

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



“Contenido de fenoles totales y ácidos fenólicos en el germinado y sin germinar de semillas de variedades de *Chenopodium quinoa* Willd “quinua”, Ayacucho - 2023”

Tesis para optar el Título Profesional de:
Químico Farmacéutico

Presentado por:
Bach. Huber Quispe Arias

Asesor:
Dr. Enrique Javier Aguilar Felices

Ayacucho - Perú

2024

Dedicado a mis amados
padres Erlinda Arias, Gerardo
Quispe (+) que Dios lo tenga
en su gloria y mis hermanos
quienes me enseñaron a
afrentar las adversidades y a
ser fuerte cada día de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiar mi camino y mi estadía durante los 5 años de universidad

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, *alma mater* de mi profesión y a mi querida Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, a los docentes que laboran en ella, quienes contribuyeron en mi formación académica y profesional

Al Dr. Q.F. Enrique Javier AGUILAR FELICES por su asesoría y apoyo incondicional.

Al proyecto FOCAM 2014 – Ayacucho “Fortalecimiento de capacidades para realizar investigaciones genómicas, fitoquímicas, farmacológicas y toxicológicas de semillas del germoplasma de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua” de la Región de Ayacucho con fines de utilización como alimento funcional”, por su apoyo con los reactivos, materiales y muestras.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ABREVIATURAS EMPLEADAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN	xix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. <i>Chenopodium quinoa</i> Willd “quinua”	7
2.3. Germinación	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1. Lugar de ejecución	17
3.2. Definición de la población y muestra	17
3.3. Procedimiento para la recolección de datos	17
3.4. Diseño de investigación	20
3.5. Análisis de datos	20
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSIÓN	27
VI. CONCLUSIONES	35
VII. RECOMENDACIONES	37
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
ANEXOS	49

ABREVIATURAS EMPLEADAS

UV-Vis	: Ultravioleta visible
°C	: Grados centígrados
H	: Horas
min	: Minutos
L	: Litro
mL	: Mililitro
g	: Gramo
mg	: Miligramo
PM	: Peso molecular
R	: Coeficiente de correlación
µg	: Microgramo
mg ACE/g	: Miligramos equivalentes a ácido clorogénico por gramo
mg GAE/g	: Miligramo equivalente a ácido gálico por gramo
BCh	: Blanca choclera
BA	: Blanca arete
RP	: Roja pasankalla
NCo	: Negra ccollana
BJ	: Blanca Junín
QN	: Quinoa negra
QA	: Quinoa amarilla
Ma	: Matachin
NC	: Negra ccoito
AM	: Amarilla marangani
G	: Germinado
SG	: Sin germinar

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Origen de los nombres comunes de <i>C. quinoa</i> Willd "quinua".	7
Tabla 2	Ácidos fenólicos derivados del ácido benzoico identificados en <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.	9
Tabla 3	Ácidos fenólicos derivados del ácido cinámico identificados en <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.	9
Tabla 4	Flavonoides identificados en <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.	10
Tabla 5	Monoterpenos, sesquiterpenos, triterpenos y esteroides identificados en <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.	10
Tabla 6	Compuestos nitrogenados presentes en el <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.	11
Tabla 7	Vitaminas y minerales en las semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.	11
Tabla 8	Estudios farmacológicos desarrollados en <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. "quinua"	12
Tabla 9	Clasificación de los compuestos fenólicos.	14
Tabla 10	Principales ácidos fenólicos derivados del ácido benzoico y ácido cinámico.	15
Tabla 11	Máxima absorbancia en el espectro UV-vis de ácidos fenólicos.	15
Tabla 12	Porcentaje de incremento de peso y rendimiento del extracto hidroalcohólico de semillas germinadas de diez variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd "quinua".	23
Tabla 13	Porcentaje de rendimiento de extractos hidroalcohólicos de semillas sin germinar de diez variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd "quinua" Ayacucho-2023.	24
Tabla 14	Contenido de ácidos fenólicos y fenoles totales en variedades de semillas sin germinar y germinadas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd "quinua" Ayacucho -2023.	25
Tabla 15	Longitud de onda(nm) de las curvas espectrales obtenidas de las fracciones F1, F2 y F3 de los extractos hidroalcohólicos del germinado de variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd "quinua" Ayacucho-2023.	26

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Esquema de la fase de hidratación, germinación y crecimiento en el proceso de germinación.	13
Figura 2 Procesos metabólicos de la germinación de los cereales	13

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.	
Anexo 1	Variedades de <i>C. quinoa</i> Willd., de acuerdo a la presencia de saponinas, color del pericarpio y del epispermo.	51
Anexo 2	Certificado de identificación botánica.	52
Anexo 3	Semillas de diez variedades utilizadas en la presente investigación.	53
Anexo 4	Semillas germinadas de las diez variedades.	54
Anexo 5	Pesado de las semillas germinadas frescas.	55
Anexo 6	Proceso de pesado de semillas germinadas desecadas.	56
Anexo 7	Semillas germinadas pulverizadas.	57
Anexo 8	Extracto hidroalcohólico liofilizado.	58
Anexo 9	Equipo de liofilización utilizado en el proceso de liofilización de las muestras.	59
Anexo 10	Extracto hidroalcohólico liofilizado.	60
Anexo 11	Muestra para el análisis del contenido de fenoles totales y ácidos fenólicos de semillas germinadas.	61
Anexo 12	Semillas sin germinar.	62
Anexo 13	Muestra para el análisis del contenido de fenoles totales y ácidos fenólicos de semillas sin germinar.	63
Anexo 14	Procedimiento para la determinación del contenido de fenoles totales.	64
Anexo 15	Procedimiento para la determinación del contenido de ácidos fenólicos.	65
Anexo 16	Diluciones del ácido gálico para elaborar la curva de calibración.	66
Anexo 17	Elaboración de curva de calibración de ácido gálico.	66
Anexo 18	Determinación del contenido de fenoles totales en las muestras.	67
Anexo 19	Elaboración de curva de calibración de ácido clorogénico.	68
Anexo 20	Determinación del contenido de ácidos fenólicos en las muestras.	68
Anexo 21	Muestras para la determinación del contenido de ácidos fenólicos por cromatografía en capa fina.	69

Anexo 22	Muestras y los estándares preparados para determinación de ácidos fenólicos cromatografía en capa fina.	70
Anexo 23	Extracción de grasas de las muestras con solventes (éter de petróleo).	71
Anexo 24	Preparación de las muestras con metanol para el sembrado posterior en la placa cromatográfica.	72
Anexo 25	Sembrado de las diez muestras.	73
Anexo 26	Preparación del sistema solvente: butanol, ácido acético glacial y agua para la cromatografía en capa fina.	74
Anexo 27	Desarrollo de la cromatografía en capa fina.	75
Anexo 28	Revelado de la Cromatografía en capa fina con luz UV.	76
Anexo 29	Delimitación de zonas evidenciadas con la luz UV (366nm) de la cromatografía en capa fina.	77
Anexo 30	Recuperación de las zonas delimitadas y su posterior disolución con metanol, para su lectura en el espectro UV - vis.	78
Anexo 31	Curva espectral de la fracción 2 de la variedad Blanca arete.	79
Anexo 32	Curva espectral de la fracción 1 de la variedad Blanco Choclito.	79
Anexo 33	Curva espectral de la fracción 3 de la variedad Negra Ccoito	80
Anexo 34	Análisis de varianza del contenido de ácidos fenólicos en semillas germinadas.	81
Anexo 35	Prueba de comparaciones múltiples de Scheffé del contenido de ácidos fenólicos en semillas germinadas.	81
Anexo 36	Análisis de varianza del contenido de ácidos fenólicos en semillas sin germinar.	82
Anexo 37	Prueba de comparaciones múltiples de Scheffé del contenido de ácidos fenólicos en semillas sin germinar.	82
Anexo 38	Comparación del contenido de ácidos fenólicos en semillas germinadas y sin germinar.	83
Anexo 39	Análisis de varianza del contenido de fenoles totales en semillas germinadas.	84
Anexo 40	Prueba de comparaciones múltiples de Scheffé del contenido de fenoles totales en semillas germinadas.	84

Anexo 41	Análisis de varianza del contenido de fenoles totales en semillas sin germinar.	85
Anexo 42	Prueba de comparaciones múltiples de Scheffé del contenido de fenoles totales en semillas sin germinar.	85
Anexo 43	Comparación del contenido de fenoles totales en semillas germinadas y sin germinar.	86
Anexo 44	Matriz de consistencia.	87

RESUMEN

Los compuestos fenólicos, en particular los ácidos fenólicos cumplen un rol relevante en las especies vegetales que las biosintetizan. Por lo que, en el presente trabajo se determinó el contenido de ácidos fenólicos y fenoles totales en muestras de semillas germinadas y no germinadas de diez variedades de *Chenopodium quinoa* Willd “quinua”. Se obtuvo un extracto hidroalcohólico a partir de diez muestras proporcionadas por el proyecto FOCAM – 2014. El contenido de fenoles totales se determinó por el método de Folin Ciocalteu, de los ácidos fenólicos por el método de Martino *et al.*, y la identificación de ácidos fenólicos se realizó por espectroscopia UV – Vis. La semilla germinada de la variedad Blanca choclera ($307,89 \pm 10,77$ mg GAE/g) y la semilla sin germinar de la variedad Negra ccollana ($271,16 \pm 5,56$ mg GAE/g), mostraron mayor contenido de fenoles totales; mientras que, el germinado de la variedad Matachín ($5,34 \pm 0,07$ mg ACE/g) y la semilla sin germinar de la variedad Negra ccollana ($5,95 \pm 0,25$ mg ACE/g), mostraron mayor contenido de ácidos fenólicos, en comparación con el resto de variedades, respectivamente; asimismo, se han identificado ácidos fenólicos derivados del ácido benzoico y del ácido cinámico respectivamente. Se concluye que, la germinación de la semilla tuvo influencia en el contenido de ácidos fenólicos y fenoles totales en las variedades estudiadas.

Palabras clave: *Chenopodium quinoa* Willd, germinado, semilla, ácidos fenólicos, fenoles totales.

I. INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), es un pseudocereal que constituye un alimento integral, altamente nutritivo y su importancia en la seguridad alimentaria es cada vez más reconocida. Está clasificado como un superalimento por la Organización Mundial para la Agricultura y la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés) y la Organización Mundial para la Salud (OMS), debido a su alto contenido en proteínas y nutrientes, asimismo, al ser libre de gluten puede ser consumido sin riesgo por las personas sensibles a este compuesto. Ha sido cultivada y preservada por las civilizaciones prehispánicas utilizando conocimientos y prácticas tradicionales. El Perú se caracteriza por conservar y cultivar una amplia variedad de semillas de quinua.

Por otro lado, en los últimos años se ha incrementado el interés por los germinados de semillas de leguminosas, cereales y pseudocereales, como es el caso de la quinua. Su importancia radica en la generación o transformación metabólica de los compuestos presentes en los germinados, cuyas aplicaciones como nutracéutico se han venido incrementando en los últimos años.

La presencia de compuestos fenólicos en semillas y germinados de la semilla de quinua, también ha sido evidenciado en muchas publicaciones científicas^{1,2}, sin embargo, no se ha reportado el contenido de ácidos fenólicos utilizando una metodología validada y la detección de su presencia por métodos espectrales.

El propósito de este trabajo de investigación fue comparar el contenido de fenoles totales y ácidos fenólicos, en las semillas de quinua germinada y sin germinar de las variedades Blanca chochito, Blanca arete, Roja pasankalla, Negra ccollana, Blanca Junín, Quinua negra, Quinua amarilla, Matachín, Negra ccoito y Amarilla marangani. Por lo tanto, se plantearon los siguientes objetivos.

Objetivo general

Determinar el contenido de fenoles totales y ácidos fenólicos en semillas germinadas y sin germinar de las variedades de *Chenopodium quinoa* Willd “quinua”.

Objetivos específicos

-) Identificar los ácidos fenólicos presentes en el germinado de las semillas
-) Determinar el contenido de fenoles totales en las semillas germinadas y sin germinar
-) Precisar el contenido de ácido fenólicos en las semillas germinadas y sin germinar.
-) Relacionar el contenido de ácidos fenólicos con el contenido de fenoles totales en las semillas germinadas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Tang et al.³, determinaron el contenido de compuestos fenólicos y entre otros compuestos, en las variedades blanca, roja y negra de semillas de *Chenopodium quinoa* Willd “quinua”, provenientes de Ontario (Canadá). Utilizaron el ensayo de Folin-Ciocalteu para el contenido de fenoles totales y cromatografía líquida de alta resolución (HPLC por sus siglas en inglés), para la determinación del contenido de compuestos fenólicos de manera individual. La variedad negra demostró mayor contenido de fenoles totales (5,18 mg GAE/ g de muestra), asimismo, la presencia de once ácidos fenólicos: ácido 3,4 – dihidroxi – benzoico, ácido 4 – glucosil – *p* – cumárico, ácido *p* – hidroxil – benzoico, ácido 4 – glucosil – vanilílico, ácido – 2,5 – dihidroxi – benzoico, ácido cafeico, ácido vanilílico, ácido *p* – cumárico, ácido ferulico, ácido 4 – glucosil – ferulico y ácido isoferulico; que se repite en las variedades roja y blanca, con excepción de las dos primeras que están ausentes en la variedad blanca.

Repo-Carrasco et al.⁴, analizaron los ácidos fenólicos solubles presentes en semillas de *Chenopodium quinoa* Willd “quinua” obtenidas de la Estación Experimental Agronómica – INIA Salcedo (Puno – Perú), para el cual, utilizaron los ecotipos: 03 – 21 – 1181, Witulla, Roja Coporaque, 03 - 21 – 0093, Huaripongo, Ccoito; y dos variedades (INIA – 415 Roja pasankalla, Salcedo INIA); y dos muestras comerciales adquiridas en Cusco, según el método de Mattila y Hellström (2007) por HPLC. La variedad INIA – 415 Roja pasankalla, demostró tener mayor contenido de ácido fenólicos (59,70 ± 100 g de muestra) y dentro de los ácidos fenólicos detectados, se tuvo al ácido cafeico, ácido ferulico, ácido *p* – cumárico, ácido *p* - hidroxil benzoico y ácido vanillico.

Pa ko et al.⁵, determinaron el contenido de ácidos fenólicos y flavonoides en semillas y germinados de semilla de *Chenopodium quinoa* Willd., con muestra

procedente de Bolivia, para el cual, utilizaron una metodología por HPLC-DAD (Cromatografía Líquida de Alta Resolución con Detector de Arreglo de Diodos). En las semillas, se halló la presencia de ácido gálico, ácido *p* – hidroxibenzoico, ácido vanílico, ácido ferúlico, ácido cafeico y ácido cinámico, en el cual, destacó el mayor contenido de ácido gálico; mientras que, en el germinado de la semilla, se halló la presencia de ácido gálico, ácido ferúlico y ácido cinámico, destacando un alto contenido de ácido ferúlico. Por otro lado, respecto a los flavonoides, la semilla mostró la presencia de rutina, orientina, vitexina, morina, hesperidina y neohesperidina, destacando un alto contenido de orientina, mientras que, el germinado de la semilla mostró la presencia de rutina, isovitexina y morina, destacando el alto contenido de rutina. Concluyeron que, el germinado de la semilla, mostró un ligero incremento en el contenido de ácidos fenólicos, respecto a la semilla sin germinar; mientras que, la diferencia en el contenido de flavonoides fue superior respecto a la semilla sin germinar.

Choque et al.⁶, estudiaron el contenido de compuestos fenólicos en el germinado de las semillas de las variedades Salcedo INIA (cultivo orgánico), Pasankalla y Negra collana de *Chenopodium quinoa* Willd., provenientes de la cooperativa agraria Macchu Picchu (Andahuaylas – Apurímac). Los germinados fueron obtenidos por períodos entre 24 y 48 horas a 35 °C. Los compuestos fenólicos fueron cuantificados utilizando el reactivo de Folin Ciocalteu a 755 nm, utilizando el ácido gálico como estándar. A las 48 horas de germinado, la variedad Pasankalla (417,75 ± 1,78 mg GAE/100g) obtuvo mayor contenido, seguido de Negra collana (403,30 ± 4,74 mg GAE/100g y Salcedo INIA (308,82 ± 3,93 mg GAE/100g), respectivamente. Concluyeron que, el proceso de germinación incrementaba el contenido de fenoles totales, siendo la variedad Pasankalla quién incrementaba su contenido en mayor porcentaje (110,70%), respecto a la semilla sin germinar.

Rodríguez⁷, determinó el contenido fenólico en el germinado de semillas de las variedades amarilla (INIAP Tunkahuan) y blanca (INIAP Pata de venado) de *Chenopodium quinoa* Willd. Se desarrolló el germinado entre 48, 72 y 100 horas, respectivamente. El contenido fenólico se determinó por la técnica de Folin – Ciocalteu, con el ácido gálico como estándar. La variedad amarilla (3,83 mg GAE/g) mostró mayor contenido, que la variedad blanca (3,83 mg GAE/g). Concluyó que, el mejor tiempo de germinación fue de 100 horas debido a que presentó mayor contenido fenólico.

Mendoza⁸, evaluó el contenido de fenoles totales en semillas agrupadas en colores: blanca (Blanca de Huallhuas, Rosada Huancayo, Illpa INIA, Salcedo INIA y Blanca Juli), negra (INIA 415 Pasankalla e INIA 420 Negra collana) y roja (Kcoyto); de *Chenopodium quinoa* Willd. procedentes del INIA Salcedo (Puno) y de la Universidad Nacional Agraria La Molina (Lima). La cuantificación de fenoles totales, se realizó utilizando el método de Folín - Ciocalteu. La variedad Roja kcoyto mostró mayor contenido de fenoles totales ($166,40 \pm 9,6$ mg GAE/100 g de semilla) y la variedad blanca Salcedo INIA ($99,70 \pm 1,8$ mg GAE/100 g de semilla), respectivamente. No halló ninguna correspondencia entre el color de la semilla con su contenido fenólico.

Hinostroza⁹, evaluó el efecto de la germinación en el contenido de fenoles totales de las variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), Blanca Huancayo, Roja Pasankalla y Negra Collana, respectivamente, comparadas con las semillas sin germinar. Utilizó la técnica espectrofotométrica de Folin-Ciocalteu para la determinación de fenoles totales y al ácido gálico como estándar de referencia. El contenido de fenoles totales en semillas sin germinar fue: Blanca Huancayo ($32,42$ mg GAE/100 g de muestra), Roja pasankalla ($30,18$ mg GAE/100 g de muestra) y Negra collana ($35,24$ mg GAE/100g); respectivamente, mientras que, en el proceso de germinado se observó un incremento en Blanca Huancayo ($45,09 \pm 7,9$ mg GAE/100 g de muestra) y Roja pasankalla ($51,12 \pm 1,9$ mg GAE /100 g de muestra); y disminución en Negra collana ($30,88 \pm 6,5$ mg GAE/100 g de muestra)). Finalmente, concluyó que el proceso de germinado de las tres variedades en diferentes tiempos de humectación de las semillas y períodos de germinación, influyen en el contenido de fenoles totales, respecto de las semillas sin germinar.

Fuentes y Mendoza¹⁰, desarrollaron un estudio comparativo del contenido de fenoles totales en extractos etanólicos de las semillas de las variedades de quinua roja, negra y amarilla (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivadas del Ecuador, para el cual, utilizaron el método de Folin-Ciocalteu en la determinación del contenido de compuestos fenólicos y el ácido gálico como estándar de referencia. La quinua negra mostró mayor contenido ($43,665$ mg GAE/100 g), seguido de la quinua amarilla ($40,657$ mg GAE/100 g) y quinua roja ($43,665$ mg GAE/100 g), respectivamente. Concluyó, que las variedades de las semillas mostraron diferente contenido y tuvo relación con el color de la semilla.

Złotek et al.¹¹, determinaron la influencia de la temperatura de secado en el contenido de fenoles totales y su perfil de ácido fenólicos, en germinados de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de las variedades roja boliviana y blanca de Chile. Aplicaron el método de Folin – Ciocalteu en la determinación del contenido de fenoles totales y los resultados fueron expresados como mg equivalentes de ácido gálico/g de muestra seca (mg GAE/g de muestra seca). Respecto a la variedad roja, las semillas tuvieron menor contenido ($13,61 \pm 0,45$ mg GAE/g), mientras que, el germinado desecado a 45°C ($28,79 \pm 1,02$ mg GAE/g) mostró mayor contenido. En cuanto a la variedad blanca, las semillas también mostraron menor contenido ($7,23 \pm 0,22$ mg GAE/g), en relación al germinado desecado a 45°C ($15,15 \pm 0,46$ mg GAE/g). Por otro lado, en cuanto al perfil de ácido fenólicos en semillas de la variedad roja, obtuvieron para ácido vanílico ($0,14 \pm 0,004$ $\mu\text{g/g}$), ácido *p* – cumarico ($0,68 \pm 0,013$ $\mu\text{g/g}$), ácido salicílico ($0,03 \pm 0,004$ $\mu\text{g/g}$) y ácido ferulico ($1,89 \pm 0,019$ $\mu\text{g/g}$), respectivamente; mientras que, en el germinado desecado a 45°C , se halló para ácido vanílico ($12,95 \pm 0,47$ $\mu\text{g/g}$), ácido *p* – cumarico ($6,10 \pm 0,26$ $\mu\text{g/g}$), ácido salicílico ($0,05 \pm 0,002$ $\mu\text{g/g}$) y ácido ferulico ($7,88 \pm 0,26$ $\mu\text{g/g}$), respectivamente. En cuanto a la variedad blanca, su perfil de ácidos fenólicos fue de ácido vanílico ($0,18 \pm 0,006$ $\mu\text{g/g}$), ácido *p* – cumarico ($0,34 \pm 0,012$ $\mu\text{g/g}$) y ácido ferulico ($1,37 \pm 0,016$ $\mu\text{g/g}$), respectivamente; mientras que, en el germinado desecado a 30°C , se halló para ácido vanílico ($13,95 \pm 0,41$ $\mu\text{g/g}$), ácido *p* – cumarico ($7,83 \pm 0,31$ $\mu\text{g/g}$) y ácido ferulico ($7,52 \pm 0,24$ $\mu\text{g/g}$), respectivamente. Concluyeron que, la germinación incrementó el contenido de fenoles totales respecto a las semillas sin germinar de las dos variedades y que el desecado del germinado a 45°C fue el mejor, respecto el perfil de ácidos fenólicos, el germinado incrementó su contenido, sin embargo, el desecado a 30°C mostró un mejor perfil de ácidos fenólicos.

Carciochi et al.¹², determinaron el efecto de la germinación de las semillas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) sobre el contenido de compuestos fenólicos, sin precisar la variedad. Utilizaron el método Folin Ciocalteu para cuantificar los fenoles totales y determinaron el perfil de ácidos fenólicos por HPLC. La semilla mostró un contenido de fenoles totales de $39,29 \pm 0,92$ mg GAE/100 g de muestra, mientras que, en el germinado de 72 horas se incrementó a $79,04 \pm 1,18$ mg GAE/100 g de muestra, respectivamente. Por otro lado, el perfil de ácidos fenólicos de la semilla muestra la presencia de ácido *p* – hidroxí - benzoico ($0,22 \pm 0,02$ mg /100 g de muestra), ácido vanílico ($0,88 \pm 0,11$ mg/100 g de muestra), ácido *p* –

cumaríco (0,09 ± 0,10 mg/100 g de muestra) y ácido ferulico (0,57 ± 0,92 mg /100 g de muestra), mientras que, en el germinado de 72 horas, también se incrementó para el ácido *p* - hidroxí – benzoico (0,94 ± 0,04 mg/100 g de muestra), ácido vanilíco (8,54 ± 0,09 mg/100 g de muestra), ácido *p* – cumaríco (1,96 ± 0,02 mg /100 g de muestra) y ácido ferulico (3,61 ± 0,08 mg/100 g de muestra). Concluyeron, que el germinado incremento el contenido de fenoles totales y del perfil de ácidos fenólicos después de 72 horas, respecto a la semilla sin germinar.

2.2. *Chenopodium quinoa* Willd “quinua”

2.2.1. Clasificación sistemática

REINO	:	PLANTAE
DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	MAGNOLIPSIDA
SUB CLASE	:	CARYOPHYLLIDAE
ORDEN	:	CARYOPHYLLALES
FAMILIA	:	CHENOPODIACEAE
GÉNERO	:	<i>Chenopodium</i>
ESPECIE	:	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd
NOMBRE VULGAR	:	quinua

Fuente: Certificado emitido por la bióloga Laura Aucasime Medina (Anexo 2)

2.2.2. Nombres comunes

Tabla 1. Origen de los nombres comunes de *C. quinoa* Willd "quinua".

Origen	Denominación
Quechua:	Kiuna, quinua, parca
Aymara:	Supha, jopa, jupha, jaira, jiura, aara, ccallapi, vocali
Azteca:	Huatzontle
Chibcha:	Suba, supha, pasca
Mapuche:	Quinua
Español:	Quinua, quínoa, quingua, quiuna, kinoa, triguillo, trigo inca, arrocillo, arroz del Perú, Dahuie, juba, ubaque, ubate, jaira, suba
India:	Bathu
Portugués:	Arroz miúdo do Perú, espinafre do Perú, quinoa
Inglés:	Quínoa, quinua, kinoa, sweet quinoa, Peruvian rice, Inca rice, petty rice
Francés:	Ansérine quinoa, riz de Pérou, petitriz de Pérou, quinoa
Italiano:	Quinua, chinua
Alemán:	Reisspinat, Peruanischer reisspinat, reismelde, Reis-gerwacks, Inkaweizen

Fuente: Descriptores para Quinua y sus parientes¹³.

2.2.3. Sinonimia¹⁴

-) *Chenopodium canihuacocinar*
-) *Chenopodium hircinum* subsp. *mille anum* Aellen
-) *Chenopodium hircinum* var. *quinua* (Willd.) Aellen
-) *Chenopodium nuttalliae* Saff.
-) *Chenopodium purpurascens* var. *punctulatum* Moq.
-) *Chenopodium quinoa* fo. *purpureum* Aellen

2.2.4. Aspectos históricos

La historia de la quinua tiene poca evidencia arqueológica, lingüística y etnográfica, se remontan que la domesticación de la quinua comenzó 5000 años antes de Cristo, en Perú hubo hallazgos arqueológicos de quinua que consiste en semillas en tumbas antiguas de Tarapacá, Calama y Arica. Posteriormente, tras el arribo de los conquistadores españoles, la quinua ya venía siendo utilizado de manera avanzada con desarrollo tecnológico y una distribución muy diseminada en el territorio Inca y más allá, la quinua se convirtió en uno de sus principales cultivos y la dieta básica de los habitantes. Actualmente, la Quinua se cultiva en Perú, Chile, Ecuador, Bolivia, el norte de Argentina y otros países. Perú y Bolivia son los mayores productores de este grano andino que es similar al arroz en la época colonial, donde los españoles llamaron “trigo de los Incas”, este pseudocereal posee una gran diversidad genética de Quinua, tanto silvestre como cultivada, haciendo que sea uno de los mayores productores y exportadores, que representan una gran oportunidad de negocio potencial para los peruanos¹⁵.

2.2.5. Descripción botánica

Especie vegetal herbácea dicotiledónea de altura (30 a 300 cm), depende del tipo, de los genotipos, fertilidad de suelo, condiciones ambientales. Presenta raíz vigorosa, profunda, pivotante, muy ramificado y fibrosa. Tallo cilíndrico, con o sin ramificaciones. Hojas alternas, con láminas y peciolo. Flores son pequeñas, incompletas, carentes de pétalos, bisexuales y con auto fertilización. El fruto es de tipo aquenio, elabora semillas pequeñas circulares, alrededor de 2 mm de diámetro (aprox. 250 - 500 semillas por gramo), cubiertas de un perigonio, como del mismo color que la planta: amarillo, blanco, marrón, gris, rosa, claro, negro.¹⁶

2.2.6. Composición química

Se han identificado ácidos fenólicos derivados del ácido benzoico y del ácido cinámico (Tabla 2 y 3), flavonoides (Tabla 4), monoterpenos, sesquiterpenos, triterpenos tetracíclicos y pentacíclicos, meroterpenoides y esteroides (Tabla 5), compuestos conteniendo nitrógeno (Tabla 6); y vitaminas y minerales (Tabla 7).

Tabla 2. Ácidos fenólicos derivados del ácido benzoico identificados en *Chenopodium quinoa* Willd.

N°	Nombre del compuesto	Muestra	Ref.
1	Ácido benzoico	hojas y harina	17,18
2	Ácido 4 - hidroxibenzoico	hojas y semillas	19
3	Ácido 2,4 – dihidroxibenzoico	semillas	3,19
4	Acido 2,5 – dihidroxibenzoico	semillas	3
5	Acido 3,4 – dihidroxibenzoico	semillas	3
6	Cantósido	harina	18
7	Etil – m – digalato	harina	18
8	Ácido gálico	hojas y semillas	5,17
9	1- o – galoil - - d – glucósido	semillas y harina	18
10	Ácido protocatéquico	brotos y semillas	19,20
11	Ácido protocatéquico 4 – o – glucósido	harina	18
12	Ácido siríngico	hojas y semillas	19,21
13	Ácido vanílico	hojas y semillas	5,19
14	Ácido vanilla glucósilo éster	semillas	22
15	Ácido vanílico 4-o-glucósido	semillas	3
16	Vainillina	semillas y harina	3,18,19

Tabla 3. Ácidos fenólicos derivados del ácido cinámico identificados en *Chenopodium quinoa* Willd.

N°	Nombre del compuesto	Muestra	Ref.
1	Ácido cafeico	semillas	5,19
2	Ácido clorogénico	hojas y semillas	19,21
3	Acido cinámico	brotos y semillas	5
4	Acido o-cumárico	hojas y semillas	19,21
5	Acido p-cumárico	hojas y semillas	17
6	Acido p -cumárico glucósido	semillas	3
7	Acido 8,5' -diferúlico	semillas	19
8	Ácido ferúlico	semillas	3,5,17
9	Ácido ferúlico 4- o -glucósido	harina	18
10	Ácido isoferúlico	semillas	3
11	Acido 4'-geraniloxiferúlico	semillas	19
12	Ácido rosmarínico	semillas	23
13	Ácido sinapínico o ácido trans - sinapico	hojas semillas	17 19

Tabla 4. Flavonoides identificados en *Chenopodium quinoa* Willd.²⁴

N°	Flavonoides	Compuestos	Muestra	Ref.
1	Flavonas	Acacetina	Flor	21
		Isovitexina	Brote	5
		Orientinas	Semillas	5
		vitexina	Semillas y brotes	5
		isoharmentina	hojas	17
2	Flavonoles	kaempferol y derivados	Semillas y hojas	21
		mircetina	Semillas	25
		quercetina y derivados	Semillas, hojas y flores.	17
		morina	Brotes y semillas	5
		rutina	Semillas, hojas y brotes.	17
3	Flavanonas	hesperidina	Semillas	5
		neohesperidina	Semillas	5
		naringenina	Semillas	5
4	Flavanoles	catequina	Semillas	19
		epicatequina	Semillas	3
		epigalocatequina	Semillas	3
5	Isoflavonas	biochanina	Semillas	3
		genisteína	Semillas	26
		prunetina	Semillas	19
		puerarin	Semillas	3

Tabla 5. Monoterpenos, sesquiterpenos, triterpenos y esteroides identificados en *Chenopodium quinoa* Willd.²⁴

Grupo químico	Compuestos
Monoterpenos	Cis - ascaridol, cis - isoascaridol, canfeno, alcanfor, trans - carveol, <i>p</i> - cimeno, <i>p</i> - menta - 1(7), 8-dieno, trans - <i>p</i> - menta - 2-en - 1 - ol y penstebiosido
Sesquiterpenos	- pineno, pinocarvona, - terpineno, - terpineno, terpin - 1 - ol y -acetato de terpenilo.
Triterpenos	Ácido oleanólico, hederagenina, ácido espergulagénico, ácido serjánico, ácido fitolacagénico y gipsogenina.
Triterpenoides tetracíclicos	Citrostadienol, gramisterol, 24 - metilen - cicloartenol y parkeol
Triterpenoides pentacíclicos	- amirina, - amirina, ácido equinoquístico, eritrodiol, ácido queretaroico y ácido ursólico
Meroterpenoides	- tocoferol, - tocoferol, - tocoferol, - tocoferol, - tocotrienol y - tocotrienol.
Esteroides	Derivados del colesterol, lanosterol, polipodina B, brasicasterol y derivados, campestanol y derivados; y episterol.

Tabla 6. Compuestos nitrogenados presentes en el *Chenopodium quinoa* Willd.

N°	Nombre del compuesto	Muestra	Ref.
1	Amarantina	Semillas	27
2	Betanina	Semillas	3
3	Isobetinina	Semillas	3
4	Betaína	Semillas	3
5	3-carboxi-1-(2-sulfoetil)-piridinio	Semillas	27
6	Dopaxantina	Semillas	27
7	Indicaxantina	Semillas	27
8	Miraxantina V	Semillas	27
9	Trigonelina	Semillas	28
10	Glucosilester de trigonelina	Semillas	28
11	Éster metílico de trigonelina	Semillas	28

Tabla 7. Vitaminas y Minerales en las semillas de *Chenopodium quinoa* Willd.

N°	Vitaminas y minerales expresados en mg/100 g	
1	Aluminio (mg RE/100 g)	0,20
2	Tiamina	0,43- 0,20–0,65
3	Riboflavina	0,16- 0,06–0,39
4	Niacina	1,07- 0,50–1,57
5	Ácido Fólico	0,19
6	Carbono (C)	14,96 4,00–23,07
7	Magnesio (Mg)	340,87- 150,91–2620,00
8	Hierro (Fe)	9,96 -1,40–81,00
9	Calcio (Ca)	144,70 -44,00–874,00
10	Sodio (Na)	17,68 -6,00–26,55
11	Fosforo (P)	652,99- 140,00–5350,00
12	Cubre (Cu)	1,93-0,20–10,00
13	Zinc (Zn)	5,58-2,15–36,00
14	Potasio (K)	1366,44- 649,00–2325,56
15	Manganeso (Mn)	7,16 -1,95–33,00

Fuente: Revisión de las características agroecológicas, de composición y tecnológicas de la quinua²⁹.

2.2.7. Estudios farmacológicos y/o toxicológicos de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua”

En las semillas, se ha determinado que tienen actividad antibacteriana o antimicrobiana, antiinflamatoria, antioxidante, antimicótica, insecticida, anticancerígeno y inmunoadyuvante.²⁴

Tabla 8. Estudios farmacológicos desarrollados en *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua”

Actividad biológica	Parte de la quinua	Ref.
Antibacteriana o antimicrobiana	semillas	30,31
Antiinflamatoria	semillas	32–34
Antioxidante	semillas	12,30,35–37
Antimicótica	semillas	38,39
Insecticida	semillas	40
Anticancerígeno	semillas	34,41
Inmunoadyuvante	semillas	42

2.2.8. Usos Tradicionales

Se le reconoce como antiinflamatorio y desinfectante; y así como, repelente de insectos. En Bolivia, es utilizado en casos de luxaciones y contusiones. Los mapuches (Chile), la usan como diurético, en catarros, así como también, para heridas y cortes. Las semillas se utilizan con mayor frecuencia para tratar hemorragias, luxaciones, abscesos, afecciones hepáticas, cistitis, anginas, analgésico dental, cicatrizante antiinflamatorio y diurético.⁴³

2.2.9. Variedades

Se han identificado veinte variedades, en la cual, se han consignado la presencia de saponinas, los colores de pericarpio y del epispermo, tamaño del grano y las zonas de producción, en la cual se resalta que las variedades coloreadas como las rojas y negras tienen menor presencia de saponinas, en relación con las variedades blancas y amarillas; además, la influencia de su cultivo en los valles interandinos y el altiplano.¹ (Anexo 1)

2.3. Germinación

Es un conjunto de procesos que desarrolla la semilla donde incorpora aquellos eventos que comienzan con la absorción de agua por la semilla seca inactiva y terminan con el alargamiento del eje del embrión, generalmente la radícula, que se extiende para penetrar las estructuras que la rodean. La posterior movilización de las principales reservas de almacenamiento está asociada con el crecimiento de las plántulas, por lo tanto, este proceso se basa en eventos físicos y bioquímicos, es decir, debilitamiento de las cubiertas de las semillas, activación de la actividad metabólica, activación de la transcripción genética, relajación de las paredes celulares embrionarias y reensamblaje y biogénesis de orgánulos.⁴⁴

2.3.1. Fases de la germinación

Comprende tres etapas sucesivas que se superponen parcialmente:

-) **Fase I:** hay una rápida imbibición de agua por las semillas secas hasta que todas las matrices y el contenido celular están completamente hidratados.
-) **Fase II:** implica una absorción limitada de agua (fase de meseta) pero una fuerte reactivación metabólica.
-) **Fase III:** se asocia con el alargamiento celular que conduce a la finalización de la germinación.

Tras la imbibición, las semillas secas inactivas restauran rápidamente su actividad metabólica, incluida la removilización, degradación y acumulación, lo que implica importantes cambios bioquímicos, nutricionales y sensoriales en los productos comestibles. Los metabolitos primarios y secundarios resultantes ejercen efectos biológicos diferenciales sobre la salud cuando se consumen en comparación con las semillas no germinadas.

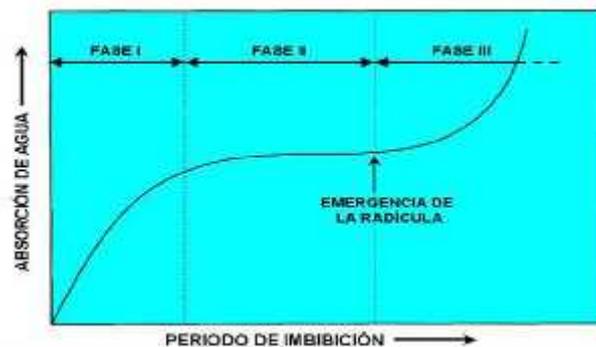


Figura 1. Esquema de la fase de Hidratación, germinación y crecimiento en el proceso de germinación.⁴⁵



Figura 2. Procesos metabólicos de la germinación de los cereales⁴⁶.

2.4. Compuestos fenólicos

Lo conforma una diversidad de compuesto derivados del metabolismo secundario, se encuentra conformado por anillo aromático (benceno) asociado a uno o más grupos hidroxilo (OH), se encuentran de manera natural asociados o conjugados con grupos azúcares, asimismo, puede estar conjugados con otros componentes como aminas, ácidos, lípidos.

Clasificación: se organizan de acuerdo a su estructura, a su vez presenta una subcategoría en cada grupo con respecto al número y la posición que ocupa el radical hidroxilo en el núcleo, así como también, la presencia de otros sustituyentes.

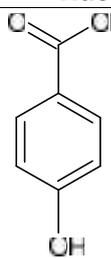
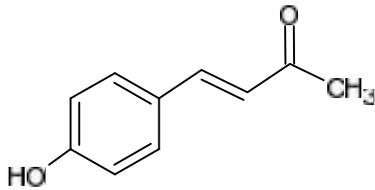
Tabla 9. Clasificación de los compuestos fenólicos.⁴⁷

Tipo	Grupo	Compuestos
No flavonoides	Fenoles no carboxílicos	Catecol, resorcinol e hidroquinona
	Ácidos fenólicos	Ácidos hidroxibenzoicos (ácido gálico, ácido protocatequico, ácido vanílico) Ácidos hidroxicinámicos (ácido cafeico, ácido p-cumárico, ácido ferúlico, ácido clorogénico)
Otros	Cumarinas	Umbeliferona
	Chalconas	xanthumol, buteína
	auronas	aureusidina
	flavononas y flavanonoles	naringenina, taxifolina
Flavonoides	flavonas y flavonoles	apigenina, quercetina, kaempferol
	isoflavonas y neoflavonoides	genisteína, dalbergin
	catequinas	catequina, galocatequina, epicatequina
	leucoantocianinas	leucoantocianina, leucodelfinidina
	antocianinas	cianidina 3-O-glucósido
	deoxiantocianidinas	apigeninidina, luteolinidina

2.5. Ácidos fenólicos

Son compuestos químicos derivados del metabolismo secundario de las plantas (metabolitos secundarios), son un conjunto de compuesto que tienen como aspecto en común la presencia del anillo aromático con respectivas sustituciones en 1 o más radicales hidroxilos. Son medianamente polares y presentan afinidad soluble en agua, se les puede detectar por manifestarse de color verde, azul o negro intenso al momento de reaccionar con el cloruro férrico. Los ácidos fenólicos se agrupan en dos familias: los ácidos hidroxibenzoicos y los ácidos hidroxicinámicos, estos ácidos se encuentran en forma libre.⁴⁸

Tabla 10. Principales ácidos fenólicos derivados del ácido benzoico y ácido cinámico.⁴⁸

 <p>Núcleo</p>	Sustituciones presentes		Ácido fenólico
	R ₁	R ₂	
	H	H	ácido p-hidroxibenzoico
	OCH ₃	H	ácido vanílico
	OH	OH	ácido gálico
	OCH ₃	OCH ₃	ácido siríngico
Acido-4-hidroxibenzoico			
 <p>Acido-p-hidroxicinámico</p>	R ₁	R ₂	Ácido fenólico
	O	H	ácido p-cumárico
	OH	H	ácido cafeico
	OCH ₃	H	ácido ferúlico
	OCH ₃	OCH ₃	ácido sináptico

2.5.1. Curva espectral de los ácidos fenólicos derivados de los ácidos benzoico y cinámico.

Los ácidos fenólicos tienen una curva espectral característica en el rango de 217 nm hasta 370 nm, que permite su identificación⁴⁹ (Tabla 11).

Tabla 11. Máxima absorción UV de ácidos fenólicos.⁴⁹

N°	Ácido fenólico	UV máx(nm)
1	Gálico	217, 272
2	Protocatequico	218, 260, 295
3	Gentísico	213, 239(s), 332(m) 370
4	Cafeico	220, 240(br)294(ps), 326
5	Vanílico	219, 261, 294, 320
6	Siríngico	218, 276 328
7	p-cumárico	226, 312 361
8	Ferúlico	218, 236(br), 295
9	verátrico	218, 262, 295
10	Sináptico	238, 326

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Laboratorio de Farmacognosia, de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

3.2. Definición de la población y muestra

3.2.1. Población

Semillas de diez variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua" recolectadas de las regiones de Ayacucho y de Puno.

3.2.2. Muestra

50 g de las variedades Blanca choclito, Blanca arete, Roja pasankalla, Negra ccollana, Blanca Junín, Quinoa negra, Quinoa amarilla, Matachín, Negra ccoito y Amarilla marangani (Puno y Ayacucho). El muestreo fue no probabilístico por conveniencia, seleccionándose las semillas en buen estado.

3.2.3. Unidad de análisis

Extractos hidroalcohólicos de 10 g de semillas germinadas y 10 g de semillas sin germinar, de cada una de las variedades en estudio. (Anexo 2)

3.3. Procedimiento para la recolección de datos

3.3.1. Obtención de semillas de quinua

Las semillas de *Chenopodium quinoa* Willd se obtuvieron del Instituto Nacional de Innovación Agraria EEA Canaán – Ayacucho y del Instituto Nacional de Innovación Agraria EEA Illpa – Puno, y del Centro Poblado de Jesús Nazareno, distrito de Acocro, provincia de Huamanga, región de Ayacucho. La identificación botánica

fue realizada por la bióloga Laura Aucasime Medina, especialista en taxonomía vegetal (Anexo 2)

3.3.2.Preparación de la muestra

Se seleccionó las semillas que se encontraban en buen estado, eliminando contaminantes como tierra y residuos vegetales. Se almacenaron en recipientes adecuados y se conservó en refrigeración a 4 °C (Anexo 3).

3.3.3.Obtención del germinado de semillas de quinua

40 g de semilla de cada variedad (Anexo 3) de quinua fueron desinfectadas (2.5 % de hipoclorito de sodio), durante 5 minutos, luego fueron lavados con agua destilada, se colocaron sobre un recipiente con papel filtro en la base, siendo hidratadas por capilaridad. Las semillas fueron hidratadas diariamente con agua destilada, cubiertas con papel toalla para mantener la humedad y se dejó al medio ambiente (20°C) de cuatro a cinco días, dependiendo de la variedad.¹ Luego los germinados, fueron desecados en la estufa a 40°C y pulverizados con un mortero, almacenados en frascos ámbar y conservados en refrigeración (Anexos 4, 5, 6 y 7). Las semillas sin germinar (Anexo 8), fueron pulverizadas y se almacenó en frascos ámbar hasta su uso.

3.3.4.Obtención del extracto hidroalcohólico

10 g de semillas germinadas y sin germinar fueron extraídas con 100 mL de alcohol de 80 %, utilizando un agitador magnético durante 4 horas. Se repitió este proceso con otros 100 mL. Los extractos obtenidos fueron concentrados a presión reducida hasta la obtención de un extracto seco y luego fueron liofilizados utilizando maltodextrina DE10 como agente de encapsulación y fueron conservados en frasco color ámbar en refrigeración hasta su uso (Anexos 8, 9 y 10). Se determinó el porcentaje de rendimiento del extracto en relación a la muestra utilizada para su extracción.

3.3.5.Preparación de las muestras

Se prepararon las muestras de los extractos de las semillas germinadas y sin germinar a la concentración de 1 mg/mL, disolviéndose en metanol con la ayuda de un sonicador hasta disolución completa (Anexo 11 y 12).

3.3.6. Determinación del contenido de fenoles totales

Se utilizó el método de Swain y Hillis adaptado por Thaipong *et al.*⁵⁰ Se tomó una muestra de 150 µL en un tubo de ensayo, se mezcló con 150 µL de reactivo Folin-Ciocalteu (Merk) 0,25 N; se añadió 2400 µL de agua destilada, se llevó a vórtex (cinco minutos) y se dejó en reposo durante 3 minutos. Luego se agregaron 300 µL de solución de carbonato de sodio al 1N. La mezcla se llevó a un ambiente oscuro a temperatura ambiente por 2 horas. Se realizaron las lecturas de absorbancia, a una longitud de onda de 725nm frente a un blanco de reacción. Se elaboró una curva estándar con ácido gálico (0,0, 5,0, 10,0, 15,0, 20,0, 25,0, 30,0 µg/mL). Se realizaron las pruebas por triplicado y los resultados se expresaron como miligramos equivalentes de ácido gálico por gramo de extracto (mg GAE/g). (Anexo 13, 14, 15 y 16).

3.3.7. Determinación del contenido de ácidos fenólicos

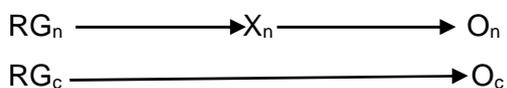
Se procedió de acuerdo a la metodología descrita por Martino *et al.*⁵¹. Se tomó 1 mL de las muestras y se midió directamente a la longitud de onda de 330 nm, utilizando metanol como blanco. Una curva de calibración se elaboró con ácido clorogénico como estándar (0,04; 0,05; 0,13; 0,25; 0,50; 1,00 µg/mL). Se realizaron las pruebas por triplicado y los resultados se expresaron como microgramos equivalentes de ácido clorogénico por gramo de extracto (µg EAC/g). (Anexo 17, 18 y 19).

3.3.8. Determinación del contenido de ácidos fenólicos por cromatografía en capa fina

Las muestras fueron desengrasadas previamente con éter de petróleo (Anexos 20, 21 y 22) y llevadas a sequedad en una estufa. Se aplicaron sobre cromatofolios de aluminio 20 x 20 (Merck®), conteniendo silicagel G con indicador fluorescente y la mezcla de solventes fue butanol: ácido acético glacial: agua (20, 5, 25) (Anexo 23, 24, 25 y 26). Los cromatogramas desarrollados se revelaron con luz ultravioleta a 254 nm y 366 nm (Anexo 27). Se demarcó las manchas observadas bajo la luz ultravioleta; con un bisturí fueron recuperadas y se colocaron en tubos de ensayo, disolviéndose con metanol (Anexo 28 y 29). Se realizó la lectura de la curva espectral en el rango de 200 a 400 nm en un espectrofotómetro UV – Vis, registrándose los picos característicos (Anexos 30, 31 y 32).⁵²

3.4. Diseño de investigación

Es básico – experimental, porque se evaluará la variación del contenido de ácidos fenólicos y fenoles totales por efecto del germinado, en relación con las semillas sin germinar.



Donde:

RG_n: son los tratamientos con semillas germinadas

X_n: estímulo experimental (germinación)

O_n: Observaciones pos test

3.5. Análisis de datos

Con los datos obtenidos de tres determinaciones, se calculó la media ± desviación estándar para el contenido de fenoles totales y ácidos fenólicos de las 10 variedades en estudio. Las diferencias entre las variedades fueron analizadas mediante análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia estadística de 95 % respectivamente y la prueba complementaria de Scheffé, para determinar qué variedad mostró menor y mayor contenido de ácidos fenólicos y fenoles totales, respectivamente.

IV. RESULTADOS

Tabla 12. Porcentaje de incremento de peso y rendimiento del extracto hidroalcohólico de semillas germinadas de diez variedades de *Chenopodium quinoa* Willd “quinua”.

Variedades de quinua	Obtención de germinados				Obtención del extracto liofilizado			
	Muestra antes de germinar(g)	Muestra germinada húmeda (g)	Muestra germinada seca (g)	Incremento de peso (%)	Muestra germinada (g)	Extracto obtenido (g)	Rendimiento (%)	Peso de Liofilizado
BCh	40	137,40	72,20	80,50	10	1,75	17,5	4,50
BA	40	146,50	58,90	47,25	10	1,66	16,6	4,25
RP	40	146,50	55,80	39,50	10	1,75	17,5	4,36
NCo	40	160,10	58,00	45,00	10	1,85	18,5	4,37
BJ	40	170,50	58,00	45,00	10	1,83	18,3	4,45
QN	40	128,00	46,90	17,25	10	1,92	19,2	4,50
QA	40	108,00	57,10	42,75	10	1,84	18,4	4,70
MA	40	110,00	48,00	20,00	10	1,85	18,5	4,45
NC	40	192,00	45,00	12,50	10	1,90	19,0	4,47
AM	40	184,00	72,20	80,50	10	1,95	19,5	4,68

Leyenda: BCh: Blanca choclito; BA: Blanca arete; RP: Roja pasankalla; NCo: Negra ccollana; BJ: Blanca junín; QN: Quinoa negra; QA: Quinoa amarilla; MA: Matachin; NC: Negra ccoito.AM: Amarilla marangani.

Tabla 13. Porcentaje de rendimiento de extractos hidroalcohólicos de semillas sin germinar de diez variedades de *Chenopodium quinoa* Willd “quinua” Ayacucho-2023.

Variedades de quinua	Rendimiento del extracto hidroalcohólico			
	Muestra sin germinar (g)	Extracto obtenido (g)	Rendimiento (%)	peso de Liofilizado(g)
BCh	10,0	1,89	18,90	4,12
BA	10,0	2,00	20,00	4,15
RP	10,0	2,01	20,10	4,05
NCo	10,0	2,04	20,40	4,12
BJ	10,0	2,17	21,70	4,17
QN	10,0	2,09	20,90	4,08
QA	10,0	2,18	21,80	4,01
MA	10,0	2,08	20,80	4,03
NC	10,0	2,00	20,00	4,09
AM	10,0	2,07	20,70	4,06

Leyenda: BCh: Blanca choclito; BA: Blanca arete; RP: Roja pasankalla; NCo: Negra ccollana; BJ: Blanca junín; QN: Quinoa negra; QA: Quinoa amarilla; MA: Matachin; NC: Negra ccoito; AM: Amarilla marangani.

Tabla 14. Contenido de ácidos fenólicos y fenoles totales en variedades de semillas sin germinar (SG) y germinadas (G) de *Chenopodium quinoa* Willd “quinua” Ayacucho -2023.

Variedad	Ácidos fenólicos (mg ACE/g de muestra)		Fenoles Totales (mg GAE/g de muestra)		Relación AF/FT (%)	
	SG	G	SG	G	SG	G
BCh	2,24±0,05 ^b	5,19±0,05 ^g	88,30±6,62 ^a	307,89±10,77 ^g	2,54	1,68
BA	3,05 ±0.06 ^{c, d}	3,08±0,06 ^d	116,87±3,52 ^b	186,80±2,62 ^e	2,62	1,65
RP	5,61±0,31 ^e	2,04±0,08 ^b	194,42±6,48 ^d	97,82±4,01 ^b	2,88	2,09
NCo	5,95±0,25 ^e	4,01±0,18 ^e	271,16±5,56 ^f	190,88±5,22 ^e	2,19	2,10
BJ	3,14±0,09 ^{c, d}	2,61±0,09 ^c	116,60±3,13 ^b	142,18±4,15 ^c	2,66	1,88
QN	2,30±0,09 ^b	1,14±0,02 ^a	124,76±4,47 ^{b, c}	100,27±2,06 ^b	1,84	1,14
QA	0,94±0,02 ^a	4,49±0,07 ^f	84,22±2,62 ^a	252,65±10,12 ^f	1,12	1,77
MA	2,95±0,14 ^c	5,34±0,07 ^g	252,11±4,49 ^e	165,58±1,55 ^d	1,17	3,23
NC	2,38±0,04 ^b	1,84±0,06 ^b	136,19±6,31 ^c	46,94±2,28 ^a	1,75	3,99
AM	3,52±0,04 ^d	1,32±0,04 ^a	186,26±12,11 ^d	131,84±3,52 ^c	1,88	1,00
Promedio	3,22±0,12	3,11±0,10	157,19±5,53	162,29±4,63	2,07	2,05

Leyenda: BCh: Blanca choclito; BA: Blanca arete; RP: Roja pasankalla; NCo: Negra collana; BJ: Blanca junín; QN: Quinoa negra; QA: Quinoa amarilla; MA: Matachin; NC: Negra ccoito; AM: Amarilla marangani.

ANOVA: p<0,05

Tabla 15. Longitud de onda(nm) de las curvas espectrales obtenidas de las fracciones F₁, F₂ y F₃ de los extractos hidroalcohólicos del germinado de variedades de *Chenopodium quinoa* Willd “quinua” Ayacucho-2023.

Variedades	Fracciones (longitud de onda en nm)		
	F ₁	F ₂	F ₃
BCh	265 – 355	277 – 343	276 – 355
BA	273 – 300	290 – 330	278 – 355
RP	276 – 355	274 – 355	279 – 355
NCo	278 – 355	270 – 355	279 – 355
BJ	275 – 355	270 – 355	281 – 355
QN	274 – 355	278 – 315	278 – 355
QA	274 – 355	265 – 355	278 – 355
MA	271 – 355	269 – 355	278 – 355
NC	270 – 355	260 – 330	272 – 329
AM	265 – 355	265 - 355	276 – 305

Leyenda: BCh: Blanca choclito; BA: Blanca arete; RP: Roja pasankalla; NCo: Negra ccollana; BJ: Blanca junín; QN: Quinoa negra; QA: Quinoa amarilla; MA: Matachin; NC: Negra ccoito; AM: Amarilla marangani.

V. DISCUSIÓN

El *Chenopodium quinoa* Willd “quinua”, es una especie oriunda de los andes peruanos, adaptada a condiciones agrestes del ambiente y por ello fue denominado grano de oro, siendo las semillas el producto de gran interés alimenticio puesto que presenta aminoácidos esenciales en mayor cantidad que otros cereales andinos, así mismo, contiene ácidos grasos esenciales, vitaminas, minerales, fibras dietéticas y no presenta gluten, como también, presentan fitoquímicos como saponinas, esteroides, terpenos; siendo los taninos, ácidos fenólicos, flavonoides los más importantes, esto implica que la quinua posee compuestos químicos con capacidad de prevenir enfermedades inflamatorias y degenerativas, en esencia los compuestos fenólicos vienen siendo estudiadas por las bondades farmacológicas que presentan, la quinua contiene una variedad de compuestos fenólicos entre las que resalta los ácidos fenólicos, no obstante, las semillas de la quinua se disponen de coloración variada y por ello existe una diferenciación del contenido entre cada variedad.

En la **Tabla 12**, se observa el aumento del porcentaje de peso de la semilla de *Chenopodium quinoa* Willd “quinua” antes de germinar con el germinado obtenido y también el porcentaje de rendimiento por la extracción realizada. Se obtuvo que las variedades BCh y AM tuvieron un incremento de peso de 80,50% después del proceso germinativo, mientras que las variedades BA, RP, NCo, BJ y QA tuvieron un incremento de peso que no superó el 50% del peso inicial y finalmente QN, Ma y NC tuvieron un resultado inferior al 20% siendo las variedades de menor aumento de peso durante el proceso germinativo. Así mismo, para el rendimiento de la extracción se obtuvo que las variedades de QN (19,2%), NC (19,0%) y AM (19,5%) mostraron un rendimiento superior frente a las otras, mientras que las variedades BCh, BA y RP son las variedades de menor rendimiento obtenido. El aumento de peso durante el proceso germinativo se debe posiblemente a los

procesos bioquímicos desarrollado por enzimas y hormonas lo que generaría el aumento de peso, compuestos de interés nutricional y lo que respecta a nuestro estudio el aumento de compuestos fenólicos⁵³, estudios desarrollados por Aldana M.⁵⁴ y Ampuero & Hallasi⁵⁵, que mencionan que en el proceso germinativos existe un aumento del contenido de fibra, humedad, polifenoles y otros fitoquímicos en comparación con las semillas maduras siendo de gran valor medicinal⁵⁶, a su vez disminuye el contenido de carbohidratos, lípidos y cenizas por el mismo proceso germinativo.

En la **Tabla 13**, se observa el aumento del porcentaje de rendimiento por la extracción realizada de las semillas *Chenopodium quinoa* Willd “quinua” sin germinar. Se obtuvo como resultado que la mayoría de las variedades tuvieron un alto rendimiento (18,90 a 21,80%), siendo la QA la de mayor extracción y BCh la menor extracción. En el proceso de extracción se utilizó como solvente el etanol al 80%, el rendimiento de la extracción está ligada íntimamente con los compuestos de interés a extraer y el solvente utilizado, lo que respecta nuestro estudio para los compuestos fenólicos se extraen con solventes polares como el agua, etanol, metanol, acetona y mezclas acuosas⁵⁷, lo que podría influir en la extracción realizada, por otro lado, se conoce que los granos de quinua poseen elevados contenidos de proteínas, como también fibra y grasas⁵⁸, lo que podría influir en la extracción puesto que la solubilidad de estos compuestos presentan mayor solubilidad en otros solventes o mezclas de solventes, por lo que no sería solubilizados y extraídos por el solvente que se utilizó.

La **Tabla 14**, se muestra el resultado del contenido de ácidos fenólicos y fenoles totales obtenidos en el extracto de semillas *Chenopodium quinoa* Willd “quinua” germinada liofilizada y sin germinar. En la cuantificación de los ácidos fenólicos de las muestras sin germinar se obtuvo que las variedades RP (5,61±0,31 mg ACE/g) y NCo (5,95±0,25 mg ACE/g) son las que mostraron mayor contenido de ácidos fenólicos, mientras que la variedad QA tuvo el contenido más bajo con 0,94±0,02 mg ACE/g, por otro lado, en las muestras germinadas liofilizadas las variedades predominantes fueron BCh (5,19±0,05 mg ACE/g); NCo (4,01±0,18 mg ACE/g); QA (4,49±0,07 mg ACE/g) y Ma (5,34±0,07 mg ACE/g), mientras que las otras variedades tuvieron un menor contenido, siendo QN, NC y AM las que mostraron menor contenido inferior a 2 mg ACE/g. En cuando al contenido de ácidos fenólicos, se obtuvo evidencia suficiente para inferir que el contenido de las diez variedades de muestras sin germinar y germinadas son diferentes

estadísticamente. (Anexos 34, 35, 36, 37 y 38) En la cuantificación de fenoles totales de las muestras sin germinar se obtuvo que las variedades RP (194,42±6,48 mg GAE/g); NCo (271,16±5,56 mg GAE/g); Ma (252,11±4,49 mg GAE/g) y AM (186,26±12,11 mg GAE/g) mostraron los resultados más imponentes respecto al resto, así mismo, las variedades de BA, BJ, QN, NC, AM obtuvieron resultado entre 116 a 136 mg GAE/g a excepción de Bch (88,30±6,62 mg GAE/g) y QA (84,22±2,62 mg GAE/g) obteniendo los resultados más bajos, por otro lado, en las muestras germinadas liofilizadas las variedades predominaron la BCh (307,89±10,77 mg GAE/g) y QA (252,65±10,12 mg GAE/g), las variedades de BA, NCo, BJ, Ma y AM tuvieron un resultado entre 131 a 190 mg GAE/g a excepción de RP, QN y NC obteniendo los resultados más bajos entre 46 a 100 mg GAE/g. En cuando al contenido de ácidos fenólicos, se obtuvo evidencia suficiente para inferir que el contenido de las diez variedades de muestras sin germinar y germinadas son diferentes estadísticamente. (Anexos 33, 34, 35, 36 y 37). Asimismo, también para el contenido de fenoles totales en semillas germinadas y sin germinar, se evidencian las diferencias estadísticas (Anexos 38, 39, 40, 41 y 42).

Estos resultados coinciden con lo reportado por Carciochi *et al.*⁵⁹, quienes en su estudio de variedad Quinoa real reportan, que los ácidos fenólicos: ácido *p* – hidroxibenzoico, ácido vanílico, ácido *p*-cumárico y ácido ferulico, incrementaron su contenido más del 50%, pasado las 72 horas en comparación con la muestra a las 24 horas, asimismo, Carciochi *et al.*¹², en otro estudio también reportan que los ácidos fenólicos incrementan su contenido de una forma directamente proporcional según el tiempo de germinado, por tanto, posiblemente esto haya sucedido en la variedad BCh, quién tuvo un aumento del contenido de ácidos fenólicos de 2,24±0,05 sin germinar hasta a 5,19±0,05 mg ACE/g en semillas germinadas.

Con respecto a los ácidos fenólicos, en estudios realizados por Złotek *et al.*¹¹, quienes cuantificaron ácidos fenólicos en semillas de *C. quinoa* Willd. a una temperatura de 30°C, resaltan la presencia del ácido vanílico (13,08 ± 0,55 µg/g·DW), ácido *p*-cumárico (7,51 ± 0,31 µg/g·DW) y el ácido ferúlico (8,82 ± 0,31 µg/g·DW), respectivamente. Liu *et al.*³⁴, cuantificaron ácidos fenólicos en variedades de quinoa (*C. quinoa* Willd.) blanca, roja y negra, donde los ácidos fenólicos más resaltantes fueron: ácido vanílico (9.28 ± 0.30 ug/g), ácido *p*-cumárico (10.67 ± 0.18 µg/g), el ácido ferúlico (10.35 ± 0.27 µg/g) y ácido

isoferúlico ($9.88 \pm 0.16 \mu\text{g/g}$), respectivamente. Las semillas de quinua (*C. quinoa* Willd.), poseen varios ácidos fenólicos, tal como lo reportan Tang³ y Pa ko⁵, quienes han identificado a los ácidos 3,4-dihidroxibenzoico, ácido *p*-ácido cumárico y derivados, ácido *p*-hidroxibenzoico, ácido vainílico 4-glucósido, ácido 2,5-dihidroxibenzoico, ácido cafeico, ácido vanílico, ácido ferúlico y derivados, ácido isoferúlico, ácido cinámico y ácido siríngico, además de otros compuestos relevantes. Al-Qabba *et al.*⁶⁰, también identificaron al ácido protocatequico y ácido sináptico, en semillas de esta especie.

Con respecto a los fenoles totales, en la literatura se reporta la cuantificación de fenoles totales en diversas variedades por Rodríguez⁶¹, quién reporta que la variedad amarilla y blanca después de germinar contienen 3,84 y 3,71 mg GAE/g, respectivamente; también Fuentes¹⁰ estudió las variedades de quinua roja, negra y amarilla cultivadas en Ecuador, reportando que contenían 40,66; 35,85 y 43,67 mg GAE/g, respectivamente; asimismo, Złotek *et al.*¹¹, muestra que a la temperatura de germinación (30°C), las variedades de quinua roja y amarilla contenían $27,92 \pm 0,98$ y $14,82 \pm 0,58$ mg GAE/g, respectivamente; Al-Qabba *et al.*⁶⁰, determinaron que las semillas germinadas obtuvieron para la quinua roja $257,10 \pm 28,21$ mg GAE/100g a los 3 días de germinado y para la quinua amarilla de $259,02 \pm 5,84$ mg GAE/100g a los 6 días de germinado. Es decir, existe influencia de la variedad en el contenido de fenoles totales, según el tiempo de germinado.

Por otro lado, Gutiérrez⁶², reportó que los germinados de las variedades Amarilla maranganí, Negra collana, Roja pasankalla y Blanca Junín obtuvieron un resultado inferior a la presente investigación, posiblemente porque fue realizado en época de dormancia de las semillas, entre los meses de octubre a marzo y no reporta el rendimiento del germinado. Mendoza⁶³, en su estudio del germinado de 8 variedades de quinua reportó que contienen entre 99,7 a 166,4 mg GAE/100g, correspondiente a las variedades Salcedo y Kcoyto, respectivamente; Leguía⁶⁴, también evidenció que las variedades Pasankalla, Negra collana y Salcedo INIA obtienen 41,77; 40,33 y 30,88 mg GAE/100g respectivamente; Hinostroza⁹, también reportó que las variedades Blanca Huancayo, Roja pasankalla y Negra collana contienen 32,42; 30,19 y 40,33 mg GAE/100 g, respectivamente; Repo y Encina²⁵, reportan el contenido de fenoles totales de Blanca juli (1.42 ± 0.5); Kcancolla (1.57 ± 0.3); La Molina 89 (1.97 ± 0.2) y Sajama (1.63 ± 0.1) resultados en mg GAE/g de muestra; y finalmente, Chairez⁶⁵, menciona el contenido en

quinua amarilla (102.54 ± 5.28 mg GAE/100g); quinua roja (85.67 ± 6.91 mg GAE/100g); quinoa orgánica (57.07 mg GAE/100g) y quinua negra (50,52 mg GAE/100g), respectivamente.

El tiempo de germinación influye de manera positiva y directamente con el contenido fenólico tal como indica Carciochi *et al.*¹², Rodríguez⁶¹, Choque⁶ y Leguía⁶⁴, Al-Qabba *et al.*⁶⁰, quienes concluyen de acuerdo a sus resultados obtenidos individualmente que en un mayor tiempo de germinación se obtendrá un mejor contenido de fenoles totales, mientras que para Rodríguez⁶¹ 100 horas fue el tiempo adecuado, para Carciochi *et al.*¹² fue 48 horas y para Choque⁶ el tiempo óptimo también fue de 48 horas de germinado, para Al-Qabba *et al.*⁶⁰, el tiempo óptimo fue de 3 y 6 días de germinado, tiempos donde se obtuvieron un mejor resultado en comparación con menores tiempos de germinado, sin embargo, estas diferencias obtenidas entre los autores y con nuestro resultado se debe también a factores como la variedad, el tipo de extracción realizado, condiciones del ambiente de germinación, por ello, Hinostroza⁹ también menciona que la temperatura del ambiente donde se desarrolla el proceso de germinado también genera un efecto relevante aumentando su cantidad de fitoquímicos, así mismo, Złotek *et al.*¹¹, en su estudio con la quinua roja y blanca evidenció que a una temperatura de 30 °C se obtenían mejores resultados en cuanto a los fenoles totales en comparación a 45°C que la diferencia era insignificante y a 60°C donde el contenido disminuyó probablemente a desnaturalización de los compuestos en razón a la temperatura expuesta. Según lo mencionado podemos concluir que la mayoría de trabajos con germinado de quinua indican que mientras más tiempo de germinado, mejor será el contenido fenoles totales y el tiempo óptimo de germinado se encuentra por encima de las 48 horas en la gran mayoría, por lo que nuestro estudio desarrollo un tiempo de germinado de 72 horas, sin embargo, en comparación con los resultados obtenidos nuestro estudio evidenció que nuestras variedades de *C. quinoa* “quinua”, presentan un mayor contenido de fenoles totales, así mismo, el aumento significativo de los compuestos fenólicos en general, afecta positivamente a la actividad biológica que tienen los polifenoles que también puede ser mayores, lo cual se verifica en el estudio de Álvarez *et al.*²⁰, quien concluyó que la muestra de semilla de quinua germinada mostró un aumento de la capacidad antioxidante en comparación de las semillas maduras.

Se observa que gran parte de las variedades sufren una disminución del contenido de fenoles totales durante el proceso de germinado, a excepción de BA, BJ, QA,

que muestran un aumento, en esencia los compuestos fenólicos están unidos mediante enlaces éster a las cadenas laterales de arabinosa, arabinosilanos y lignina⁶⁶, y el incremento de los compuestos fenólicos esto se debe posiblemente a la acción que cumplen las esterasas endógenas que son sintetizadas durante el proceso germinativo lo que ocasiona a la liberación de compuestos fenólicos que se encuentran unidos a la pared celular, así mismo, las mismas reacciones bioquímicas desarrolladas en proceso de germinación contribuyen a la síntesis de otros compuestos fenólicos⁶⁷, por otro lado, el uso del solvente de extracción cumple la función de solubilizar los metabolitos secundarios, mientras que nuestro estudio se utilizó una mezcla de etanol al 80%, mientras que Tian *et al.*⁶⁸, el metanol acuoso es el solvente adecuado para lograr extraer compuestos fenólicos libres y a su vez recomienda que utilizar hidrólisis ácida y alcalina son los adecuados para extraer compuestos fenólicos conjugados y es por eso que el trabajo de Qian *et al.*⁶⁹, en variedades de quinua negra, roja y blanca se identificaron en mayor cantidad compuestos flavonoides de tipo flavonol y flavona, esto nos da la idea de que un adecuado solvente a utilizar también podría implicar mejores resultados, no obstante, las diferencias en los polifenoles contenidos y producidos por cada cultivar de quinua no se han determinado a gran escala, lo cual podría concluir inferencialmente que algunas variedades de quinua poseen mayor contenido de compuestos fenólicos en comparación que otras por factores genotípicos.

La **Tabla 15**, se reporta las longitudes de onda características identificados mediante espectrofotometría UV-vis de las fracciones recuperadas de la cromatografía en capa fina de cada variedad, en el cual, se observan tres bandas bien definidas (F_1 , F_2 y F_3), las cuales corresponden a compuestos que se han separado de acuerdo a su peso molecular. En F_1 , se observa que en la mayoría de las especies un pico entre 265 a 278 nm y otro en 355 nm; mientras que en la variedad BA se observa un pico a 300 nm. En F_2 , se muestra que la mayoría de las muestras presenta un pico entre 260 a 278 nm y otro entre 315 a 355 nm, siendo muy variable este segundo pico. Finalmente, en F_3 , se aprecia un pico entre 272 a 281 nm y otro en 355 nm en la mayoría de los casos, salvo para la variedad NC (329 nm) y AM (305 nm).

En la literatura reportado por Tang *et al.*³, hay evidencia con la cual tentativamente podemos concluir que en la variedad BCh y AM (265-355) podría estar presente el ácido *p*-cumárico glucósido, ácido vanílico; en NC, NCo y BJ podrá estar presente ácido cafeico (270nm); BA (290-330 nm) ácido verátrico, ácido

protocatequico, ácido ferúlico 4-glucósido, ácido isoferúlico, ácido *p* – cumárico³, -1-cafeoilglucosa, ácido *cis* -3-cafeoilquínico, 1-cafeoilglucosa⁷⁰, ácido *trans-p*-coumárico⁷¹; QN (278-315 nm) ácido 4 – glucosil – *p* – cumárico, ácido siríngico; AM (276-305 nm) ácido siríngico⁴⁹; NC (260 -330 nm) ácido verátrico, ácido protocatequico⁴⁹; NCo, RP, BA, QN, QA y Ma epicatequina (279), ácido epigalocatéquico (279)⁷¹; NC y BA -1-cafeoilglucosa (326 y 296 (sh) nm); NC (272-329) ácido 3-cafeoilquínico, ácido *cis* -3-cafeoilquínico⁷⁰. Por tanto, se ha evidenciado la presencia de ácidos fenólicos derivados del ácido benzoico y del ácido cinámico, predominando los derivados del ácido cinámico.

La literatura consultada de estos compuestos identificados y reportados se aproximan a estar dentro del rango del espectro obtenido por las 3 fracciones, esto implicaría que posiblemente estos compuestos estén presentes en las diez variedades de *Chenopodium quinoa* Willd “quinua”, el método utilizado para determinar las comparaciones fue la cromatografía que se basa en un método de separación, utilizado para separar compuestos químicos a partir de una mezcla es muy rápida, sensible y económica⁷², posteriormente se realizaron lecturas espectrofotométricas, para aseverar la información detallada es necesario aplicar métodos más específicos que dilucidan la estructura de los compuestos identificados cualitativamente en nuestro estudio.

En consecuencia, los granos *C. quinoa* “quinua” poseen una elevada concentración de polifenoles los cuales por estudios previos poseen actividades farmacológicas de gran importancia como antioxidantes, antibacterianas y anticancerígenas los cuales son beneficiosas para la salud humana⁶⁹. En el presente estudio, se logró la determinación del contenido de fenoles totales y ácidos fenólicos en 10 diferentes cultivares de semillas germinadas de quinua, en el cual, con nuestros resultados obtenidos en semillas germinadas se puede promover su importancia nutricional, como nutracéutico.

VI. CONCLUSIONES

1. Se Identificaron 13 ácidos fenólicos presentes en semillas germinadas de diez variedades de *Chenopodium quinoa* Willd "quinua", del núcleo del ácido benzoico y cinámico.
2. La semilla germinada de la variedad Blanca choclera tuvo mayor contenido de fenoles totales ($307,89 \pm 10,77$ mg GAE/g) ($p < 0,05$), mientras que, en semillas sin germinar de la variedad Negra ccollana tuvo mayor contenido ($271,16 \pm 5,56$ mg GAE/g).
3. La semilla germinada de la variedad Matachín tuvo mayor contenido de ácidos fenólicos ($5,34 \pm 0,07$ mg ACE/g), mientras que, la semilla sin germinar de la variedad Negra ccollana tuvo mayor contenido ($5,95 \pm 0,25$ mg ACE/g).
4. La germinación tuvo influencia en la relación del contenido de fenoles y ácidos fenólicos, en algunos casos incrementando y en otros disminuyendo, independientemente del color de la variedad.

VII.RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio de optimización para la obtención de mayor contenido de fenoles totales y ácidos fenólicos, considerando como parámetros la humectación de las semillas, tiempo y temperatura de la germinación.
2. Identificar por UHPLC-MS/MS los ácidos fenólicos presentes en las muestras de semillas germinadas de *Chenopodium quinoa* Willd “quinua”.
3. Desarrollar estudios farmacológicos de fracciones aisladas obtenidas de semillas germinadas de *Chenopodium quinoa* Willd “quinua”.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Enciso-Roca EC, Aguilar-Felices EJ, Tinco-Jayo JA, Arroyo-Acevedo JL, Herrera-Calderon O. Biomolecules with antioxidant capacity from the seeds and sprouts of 20 varieties of *Chenopodium quinoa* willd. (quinoa). Plants [Internet]. 1 de noviembre de 2021 [citado 11 de agosto de 2023];10(11):2417. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2223-7747/10/11/2417/htm>
2. Misaraime M. Capacidad antioxidante, fenoles totales y flavonoides de veinte variedades de la semilla de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Ayacucho 2022 [Internet] [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. [Huamanga-Ayacucho]: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2023 [citado 14 de enero de 2024]. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5827>
3. 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]. enero de 2015 [citado 10 de diciembre de 2023];166:380-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.018>
4. Repo-Carrasco-Valencia R, Hellström JK, Pihlava JM, Mattila PH. Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). Food Chem [Internet]. mayo de 2010 [citado 10 de diciembre de 2023];120(1):128-33. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.087>
5. Pa ko P, Sajewicz M, Gorinstein S, Zachwieja Z. Analysis of selected phenolic acids and flavonoids in *Amaranthus cruentus* and *Chenopodium quinoa* seeds and sprouts by HPLC. Acta Chromatogr [Internet]. diciembre de 2008 [citado 10 de diciembre de 2023];20(4):661-72. Disponible en: <https://doi.org/10.1556/achrom.20.2008.4.11>
6. Choque D, Leguía S, Ligarda CA, Calla M, Colque L, Suri B, et al. Phenolic Compounds, Antioxidant Capacity, and Protein Content of Three Varieties of Germinated Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). Ingeniería e Investigación, ISSN 0120-5609, ISSN-e 2248-8723, Vol 41, N° 2, 2021 [Internet]. 2021 [citado 10 de diciembre de 2023];41(2):3. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7813654&info=resumen&iidioma=ENG>
7. Sampedro M, Muñoz D, Chulde F. Determinación de la capacidad fenólica en quinua germinada de dos variedades: amarilla y blanca. Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS [Internet]. 13 de septiembre de 2022 [citado 10 de diciembre de 2023];4(4):528-41. Disponible en: <https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/267>
8. Mendoza J. Compuestos fenolicos, acidos grasos y capacidad antioxidante en quinua (*Chenopodium quinoa* willd) [Internet] [Tesis de pregrado].

- [Arequipa]: Universidad Nacional San Agustín de Arequipa; 2015 [citado 10 de diciembre de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/72>
9. Hinostroza M. Efecto de la germinación de quinua y kiwicha en el contenido de fenólicos totales, betalainas, vitamina C y actividad antioxidante [Internet] [Tesis de pregrado]. [Huancayo]: Universidad Nacional del Centro; 2020 [citado 10 de diciembre de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/7023>
 10. Fuentes H, Mendoza H. Estudio comparativo del contenido de polifenoles totales y actividad antioxidante en quinua roja, negra y amarilla (*Chenopodium quinoa* Willd) cultivada en Ecuador [Internet] [Tesis de pregrado]. [Guayaquil]: Universidad de Guayaquil; 2019 [citado 10 de diciembre de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/45374>
 11. Złotek U, Gawlik-Dziki U, Dziki D, wieca M, Nowak R, Martinez E. Influence of Drying Temperature on Phenolic Acids Composition and Antioxidant Activity of Sprouts and Leaves of White and Red Quinoa. J Chem [Internet]. 12 de febrero de 2019 [citado 10 de diciembre de 2023];2019:1-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2019/7125169>
 12. Carciochi R, Manrique G, Dimitrov K. Changes in phenolic composition and antioxidant activity during germination of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.). Int Food Res J [Internet]. 2014 [citado 19 de agosto de 2023];21(2):767-73. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/33691>
 13. Bioersivity International, OMS, FAO, PROINPA, INIAF, FIDA. Descriptores para quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. FAO publications catalogue 2022 [Internet]. 18 de octubre de 2022 [citado 4 de junio de 2023]; Disponible en: <https://www.fao.org/documents/card/es?details=a4350a58-0e3a-/>
 14. Jardín Botánico de Missouri. Tropicos | Name - *Chenopodium quinoa* [Internet]. Tropicos.org. 2024 [citado 15 de enero de 2024]. Disponible en: <https://tropicos.org/name/7200325>
 15. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego - MIDAGRI. Historia de la quinua [Internet]. [citado 10 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.midagri.gob.pe/portal/444-granos-andinos/9380-historia-de-la-quinua>
 16. Apaza V, Cáceres G, Estrada R, Pinedo R. Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Instituto Nacional de Innovación Agraria [Internet]. 2013 [citado 19 de marzo de 2023]; Disponible en: <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/76>
 17. Gawlik-Dziki U, wieca M, Sułkowski M, Dziki D, Baraniak B, Czy J. Antioxidant and anticancer activities of *Chenopodium quinoa* leaves extracts – *In vitro* study. Food and Chemical Toxicology [Internet]. julio de

- 2013 [citado 26 de diciembre de 2023];57:154-60. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.03.023>
18. Gómez-Caravaca A, Segura-Carretero A, Fernández-Gutiérrez A, Caboni M. Simultaneous Determination of Phenolic Compounds and Saponins in Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) by a Liquid Chromatography–Diode Array Detection–Electrospray Ionization–Time-of-Flight Mass Spectrometry Methodology. J Agric Food Chem [Internet]. 26 de octubre de 2011 [citado 26 de diciembre de 2023];59(20):10815-25. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/jf202224j>
 19. Tang Y, Zhang B, Li X, Chen PX, Zhang H, Liu R, et al. Bound Phenolics of Quinoa Seeds Released by Acid, Alkaline, and Enzymatic Treatments and Their Antioxidant and α -Glucosidase and Pancreatic Lipase Inhibitory Effects. J Agric Food Chem [Internet]. 2 de marzo de 2016 [citado 26 de diciembre de 2023];64(8):1712-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b05761>
 20. Alvarez-Jubete L, Wijngaard H, Arendt EK, Gallagher E. Polyphenol composition and *in vitro* antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. Food Chem. 15 de marzo de 2010;119(2):770-8.
 21. Gómez-Caravaca A, Iafelice G, Lavini A, Pulvento C, Caboni M, Marconi E. Phenolic Compounds and Saponins in Quinoa Samples (*Chenopodium quinoa* Willd.) Grown under Different Saline and Nonsaline Irrigation Regimens. J Agric Food Chem [Internet]. 9 de mayo de 2012 [citado 26 de diciembre de 2023];60(18):4620-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/jf3002125>
 22. Dini I, Carlo Tenore G, Dini A. Phenolic constituents of Kancolla seeds. Food Chem [Internet]. febrero de 2004 [citado 26 de diciembre de 2023];84(2):163-8. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00185-7](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00185-7)
 23. Fiorito S, Preziuso F, Epifano F, Scotti L, Bucciarelli T, Taddeo VA, et al. Novel biologically active principles from spinach, goji and quinoa. Food Chem [Internet]. marzo de 2019 [citado 26 de diciembre de 2023];276:262-5. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.10.018>
 24. Lin, Han, Li, Wang, Lai, Zhou. Quinoa Secondary Metabolites and Their Biological Activities or Functions. Molecules [Internet]. 9 de julio de 2019 [citado 4 de febrero de 2024];24(13):2512. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/molecules24132512>
 25. Repo-Carrasco R, Encina C. Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de cereales andinos: quinua (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*). Revista de la Sociedad Química del Perú [Internet]. 2008 [citado 31 de mayo de 2023];74(2):85-99. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2008000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es

26. Lutz M, Martínez A, Martínez EA. Daidzein and Genistein contents in seeds of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) from local ecotypes grown in arid Chile. *Ind Crops Prod* [Internet]. agosto de 2013 [citado 18 de enero de 2024];49:117-21. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.04.023>
27. Escribano J, Cabanes J, Jiménez-Atiénzar M, Ibañez-Tremolada M, Gómez-Pando LR, García-Carmona F, et al. Characterization of betalains, saponins and antioxidant power in differently colored quinoa (*Chenopodium quinoa*) varieties. *Food Chem* [Internet]. noviembre de 2017 [citado 18 de enero de 2024];234:285-94. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.187>
28. Dini I, Tenore GC, Trimarco E, Dini A. Two novel betaine derivatives from Kancolla seeds (Chenopodiaceae). *Food Chem* [Internet]. enero de 2006 [citado 18 de enero de 2024];98(2):209-13. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.014>
29. Chito DM, Ortega RA, Ahumada AF, Rosero B. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) versus soja (*Glycine max* [L.] Merr.) en la nutrición humana: revisión sobre las características agroecológicas, de composición y tecnológicas. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética* [Internet]. 24 de julio de 2017 [citado 10 de diciembre de 2023];21(2):184-98. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.14306/renhyd.21.2.256>
30. Park J, Lee Y, Kim Y, Yoon K. Antioxidant and Antimicrobial Activities of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Seeds Cultivated in Korea. *Prev Nutr Food Sci* [Internet]. 1 de septiembre de 2017 [citado 19 de agosto de 2023];22(3):195-202. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29043217/>
31. Dong S, Yang X, Zhao L, Zhang F, Hou Z, Xue P. Antibacterial activity and mechanism of action saponins from *Chenopodium quinoa* Willd. husks against foodborne pathogenic bacteria. *Ind Crops Prod* [Internet]. 1 de julio de 2020 [citado 19 de marzo de 2023];149:112350. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669020302661>
32. Yao Y, Yang X, Shi Z, Ren G. Anti-Inflammatory Activity of Saponins from Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Seeds in Lipopolysaccharide-Stimulated RAW 264.7 Macrophages Cells. *J Food Sci* [Internet]. 1 de mayo de 2014 [citado 19 de marzo de 2023];79(5):H1018-23. Disponible en: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1750-3841.12425>
33. Ren G, Zhu Y, Shi Z, Li J. Detection of lunasin in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and the *in vitro* evaluation of its antioxidant and anti-inflammatory activities. *J Sci Food Agric* [Internet]. septiembre de 2017 [citado 20 de agosto de 2023];97(12):4110-6. Disponible en: [10.1002/jsfa.8278](https://doi.org/10.1002/jsfa.8278)
34. Liu M, Zhu K, Yao Y, Chen Y, Guo H, Ren G, et al. Antioxidant, anti-inflammatory, and antitumor activities of phenolic compounds from white, red, and black *Chenopodium quinoa* seed. *Cereal Chem* [Internet]. 24 de

- mayo de 2020 [citado 20 de agosto de 2023];97(3):703-13. Disponible en: [10.1002/cche.10286](https://doi.org/10.1002/cche.10286)
35. Yao Y, Shi Z, Ren G. Antioxidant and Immunoregulatory Activity of Polysaccharides from Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Int J Mol Sci* [Internet]. 23 de octubre de 2014 [citado 19 de agosto de 2023];15(10):19307-18. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijms151019307>
 36. Lope J, Enciso E. Capacidad antioxidante, fenoles totales y flavonoides de veinte variedades de las semillas germinadas de *Chenopodium quinoa* Willd. «quinua», Ayacucho 2020. [Internet] [Tesis pregrado]. [Huamanga]: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2022 [citado 19 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4671>
 37. Han Y, Chi J, Zhang M, Zhang R, Fan S, Huang F, et al. Characterization of saponins and phenolic compounds: antioxidant activity and inhibitory effects on α -glucosidase in different varieties of colored quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Biosci Biotechnol Biochem* [Internet]. 2 de noviembre de 2019 [citado 19 de agosto de 2023];83(11):2128-39. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1080/09168451.2019.1638756>
 38. Bonilla H, Carbajal Y, Gonzales M, Vásquez V, López A. Determination of the insecticide activity of the saponine of the quinoa (*Chenopodium quinoa*) in larvae of *Drosophila melanogaster*. *Scientia Agropecuaria* [Internet]. 29 de marzo de 2019 [citado 19 de agosto de 2023];10(1):39-45. Disponible en: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.01.04>
 39. Stuardo M, San Martín R. Antifungal properties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) alkali treated saponins against *Botrytis cinerea*. *Ind Crops Prod* [Internet]. 1 de mayo de 2008 [citado 19 de marzo de 2023];27(3):296-302. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669007001598>
 40. Lozano M, Ticona E, Carrasco C, Flores Y, Almanza G. Cuantificación de saponinas en residuos de quinoa real *Chenopodium quinoa* Willd. *Revista Boliviana de Química* [Internet]. 2012 [citado 19 de agosto de 2023];29(2):131-8. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0250-54602012000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es
 41. Hu Y, Zhang J, Zou L, Fu C, Li P, Zhao G. Chemical characterization, antioxidant, immune-regulating and anticancer activities of a novel bioactive polysaccharide from *Chenopodium quinoa* seeds. *Int J Biol Macromol* [Internet]. junio de 2017 [citado 20 de agosto de 2023];99:622-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.03.019>
 42. Verza S, Silveira F, Cibulski S, Kaiser S, Ferreira F, Gosmann G, et al. Immunoadjuvant activity, toxicity assays, and determination by UPLC/Q-TOF-MS of triterpenic saponins from *Chenopodium quinoa* seeds. *J Agric Food Chem* [Internet]. 28 de marzo de 2012 [citado 19 de marzo de 2023];60(6):1033-40. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/jf2011024a023>

- 2023];60(12):3113-8. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf205010c>
43. FAO. La quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial [Internet]. Lima; 2011 jul [citado 19 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/qLjaFw>
 44. Benincasa P, Falcinelli B, Lutts S, Stagnari F, Galieni A. Sprouted Grains: A Comprehensive Review. *Nutrients* [Internet]. 17 de febrero de 2019 [citado 17 de enero de 2024];11(2):421. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/nu11020421>
 45. Courtis A. Germinación de semillas [Internet]. Corrientes - Argentina; 2013 [citado 26 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/GuiadeestudioGerminacion.pdf>
 46. Bravo L, Saura-Calixto F. Characterization of Dietary Fiber and the *In Vitro* Indigestible Fraction of Grape Pomace. *Am J Enol Vitic* [Internet]. 1998 [citado 10 de diciembre de 2023];49(2):135-41. Disponible en: <https://www.ajevonline.org/content/49/2/135>
 47. Peñarrieta J, Tejada L, Mollinedo P, Vila JL, Bravo JA. Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos. *Revista Boliviana de Química* [Internet]. 2014 [citado 6 de diciembre de 2022];31(2):68-81. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=426339682006>
 48. Rentzsch M, Wilkens A, Winterhalter P. Non-flavonoid Phenolic Compounds. En: *Wine Chemistry and Biochemistry* [Internet]. New York, NY: Springer New York; [citado 25 de diciembre de 2023]. p. 509-27. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-0-387-74118-5_23
 49. Robbins R. Phenolic Acids in Foods: An Overview of Analytical Methodology. *J Agric Food Chem* [Internet]. 1 de mayo de 2003 [citado 22 de diciembre de 2023];51(10):2866-87. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/jf026182t>
 50. Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Cisneros-Zevallos L, Hawkins Byrne D. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis* [Internet]. 1 de septiembre de 2006 [citado 7 de diciembre de 2022];19(6-7):669-75. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.01.003>
 51. Martino V, Ferraro G, Debenedetti S, Coussio J. Determinación espectrofotométrica del contenido de ácidos cafeoilquínicos en especies argentinas de compuestas usadas en medicina popular. *Acta Farmacéutica Bonaerense* [Internet]. 1989 [citado 1 de enero de 2024];8, n.º 1. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/7250>
 52. Wagner H, Bladt S (Sabine). *Plant drug analysis: a thin layer chromatography atlas*. 1996;384.

53. Pilco-Quesada S, Tian Y, Yang B, Repo-Carrasco-Valencia R, Suomela JP. Effects of germination and kilning on the phenolic compounds and nutritional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). J Cereal Sci [Internet]. julio de 2020 [citado 23 de mayo de 2023];94:102996. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.102996>
54. Aldana M. Efecto del crecimiento en el contenido de nutrientes y antinutrientes en tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de la región Junín. [Internet] [Tesis de pregrado]. [Huancayo]: Universidad Nacional del Centro del Perú; 2019 [citado 23 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12894/5053>
55. Ampuero E, 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. Puno 2019. [Tesis de pregrado]. [Punto]: Universidad Nacional del Altiplano; 2019.
56. Waliat S, Arshad MS, Hanif H, Ejaz A, Khalid W, Kauser S, et al. A review on bioactive compounds in sprouts: extraction techniques, food application and health functionality. <https://doi.org/101080/1094291220232176001> [Internet]. 2023 [citado 12 de agosto de 2023];26(1):647-65. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10942912.2023.2176001>
57. Boeing J, Barizão É, e Silva B, Montanher P, de Cinque Almeida V, Visentainer J. Evaluation of solvent effect on the extraction of phenolic compounds and antioxidant capacities from the berries: application of principal component analysis. Chem Cent J [Internet]. 22 de diciembre de 2014 [citado 25 de diciembre de 2023];8(1):48. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13065-014-0048-1>
58. Pathan S, Siddiqui RA. Nutritional Composition and Bioactive Components in Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Greens: A Review. Nutrients. 27 de enero de 2022;14(3):558.
59. Carciochi RA, Galván-D'Alessandro L, Vandendriessche P, Chollet S. Effect of Germination and Fermentation Process on the Antioxidant Compounds of Quinoa Seeds. Plant Foods for Human Nutrition [Internet]. 1 de diciembre de 2016 [citado 10 de diciembre de 2023];71(4):361-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11130-016-0567-0>
60. Al-Qabba M, El-Mowafy M, Althwab S, Alfheaid H, Aljutaily T, Barakat H. Phenolic Profile, Antioxidant Activity, and Ameliorating Efficacy of *Chenopodium quinoa* Sprouts against CCl₄-Induced Oxidative Stress in Rats. Nutrients [Internet]. 23 de septiembre de 2020 [citado 20 de diciembre de 2023];12(10):2904. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/nu12102904>
61. Rodríguez Sampedro MA. Determinación de la capacidad fenólica en quinua (*Chenopodium quinoa*) germinada de dos variedades: amarilla (iniap tunkahuan) y blanca (iniap pata de venado [Internet] [Tesis de pregrado]. [Quevedo]: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2022 [citado 12 de

- diciembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6702>
62. Gutiérrez G. Capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos de cuatro cultivares del germinado de *Chenopodium quinoa* Willd “quinua”. Ayacucho 2018. [Internet] [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. [Huamanga]: Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga; 2019 [citado 19 de diciembre de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4425>
 63. Mendoza J. Compuestos fenolicos, acidos grasos y capacidad antioxidante en quinua (*Chenopodium quinoa* willd) [Internet] [Tesis de pregrado]. [Arequipa]: Universidad Nacional San Agustín de Arequipa; 2015 [citado 18 de diciembre de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/72>
 64. Leguia S. Compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y contenido proteico de tres variedades de quinua germinada (*Chenopodium quinoa* Willd). [Internet] [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional José María Arguedas. [Andahuaylas]: Universidad José María Arguedas; 2018 [citado 18 de diciembre de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unajma.edu.pe/handle/20.500.14168/419>
 65. Chairez-Huerta SG, Trejo-Guardado VI, Bañuelos-Melero V, Cortez-Muñoz JM, Contreras-Martínez CS, Noriega-Maldonado A, et al. Compuestos fenólicos y análisis proximal en cuatro variedades de Quinua (*Chenopodium quinoa* Will). Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos [Internet]. 2020 [citado 31 de mayo de 2023];5:21-262. Disponible en: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume5/5/1/5.pdf>
 66. Hübner F, Arendt EK. Germination of Cereal Grains as a Way to Improve the Nutritional Value: A Review. Crit Rev Food Sci Nutr [Internet]. enero de 2013 [citado 19 de diciembre de 2023];53(8):853-61. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.562060>
 67. Singh A, Singh P, Kumar B, Kumar S, Dev K, Maurya R. Detection of flavonoids from *Spinacia oleracea* leaves using HPLC-ESI-QTOF-MS/MS and UPLC-QqQ_{LIT}-MS/MS techniques. Nat Prod Res. 3 de agosto de 2019;33(15):2253-6.
 68. Tian S, Nakamura K, Kayahara H. Analysis of Phenolic Compounds in White Rice, Brown Rice, and Germinated Brown Rice. J Agric Food Chem [Internet]. 1 de julio de 2004 [citado 20 de diciembre de 2023];52(15):4808-13. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/jf049446f>
 69. Qian G, Li X, Zhang H, Zhang H, Zhou J, Ma X, et al. Metabolomics analysis reveals the accumulation patterns of flavonoids and phenolic acids in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) grains of different colors. Food Chem X [Internet]. marzo de 2023 [citado 22 de diciembre de 2023];17:100594. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100594>
 70. Mateos R, Baeza G, Sarriá B, Bravo L. Improved LC-MSⁿ characterization of hydroxycinnamic acid derivatives and flavonols in different commercial

- mate (*Ilex paraguariensis*) brands. Quantification of polyphenols, methylxanthines, and antioxidant activity. *Food Chem* [Internet]. febrero de 2018 [citado 25 de diciembre de 2023];241:232-41. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.08.085>
71. Kaeswurm J, Scharinger A, Teipel J, Buchweitz M. Absorption Coefficients of Phenolic Structures in Different Solvents Routinely Used for Experiments. *Molecules* [Internet]. 31 de julio de 2021 [citado 21 de diciembre de 2023];26(15):4656. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/molecules26154656>
72. Cai L. Thin layer chromatography. *Current Protocols in Essential Laboratory Techniques* [Internet]. 2014 [citado 18 de diciembre de 2023];2014:6.3.1-6.3.18. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/277703425_Thin_Layer_Chromatography
73. Tejada T. Nueva variedad de «quinua» *Chenopodium quinoa* Wild. (Chenopodiaceae) para la sierra norte del Perú con características agronómicas y comerciales sobresalientes. *Arnaldoa* [Internet]. 2020 [citado 10 de diciembre de 2023];27(3):751-68. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992020000300751&lng=es&nrm=iso&tlng=es

ANEXOS

Anexo 1. Variedades de *C. quinoa* Willd., de acuerdo a la presencia de saponinas, color del pericarpio y del epispermo.⁷³

Variedad	Presencia de saponinas	Color del pericarpio	Color de epispermo	Tamaño de grano	Zonas de producción
INIA 431 Altiplano	Nada	Crema	Blanco	Grande	Altiplano, Costa
INIA427–Amarilla Sacaca	Mucho	Amarillo	Blanco	Grande	Valles Interandinos
INIA420 – Negra Collana	Nada	Gris	Negro	Pequeño	Altiplano, Valles Interandinos, Costa
INIA415-pasankalla	Nada	Gris	Rojo	Mediano	Altiplano, Valles Interandinos, Costa
Illpa INIA	Nada	Crema	Blanco	Grande	Altiplano
Salcedo INIA	Nada	Crema	Blanco	Grande	Altiplano, valles interandinos, costa
Quillahuaman INIA	Regular	Crema	Blanco	Mediano	Valles interandinos
Ayacuchana INIA	Mucho	Crema	Blanco	Pequeño	Valles interandinos
Amarilla marangani	Mucho	Anaranjado	Blanco	Grande	Valles interandinos
Blanca de Juli	Poca	Crema	Blanco	Pequeño	Altiplano
Blanca Junín	Regular	Crema	Blanco	Mediano	Valles interandinos y costa
Cheweca	poca	Crema	Blanco	Mediano	Altiplano
Huacariz	Poca	Crema	Blanco	Mediano	Valles Interandinos
Hualhuas	Nada	Crema	Blanco	Mediano	Valles Interandinos
Huancayo	Regular	Crema	Crema	Mediano	Valles Interandinos
Kankolla	Poca	Crema	Blanco	Mediano	Altiplano
Mantaro	Nada	Crema	Blanco	Mediano	Valles interandinos
Rosada de Junín	Regular	Crema	Blanco	Pequeño	Valles interandinos
Rosada Taraco	Mucha	Crema	Blanco	Grande	Altiplano
Rosada de Yanamango	Poca	Crema	Blanco	Mediano	Valles interandinos

Anexo 2. Certificado de identificación botánica.

CONSTANCIA

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

Que, el Bach. en Farmacia y Bioquímica, **Sr. Huber, QUISPE ARIAS**, 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 del interesado para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 3 de Marzo del 2023



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

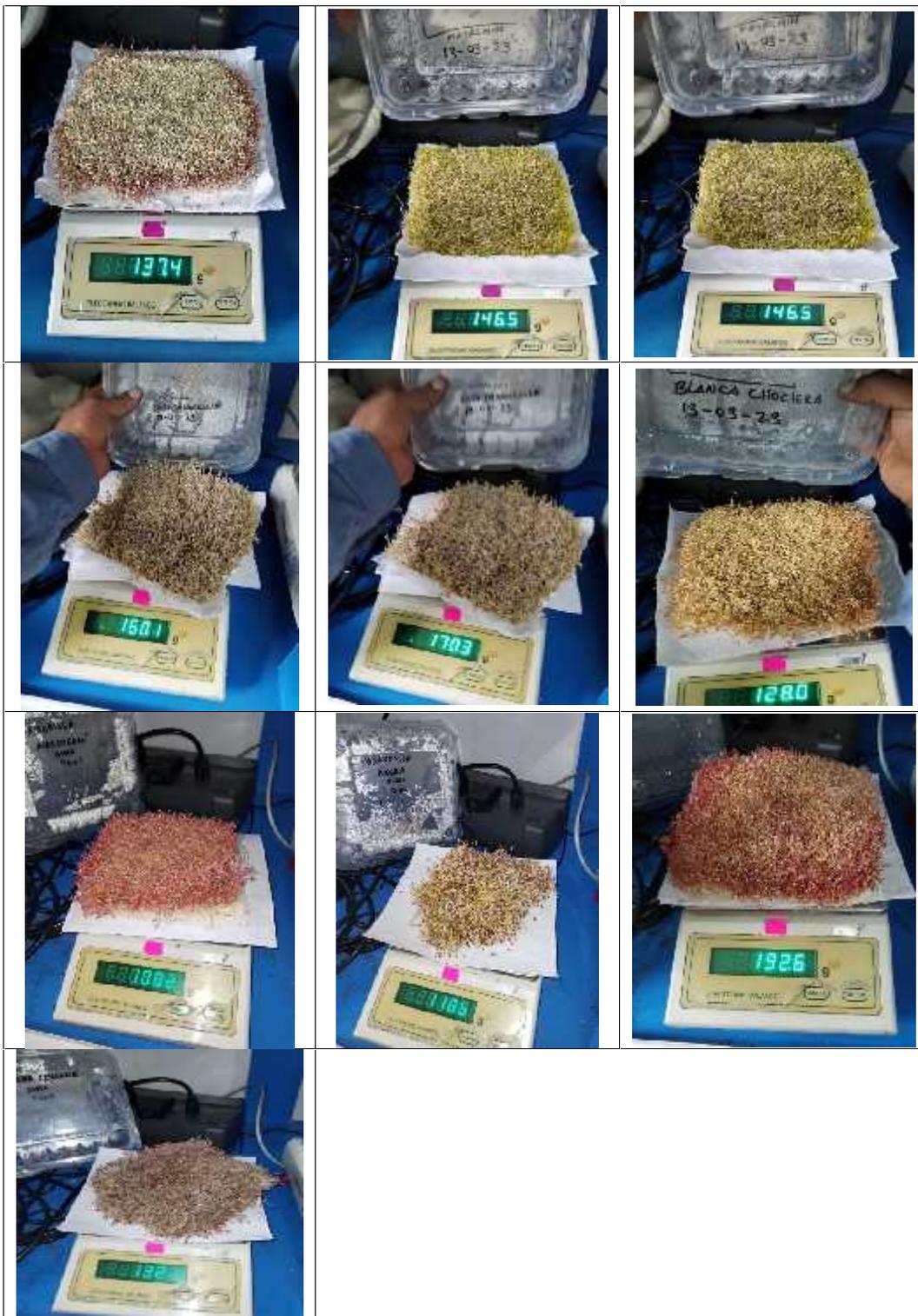
Anexo 3. Semillas de diez variedades utilizadas en la presente investigación.



Anexo 4. Semillas germinadas de las diez variedades.



Anexo 5. Pesado de las semillas germinadas frescas.



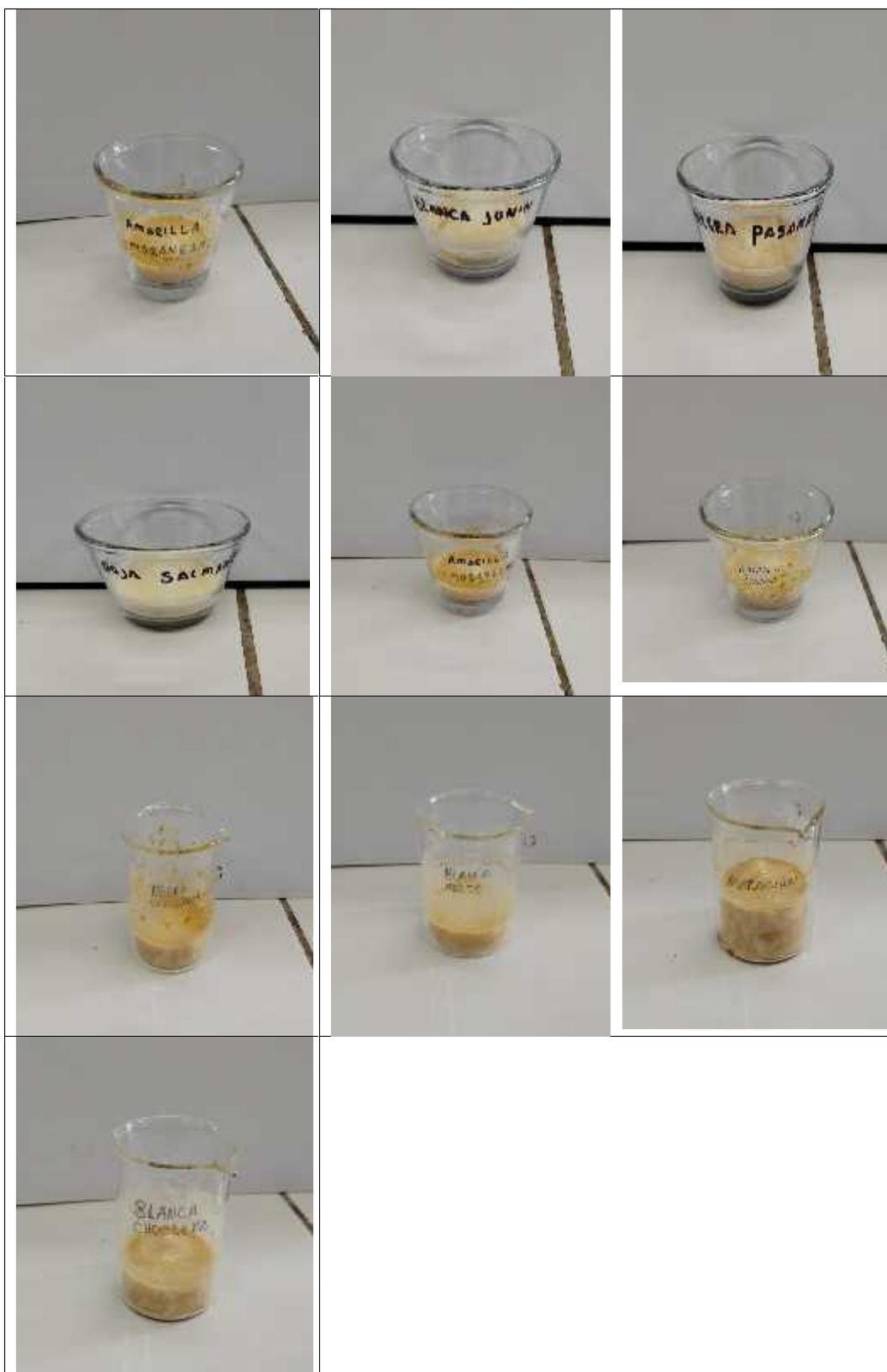
Anexo 6. Proceso de pesado de semillas germinadas desecadas.



Anexo 7. Semillas germinadas pulverizadas.



Anexo 8. Extracto hidroalcohólico liofilizado.



Anexo 9. Equipo de liofilización utilizado en el proceso de liofilización de las muestras.



Anexo 10. Extracto hidroalcohólico liofilizado.



Anexo 11. Muestra para el análisis del contenido de fenoles totales y ácidos fenólicos de semillas germinadas.



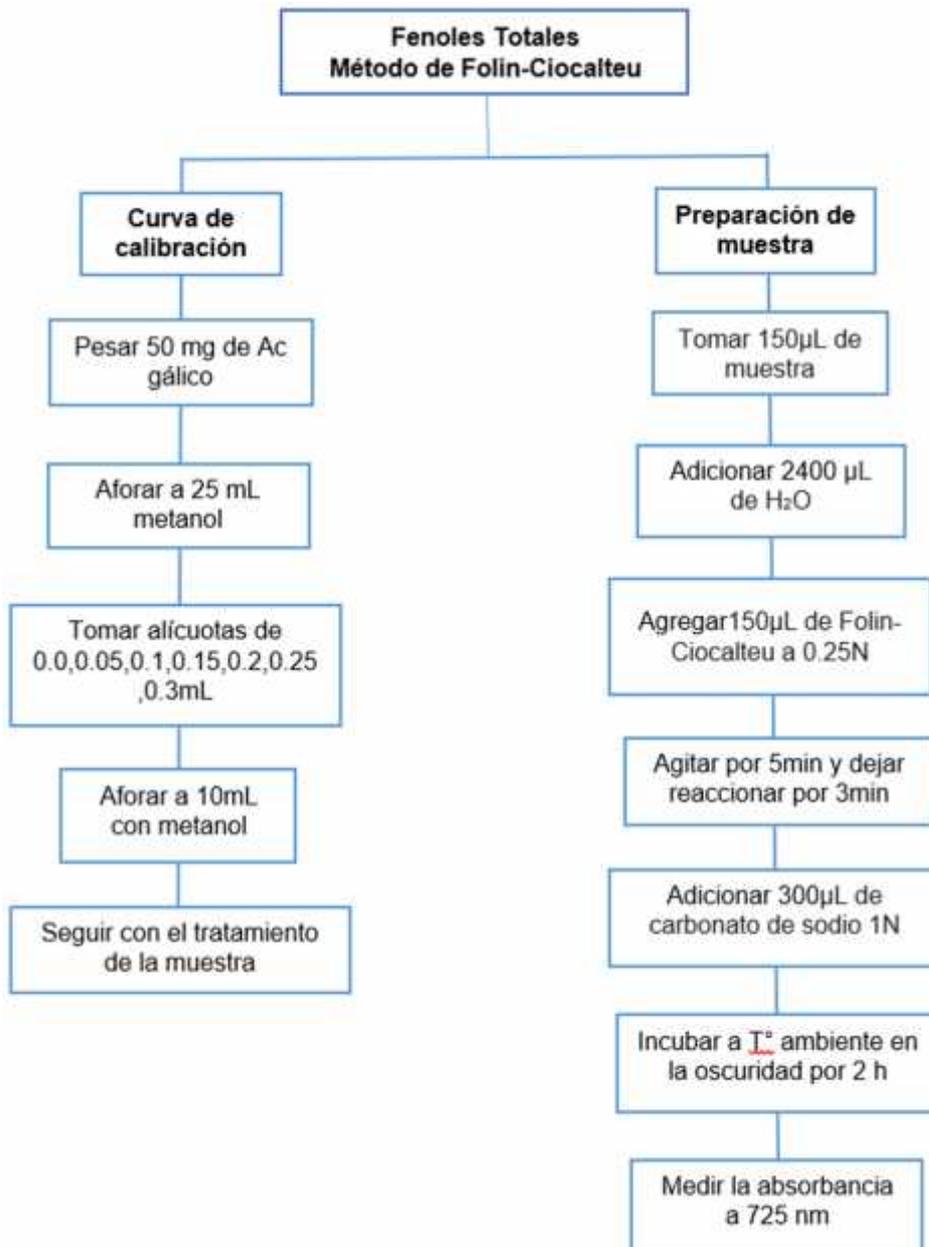
Anexo 12. Semillas sin germinar.



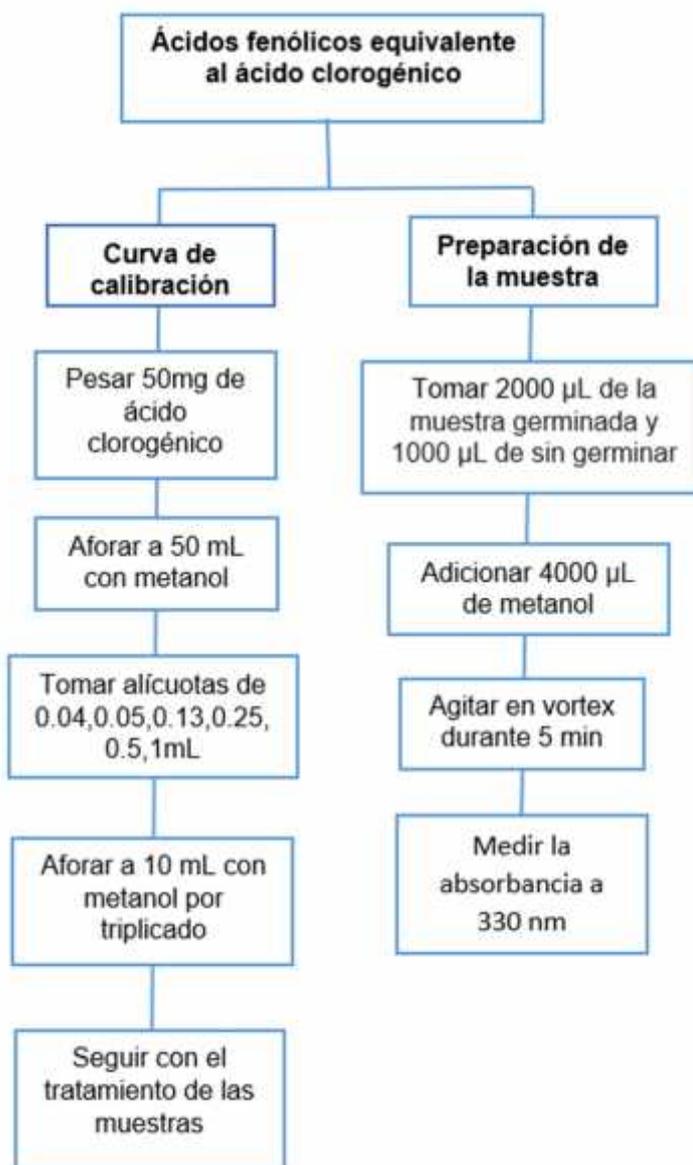
Anexo 13. Muestra para el análisis del contenido de fenoles totales y ácidos fenólicos de semillas sin germinar.



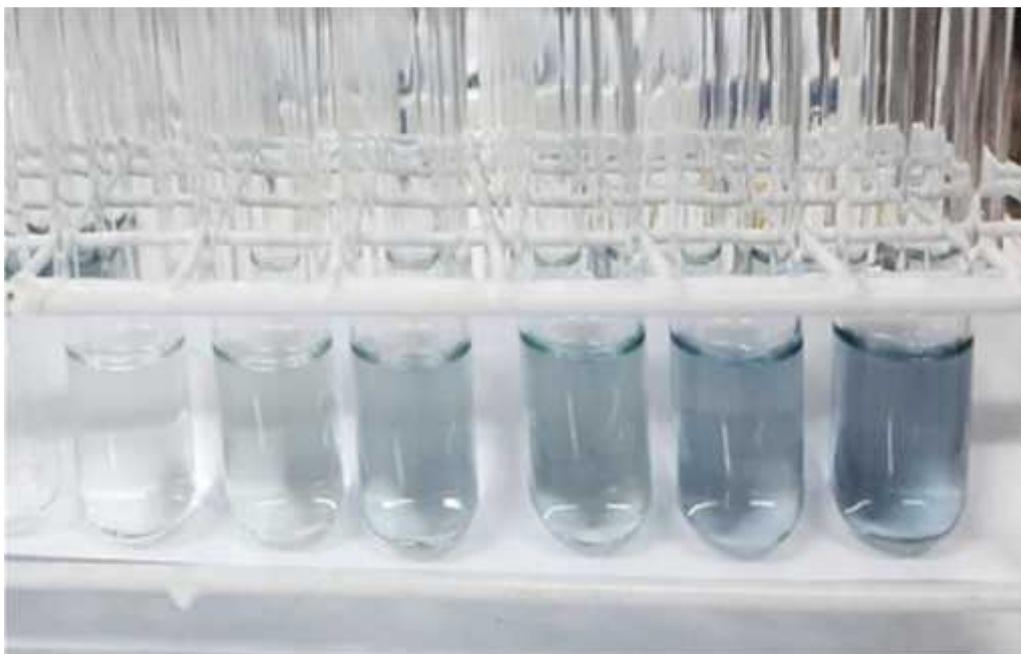
Anexo 14. Procedimiento para la determinación del contenido de fenoles totales.



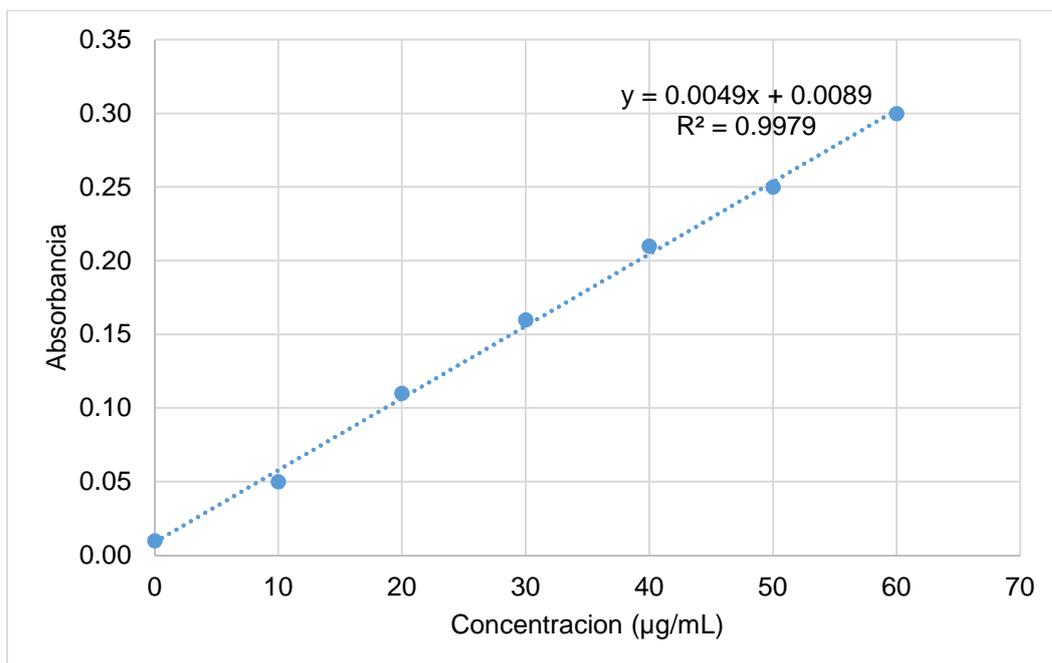
Anexo 15. Procedimiento para la determinación del contenido de ácidos fenólicos.



Anexo 16. Diluciones del ácido gálico para elaborar la curva de calibración.



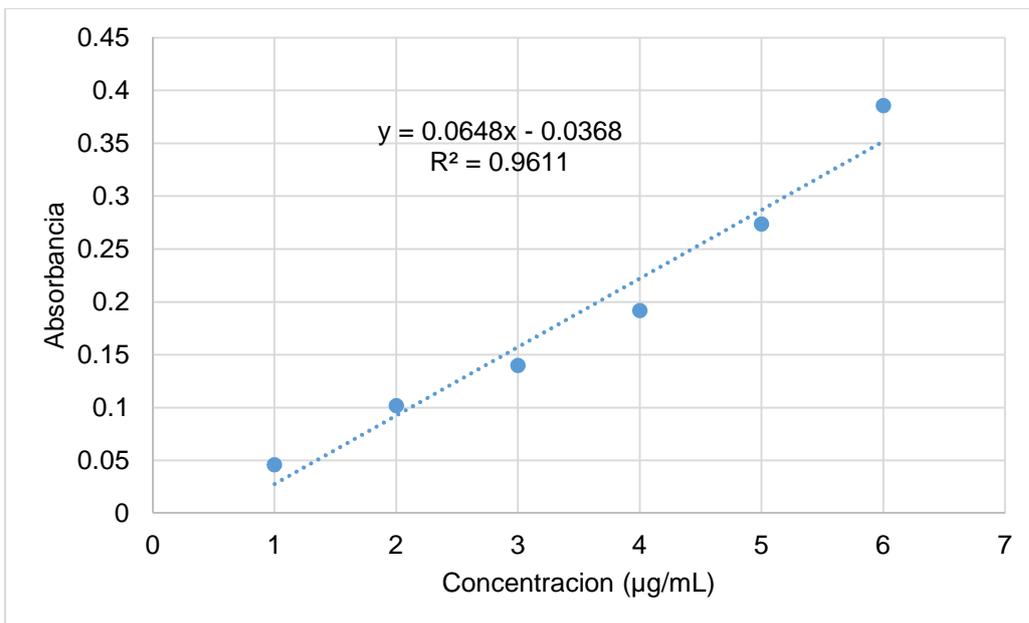
Anexo 17. Elaboración de curva de calibración de ácido gálico.



Anexo 18. Determinación del contenido de fenoles totales en las muestras.



Anexo 19. Elaboración de curva de calibración de ácido clorogénico.



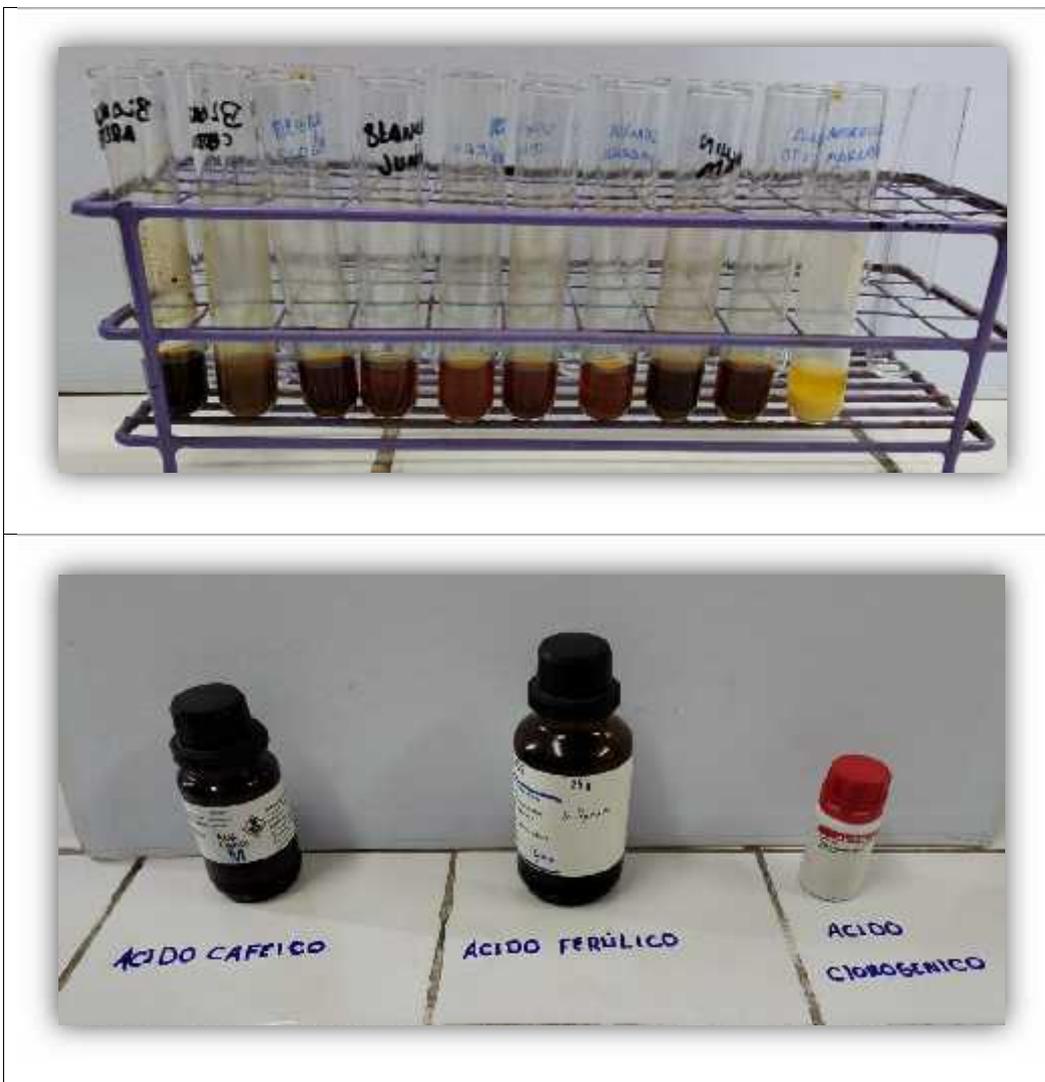
Anexo 20. Determinación del contenido de ácidos fenólicos en las muestras.



Anexo 21. Muestras para la determinación del contenido de ácidos fenólicos por cromatografía en capa fina.



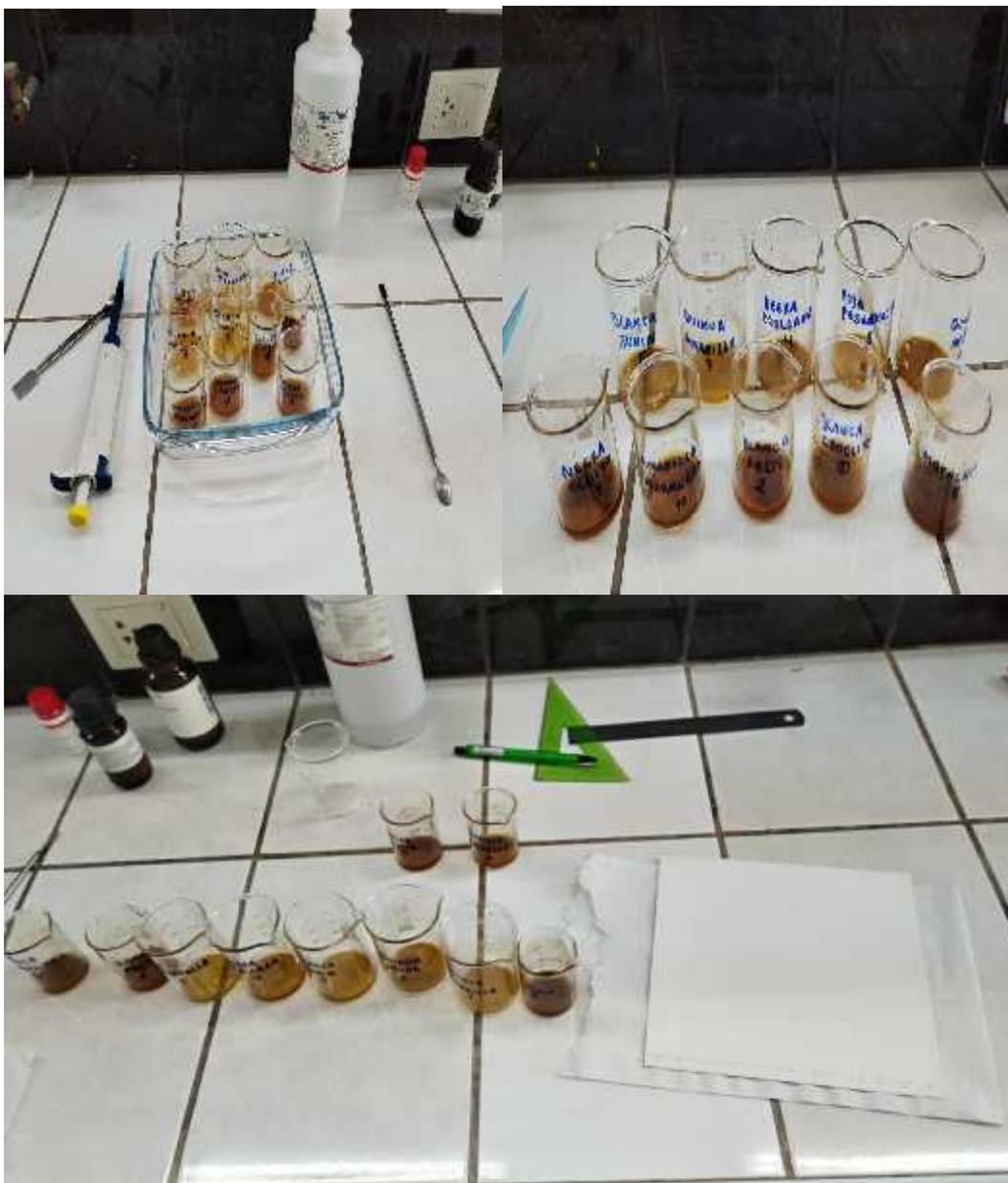
Anexo 22. Muestras y los estándares preparados para determinación de ácidos fenólicos cromatografía en capa fina.



Anexo 23. Extracción de grasas de las muestras con solventes (éter de petróleo).



Anexo 24. Preparación de las muestras con metanol para el sembrado posterior en la placa cromatográfica.



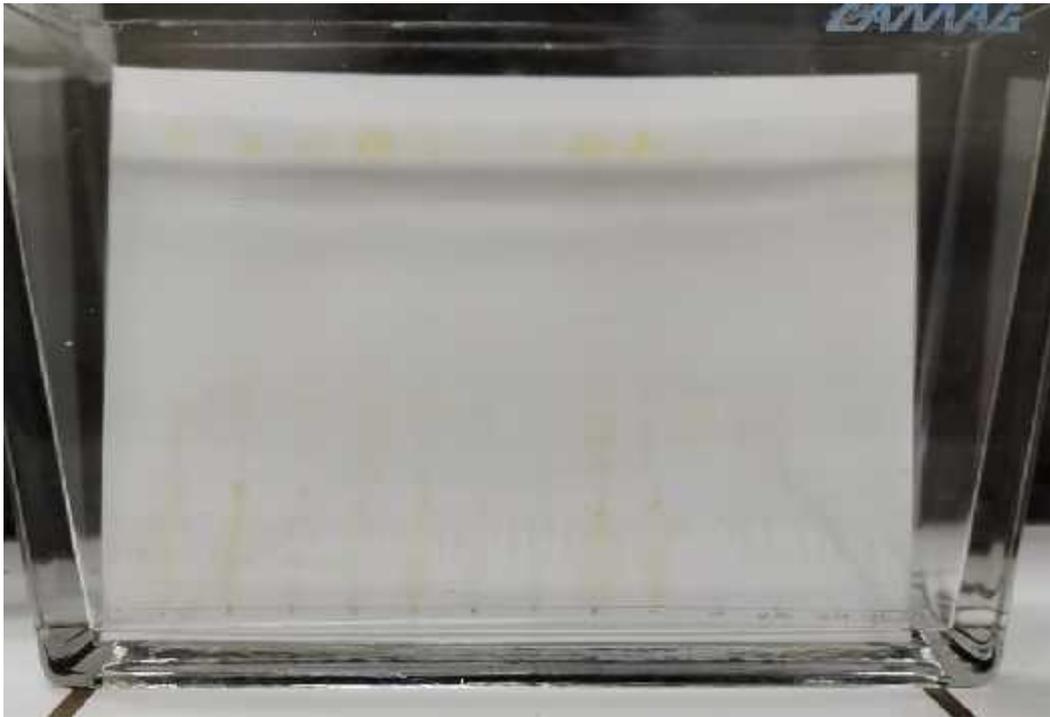
Anexo 25. Sembrado de las diez muestras.



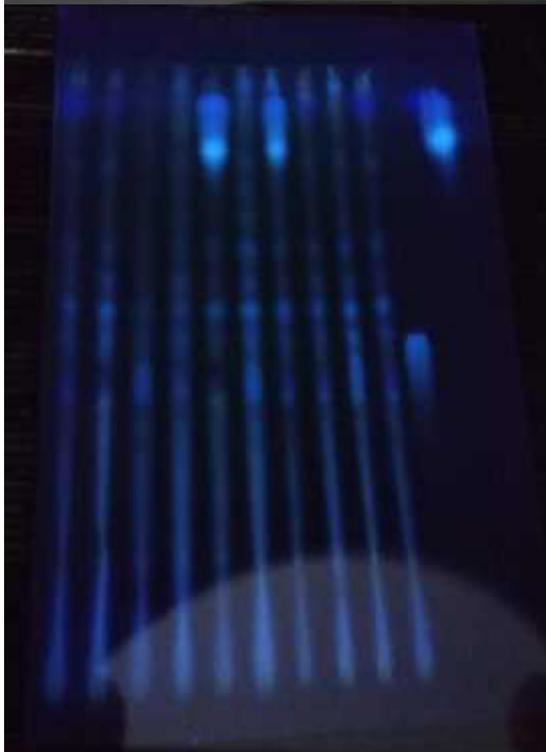
Anexo 26. Preparación del sistema solvente: butanol, ácido acético glacial y agua) para la cromatografía en capa fina.



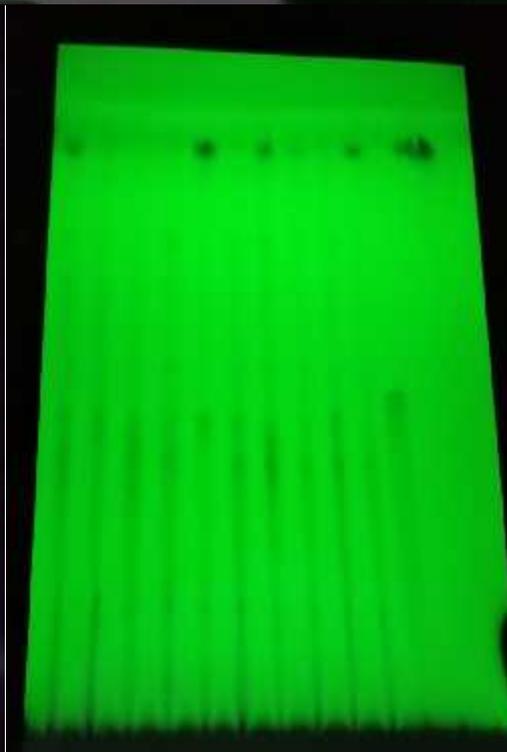
Anexo 27. Desarrollo de la cromatografía en capa fina.



Anexo 28. Revelado de la Cromatografía en capa fina con luz UV.

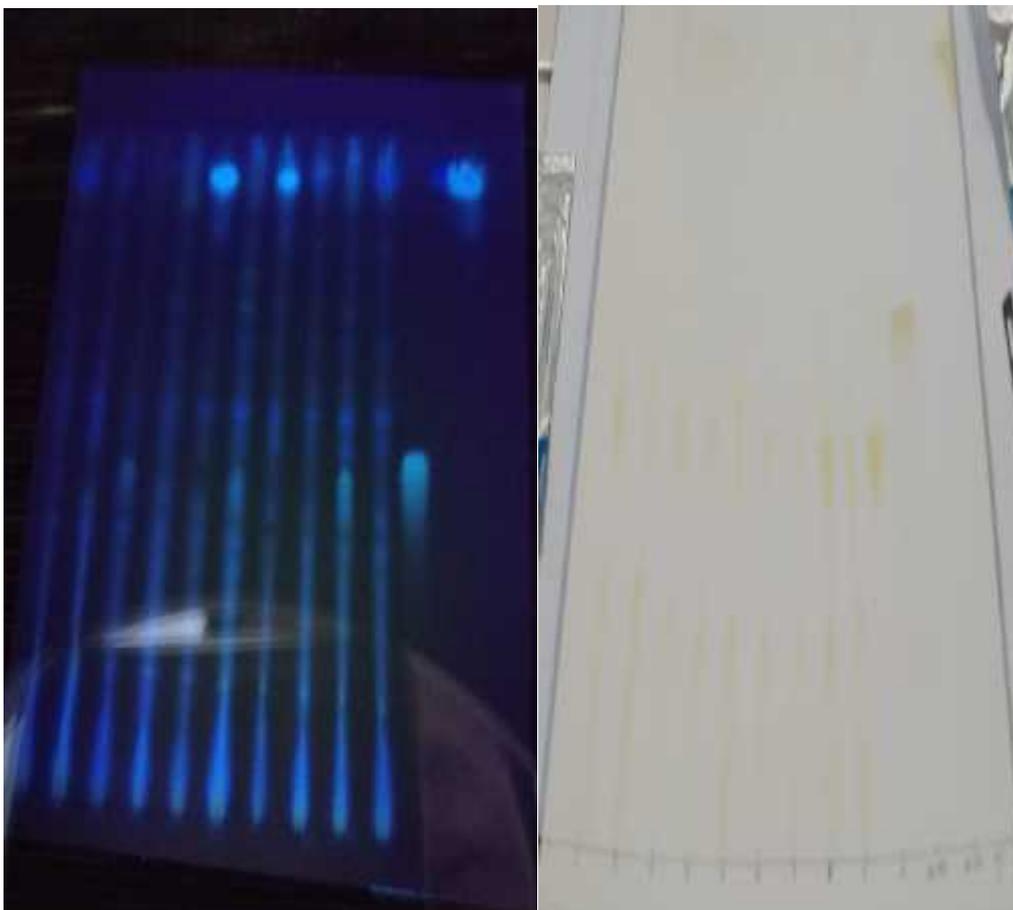


= 366 nm

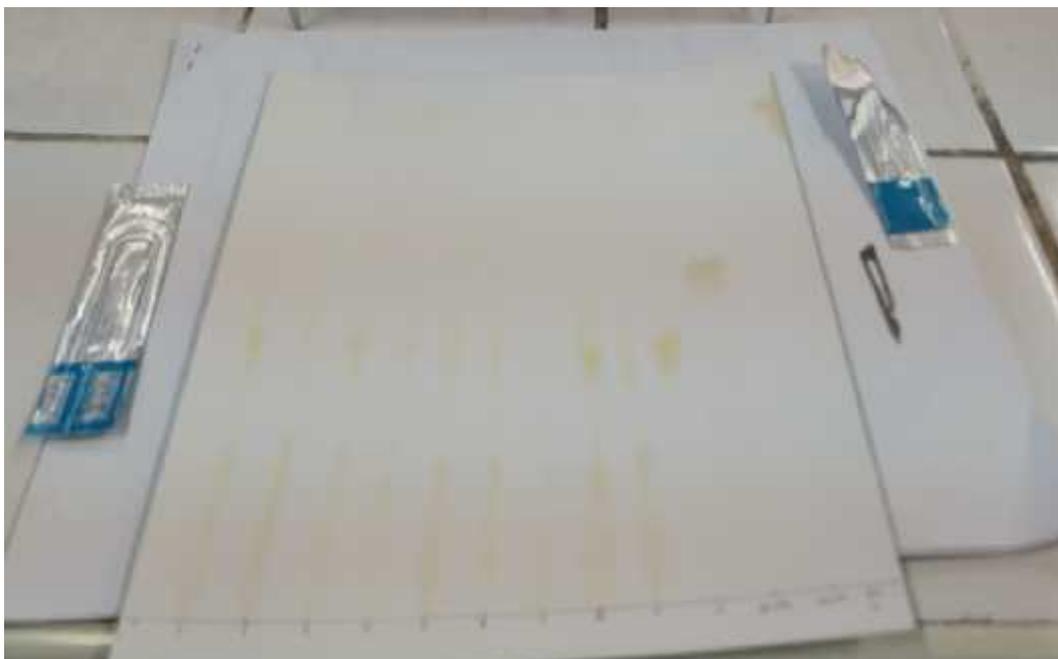


= 254 nm

Anexo 29. Delimitación de zonas evidenciadas por luz UV (366nm) de la cromatografía en capa fina.



Anexo 30. Recuperación de las zonas delimitadas y su posterior disolución con metanol, para su lectura en el espectro UV-vis.



Anexo 31. Curva espectral de la fracción 2 de la variedad de Blanca Arete.

Barrido: 07-sept-2023 14:50:31

1/1

07-sept-2023 02:53 p. m.

N.º serie del instrumento: SASX221017

Nombre del método: Barrido 07-sept-2023

Modelo instrumento: GENESYS 150

Método creado: 07-sept-2023 02:40 p. m.

Versión de paquete de software: 2.3

Firma:

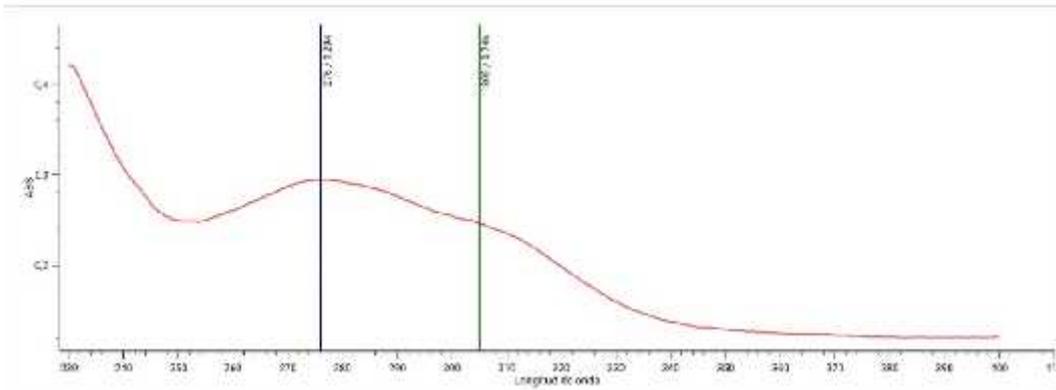
Método actualizado: 07-sept-2023 02:49 p. m.

Barrido: parámetros de método

Intervalo de longitud de onda: 230 - 400 nm

Intervalo: 0,5 nm

Velocidad: Lenta



Anexo 32. Curva espectral de la fracción 1 de la variedad Blanca chochito.

Barrido_07_09_2023_16:26:04

1/1

07-sept-2023 04:28 p. m.

N.º serie del instrumento: SASX221017

Nombre del método: Barrido 07-sept-2023

Modelo instrumento: GENESYS 150

Método creado: 07-sept-2023 04:25 p. m.

Versión de paquete de software: 2.8

Firma:

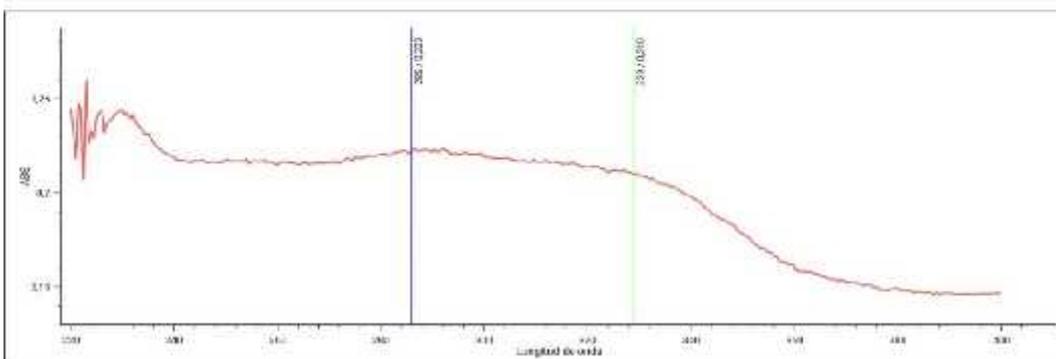
Método actualizado: 07-sept-2023 04:25 p. m.

Barrido: parámetros de método

Intervalo de longitud de onda: 220 - 400 nm

Intervalo: 0,5 nm

Velocidad: Lenta



Anexo 33. Curva espectral de la fracción 3 de variedad Negra Ccoito.

Barrido_07_09_2023_16:29:50

1 / 1

07-sept-2023 04:29 p. m.

N.º serie del instrumento: 9A50271017

Nombre del método: Barrido 07-sept-2023

Modelo instrumento: GENESYS-150

Método actualizado: 07-sept-2023 04:29 p. m.

Versión de paquete de software: 2.3

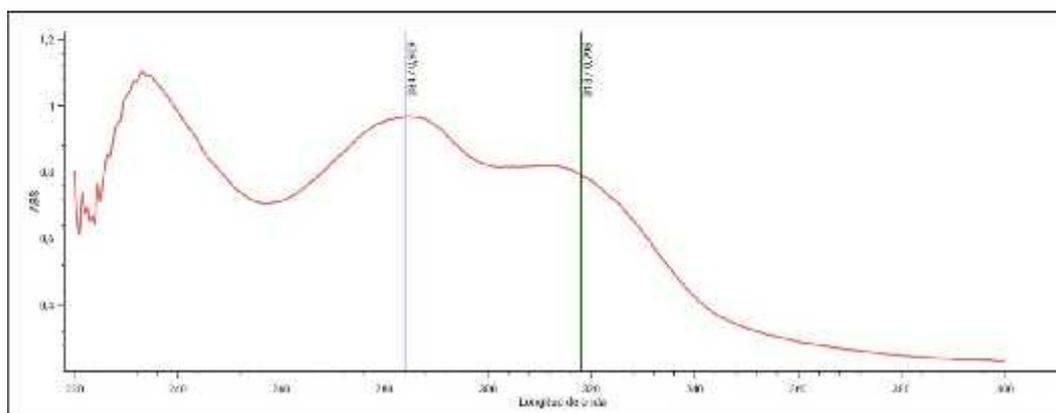
Firma

Enviar: parámetros de método

Intervalo de longitud de onda: **220 - 400 nm**

Intervalo: **0,5 nm**

Velocidad: **Lenta**



Anexo 34. Análisis de varianza del contenido de ácidos fenólicos en semillas germinadas.

ANOVA

Ácidos fenólicos (ug EAC/g de muestra)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	66,33	9,00	7,37	1235,94	0,00
Dentro de grupos	0,12	20,00	0,01		
Total	66,45	29,00			

Anexo 35. Prueba de comparaciones múltiples de Scheffé del contenido de ácidos fenólicos en semillas germinadas.

Ácidos fenólicos (µg EAC/g de muestra)

Scheffe^a

Variedades	N	Subconjunto para alfa = 0.05						
		a	b	c	d	e	f	g
QN	3	1,14						
AM	3	1,32						
NC	3		1,84					
RP	3		2,04					
BJ	3			2,57				
BA	3				3,08			
NCo	3					4,01		
QA	3						4,49	
BCh	3							5,19
Ma	3							5,34
Sig.		0,514	0,373	1,000	1,000	1,000	1,000	0,781

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Anexo 36. Análisis de varianza del contenido de ácidos fenólicos en semillas sin germinar.

ANOVA

Ácidos fenólicos (ug EAC/g de muestra)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	63,19	9,00	7,02	343,31	0,00
Dentro de grupos	0,41	20,00	0,02		
Total	63,60	29,00			

Anexo 37. Prueba de comparaciones múltiples de Scheffé del contenido de ácidos fenólicos en semillas sin germinar.

Ácidos fenólicos_SG (μg EAC/g de muestra)

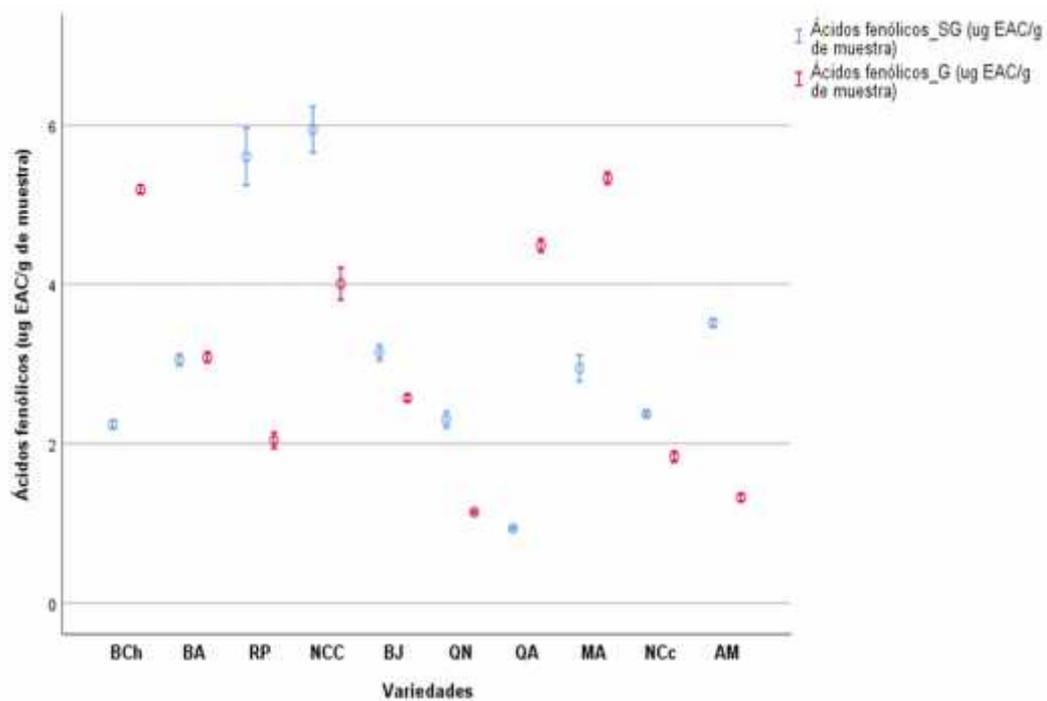
Scheffe^a

Variedades	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		a	b	c	d	e
QA	3	0,94				
BCh	3		2,24			
QN	3		2,30			
NC	3		2,37			
MA	3			2,95		
BA	3			3,05	3,05	
BJ	3			3,14	3,14	
AM	3				3,51	
RP	3					5,61
NCo	3					5,95
Sig.		1,000	0,997	0,964	0,142	0,512

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000

Anexo 38. Comparación del contenido de ácidos fenólicos en semillas germinadas y sin germinar.



Anexo 39. Análisis de varianza del contenido de fenoles totales en semillas germinadas.

ANOVA

Fenoles totales (mg GAE/g de muestra)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	267170,36	9,00	29685,60	957,49	0,00
Dentro de grupos	1240,14	40,00	31,00		
Total	268410,50	49,00			

Anexo 40. Prueba de comparaciones múltiples de Scheffé del contenido de fenoles totales en semillas germinadas.

Fenoles totales (mg GAE/g de muestra)								
Scheffe ^a								
Variedades	N	Subconjunto para alfa = 0.05						
		a	b	c	d	e	f	g
NC	5	46,94						
RP	5		97,82					
QN	5		100,28					
AM	5			131,84				
BJ	5			142,17				
MA	5				165,58			
BA	5					186,80		
NCo	5					190,88		
QA	5						252,65	
BCh	5							307,89
Sig.		1,00	1,00	0,49	1,00	1,00	1,00	1,00

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

Anexo 41. Análisis de varianza del contenido de fenoles totales en semillas sin germinar.

ANOVA					
Fenoles totales (mg GAE/g de muestra)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	195333,83	9,00	21703,76	577,69	0,00
Dentro de grupos	1502,79	40,00	37,57		
Total	196836,62	49,00			

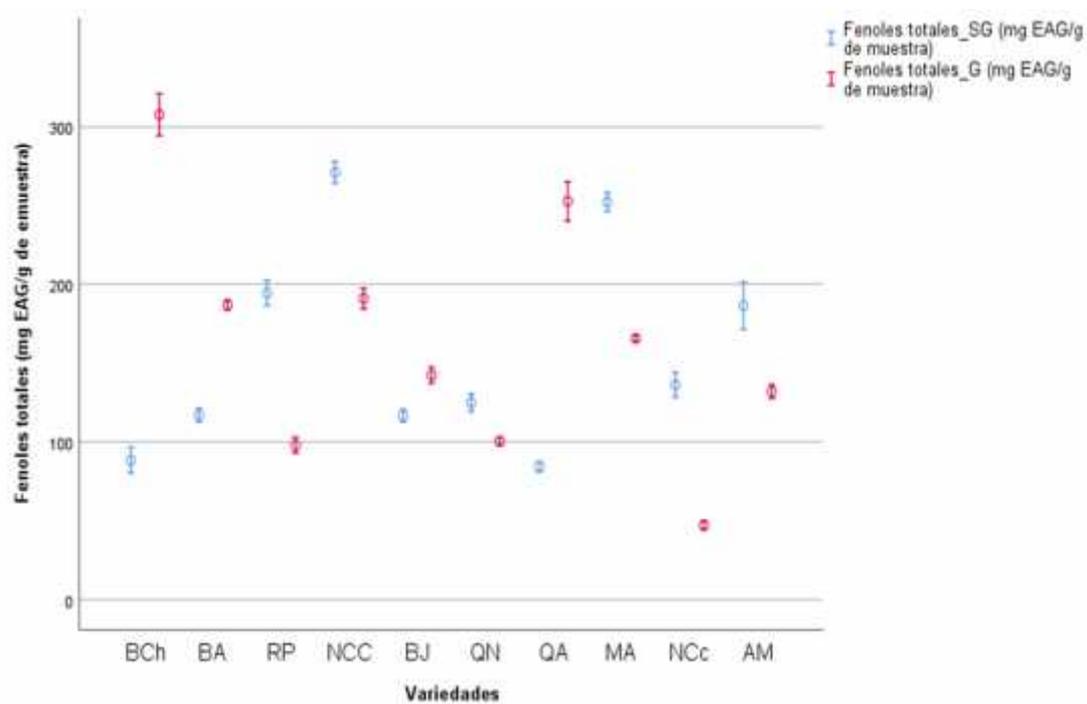
Anexo 42. Prueba de comparaciones múltiples de Scheffé del contenido de fenoles totales en semillas sin germinar.

Fenoles totales (mg GAE/g de muestra)							
Scheffe ^a							
Variedades	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		a	b	c	d	e	f
QA	5	84,22					
BCh	5	88,30					
BJ	5		116,60				
BA	5		116,87				
QN	5		124,76	124,76			
NC	5			136,19			
AM	5				186,26		
RP	5				194,42		
MA	5					252,11	
NCo	5						271,16
Sig.		0,999	0,870	0,482	0,871	1,000	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.

Anexo 43. Comparación del contenido de fenoles totales en semillas germinadas y sin germinar.



Anexo 44. Matriz de consistencia.

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	MARCO TEORICO	VARIABLE	DISEÑO METODOLOGICO
Contenido de fenoles totales y ácidos fenólicos en el germinado y sin germinar de semillas de las variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd “quinua”, Ayacucho-2022.	¿Cuál de los germinados de la semilla de las variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd “quinua” tendrá mayor contenido de fenoles totales y ácidos fenólicos, en relación a las semillas sin germinar?	<p>Objetivo principal Determinar el contenido de fenoles totales y ácidos fenólicos en semillas germinadas y sin germinar de las variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd “quinua”.</p> <p>Objetivos específicos) Identificar los ácidos fenólicos presentes en el germinado de las semillas) Determinar el contenido de fenoles totales en las semillas germinadas y sin germinar) Precisar el contenido de ácido fenólicos en las semillas germinadas y sin germinar.) Relacionar el contenido de ácidos fenólicos con el contenido de fenoles totales en las semillas germinadas.</p>	<p>H₀: El contenido de ácidos fenólicos y fenoles totales en el germinado de las semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd., no presentan diferencias respecto a las semillas sin germinar.</p> <p>H₁: El contenido de ácidos fenólicos y fenoles totales en el germinado de variedades de las semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd., presentan diferencias significativas respecto a las semillas sin germinar.</p>	<p>) <i>Chenopodium quinoa</i> Willd “quinua”) Clasificación sistemática) Nombres comunes) Aspectos históricos) Descripción botánica) Variedades cultivares y/o) Composición química) Estudios farmacológicos y toxicológicos y) Usos oficiales y tradicionales) Germinación de) Fases germinación) Compuestos Fenólicos) Clasificación</p>	<p>Variable independiente: Extractos hidroalcohólicos del germinado de las semillas variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd “quinua”.</p> <p>Variable dependiente Contenido de ácidos fenólicos y fenoles totales en el germinado de semillas de las variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd “quinua”</p> <p>Indicadores) Ácidos fenólicos) Fenoles totales mg GAE/g de extracto) Ácidos fenólicos µg EAC/g de extracto.</p>	<p>Tipo de investigación Básico-experimental</p> <p>Población Semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua” recolectadas de las regiones de Ayacucho y de Puno.</p> <p>Muestra 50g de semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”</p> <p>Tamaño de la muestra La muestra estará constituida por el extracto hidroalcohólico de 10g del germinado de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”</p> <p>Diseño de investigación Es Básico-experimental,</p> <p>ANALISIS DE DATOS Las diferencias entre las variedades serán evaluadas mediante análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia estadística de 95 % respectivamente y la prueba complementaria de Scheffé.</p>

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

RESOLUCIÓN DECANAL N°234-2024-UNSCH-FCSA-D

BACHILLER: HUBER QUISPE ARIAS

En la ciudad de Ayacucho, siendo las once de la mañana del día veintitrés del mes de febrero 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 del trabajo de tesis titulado: **“Contenido de fenoles totales y ácidos fenólicos en el germinado y sin germinar de semillas de variedades de *Chenopodium quinoa* Willd “quinua”, Ayacucho-2023.”**, presentado por la bachiller **HUBER QUISPE ARIAS** para optar el título profesional de Químico Farmacéutico.

El jurado evaluador está conformado por:

Presidente : Prof. Edwin Carlos Enciso Roca (Delegado por el Decano)
Miembros : Prof. Johnny Aldo Tinco Jayo
 : Prof. Pablo Williams Común Ventura
4to jurado : Prof. Roxana León Aronés
Asesora : Prof. Enrique Javier Aguilar Felices
Secretaria Docente : Prof. Paola Sofía Córdova Huamaní

Con el quorum de reglamento se dio inicio la sustentación de tesis, como acto inicial el presidente de la comisión pide a la secretaria docente dar conformidad al expediente presentado por la sustentante y dar lectura a la resolución, la secretaria indica que los documentos presentados por el recurrente no tienen ninguna observación, por tanto, se procede a leer la resolución decanal y proporciona algunas indicaciones a la sustentante.

Seguidamente se da inicio a la exposición de la Bachiller: **HUBER QUISPE ARIAS**, y una vez concluida, el 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.

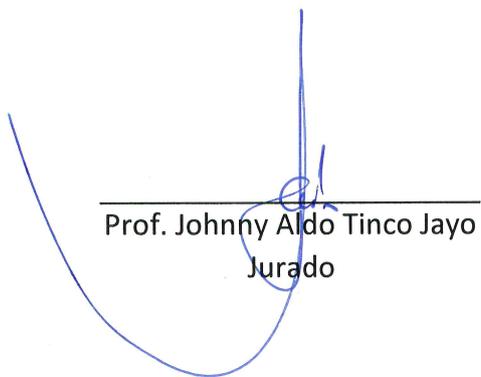
El presidente invita a la sustentante abandonar el auditorium para que pueda proceder con la calificación.

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FINAL

Bachiller: **HUBER QUISPE ARIAS**

JURADOS	Texto	Exposición	Preguntas	P. Final
Prof. Johnny Aldo Tinco Jayo	18	18	18	18
Prof. Pablo Williams Común Ventura	17	17	16	17
Prof. Roxana León Aronés	17	17	17	17
PROMEDIO FINAL				17

De la evaluación realizada por los miembros del jurado calificador, llegaron al siguiente resultado: Aprobar a la Bachiller **HUBER QUISPE ARIAS**; quien obtuvo la nota final de diecisiete (17) para la cual los miembros del jurado evaluador firman al pie del presente, siendo las 1:00 p.m. de la tarde, se da por concluido el presente acto académico.



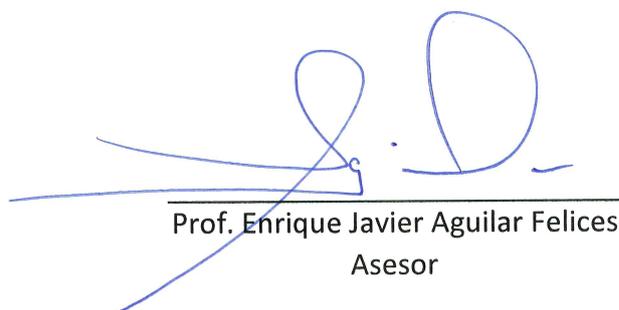
Prof. Johnny Aldo Tinco Jayo
Jurado



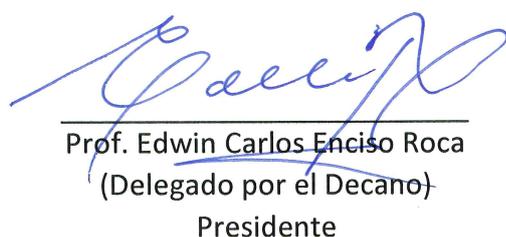
Prof. Pablo Williams Común Ventura
Jurado



Prof. Roxana León Aronés
Jurado



Prof. Enrique Javier Aguilar Felices
Asesor



Prof. Edwin Carlos Enciso Roca
(Delegado por el Decano)
Presidente



Prof. Paola Sofía Córdova Huamaní
Secretaria docente

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

El Instructor en Primera Instancia, designado con RD N° 453-2023-UNSCHFCSA/D, emite la presente

CONSTANCIA

DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A Huber Quispe Arias, Bachiller de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Salud, en mérito a que la tesis titulada: "Contenido de fenoles totales y ácidos fenólicos en el germinado y sin germinar de semillas de variedades de *Chenopodium quinoa* Willd "quinua", Ayacucho-2023", ha alcanzado un índice de similitud de 26 % (veintiseis); cumpliendo satisfactoriamente lo establecido en el Art. 13 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga mediante el uso del SOFTWARE TURNITIN.

En ese sentido, se emite la presente constancia en señal de conformidad.

Ayacucho, 08 de febrero de 2024.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
E.P. FARMACIA Y BIOQUÍMICA
Dr. Marco R. Aronés Jara
DOCENTE

Prof. Marco R. Aronés Jara
Docente instructor - Primera instancia



UNSCH

FACULTAD DE
CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE
FARMACIA Y BIOQUÍMICA



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD SEGUNDA INSTANCIA:
TESIS DE PREGRADO

(C°09-2024-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:

Contenido de fenoles totales y ácidos fenólicos en el germinado y sin germinar de semillas de variedades de *Chenopodium quinoa* Willd "quinua", Ayacucho-2023.

PRESENTADO POR: Bach. QUISPE ARIAS, Huber

Ha sido sometido al análisis mediante el sistema TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de **26% 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, 14 de febrero 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.

Contenido de fenoles totales y ácidos fenólicos en el germinado y sin germinar de semillas de variedades de *Chenopodium quinoa* Willd “quinua”, Ayacucho-2023.

por Huber Quispe Arias

Fecha de entrega: 14-feb-2024 07:43a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2294638083

Nombre del archivo: TESIS_QUISPE_ARIAS_Huber.pdf (1.46M)

Total de palabras: 15996

Total de caracteres: 83017

Contenido de fenoles totales y ácidos fenólicos en el germinado y sin germinar de semillas de variedades de *Chenopodium quinoa* Willd “quinua”, Ayacucho-2023.

INFORME DE ORIGINALIDAD

26%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

16%

PUBLICACIONES

23%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	13%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	5%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unajma.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Escuela Superior Politécnica del Litoral Trabajo del estudiante	<1%
6	www.mdpi.com Fuente de Internet	<1%
7	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	www.scielo.org.pe	

Fuente de Internet

<1 %

9

repository.unad.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

10

core.ac.uk

Fuente de Internet

<1 %

11

Anita Singh, Anita Kumari, Harinder Kumar Chaudhary. "Chapter 26 Amaranth, Buckwheat, and Chenopodium: The "ABC" Nutraceuticals of Northwestern Himalayas", Springer Science and Business Media LLC, 2021

Publicación

<1 %

12

Submitted to International Medical University

Trabajo del estudiante

<1 %

13

ecopetrol.com.co

Fuente de Internet

<1 %

14

César Ozuna, Abel Cerón-García, Ma. Elena Sosa-Morales, Julián Andrés Gómez Salazar et al. "Electrically induced changes in amaranth seed enzymatic activity and their effect on bioactive compounds content after germination", Journal of Food Science and Technology, 2017

Publicación

<1 %

15

zagan.unizar.es

Fuente de Internet

<1 %

16 [1library.co](#)
Fuente de Internet

<1 %

17 Vasile Stoleru, Maricel Vitanescu, Gabriel-Ciprian Teliban, Alexandru Cojocaru et al. "Phytosterol and Polyphenol Contents and Quinoa Leave Yields Variation in Relationships to Variety, Density and Harvesting Date", *Agronomy*, 2022
Publicación

<1 %

18 Submitted to uncedu
Trabajo del estudiante

<1 %

19 [repositorio.unjfsc.edu.pe](#)
Fuente de Internet

<1 %

20 [repositorio.unsa.edu.pe](#)
Fuente de Internet

<1 %

21 [clinphytoscience.springeropen.com](#)
Fuente de Internet

<1 %

22 [cybertesis.unmsm.edu.pe](#)
Fuente de Internet

<1 %

23 [noesis.uis.edu.co](#)
Fuente de Internet

<1 %

24 [d-nb.info](#)
Fuente de Internet

<1 %

25 digital.csic.es Fuente de Internet <1 %

26 repositorio.unicauca.edu.co:8080 Fuente de Internet <1 %

27 www.cahiersagricultures.fr Fuente de Internet <1 %

28 www.labome.org Fuente de Internet <1 %

29 Duenas Zurita, Julia Alicia. "Optimizacion de las condiciones de extraccion de compuestos fenolicos a partir de cascara de uva variedad quebranta (Ica, Peru) empleando tecnicas convencionales y extraccion asistida por ultrasonido", Pontificia Universidad Catolica del Peru - CENTRUM Catolica (Peru), 2021
Publicación <1 %

30 repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet <1 %

31 link.springer.com Fuente de Internet <1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo