos. La longitud varía de acuerdo al genotipo, lugar y suelos.^{1-6,16}

Fruto: Fruto seco tipo aquenio que está cubierto por el perigonio sepaloide que varía de tamaño y color respecto a la variedad.¹⁶

2.2.3. Hábitat y distribución geográfica

Posee una enorme variación para adaptarse a diferentes condiciones ambientales (sequías, heladas, tipos de suelo y otros), con diversidad genética alta en la Cuenca del Lago Titicaca.^{16,17}

El cultivo de la quinua se expande en el mundo por muchos países y los exportadores principales son Bolivia y Perú. El año 2008 la producción de ambos países representó el 92% de la quinua producida en el mundo.^{16,17}

En el Perú aproximadamente el 80% de la superficie cultivada se encuentra localizada en Puno.¹

Las variedades más comunes que encontramos son: Altiplano, negra Ccollana, amarilla Maranganí, Pasankalla, Blanca de Juli, Ayacuchana INIA, negra Coito, Salcedo entre otras que se cultivan diversas regiones como Ayacucho, Puno, Cusco y Áncash.^{16,17}

2.2.4. Propiedades nutricionales y composición química

La quinua posee un contenido de proteína que va desde 13,81% hasta un 21,9% según la variedad y también tiene aminoácidos esenciales altos a comparación

con otros cereales altos andinos, además de que contiene ácidos grasos, fibra dietética, vitaminas y minerales y contienen compuestos como son los polifenoles, fitosteroles y flavonoides^{1,17,18}

Tabla 1. Composición del valor nutritivo de la quinua (%).¹⁸

<i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”	
Componentes	(%)
Proteínas	14,10*
Grasas	6,07
Hidratos de carbono	64,20
Fibra	7,00
Hierro	5,20
Calorías 100 g	350

*Según variedad

2.2.5. Uso medicina tradicional

La quinua excepcional riqueza en aminoácidos que le confiere propiedades terapéuticas muy interesantes. La utilidad de la quinua y sus propiedades data desde tiempos muy antiguos, sus usos más frecuentes a los que se les atribuye son para cicatrizar, desinflamar y aliviar dolores. Las semillas cocidas se pueden aplicar sobre heridas y golpes de igual forma también cura abscesos del hígado y combate el insomnio además de poseer alto valor nutricional, debido a que contiene todos los aminoácidos esenciales (AAE).^{17,18,19}

2.2.6. Metabolitos secundarios con efecto hipoglucemiante

Los principales metabolitos secundarios que se reportan con efecto hipoglucemiante son los taninos, flavonoides, triterpenoides, esteroides, saponinas, alcaloides y otros. Existen diferentes mecanismos para explicar el efecto hipoglucemiante como la inhibición en la absorción de carbohidratos donde actúa la inhibición de enzimas de α -glucosidasa y α -amilasa además reduciéndose así los niveles de glucosa sérica, enzimas hepáticas y el perfil lipídico.²⁰

En el caso de la quinua posee en su composición química flavonoides, fitoesteroles, polifenoles, saponinas con beneficios nutracéutico.²¹ Algunos estudios demuestran que el consumo de la quinua en la dieta diaria de personas con diabetes reduce y equilibra los niveles de glucemia debido a que está presenta un índice glucémico bajo ayudando la absorción de los carbohidratos sean lentos evitando así picos de glucosa altos.²²

2.3. Compuestos fenólicos

Son moléculas que fácilmente se encuentran en la naturaleza, en la quinua se encontró entre 0,783 y 3,437 mg GAE/g de muestra.^{17, 18,19} Su estructura química

posee una base fenólica (anillo aromático) con presencia de grupos hidroxilos, el cual confiere propiedades antioxidantes con distintos mecanismos. También se demostró que ejercen actividades antiinflamatoria, antiadiabéticas, anticancerígenas y efectos cardioprotectores.²³

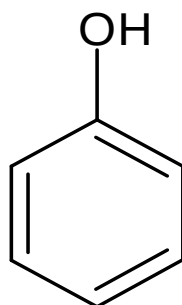


Figura 1. Estructura principal de un compuesto fenólico

a. Taninos

Se caracterizan por presentar en su estructura una porción glucídica y una no glucídica (aglicón), dentro de estos azúcares tenemos generalmente presente al azúcar que posee efecto astringente con propiedades antimicrobianas.

b. Flavonoides

Son compuestos fenólicos que incluyen dentro de su estructura dos anillos aromáticos unidos por un anillo heterocíclico pirano, que presentan diferentes actividades biológicas debido a la variación y sustitución de sus anillos. Además se clasifican como: 2-fenilbezopiranos, isoflavonoides, neoflavonoides, y flavonoides menores como las chalconas y auronas. La evaluación de estos componentes activos, dentro de la quinua, revela contenidos que van desde los 0,119 equivalentes mg de catequina/g hasta los 1,029 equivalentes.^{23,24}

La principal estructura de los flavonoides es de tres anillos: 1 anillo benzopirano 2 – fenil, el segundo anillo monohidroxilado, orto dihidroxilado o vitridroxilado (B) y el tercer anillo heterocíclico de pirano o pirona.^{25,26}

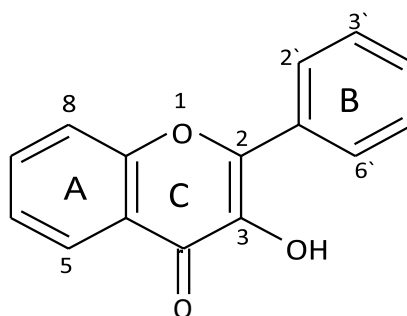


Figura 2. Estructura básica de un flavonoide.²⁴

2.3.2. Saponinas

Las saponinas son heterósidos que se encuentran en la capa externa de la semilla, contiene propiedades antinutricionales debido a su composición, pesar de estas características han desarrollado una amplia gama de actividades biológicas como: antivirales, antimicrobianas, antioxidantes, antiinflamatorias, citotóxico, analgésico, hipocolesterolémico, hipoglucemiante, antitrombótico, diurético, minerales y vitaminas actividades moduladoras, neuroprotectoras e inmunoestimuladoras de la absorción.²⁴ A la fecha, se han identificado alrededor de 30 saponinas derivadas de la hederagenina y de los ácidos oleanólico, fitolacagénico y serjanico en la planta de la quinua.²⁷

Tabla 2. Saponinas presentes en la quinua”²⁷

Saponinas	Radical 1	Radical 2
Ácido oleanólico-D-Glucopiranososa	CH ₃	CH ₃
Ácido fitolacagénico-D-Glucopiranososa	COOCH ₃	CH ₂ OH
Hederagenina-D-Glucopiranososa	CH ₃	CH ₂ OH

2.4. Diabetes

Es una enfermedad crónica progresiva caracterizada por la elevación de las concentraciones de glucosa en la sangre, debido al que el páncreas no produce suficiente insulina o el cuerpo no puede usarla de manera eficaz. A las concentraciones altas de insulina se le denomina hiperglicemia a consecuencia de la diabetes mal controlada lo cual genera daño en diferentes partes del cuerpo como en el corazón, los ojos, los riñones, los vasos sanguíneos y nervios. Las causas que conllevan a esta enfermedad el sobrepeso, mala alimentación, falta de ejercicios y etc.²⁸

Según el Comité de Expertos de la American Diabetes Association (ADA), se han clasificado en diabetes tipo 1 y 2, diabetes gestacional y diabetes de etiologías identificables.²⁸

2.4.1. Diabetes tipo I

La diabetes de tipo I se da a causa de la destrucción autoinmune de las células β del páncreas, el cual no produce suficiente insulina en el organismo. El tratamiento se basa principalmente de inyecciones de insulina.^{29,30}

Fisiopatología

Existen diversos factores para la muerte de las células β pancreáticas como son virus, genética, autoinmunidad y demás. La mayor causa para desarrollar la diabetes tipo I se encuentra en los genes del antígeno leucocitario humano (HLA clase II) del cromosoma 6. Las células T sufren una pérdida de tolerancia inmunológica donde llegan al páncreas y destruyen a las células β , por ende se genera una hiperglucemia constante.²⁹

2.4.2. Diabetes tipo II

La diabetes de tipo II se da a causa de la pérdida gradual de la secreción de la insulina por parte del páncreas en cual conlleva a la resistencia de la insulina y está influenciado por la genética y los hábitos poco saludables. El tratamiento se basa en fármacos antidiabéticos orales o en el caso de no estar controlada se usa la insulina.^{29,30}

Fisiopatología

La resistencia a la insulina se debe a que el páncreas no genera de forma adecuada la insulina generando niveles altos de glucosa dañando diversos tejidos. La diabetes de tipo II, se asocia la muerte de las células β que tiene relación con la producción de estrés oxidativo, derivado de la oxidación de la glucosa (glicogenólisis) y de la oxidación de los AGL (beta oxidación).²⁹

2.4.3. Diabetes tipo gestacional

Es un trastorno transitorio que se produce durante el embarazo en el segundo o tercer trimestre, a consecuencia de la alteración de hormonas en cual genera una resistencia de la insulina, los factores de riesgo van desde parto prematura, preeclampsia o eclampsia, alteraciones en la presión arterial y además de tener consecuencias en el recién nacido. La glucosa se puede controlar con cambios alimenticios, estilo de vida durante y después del embarazo.^{29,30}

La diabetes en general es una enfermedad crónica asociada a varios factores de riesgo presentes en la sociedad, cambio climático y alimentación. Esta enfermedad va en aumento año tras año y va causando muertes por sus complicaciones que presenta dando su tratamiento de por vida asumiendo diferentes restricciones.³⁰

2.5. Tratamiento farmacológico

El tratamiento requerido para la diabetes de tipo I, principalmente es el cambio de estilo de vida, dieta saludable y que se requieren inyecciones de insulina. Mientras que para la diabetes de tipo II, empleamos diferentes fármacos que controlen y disminuyan los niveles de glucosa en la sangre.³¹

2.5.1. Fármacos hipoglucemiantes

El tratamiento farmacológico se aplica cuando las medidas de cambio del estilo de vida no son suficientes, para controlar la glucosa. La elección de un fármaco hipoglucemiante para cada paciente es de forma individualizada requiriendo así una monoterapia o una terapia combinada. Estos fármacos producen una disminución de la concentración de glucosa en la sangre manteniéndola estable por otra parte la insulina es la hormona que produce el páncreas y está se encarga también de regular los niveles de glucosa del cuerpo.³¹

a. Insulina

Es una proteína compuesta por 51 aminoácidos con 2 cadenas, particularmente son usadas en el tratamientos de la DM de tipo I. Existen en la actualidad varios tipos de insulinas de acuerdo a su duración, pico y tiempo de acción.³¹

b. Sulfonilureas

Son medicamentos indicados para el tratamiento de la diabetes mellitus tipo II.

Glibenclamida

Mecanismo de Acción

Disminuye la glucosa estimulando la liberación de la insulina por las células β de del páncreas mediante el cierre de los canales de potasio que dependen del ATP, produciéndose la activación de los canales de calcio que estimula la secreción de la insulina. A nivel extrapancreático reduce la producción de la glucosa hepática aumentando la acción de la insulina.³¹

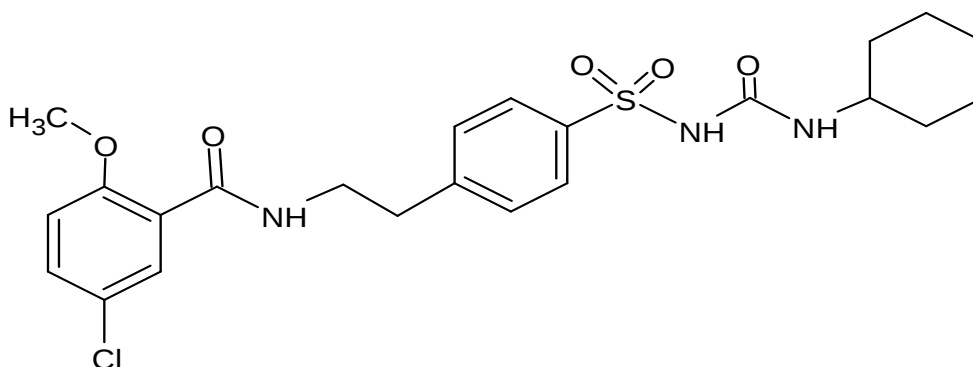


Figura 3. Estructura química de la glibenclamida

Tabla 3. Tabla de fármacos hipoglucemiantes ³¹

Vía	Grupo	Mecanismo de acción	Reducción de Hemoglobina glicosilada (%)	Fármacos
Oral	Biguanidas	Disminución de la producción de glucosa hepática. Tienen efectos periféricos incrementando la actividad de la proteína cinasa dependiente del AMPK.	1-2	Metformina Butformina
	Inhibidores de la alfa-glucosidasa	Disminución de la absorción de glucosa en el tubo digestivo	0,5 - 0,8	Acarbosa.
	Inhibidores de la DDP-4	Prolongada acción de GLP-1 endógena. Los inhibidores de DPP-4 atenúan la degradación de GLP-1 y gradualmente aumentan tanto los niveles en ayuno y posprandial de GLP-1, incrementando la función de la célula beta y bajando los niveles de glucagón.	0,5 - 1	Alogliptina Linagliptina Saxagliptina Vildagliptina
	Sulfonilureas	Incremento de la secreción de insulina. Bloquea los canales de K ⁺ sensibles al ATP en las células β .	1-2	Glibenclamida Glimepirida Glicazida
	Glitazonas	Disminuye la resistencia a insulina y aumenta la utilización de glucosa y su metabolismo en el musculo y tejido.	0,5-1,4	Pioglitazona
	Insulina	Aumento de la utilización de glucosa, disminución de la producción de glucosa hepática, otras acciones anabólicas.	Sin limitaciones.	Humana Regular NPH Glulisina Aspartato Lispro Glargina
Parenteral	Agonistas de GLP-1	Incremento de la producción de insulina, reducción de glucagón, disminución del vaciamiento gástrico y saciedad. La función es bajar los niveles de glucosa sanguínea mediante estimulación de la liberación de insulina dependiente de glucosa a partir de las células B pancreáticas (GLP-1 and GIP) y suprimir la liberación de glucagón dependiente de glucosa a partir de células A pancreáticas (GLP-1).	0,5 - 1	Exenatida Liraglutida Lixisenatida Dulaglutida Albiglutida

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

Laboratorios de Farmacia de la Facultad de Ciencias de la Salud, durante los meses de abril a setiembre del 2022.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Semillas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua” de las variedades amarilla Maranganí y negra Coito, las cuales se obtuvieron del Centro Poblado de Seccelambras, distrito de Acocro del departamento de Ayacucho.

3.2.2. Muestra

Doscientos cincuenta gramos de semillas germinadas de quinua de las variedades negra Coito y amarilla Maranganí, recolectadas en el mes de mayo del 2022; en el distrito de Acocro que se encuentra a 3,247 msnm del departamento de Ayacucho.

3.2.3. Animales de experimentación

Ratas albinas cepa Holtzman con pesos de 200 ± 20 g de ambos sexos, adquiridos de Instituto Nacional de Salud

3.2.4. Manejo de los animales de experimentación

En los aspectos éticos y regulatorios sobre el manejo de los animales de laboratorio se hizo bajo el procedimiento del Instituto Nacional de Salud (INS).³²

3.3. Diseño metodológico

3.3.1. Obtención del germinado

Las semillas tuvieron un proceso de lavado y desinfectado con hipoclorito de sodio al 0,02%, para luego pasar a una cama de incubación que fue acondicionada a temperatura ambiente y teniendo la humedad adecuada hasta su germinado, después fue secado a 40 °C en la estufa y almacenado en frascos.^{33,34}

La determinación de la longitud del germinado

Se necesitó un vernier para la medida del tamaño de los granos germinados de la raíz alcanzada, seleccionando al azahar diez granos.^{35,36}

Así mismo, se determinó el porcentaje de germinación.³⁶

Porcentaje de germinación (%)

$$= \frac{\text{número de semillas germinadas}}{\text{número total de semillas de inicio}} \times 100$$

3.3.2. Obtención del extracto hidroalcohólico

Trescientos gramos de cada una de las variedades de semillas germinadas fueron pulverizadas y sometidas a extracción con 700 mL (3:7) de etanol al 70% y macerados con agitación constante por 10 días. Luego de ello fueron filtrados, utilizando un papel de filtro Whatman N° 4 para luego ser llevados al rotavapor para su evaporación del solvente y concentración final

3.3.3. Liofilizado

Las muestras concentradas de los extractos hidroalcohólicos fueron llevadas al liofilizador para su congelado a -60 °C por 24 h y sublimados por 48 h a -80 °C., las muestras obtenidas se almacenaron en bolsas herméticas dentro de un desecador.

3.3.4. Ensayos fitoquímico

Se utilizó la técnica según Miranda y Cuéllar, para determinar los metabolitos secundarios presentes en la quinua.³⁷

3.3.5. Determinación del efecto hipoglucemiante

Se utilizó el método experimental de inducción de hiperglucemia producida por aloxano.³⁸

Procedimiento: Se empleó el modelo de inducción a hiperglucemia con aloxano.³⁸

Se indujo a hiperglucemia con aloxano a dosis 150 mg/kg, por 3 días consecutivos. Se empleó 50 ratas albinas con 200 ± 20 g de peso corporal. Las ratas fueron

separadas en jaulas y se les administraron aloxano vía intraperitoneal. Para este ensayo se utilizó 5 ratas por cada grupo adecuadamente seleccionadas, pesadas y codificadas bajo los siguientes grupos:

Grupo I: Suero fisiológico 2 mL/kg

Grupo II (control positivo): Aloxano 150 mg/kg

Grupo III: Aloxano + Glibenclamida 5 mg/kg

Grupo IV: Aloxano + Insulina 4UI/kg

Grupo V: Aloxano + extracto liofilizado qn 125 mg/kg

Grupo VI: Aloxano + extracto liofilizado qn 250 mg/kg

Grupo VII: Aloxano + extracto liofilizado qn 500 mg/kg

Grupo VIII: Aloxano + extracto liofilizado qa 125 mg/kg

Grupo IX: Aloxano + extracto liofilizado qa 250 mg/kg

Grupo X: Aloxano + extracto liofilizado qa 500 mg/kg

Qn: quinua negra; qa: quinua amarilla

Una vez que se les administraron el aloxano por 3 días consecutivos junto a la glucosa al 10 % y pasado las 24 h, se tomó medida de la glicemia basal, para la cual las muestras de sangre se recolectaron del ápice de la cola del animal, desechando la primera gota y recibiendo la siguiente sobre la tira reactiva. Se tomó muestras de sangre a los tiempos 0, 1, 2 y 4 horas; y se determinó los niveles de glicemia utilizando tiras reactivas y la lectura posterior en el glucómetro ON CALL PLUS.

3.3.6. Porcentaje de eficacia hipoglucemiante (%EH)

Se calculó según la siguiente fórmula:

$$\%EH = \frac{\text{Control} \left(\frac{mg}{dL} \right) - \text{Tratamiento} \left(\frac{mg}{dL} \right)}{\text{Control} \left(\frac{mg}{dL} \right)} \times 100$$

Control: Glicemia inicial con aloxano tiempo 0 h.

Tratamiento: Glicemia final a las 4 h de los tratamientos farmacológicos y los extractos.

3.3.7. Área bajo la curva (ABC)

Se halló el ABC por el método trapezoidal mediante el uso de programa estadístico de curvas, áreas y representación gráficas SIMFIT.

3.4. Tipo y diseño de investigación

3.4.1. Tipo de investigación

Experimental.

3.4.2. Diseño de investigación

Se empleó el diseño posprueba y grupo control, con grupos experimental y blanco.

Se tomó medida de la glicemia de acuerdo a los intervalos de tiempo establecidos y en este caso fueron 4 tiempos desde el inicio hasta el final.

		0 h	1 h	2 h	4 h
Ge	X	0	0	0	0
Gb	-	0	0	0	0
Gc	X	0	0	0	0

3.5. Análisis de datos

Los resultados se expresan en medias $\pm$ desviación estándar, error estándar de la media y se representan en tablas y figuras. Las diferencias entre las medidas de la eficacia hipoglucemiante de cada una de las variedades se analizaron mediante el análisis de varianza, (ANOVA) y la prueba de Tukey con una significancia del 95% $p < 0,05$ haciendo uso del paquete estadístico SPSS versión 26.

IV. RESULTADOS

Tabla 4. Efecto hipoglucemiante del extracto liofilizado de las semillas germinadas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua” sobre la hiperglicemia inducida por aloxano en función al tiempo.

Grupo experimental	Niveles de glucemia (mg/dL)			
	0 h	1 h	2 h	4 h
Suero fisiológico 2mL/kg	109,2 ± 3,25	108,6 ± 2,82	108,0 ± 3,11	113,2 ± 1,74
Aloxano 150 mg/kg	202,0 ± 1,48	207,4 ± 3,76	208,0 ± 4,51	214,0 ± 2,95
Glibenclamida 5 mg/kg	197,8 ± 2,06	131,6 ± 7,25 ^a	106,2 ± 5,62	85,4 ± 5,75
Insulina 4 UI/kg	205,4 ± 1,72	136,0 ± 8,54 ^a	86,2 ± 8,11	55,6 ± 4,28
QN 125 mg/kg	204,0 ± 2,83	162,0 ± 3,99	136,6 ± 3,96 ^b	104,4 ± 2,44 ^e
QN 250 mg/kg	203,8 ± 3,34	162,6 ± 2,79 ^g	130,2 ± 5,80 ^b	101,4 ± 2,16 ^e
QN 500 mg/kg	208,2 ± 2,85	163,0 ± 3,39 ^g	129,0 ± 3,36 ^c	99,8 ± 3,07 ^f
QA 125 mg/kg	209,2 ± 2,33	134,8 ± 4,14 ^a	121,8 ± 2,52 ^c	96,0 ± 1,58 ^f
QA 250 mg/kg	206,4 ± 1,33	134,4 ± 3,17 ^a	119,8 ± 2,92 ^d	92,8 ± 1,50 ^f
QA 500 mg/kg	208,2 ± 2,33	144,6 ± 5,05 ^a	115,8 ± 4,16 ^d	88,6 ± 1,36

*Valores expresados en media ± Error estándar de la media. Cada valor representa el promedio de 5 repeticiones con un nivel de significancia de 95%.

QN: Quinua negra
QA: Quinua amarilla

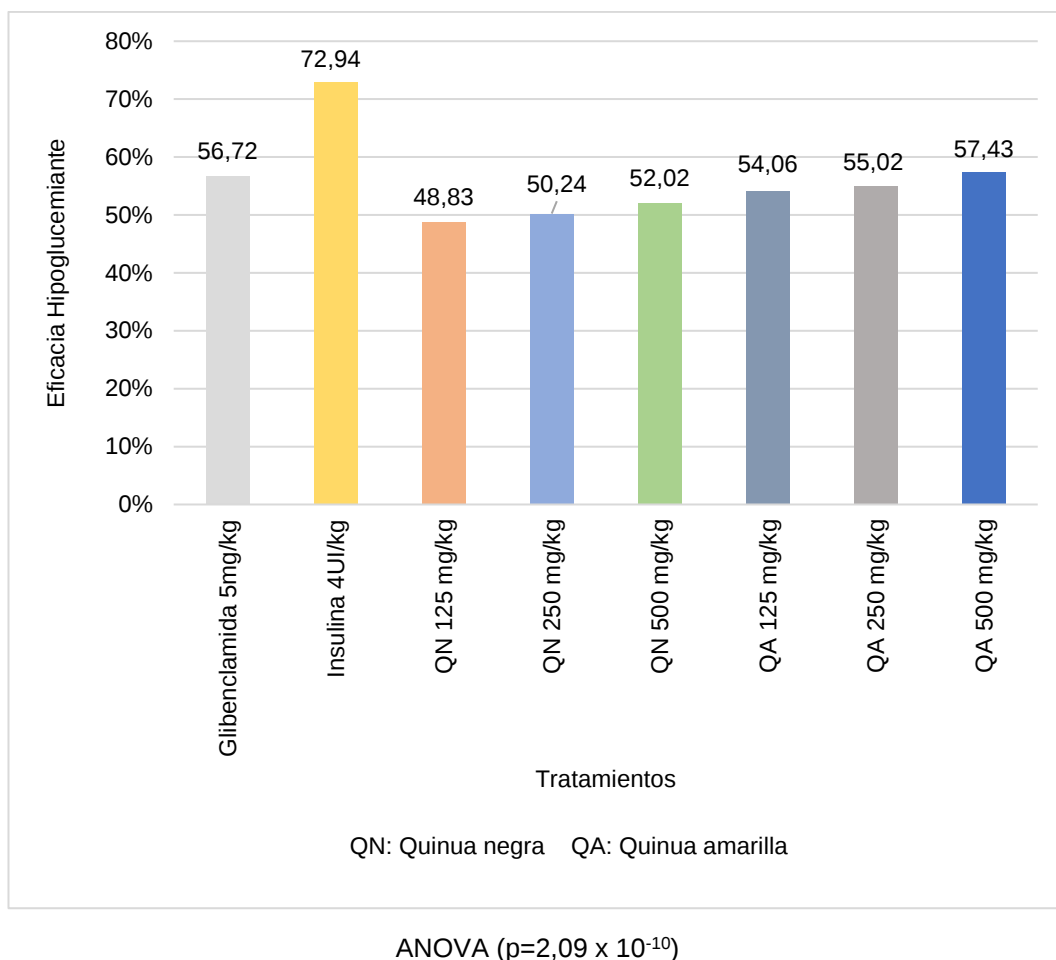
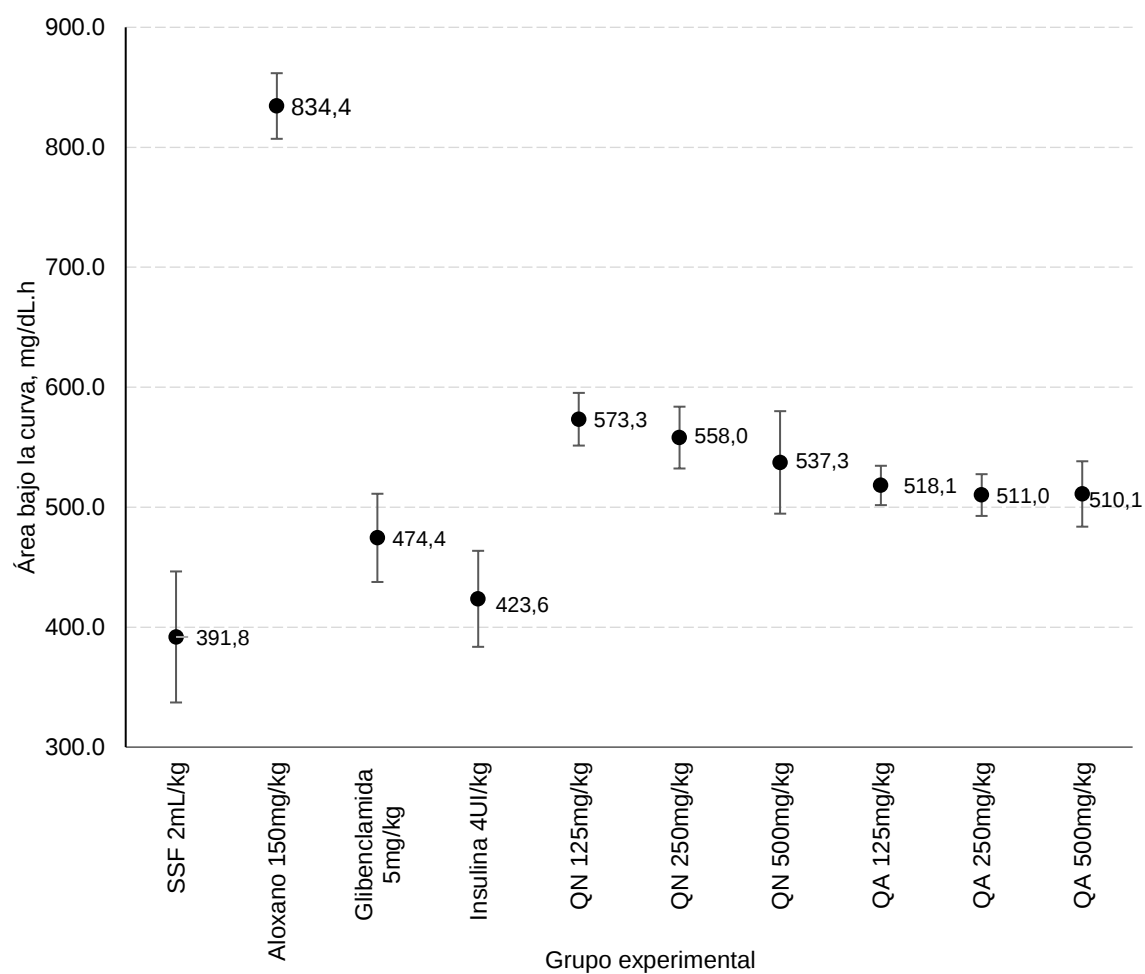


Figura 4. Porcentaje de eficacia hipoglucemiante por tratamiento con el extracto hidroalcohólico liofilizado de las semillas germinadas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua”, y los estándares. Ayacucho - 2022



QN: Quinoa negra QA: Quinoa amarilla

ANOVA ($p= 3,93 \times 10^{-21}$)

Figura 5. Área bajo la curva del efecto hipoglucemiante del extracto hidroalcohólico liofilizado de las semillas germinadas de dos variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua”. Ayacucho – 2022

V. DISCUSIÓN

Las semillas germinadas de la quinua, poseen diferentes propiedades alimentarias y medicinales debido a sus distintos compuestos que las caracterizan que va de acuerdo a cada variedad.

La fitoterapia es el estudio de las plantas que a lo largo del tiempo se han utilizado para el tratamiento de todo tipo de enfermedades. Las plantas que se utilizan en la medicina presentan principios activos curativos que se denominan metabolitos y deben su acción terapéutica a sus distintos componentes.³⁶ Los metabolitos secundarios han sido investigados a lo largo de los años y poseen distintas propiedades farmacológicas. En este caso la quinua es un pseudocereal alto andino que posee distintos compuestos fenólicos importantes como son los ácidos fenólicos alquilresorcinoles y flavonoides.⁴⁰

La presencia, de metabolitos secundarios en el extracto hidroalcohólico se identificaron siguiendo el procedimiento de Miranda y Cuellar ³⁷ (anexo 7 y 8), encontrándose azúcares reductores, saponinas, esteroides, flavonoides, catequinas y lactonas y/o cumarinas de los cuales poseen distintas actividades y efectos farmacológicos como: antioxidantes, antiinflamatorios, citoprotectores, antidiabéticas, antiulcerosas, etc.^{39,40} Valencia *et al.*⁴¹ puede constatar encontrándose en semillas de la quinua metabolitos como lactonas, cumarinas, azúcares, terpenoides y la presencia de compuestos fenólicos.

Los flavonoides son metabolitos secundarios presentes en muchas plantas y su clasificación es de acuerdo a sus variaciones estructurales como son las flavonas, flavonoles, flavononas y sus correspondientes heterósidos.^{42,43} Para la quinua se les asocia de poseer el efecto hipoglucemiante debido a que retardan la absorción intestinal.

En la tabla 4 representa la disminución de los niveles de glucosa en sangre frente

al tiempo, del extracto hidroalcohólico liofilizado de las semillas germinadas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua” de la variedad amarilla Maranganí en un 88,6 mg/dL y negra Coito con 99,8 mg/dL en comparación con los estándares de la glibenclamida e insulina con niveles de glucosa de 85,4 mg/dL y 55,6 mg/dL respectivamente a las 4 horas finales. Como resultado de la disminución más significativa se da para la variedad de amarilla Maranganí de la quinua en las ratas que fueron inducidos a hiperglicemia con aloxano. Por otro lado el grupo control de las ratas del primer grupo que se le administró suero fisiológico 2 mL/kg muestra los niveles de glucosa normal y se mantienen normoglicémicos. Mientras que las ratas que se administraron con aloxano, sus niveles de glucosa van ascendiendo como se ve la figura debido a que presentan daño de las células β a nivel pancreático ocasionando así que la insulina secretada no regule el nivel de glucosa presente en la sangre. El aloxano ha sido ampliamente usado en diversas investigaciones para inducir hiperglucemia de manera experimental ^{44,45,46}, el aloxano se administró vía intraperitoneal a los animales de investigación en este caso a las ratas por 3 días consecutivos tomando medidas de sus niveles de glucosa y verificando que los animales hayan adquirido una hiperglucemia causando así un daño pancreático y originando la generación de radicales libres. Se ha demostrado que el aloxano induce la producción de peróxido de hidrógeno y algunos radicales libres tales, como el oxígeno y el hidroxilo, que produce daño seguido de la muerte celular.⁴⁷ También en algunos casos se utilizó la estreptozotocina para la inducción a hiperglucemia actuando en la destrucción de las células β de los islotes pancreáticos que son la fuente de la insulina presente en el organismo.⁴⁷

En la figura 4, se muestra el porcentaje de eficacia hipoglucemiante, del extracto hidroalcohólico liofilizado de las semillas germinadas de la quinua y los estándares, para la variedad amarilla Maranganí a dosis de 125 mg/kg fue de 54,06%, a 250 mg/kg 55,02% y a dosis de 500 mg/kg 57,43%, para los estándares glibenclamida fue 56,73% y para insulina 72,94%. En este caso para esta variedad de quinua amarilla Maranganí el de mayor dosis que es de 500 mg/kg es estadísticamente similar al estándar glibenclamida. Por otro lado se puede observar que para la variedad negra Coito a dosis de 125 mg/kg fue de 48,83%, a 250 mg/kg 50,24% y a dosis de 500 mg/kg fue de 52,02%, el cual indica que también posee una eficacia similar a glibenclamida. Ambas variedades poseen efecto hipoglucemiante en ratas albinas que fueron inducidas a hiperglicemia con

aloxano 150 mg/kg, siendo la variedad amarilla Maranganí a dosis de 500 mg/kg presenta mayor eficacia hipoglucemiante con 57,43%, en comparación a la variedad negra Coito.

La presencia de flavonoides en los extractos de las semillas de quinua también se puede vincular a la disminución de la glucosa en sangre por inhibir en el proceso de la absorción intestinal. Zhang *et al.* ⁴⁹ refiere que los flavonoides inhiben la actividad de la glucosa-6-fosfatasa en el hígado, con lo que se suprime la gluconeogénesis y la glucogenólisis y, consecuentemente se reduce la hiperglucemia y además de mejorar la secreción de la insulina la cual ayuda a proteger las células β del páncreas ante posibles daños que son causados por distintos radicales libres con el fin de prevenir distintas complicaciones en pacientes diabéticos, que les pueda generar ateromas por la irregularidad de la permeabilidad de los capilares y permitiendo la oxidación de la lipoproteína de baja densidad comúnmente conocido como el colesterol malo.^{50,51,52} Asimismo actúa en la inhibición de la enzima aldosa reductasa la cual interviene en el metabolismo de la glucosa intracelular que ayuda a la prevención de la formación de afecciones visuales como las cataratas, y en el desarrollo de neuropatías, en cual se ve reflejado en la investigación del extracto etanólico liofilizado de frutos de *Physalis peruviana*.⁵³

De los antioxidantes que contiene la quinua se destaca la quercetina y kaempferol. La quercetina actúa en la regulación de la insulina como un potente inhibidor de la enzima 11 β -hidroxiesteroide deshidrogenasa que estimula la hormona glucocorticoide que es antagonista de la insulina y estimula la gluconeogénesis. Además se ha demostrado en su actividad antidiabética en modelos experimentales que evidencian que la quercetina protege a las células β pancreáticas del estrés oxidativo de los radicales libres.^{51,52}

La diabetes es una enfermedad crónica progresiva que se caracteriza por la elevación de las concentraciones de glucosa en la sangre.²⁵ El principal objetivo terapéutico es el adecuado control de los niveles de glucemia de los pacientes, ya que existe una clara correlación entre estos y la aparición de las complicaciones de la diabetes.^{53,54}

La quinua una excelente fuente de compuestos bioactivos. Se utilizó las semillas germinadas de quinua, porque a consecuencia de su proceso germinativo las enzimas se activan pudiendo así aumentar el tamaño, peso, volumen y valor nutricional, el cual comprende en el aumento de sus distintos componentes

bioactivos como consecuencia de este proceso.^{55,56} Aldana ⁵⁷, en su estudio del efecto del germinado de la quinua de tres variedades, determinó que el proceso del efecto de germinación incrementó algunos nutrientes presentes en la quinua como (minerales, proteínas, cenizas, fibra, carbohidratos) y disminuir los antinutrientes como (saponinas y ácido fítico). El proceso de germinado de este estudio fue realizado en los laboratorios de Toxicología con todas las consideraciones necesarias de agua, temperatura, humedad y oxígeno adaptando a nuestras opciones presentes de los materiales que se tuvo. La quinua es muy adaptable a distintos microclimas para su crecimiento.

Los fármacos antidiabéticos se han desarrollado y clasificado en distintos grupos de familias y con distintas dianas terapéuticas.⁵⁴ Para este trabajo de investigación fueron utilizados: la glibenclamida y la insulina. En la figura 4 observamos el efecto hipoglucemiante de ambos en donde el grupo tratado con insulina obtuvo una eficacia hipoglucemiante de 72,94% frente a la glibenclamida con 56,72% además cabe mencionar que la glibenclamida pertenece a la familia de las sulfonilureas que actúan sobre el canal de potasio sensible a ATP situado en la célula beta pancreática y mientras la insulina es una hormona que es secretada por el páncreas la cual interviene el metabolismo de los carbohidratos, lípidos y proteínas.⁵² Además cabe mencionar que las diferencias de efecto hipoglucemiante pueden deberse también al tipo de forma de administración, en el caso de la insulina que se da de forma parenteral la cual ingresa de forma directa al torrente sanguíneo mientras que la glibenclamida es de forma enteral en donde el fármaco pasa un proceso de liberación, absorción, distribución, metabolismo para finalmente ser excretado.

En la figura 5, se representa el área bajo la curva (ABC) del efecto hipoglucemiante de los estándares y los extractos que actúan como tratamiento. El área bajo la curva (ABC) representa la biodisponibilidad del fármaco en función al tiempo y concentración, como en este caso la glucosa presente en la sangre. El grupo blanco que fue el primer grupo estudiado donde las ratas se mantuvieron normoglicémicas con el suero fisiológico. Se observó que el tratamiento con glibenclamida alcanzó un área bajo la curva (ABC) igual a 474,4 mg/dLxh y mientras que el tratamiento con insulina tuvo un ABC de 423,6 mg/dLxh menor a los grupos tratados con los extractos liofilizados de la quinua. Se dedujo que el grupo tratado con insulina presenta una menor cantidad de glucosa en sangre, con diferencia estadística significativa en comparación con los demás grupos. A

diferencia de las dosis de la variedad amarilla Maranganí de 125, 250 y 500 mg/kg, se alcanzaron ABC de 518,1; 511,0 y 510,1 mg/dLxh respectivamente, y para la variedad de negra Coito el ABC a dosis de 125, 250 y 500 mg/kg fue de 573,3; 558,0 y 537,3 mg/dLxh respectivamente. Con lo que se deduce que para ambas variedades a dosis de 500 mg/kg logran reducir la concentración de la glucosa en sangre a comparación con la de los estándares.

En el presente trabajo de investigación se logró concluir que la quinua amarilla y negra presenta un efecto hipoglucemiante en ratas albinas de acuerdo a los resultados obtenidos.

VI. CONCLUSIONES

1. El extracto hidroalcohólico liofilizado de las semillas germinadas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua” de las variedades amarilla Maranganí y negra Coito presentan efecto hipoglucemiante.
2. El extracto hidroalcohólico liofilizado de las semillas germinadas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua” de las variedades amarilla Maranganí y negra Coito a dosis de 500 mg/kg tienen un 57,4% y 52,0% de eficacia hipoglucemiante.
3. El extracto hidroalcohólico liofilizado de las semillas germinadas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua”, de la variedad amarilla Maranganí y negra Coito a dosis de 250 y 500 mg/kg es estadísticamente similar a la glibenclamida y estadísticamente diferente a la insulina.
4. Los metabolitos secundarios presentes en los extractos hidroalcohólicos liofilizados de las semillas germinadas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua” son: flavonoides, azúcares reductores, saponinas, lactonas, taninos, alcaloides, lactonas y/o cumarinas.

VII. RECOMENDACIONES

1. Continuar los estudios de la quinua en diferentes partes de la planta para así analizar distintas actividades farmacológicas.
2. Se debe de investigar cada metabolito que posee la quinua para cuantificar exactamente cuál es la que produce un efecto hipoglucemiante.
3. Difundir el trabajo de investigación por sus propiedades hipoglucemiantes de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua".
4. Incluir las semillas germinadas de la quinua en la dieta de pacientes con diabetes mellitus.
5. Desarrollar distintos productos comestibles para que se puedan aprovechar sus distintas propiedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua".

BIBLIOGRAFÍA

1. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. La quinua: Cultivo milenario Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Alimento nutritivo | Plataforma de información de la quinua | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Universidad Agraria La Molina. Lima 2016. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i5374s/i5374s.pdf>
2. Zambrano PV, Solorzano RA. Análisis bibliográfico sobre el potencial nutricional de la quinua (*Chenopodium quinoa*) como alimento funcional. 2019.
3. Quintero N., Guevara L. La quinua, sus componentes bioactivos, propiedades funcionales en el diseño y desarrollo de productos. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD. 2021.pág 230.
4. Ramirez J. Liofilizacion de Alimentos. Universidad del Valle - Cali, Colombia. 2006. pdf.
5. Cerezal P, Urtuvia V, Ramírez. Desarrollo de productos sobre la base de harinas de cereales y leguminosas para niños de 6 y 24 meses. Nutrición hospitalaria. Universidad de Antofagasta. Chile. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v26n1/originales_12.pdf]
6. Mora C. Evaluación de la calidad de cocción y calidad sensorial de pasta elaborada a partir de mezclas de sémola de trigo y harina de quinua [tesis de maestría]. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín; 2012.
7. Hernández J. La quinua, una opción para la nutrición del paciente con diabetes mellitus. Revista Cubana de Endocrinología. Cuba. 2015 . Disponible en : <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubend/rce-2015/rce153j.pdf>
8. Ong L, Stafford L, Diabetes News Release. The Lancet. Seattle. 2021. [Internet]. [citado 3 de marzo de 2024]. Disponible en: https://www.healthdata.org/sites/default/files/files/images/news_release/2023/Spanish_GBD%202021%20Diabetes%20News%20Release.pdf
9. Riquett D. Actividad hipoglucemiante del extracto etanólico de *Apium petroselinum* Linn en ratones con diabetes inducida. Evaluación fitoquímica, fenoles y antocianinas totales en tres tipos de extractos de hojas, flores y raíces. Pág 157
10. Rodríguez C. Efecto del extracto acuoso liofilizado de *Abuta rufescens* y *Notholaena nivea* sobre la hiperglicemia inducida en ratas IMET - EsSalud - 2010. 2011.
11. Canelas P. Evaluación de la actividad hipoglicemiante de fibra dietética presente en *Chenopodium quinoa*, *Amaranthus caudatus*, *Lupinus mutabilis* en modelos experimentales. La Paz - Bolivia. 2018;92.

12. Barrantes F. Comparación del índice glicémico de tres variedades de *Chenopodium quinoa* Willdenow (quinua): Salcedo INIA, INIA 420 Negra Collana e INIA 415 Roja Pasankalla. :23.
13. López Román FJ, Abellán Ruiz MS, Barnuevo Espinosa MD, García Santamaría C, Contreras Fernández CJ, Aldeguez García M, et al. Efecto del consumo de quinua (*Chenopodium quinoa*) como coadyuvante en la intervención nutricional en sujetos prediabéticos. Nutr Hosp [Internet]. 14 de septiembre de 2017 [citado 16 de junio de 2023]; Disponible en: <http://revista.nutricionhospitalaria.net/index.php/nh/article/view/843>
14. Suica M. Determinar la actividad hipolipemiente e hipoglicemiante en animales de experimentación, de un producto funcional elaborado a partir de hojuelas de frutas impregnadas con extractos lipídicos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Tesis para obtener título profesional de Ingeniero Industrial. Universidad Nacional de Chimborazo. Facultad de Ingeniería. Ecuador. 2015. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/437/1/UNACH-EC-IAGRO-2015-0008.pdf>
15. Cronquist A. Botánica Básica [Internet]. New York. New York Botanical Garden. 1988. [Acceso 16 marzo 2023]. Disponible en: https://www.bfa.fcnym.unlp.edu.ar/catalogo/_digital/introduccionalabotanica_1992.pdf
16. Amenara M. Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Instituto Nacional de Innovación Agrícola - INIA. 2013.
17. Bioversity International, FAO, PROINPA, INIAF y FIDA. Descriptores para quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. Bioversity International, Roma, Italia; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia; Fundación PROINPA. La Paz-Bolivia. 2013
18. Campos J, Acosta K, Paucar L. Quinoa (*Chenopodium quinoa*): Nutritional composition and bioactive compounds of grain and leaf, and impact of heat treatment and germination. Sci agropecu. 8 de agosto de 2022;13(3):209-20.
19. Valencia Z, Cámara F, Ccapa K, Catacora P, Quispe F. Compuestos bioactivos y actividad antioxidante de semillas de quinua peruana (*Chenopodium quinoa* W.). Rev Soc Quím Perú. 2017.
20. Ortiz M, Cordero P, Leos C. Actividad antidiabética. En: Investigación en plantas de importancia médica Laboratorio Química Analítica Facultad de Ciencias Biológicas, 1.ª ed. OmniaScience. Universidad Autónoma de Nuevo León, México. 1.ª ed. OmniaScience; 2016 [Internet]. [citado 3 de marzo de 2024]. p.215-68. Disponible en: <https://www.omniascience.com/books/index.php/monographs/book/97>
21. Abugoch L. Quinua *Chenopodium quinoa* Willd. Capitulo I. Página 31. Revista Elsevier 2019

22. López Román FJ, Abellán Ruiz MS, Barnuevo Espinosa MD, García Santamaría C, Contreras Fernández CJ, Aldegue García M, et al. Efecto del consumo de quinua (*Chenopodium quinoa*) como coadyuvante en la intervención nutricional en sujetos prediabéticos. Nutr Hosp [Internet]. 14 de septiembre de 2017 [citado 26 de septiembre de 2023]; Disponible en: <http://revista.nutricionhospitalaria.net/index.php/nh/article/view/843>
23. Gordo M. Los Compuestos Fenólicos, Un Acercamiento A Su Biosíntesis, Síntesis Y Actividad Biológica. Revista de Investigación Agraria y Ambiental [Internet]. 2018 feb 26 [citado 2023 jun 10];9(1):81-104. Disponible en: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1968/2366>
24. Peñarrieta J, Tejeda L, Mollinedo P, Vila J, Bravo J. Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos. Revista Boliviana de Química [Internet]. 2014 [citado 2023 jul 14];31(2):68-81. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=426339682006>
25. Martínez S, González J, Culebras J, Tuñón M. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. Nutr. Hosp. 2002 nov;17(6):271-8.
26. Pérez G. Los Flavonoides: Antioxidantes y Prooxidantes. Revista Cubana de Investigación Médica. 2003 mar;22(1).
27. Ahumada A, Ortega A, Chito D, Benítez R. Saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.): un subproducto con alto potencial biológico. Rev Colomb Cienc Quim Farm. 1 de septiembre de 2016.
28. Organización Mundial de la Salud. Informe Mundial sobre la Diabetes.pdf [Internet]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/>
29. Cervantes D, Presno M. Fisiopatología de la diabetes y los mecanismos de muerte de las células β pancreáticas. (2013)
30. Fausto L. Situación actual de la diabetes mellitus tipo II. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Acta Médica Peruana. 2022
31. Rodríguez S, Rodríguez P, Molina JA. Hipoglucemiantes orales para el tratamiento de diabetes mellitus tipo 2: uso y regulación en México. Pág. 36
32. Aspectos éticos y regulatorios. Procedimiento para el uso de animales de laboratorio en el Instituto Nacional de Salud, aprobado con resolución Jefatural N°102-2012
33. Ampuero E, y Hallasi V. Efecto regenerativo del consumo de germinado de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y germinado de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en ratas Wistar con úlceras gastroduodenales. [Tesis para optar el título profesional de Licenciada en Nutrición Humana]. Puno-Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa; 2019.
34. Torres K, y Chávez K. Efecto del ácido láctico y ácido cítrico, como sanitizante y antioxidante en tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Germinada y almacenada en refrigeración [Tesis para optar el título profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias]. Arequipa-Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa; 2016.

35. Figueroa J. Métodos para evaluar la calidad maltera de cereales. Rev. Instituto Nacional de Investigación Agraria. 1985; 10(2); 30-67.
36. Maguire, J. Speed of germinationaid in selection and evaluation for Seedling Emergences and Vigor. Crop Science. 1962; 2; 176-177.
37. Miranda M, Cuellar A. Manual de prácticas de laboratorio: Farmacognosia y Productos Naturales. La Habana - Cuba: Editorial Instituto de Farmacia y Alimentos.Universidad de la Habana. 2000: 23-33.
38. Arroyo J, Cisneros C. Modelos experimentales de Investigación farmacológica. Publicaciones ASDISMOR S.A.C. 2012
39. INIA. El Mercado y la producción de quinua en el Perú. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura.2015
40. Tapia M. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. 2.^a ed. Santiago: Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe; 2010.
41. Valencia Z, Cámara F, Ccapa K, Catacora P, Quispe F. Compuestos Bioactivos y Actividad Antioxidante de Semillas de Quinua Peruana (*Chenopodium quinoa* W.). Rev Soc Quím Perú [Internet]. 31 de marzo de 2017 [citado 1 de marzo de 2024]; 83(1):16-29. Disponible en: <http://revistas.sqperu.org.pe/index.php/revistasqperu/article/view/100>
42. Kuklinski C. Farmaconogsia. Barcelona: Omega; 2000.
43. Jimenez C. Flavonoides y sus acciones antioxidantes. Facultad de Medicina UNAM. México. Abril 2022.
44. Herrera Calderón O, Chinchay Salazar R, Palomino Ormeño E, Arango Valencia E, Arroyo J. Efecto hipoglucemiante del extracto etanólico de *Geranium ruizii* Hieron. (pasuchaca) en la hiperglucemia inducida por aloxano en ratas. An Fac med. 10 de julio de 2015;76(2):117.
45. Inocente-Camones MA, Guija-Poma E, Zarzosa-Norabuena E, Loja Herrera B, Ponce-Pardo JE. Efecto hipoglicemiante de los extractos acuoso y etanólico de *Psidium guajava* L. (Guayaba) en ratas diabéticas inducidas por aloxano. Horizmed. 30 de junio de 2015;15(2):41-8.
46. Tapia BH, Aguedo BR, Milagros Efecto hipoglucemiante del extracto de las hojas de *passiflora tripartita* "tumbo" en ratas diabeticas inducidas por aloxanoL. [Tesis] Lima-Perú.2020
47. Abdul-Hamid M, Moustafa N. Protective effect of curcumin on histopathology and ultrastructure of pancreas in the alloxan treated rats for induction of diabetes. The Journal of Basic & Applied Zoology. 2013;66;169–79.
48. Troya J, Borja N, Suárez S. Capacidad antioxidante in vitro y efecto hipoglucemiante de la maca negra (*Lepidium meyenii*) preparada tradicionalmente. Revista de la Sociedad Química del Perú. enero de 2017;83(1):40-51.

49. Tang Y, Li X, Zhang B, Chen PX, Liu R, Tsao R. Characterisation of phenolics, betanins and antioxidant activities in seeds of three *Chenopodium quinoa* Willd. genotypes. Food Chem [Internet]. 2015 [citado 15 de agosto 2023]; Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030881461>
50. Lope T. Flavonoides. Offarm [Internet]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-flavonoides-13028951>
51. Gonzáles L, Díaz R, Castillo C, Nieto A y Méndez D. Compuestos fenólicos: presencia, identificación y propiedades antioxidantes en plantas y frutos. Rev. Mex. Biotec. 2017; 2(1): 46-64
52. Vázquez A, Álvarez E, López J, Wall A y Rosa L. Taninos hidrolizables y condensados: naturaleza química, ventajas y desventajas de su consumo. Tecnoc. Chihuahua, 2012; 6(2): 84-93.
53. Sorimuthu Pillai, Subramanian Sorimuthu. *Physalis peruviana* L. fruits avert oxidative stress in pancreatic and hepatic tissues of streptozotocin induced diabetic rats, Der Pharmacia Lettre, 2015, 7 (4):59-73 Subramanian Department of Biochemistry, University of Madras, Guindy Campus, Chennai, India [revista en internet] 2015 [acceso, 20 de Agosto 2023] Disponible en: <http://www.scholarsresearchlibrary.com>
54. Arroyo D, Diezandino MG. Fármacos Antidiabéticos Orales e Insulinas. Hospital General Universitario Gregorio Marañón.Madrid.2022
55. Viña SZ. Compuestos fenólicos Productos naturales vegetales. Argentina. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales;2013 [Citado el 30 de octubre de 2023].Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/112803>
56. Gato MJJ. Revisión bibliográfica sobre nuevas técnicas de obtención de extractos a partir de sustratos vegetales. Universidad de Extremadura. Facultad de Ciencias Agrarias. España. 2021
57. Aldana M. Efecto del cereminado en el contenido de nutrientes y anti nutrientes en tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de la región Junín. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias]. Huancayo-Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú; 2019.

ANEXOS

Anexo 1. Certificado de identificación taxonómica de *Chenopodium quinoa* Willd.
“quinua”. Ayacucho – 2022.

CONSTANCIA

**LA BIOLOGA LAURA AUCASIME MEDINA ESPECIALISTA EN
TAXONOMÍA Y SISTEMÁTICA DE PLANTAS DEJA
CONSTANCIA:**

Que, la Bachiller en Farmacia y Bioquímica, **Srta Sandra Ursula, PEREZ
FERNANDEZ**, ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para
trabajo de tesis.

Dicha muestra ha sido estudiada y determinada según el Sistema de
Clasificación de Cronquist. A. 1988. siendo su taxonomía la siguiente:

DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	MAGNOLIOPSIDA
SUB CLASE	:	CARYOPHYLLIDAE
ORDEN	:	CARYOPHYLLALES
FAMILIA	:	CHENOPODIACEAE
GENERO	:	Chenopodium
ESPECIE	:	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd
N.V.	:	“quinua”

Se expide la certificación correspondiente a solicitud de la interesada
para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 19 de Abril del 2022


LAURA AUCASIME MEDINA
BIÓLOGA
Reg. C.B.P. N° 583 C.R. - XIII

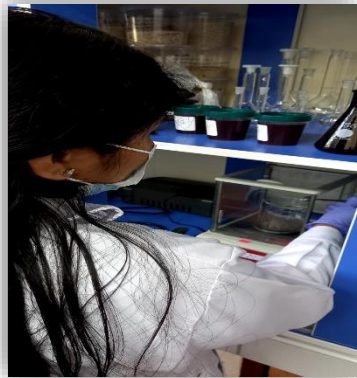
Anexo 2. Recolección de la planta de quinua de las dos variedades. Ayacucho – 2022



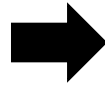
Anexo 3. Selección de semillas de quinua. Ayacucho – 2022



Anexo 4. Procedimiento para la obtención del germinado. Ayacucho - 2022



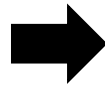
Pesado de la muestra



Lavado y desinfección de la muestra con NaClO al 0,02%



Siembra de la muestra

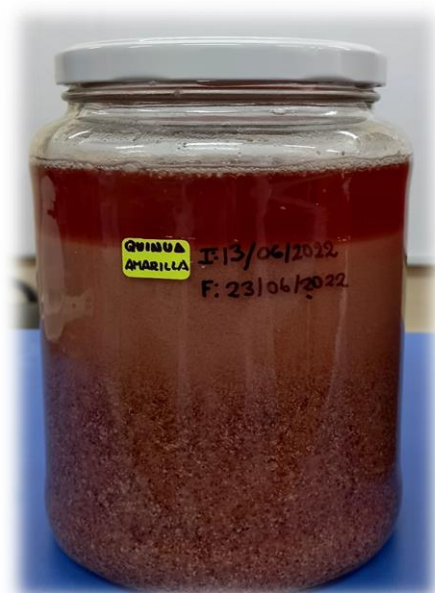


Germinado de la quinua



Secado de la muestra para su posterior almacenamiento.

Anexo 5. Extracto hidroalcohólico de la quinua. Ayacucho - 2022



Anexo 6. Muestras liofilizadas de la quinua. Ayacucho - 2022



Amarilla Maranganí



Negra Coito

Anexo 7. Ensayo fitoquímico del extracto liofilizado. Ayacucho - 2022.

Ensayos Fitoquímicos	Quinua amarilla	Quinua negra	Metabolitos Secundarios
E. Catequinas	++	+	Catequinas
E. Resinas	-	-	Resinas
E. Benedict	++	++	Azúcares reductores
E. Espuma	++	+	Saponinas
E. Lieberman-Burchard	+	+	Triterpenos y/o esteroides
E. Ninhidrina	+++	+++	Aminoácidos o aminas
E. Cloruro férrico	+++	++	Taninos y/o fenoles
E. Borntrager	+	++	Quinonas
E. Shinoda	+	+	Flavonoides
E. Fehling	+++	++	Azúcares reductores
E. Kedde	-	-	Glicósidos cardiotónicos
E. Wagner	++	+	Alcaloides
E. Mayer	+	+	Alcaloides
E. Bajlet	++	++	Cumarinas y/o lactonas

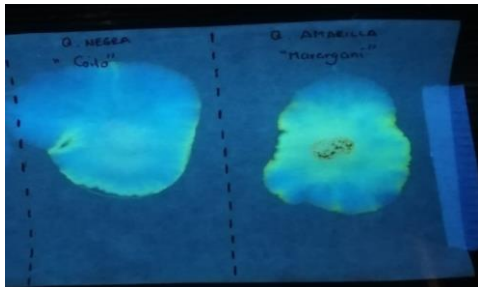
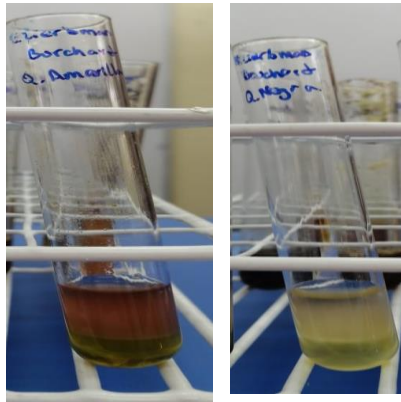
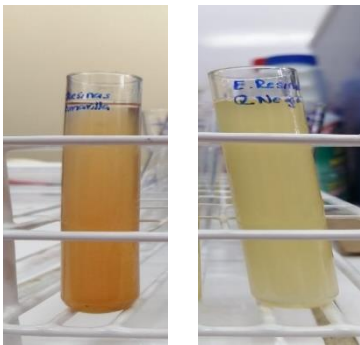
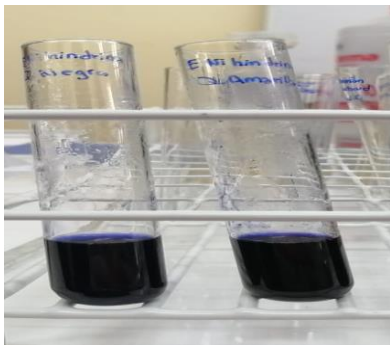
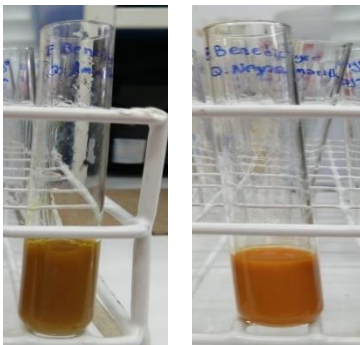
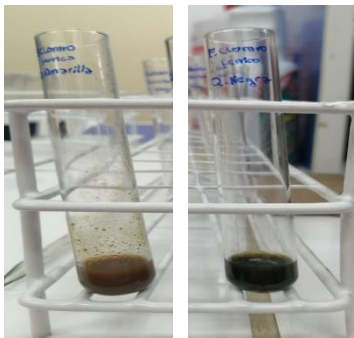
Leyenda:

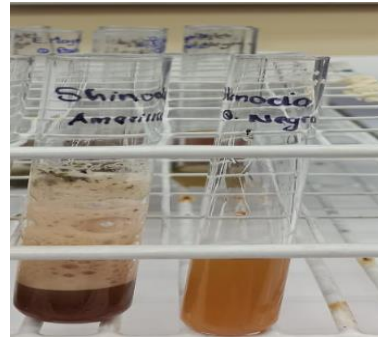
Presencia: Baja: (+)

Modera: (++)

Intensa: (+++)

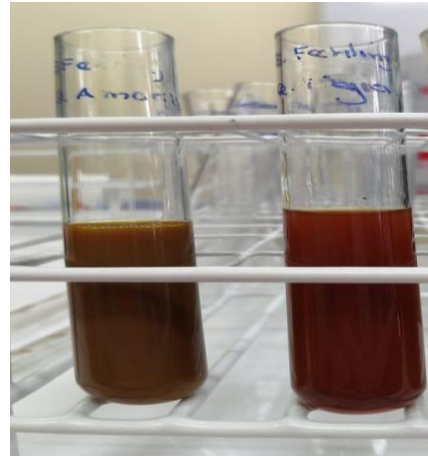
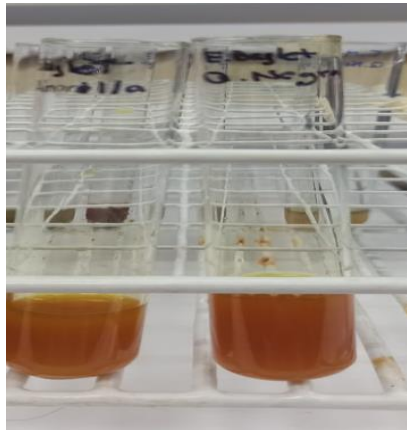
Anexo 8. Identificación de metabolitos secundarios del extracto liofilizado.
Ayacucho - 2022.

Prueba de catequinas	E. Lieberman - Burchard
	
Prueba de resinas	Prueba de Ninhidrina
	
Prueba de Benedict	Prueba de Cloruro férrico
	
Prueba de Espuma	Prueba de Shinoda



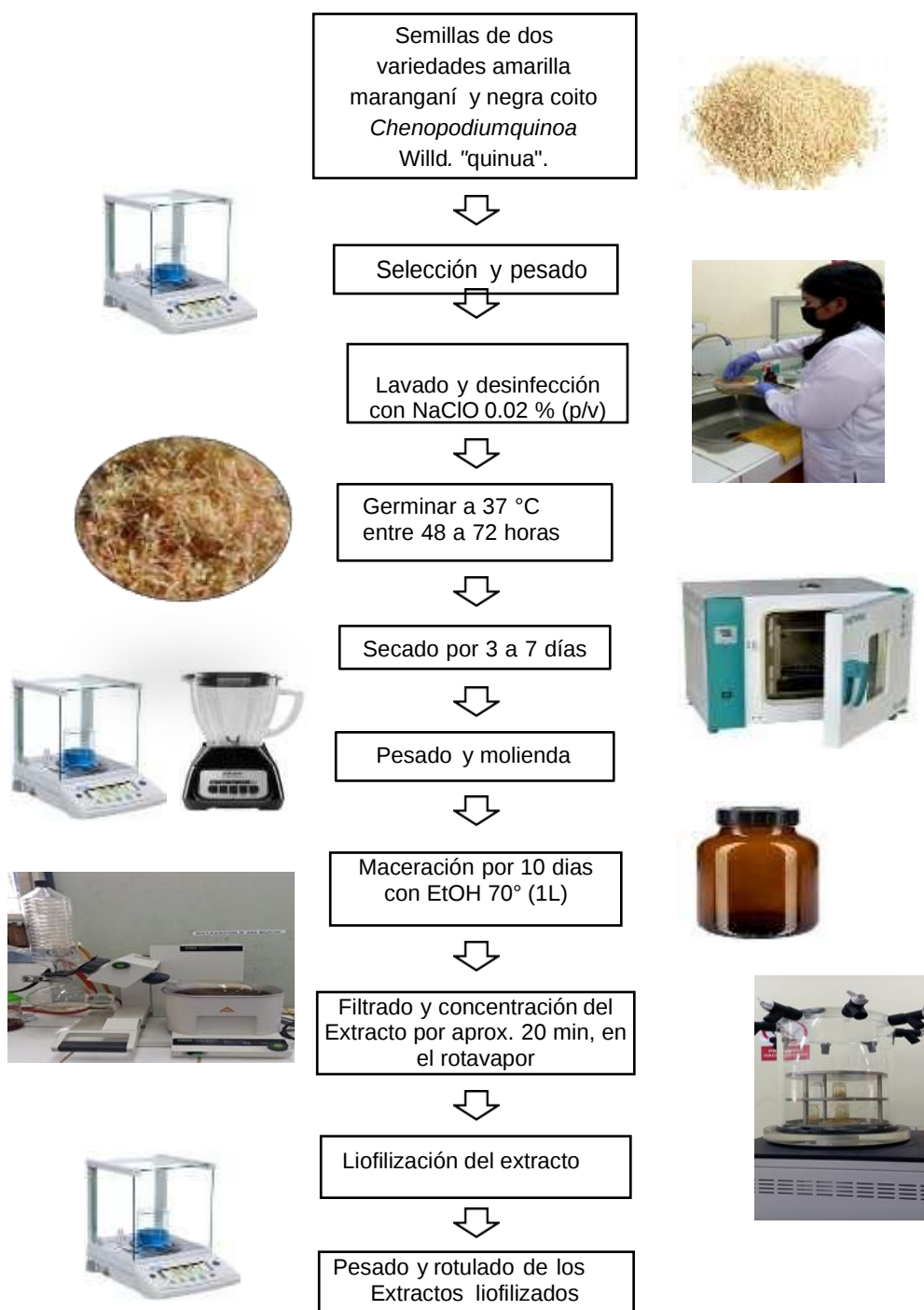
Prueba de Bajlet

Prueba de Fehling



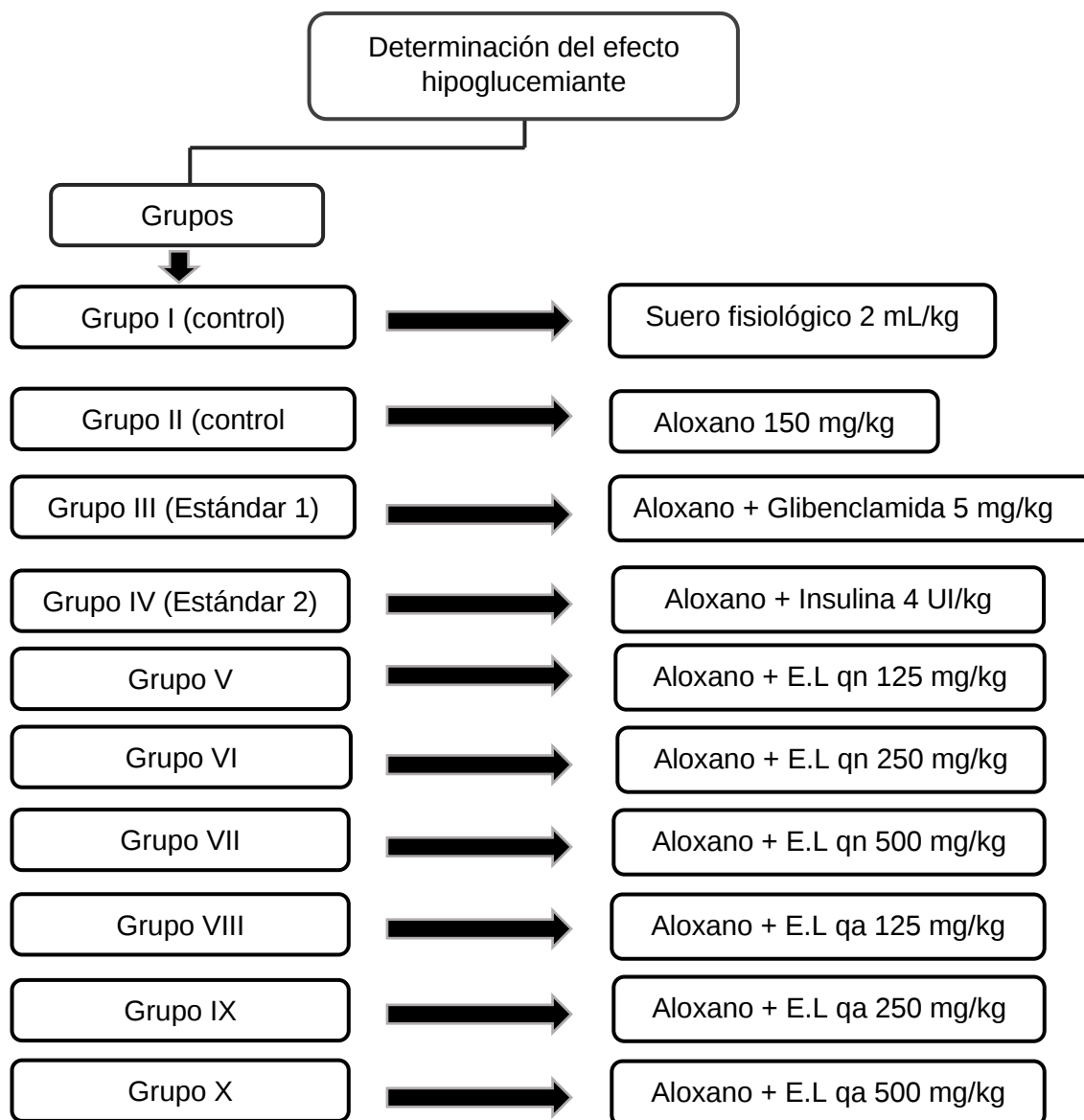
Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Flujograma para la obtención del extracto de quinua. Ayacucho - 2022



Fuente: Elaboración propia

Anexo 10. Flujograma para determinar el efecto hipoglucemiante. Ayacucho – 2022.



E.L. qn: Extracto liofilizado quinua negra

E.L. qa: Extracto liofilizado quinua amarilla

Fuente: Arroyo y Cisneros.³⁷

Anexo 11. Procedimiento para determinar el efecto hipoglucemiante. Ayacucho - 2022



Seleccionar los grupos de animales



Administración de aloxano vía IP



Toma de muestra y medida de los niveles de la glucosa a diferentes tiempos (0, 1, 2,4 h).



Administración de tratamiento (extracto hidroalcohólico liofilizado de la quinua).





Lectura del nivel de glucosa en el glucómetro ON CALL PLUS.

Anexo 12. Análisis de varianza y prueba de normalidad del efecto hipoglucemiante. Ayacucho – 2022

ANOVA						
Tiempo (h)		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
0 horas	Entre grupos	41816,980	9	4646,31	155,240	3,15x10 ⁻²⁸
	Dentro de grupos	1197,200	40	29,930		
	Total	43014,180	49			
1 hora	Entre grupos	32480,500	9	3608,944	30,649	3,19x10 ⁻¹⁵
	Dentro de grupos	4710,000	40	117,750		
	Total	37190,500	49			
2 horas	Entre grupos	46614,720	9	5179,413	47,064	1,73x10 ⁻¹⁸
	Dentro de grupos	4402,000	40	110,050		
	Total	51016,720	49			
4 horas	Entre grupos	76558,880	9	8506,542	189,413	6,63x10 ⁻³⁰
	Dentro de grupos	1796,400	40	44,910		
	Total	78355,280	49			

PRUEBA DE NORMALIDAD									
PRUEBA DE SHAPIRO-WILK									
Grupos experimentales	0 h			1 h		2 h		4 h	
	gl	Estadístico	Sig.	Estadístico	Sig.	Estadístico	Sig.	Estadístico	Sig.
Control ssf	5	0,916	0,503	0,898	0,402	0,987	0,967	0,953	0,758
Aloxano	5	0,846	0,182	0,968	0,859	0,745	0,027	0,907	0,452
Glibenclamida 5 mg/kg	5	0,943	0,685	0,803	0,086	0,930	0,598	0,928	0,581
Insulina 4 ui/kg	5	0,932	0,613	0,856	0,213	0,886	0,338	0,900	0,412
QN 125 mg/kg	5	0,940	0,667	0,965	0,843	0,881	0,314	0,927	0,576
QN 250 mg/kg	5	0,695	0,009	0,885	0,332	0,916	0,506	0,916	0,507
QN 500 mg/kg	5	0,961	0,812	0,876	0,292	0,969	0,870	0,902	0,419
QA 125 mg/kg	5	0,935	0,634	0,841	0,167	0,985	0,960	0,836	0,154
QA 250 mg/kg	5	0,897	0,391	0,854	0,207	0,988	0,971	0,881	0,314
QA 500 mg/kg	5	0,935	0,634	0,883	0,324	0,928	0,584	0,981	0,940

Anexo 13. Prueba de Tukey del efecto hipoglucemiante. Ayacucho – 2022

4 horas							
HSD Tukey ^a							
TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
Insulina 4 UI/kg	5	55,6000					
Glibenclamida 5 mg/kg	5		85,4000				
E.L. QA 500 mg/kg	5		88,6000	88,6000			
E.L. QA 250 mg/kg	5		92,8000	92,8000	92,8000		
E.L. QA 125 mg/kg	5		96,0000	96,0000	96,0000		
E.L. QN 500 mg/kg	5			99,8000	99,8000	99,8000	
E.L. QN 250 mg/kg	5			101,4000	101,4000	101,4000	
E.L. QN 125 mg/kg	5				104,4000	104,4000	
Control SSF	5					113,2000	
Control Aloxano	5						214,0000
Sig.		1,000	0,299	0,108	0,194	0,078	1,000
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.							
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5.000.							

Leyenda:

E.L. QN: Extracto liofilizado quinua negra

E.L. QA: Extracto liofilizado quinua amarilla

Anexo 14. Análisis de varianza y prueba de normalidad de la eficacia hipoglucemiante. Ayacucho – 2022

ANOVA					
EFICACIA HIPOGLUCEMIANTE					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1982,716	7	283,245	21,449	2,09X10 ⁻¹⁰
Dentro de grupos	422,569	32	13,205		
Total	2405,285	39			

PRUEBA DE NORMALIDAD			
TRATAMIENTO	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Glibenclamida 5 mg/kg	0,908	5	0,456
Insulina 4 UI/kg	0,918	5	0,517
E.L. QN 125 mg/kg	0,861	5	0,230
E.L. QN 250 mg/kg	0,953	5	0,756
E.L. QN 500 mg/kg	0,918	5	0,517
E.L. QA 125 mg/kg	0,876	5	0,292
E.L. QA 250 mg/kg	0,921	5	0,534
E.L. QA 500 mg/kg	0,949	5	0,727

Leyenda:

E.L. QN: Extracto liofilizado quinua negra

E.L. QA: Extracto liofilizado quinua amarilla

Anexo 15. Prueba de Tukey de la eficacia hipoglucemiante. Ayacucho – 2022.

EFICACIA HIPOGLUCEMIANTE				
HSD Tukey ^a				
TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0,05		
		1	2	3
E.L. QN 125 mg/kg	5	48,8320		
E.L. QN 250 mg/kg	5	50,2420	50,2420	
E.L. QN 500 mg/kg	5	52,0200	52,0200	
E.L. QA 125 mg/kg	5	54,0600	54,0600	
E.L. QA 250 mg/kg	5	55,0220	55,0220	
Glibenclamida 5 mg/kg	5		56,7260	
E.L. QA 500 mg/kg	5		57,4300	
Insulina 4 UI/kg	5			72,9980
Sig.		0,161	0,065	1,000

Leyenda:

E.L. QN: Extracto liofilizado quinua negra

E.L. QA: Extracto liofilizado quinua amarilla

Anexo 16. Análisis de varianza del área bajo la curva. Ayacucho – 2022

ANOVA					
ÁREA BAJO LA CURVA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	648396,600	9	72044,067	65,670	3,93x10 ⁻²¹
Dentro de grupos	43882,400	40	1020,060		
Total	692279,000	49			

Anexo 17. Prueba de normalidad del área bajo la curva. Ayacucho – 2022

PRUEBA DE NORMALIDAD			
TRATAMIENTO	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Control SSF	0,813	5	0,103
Control Aloxano	0,884	5	0,328
Glibenclamida 5 mg/kg	0,940	5	0,669
Insulina 4 UI/kg	0,918	5	0,518
E.L. QN 125 mg/kg	0,814	5	0,105
E.L. QN 250 mg/kg	0,864	5	0,241
E.L. QN 500 mg/kg	0,847	5	0,185
E.L. QA 125 mg/kg	0,950	5	0,740
E.L. QA 250 mg/kg	0,956	5	0,782
E.L. QA 500 mg/kg	0,865	5	0,247

Leyenda:

E.L. QN: Extracto liofilizado quinua negra

E.L. QA: Extracto liofilizado quinua amarilla

Anexo 18. Prueba de Tukey del área bajo la curva. Ayacucho - 2022

HSD TUKEY ^A						
Tratamiento	N					
		1	2	3	4	5
Control ssf	5	391,8000				
Insulina 4 ui/kg	5	423,6000	423,6000			
Glibenclamida 5mg/kg	5		474,4000	474,4000		
E.L. QA 250 mg/kg	5			510,1000	510,1000	
E.L. QA 500 mg/kg	5			511,0000	511,0000	
E.L. QA 125 mg/kg	5			518,1000	518,1000	
E.L. QN 500 mg/kg	5			537,3000	537,3000	
E.L. QN 250 mg/kg	5				558,0000	
E.L. QN 125 mg/kg	5				573,3000	
Control aloxano	5					834,4000
SIG.		0,877	0,339	0,112	0,108	1,000

Leyenda:

E.L. QN: Extracto liofilizado quinua negra

E.L. QA: Extracto liofilizado quinua amarilla

Anexo 19. Matriz de consistencia

Título: Efecto hipoglucemiante del extracto hidroalcohólico liofilizado de las semillas germinadas de dos variedades *Chenopodium quinoa* Willd, "quinua". Ayacucho – 2022"

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	MARCO TEÓRICO	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿Tendrá efecto hipoglucemiante el extracto hidroalcohólico liofilizado de las semillas germinadas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. "quinua"?	Objetivos generales Determinar el efecto hipoglucemiante del extracto hidroalcohólico liofilizado de las semillas germinadas de dos variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd, "quinua" Objetivos específicos • Determinar el porcentaje de eficacia hipoglucemiante de los extractos hidroalcohólicos liofilizados de las semillas germinadas de las variedades amarilla Maranganí y negra Coito de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. "quinua". • Comparar el efecto hipoglucemiante de los extractos hidroalcohólicos liofilizados de las semillas germinadas de las variedades amarilla Maranganí y negra Coito con la glibenclamida e insulina.	Hi: El extracto liofilizado de las semillas germinadas de las variedades amarilla Maranganí y negra Coito de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd, "quinua", presentan efecto hipoglucemiante. Ho: El extracto liofilizado de las semillas germinadas de las dos variedades amarilla Maranganí y negra Coito de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. "quinua", no presenta efecto hipoglucemiante.	• <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. "quinua" • Clasificación taxonómica • Descripción botánica • Hábitat y distribución geográfica • Propiedades nutricionales y composición química • Compuestos fenólicos • Diabetes • Tratamiento farmacológico	Variable independiente: Extracto liofilizado de las semillas germinadas de dos variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd, "quinua" Indicadores: • Concentraciones de 125, 250 y 500 mg/Kg Variable dependiente: Efecto hipoglucemiante Indicadores: Medida de la glucosa (mg/dL)	Población: Semillas de dos variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd, "quinua" Unidad experimental: Ratas cepa Holtzman con pesos de 200 ± 20 g de ambos sexos, Muestra: 250 g de las semillas germinadas de las variedades negra Coito y amarilla Maranganí de quinua, Nivel de investigación: Básico – Experimental Diseño de investigación: Inducción a hiperglucemia Análisis Estadístico: Los resultados serán procesados en SPSS, utilizando el análisis de varianza con un nivel significancia del 95% ($p < 0,05$),

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

RESOLUCIÓN DECANAL N°1028-2024-UNSCH-FCSA-D

BACHILLER: SANDRA URSULA PEREZ FERNANDEZ

En la ciudad de Ayacucho, siendo las nueve y veinte de la mañana del día veintisiete del mes de setiembre del año dos mil veinticuatro, se reunieron en el auditorium de la Facultad de Ciencias de la Salud los docentes miembros del jurado evaluador, para el acto de sustentación de trabajo de tesis titulado: **Efecto hipoglucemiante del extracto hidroalcohólico liofilizado de las semillas germinadas de dos variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Ayacucho 2022**, presentado por la bachiller SANDRA URSULA PEREZ FERNANDEZ para optar el título profesional de Químico Farmacéutico.

Presidente : Prof. Maricela López Sierralta (delegada por el Decano)

Miembros : Prof. Marco Rolando Aronés Jara

: Prof. Roxana León Aronés

Prof. Tania Mendoza Almeida

Asesor : Prof. Edwin Carlos Enciso Roca

Secretaria Docente : Prof. Stephany Massiell Barbaran Vilcatoma

Con el quórum reglamentario, se dio inicio la sustentación de tesis. Como acto inicial, la presidente de la comisión solicita a la secretaria docente verificar la conformidad del expediente presentado por la sustentante y dar lectura a la resolución. La secretaria indica que los documentos presentados por la recurrente no tienen observaciones, por lo que procede a leer la resolución decanal y proporciona algunas indicaciones a la sustentante.

A continuación, se da inicio a la exposición del Bachiller: SANDRA URSULA PEREZ FERNANDEZ. Una vez concluida, la presidente de la comisión solicita a los miembros del jurado evaluador realizar sus respectivas preguntas. Seguidamente se da pase al asesor de tesis, para que pueda aclarar algunas preguntas, interrogantes, aclaraciones.

La presidente invita a la sustentante abandonar el auditorium para que pueda proceder con la calificación.

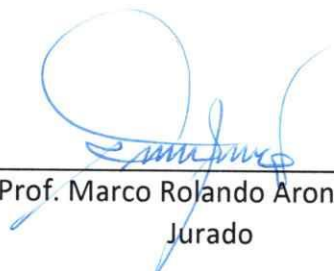
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FINAL

Bachiller: SANDRA URSULA PEREZ FERNANDEZ

JURADOS	Texto	Exposición	Preguntas	P. Final
Prof. Marco Rolando Aronés Jara	16	17	16	16
Prof. Roxana León Aronés	16	16	16	16

Prof. Tania Mendoza Almeida	17	17	16	17
PROMEDIO FINAL				16

De la evaluación realizada por los miembros del jurado calificador, llegaron al siguiente resultado: Aprobar a la Bachiller SANDRA URSULA PEREZ FERNANDEZ; quien obtuvo la nota final de dieciséis (16) para la cual los miembros del jurado evaluador firman al pie del presente, siendo la 11:00 de la mañana, se da por concluido el presente acto académico.



Prof. Marco Rolando Aronés Jara
Jurado



Prof. Roxana León Aronés
Jurado



Prof. Tania Mendoza Almeida
Jurado



Prof. Edwin Carlos Enciso Roca
Asesor



Prof. Maricela López Sierralta
Presidente



Prof. Stephany M. Barbaran
Vilcatoma
Secretaria docente



UNSCH

FACULTAD DE
CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE
FARMACIA Y BIOQUÍMICA



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD SEGUNDA INSTANCIA:
TESIS DE PREGRADO

(C°27-2024-EPFB-UNSCH)

La que suscribe, directora de escuela y docente instructor en segunda instancia de Tesis de Pregrado, luego de verificar la originalidad de la tesis de la Escuela profesional de Farmacia y bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Salud, en representación de la decana y delegada por Resolución Decanal N° 077-2021-UNSCH-FCSA/D, deja constancia que el trabajo de tesis titulado:

Efecto hipoglucemiante del extracto hidroalcohólico liofilizado de las semillas germinadas de dos variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua”. Ayacucho 2022

Presentado por: Bach. Sandra Ursula Perez Fernandez

Ha sido sometido al análisis mediante el sistema TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de **23% de índice de similitud.**

Por lo que, de acuerdo con el porcentaje establecido en el Artículo 13° del Reglamento de Originalidad de Trabajos de investigación de pregrado de la UNSCH. Por tanto, **ES PROCEDENTE** conceder la Constancia de originalidad en segunda instancia.

Ayacucho, 03 de agosto del 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

Mg. Maricela López Sierralta
DIRECTORA
Docente. Instructor
Segunda instancia

cc.
Archivo.

Efecto hipoglucemiante del extracto hidroalcohólico liofilizado de las semillas germinadas de dos variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua”. Ayacucho 2022

por Sandra Ursula Perez Fernandez

Fecha de entrega: 03-ago-2024 10:08a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2426671498

Nombre del archivo: Tesis_SANDRA_URSULA_PEREZ_FERNANDEZ.pdf (1.29M)

Total de palabras: 11217

Total de caracteres: 60316

Efecto hipoglucemiante del extracto hidroalcohólico liofilizado de las semillas germinadas de dos variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Ayacucho 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

18%

TRABAJO DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	11%
	Trabajo del estudiante	
2	repositorio.unsch.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
3	accessmedicina.mhmedical.com	1%
	Fuente de Internet	
4	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	
5	cybertesis.unmsm.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
6	repositorio.uladech.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
7	www.scielo.org.pe	1%
	Fuente de Internet	
8	1library.co	1%
	Fuente de Internet	

9	core.ac.uk	Fuente de Internet	1 %
10	www.researchgate.net	Fuente de Internet	1 %
11	www.elsevier.es	Fuente de Internet	< 1 %
12	ojs.ucp.edu.pe	Fuente de Internet	< 1 %
13	doaj.org	Fuente de Internet	< 1 %
14	repositorio.unheval.edu.pe	Fuente de Internet	< 1 %
15	repositorio.upagu.edu.pe	Fuente de Internet	< 1 %
16	repositorio.xoc.uam.mx	Fuente de Internet	< 1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo