

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN  
CRISTÓBAL DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**



Capacidad antioxidante, fenoles totales y flavonoides  
de veinte variedades de la semilla de *Chenopodium  
quinoa* Willd. “quinua”. Ayacucho 2022.

TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE  
QUÍMICO FARMACÉUTICO

Presentado por la:

**Bach. MISARAIME TACURI, Maria Esther**

Asesor:

**Dr. Edwin Carlos ENCISO ROCA**

AYACUCHO - PERÚ

2023

A DIOS por su gran misericordia y amor infinito, a mis padres Eusebio y Julia por sus consejos, su confianza y su apoyo incondicional. A mis hermanas por compartir conmigo toda una vida. Por ustedes que son la razón y motivo para seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi *Alma Mater* Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por formar a excelentes profesionales de calidad al servicio de la sociedad.

A la Facultad de Ciencias de la Salud y en particular a la Escuela de Farmacia y Bioquímica, a los notables docentes, por ser el pilar fundamental en mi formación profesional. Mi gratitud singular a mi asesor Dr. Edwin Carlos Enciso Roca, y al Mg. Q.F. Enrique Javier Aguilar Felices por facultarme acceder a su capacidad y experiencia, por su guía, por su tiempo y sus aportes para el desarrollo de esta investigación.

También quiero agradecer al proyecto FOCAM 2014 – Ayacucho, por su apoyo con los reactivos, materiales y muestras.

## ÍNDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xvii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”	7
2.3. Compuestos fenólicos	11
2.4. Radicales libres	16
2.5. Especies reactivas del oxígeno (ERO)	17
2.6. Estrés oxidativo	17
2.7. Antioxidantes	17
2.8. Capacidad Antioxidante	18
III. MATERIALES Y MÉDOTOS	21
3.1. Ubicación de trabajo de investigación	21
3.2. Definición de la población y muestra	21
3.3. Metodología y recolección de datos	21
3.4. Análisis de datos	26
IV. RESULTADOS	27
V. DISCUSIÓN	31
VI. CONCLUSIONES	37
VII. RECOMENDACIONES	39
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
ANEXOS	47

## ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Contenido de minerales y vitainas.	9
Tabla 2. Contenido de aminoácidos de quinua.	10
Tabla 3. Ácidos fenólicos en quinua blanca, roja y negra.	10
Tabla 4. Clasificación general de compuestos fenólicos.	12
Tabla 5. Clasificación de los flavonoides.	16
Tabla 6. Clasificación de los antioxidantes.	18
Tabla 7. Contenido de fenoles totales (FT) y flavonoides (F) en semillas de 20 variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. "quinua". Ayacucho – 2022.	29
Tabla 8. Capacidad antioxidante de las 20 variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. "quinua" según DPPH, ABTS y FRAP. Ayacucho – 2022.	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Ilustración de las partes de la planta de quinua.	8
Figura 2.	Gráfica representativa de la clasificación de compuestos fenólicos.	15
Figura 3.	Gráfica estructural del reactivo DPPH antes y después de la reacción, con un agente antioxidante.	23
Figura 4.	Gráfica estructural del reactivo ABTS <sup>•+</sup> antes y después de la reacción, con un agente antioxidante.	24
Figura 5.	Gráfica de la reacción del antioxidante con la sal de férrica de Fe (III)(TPTZ) <sub>2</sub> Cl <sub>3</sub> .	25

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Certificado de clasificación taxonómica de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”. Ayacucho 2022.	49
Anexo 2. Relación de las 20 variedades de la semilla de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”. Ayacucho 2022.	50
Anexo 3. Organigrama del procedimiento para la cuantificación de fenoles totales en los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”. Ayacucho 2022.	51
Anexo.4. Organigrama del procedimiento para la cuantificación de flavonoides en los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”. Ayacucho 2022.	52
Anexo 5. Flujograma para determinar la capacidad secuestradora del radical libre DPPH a partir, de los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”. Ayacucho 2022.	53
Anexo 6. Flujograma para determinar la capacidad secuestradora del radical libre ABTS a partir, de los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”. Ayacucho 2022.	54
Anexo 7. Organigrama del procedimiento para determinar el poder antioxidante reductor del hierro (FRAP) a partir, de los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”. Ayacucho 2022.	55
Anexo 8. Fotografías de las semillas de 20 variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”. Ayacucho 2022.	56
Anexo 9. Fotografías del procedimiento de obtención del extracto metanólicos de las semillas de 20 variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”. Ayacucho 2022.	57

Anexo 10.	Fotografías las muestras y del estándar antes de cuantificar los fenoles totales en los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”. Ayacucho 2022.	59
Anexo 11.	Fotografías de las muestras y estándar antes de cuantificar, los flavonoides presentes en los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”. Ayacucho 2022.	60
Anexo 12.	Fotografías del estándar y las muestras antes de determinar, la capacidad antioxidante con DPPH en el extracto etanólico de las 20 variedades de semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”. Ayacucho 2022.	61
Anexo 13.	Fotografías del estándar y las muestras antes de determinar, la capacidad antioxidante con ABTS en los extractos metanólicos de las 20 variedades de semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”. Ayacucho 2022.	62
Anexo 14.	Fotografías del estándar y las muestras para determinar la capacidad antioxidante con FRAP en los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”. Ayacucho 2022.	63
Anexo. 15.	La curva de calibración con ácido gálico (estándar) para cuantificar el contenido de fenoles totales a 725 nm, de longitud de onda. Ayacucho 2022.	64
Anexo. 16.	Construcción de la curva de calibración de Quercetina (estándar) para determinar los flavonoides. Ayacucho 2022.	64
Anexo 17.	La curva de calibración de trolox (estándar) para determinar la capacidad antioxidante por el método DPPH. Ayacucho 2022.	65
Anexo 18.	La curva de calibración de trolox (estándar) para determinar la capacidad antioxidante por el método ABTS. Ayacucho 2022.	65
Anexo 19.	Curva de calibración con el trolox para determinar la actividad reductora del hierro (FRAP). Ayacucho 2022.	66



Anexo 20.	Análisis de varianza del contenido de fenoles totales y flavonoides presente en los extractos metanólicos de las 20 variedades de semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”. Ayacucho – 2022.	66
Anexo 21.	Prueba de Comparaciones Múltiples de Scheffé del contenido de fenoles totales, presente en los extractos metanólicos de las 20 variedades de semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”. Ayacucho – 2022.	67
Anexo 22.	Prueba de Comparaciones Múltiples de Scheffé del contenido de flavonoides, presente en los extractos metanólicos de las 20 variedades de semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”. Ayacucho – 2022.	68
Anexo 23.	Análisis de varianza de la capacidad antioxidante por los métodos de DPPH, ABTS y FRAP en los extractos metanólicos de las 20 variedades de semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”. Ayacucho – 2022.	69
Anexo 24.	Prueba de Comparaciones Múltiples de Scheffé de la capacidad secuestradora del radical libre DPPH de los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”. Ayacucho – 2022.	70
Anexo 25	Prueba de Comparaciones Múltiples de Scheffé de la capacidad secuestradora del radical libre ABTS en los extractos metanólicos de las 20 variedades de semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”. Ayacucho – 2022.	71
Anexo 26.	Prueba de Comparaciones Múltiples de Scheffé del poder antioxidante reductor del hierro (FRAP) en los extractos metanólicos de las 20 variedades de semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”. Ayacucho – 2022.	72

Anexo 27.	Matriz de consistencia de la capacidad antioxidante de fenoles totales y flavonoides en 20 variedades de semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. "quinua". Ayacucho 2022.	73
-----------	--	----

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación ayuda a revalorar la quinua por sus propiedades nutricionales remarcadas, por su contenido de proteínas, compuestos como ácidos fenólicos, fitoesteroles y flavonoides. Se propuso como objetivo determinar la capacidad antioxidante de los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Las muestras fueron colectados y proporcionados por el proyecto FOCAM – 2014 Ayacucho; se desarrolló en los laboratorios de Farmacia de la Facultad de Ciencias de la Salud. Con el método de Folin - Ciocalteu se determinó los fenoles totales, los flavonoides por el método del cloruro de aluminio y la capacidad antioxidante con tres métodos: DPPH, ABTS y FRAP. Se obtuvo mayor contenido de fenoles totales en la variedad Negra Quito ( $287,60 \pm 1,55$  mg GAE/g de muestra); en flavonoides la variedad Roja Chiara ( $94,98 \pm 1,61$  mg QE/g de muestra), reporta mayor contenido. La capacidad antioxidante con mayor valor, determinado por el método de DPPH fue la variedad Blanca Choclito ( $468,50 \pm 3,33$   $\mu$ mol ET/g de muestra), mientras los determinados por ABTS y FRAP fue Negra Quito ( $231,11 \pm 4,82$   $\mu$ mol ET/g de muestra) y Roja Pasankalla 1 ( $275,65 \pm 2,74$   $\mu$ mol ET/g de muestra), respectivamente. Se concluye, que el extracto metanólico de las semillas de 20 variedades *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua", presenta compuestos fenólicos, flavonoides y tiene capacidad antioxidante.

**Palabras clave:** *Chenopodium quinoa* Willd., extracto metanólico de las semillas, capacidad antioxidante, compuestos fenólicos.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el estudio de alimentos con propiedades antioxidantes ha aumentado considerablemente debido al interés que se tienen sobre los efectos benéficos en la salud humana. En este contexto es importante considerar a los antioxidantes endógenas (el organismo sintetiza de forma natural) o exógenas (obtenida de los alimentos). Son totalmente opuestos a los oxidantes, y son relacionados con muchas enfermedades cardiovasculares, el cáncer y otras patologías de carácter antiinflamatorio.<sup>1</sup> En consecuencia, el consumo frecuente de estos compuestos se relaciona también con la disminución de otras enfermedades como diabetes y enfermedades coronarias.

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) ha proporcionado subsistencia, nutrición y medicina durante miles de años a las culturas indígenas andinas. Contiene antioxidantes naturales como los compuestos fenólicos ampliamente distribuidos en la naturaleza<sup>2</sup>, y es considerado como un pseudocereal con alto contenido proteínas, vitaminas (A, E, C y B) y minerales. Los flavonoides principales presentes en este alimento son canferol y quercetina, ambos poseen propiedades antioxidantes y queladores de radicales libres.<sup>3</sup> Los antioxidantes también son sustancias químicas que pueden inhibir o retardar el proceso oxidativo, por consiguiente, previenen las enfermedades crónicas. Los radicales libres son moléculas inestables que contienen uno o más electrones desapareados en su estructura, son altamente reactivas ya que tienden a captar un electrón de otros átomos con el fin de alcanzar su estabilidad electroquímica.<sup>4</sup>

Existen diversos métodos para evaluar la capacidad antioxidante en un producto, entre ellos tenemos a los métodos DPPH (2, 2 - difenil -1- picrilhidrazilo), ABTS (ácido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina)-6-sulfónico) y FRAP (poder antioxidante reductor férrico) que están basadas en la reacción de transferencia de electrones.<sup>5</sup>

**Objetivo general.**

Determinar la Capacidad antioxidante de los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua".

**Objetivos específicos.**

- Determinar el contenido de fenoles totales presentes en los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua".
- Determinar el contenido de flavonoides presentes en los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua".
- Determinar capacidad antioxidante de los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua"; por los métodos DPPH, ABTS y FRAP.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes del estudio.

En el Perú, hay pocos estudios publicados sobre capacidad antioxidante, contenido de fenoles totales y flavonoides en 20 variedades de semilla de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua".

Han *et al.*<sup>6</sup>, trataron sobre la caracterización de saponinas y contenido de compuestos fenólicos en diferentes variedades de quinua coloreada (*Chenopodium quinoa* Willd.) llevado a cabo en siete variedades de quinua coloreada sin procesar (Guangdong – China); las cuatro variedades en estudio fueron Blanca (Q-w<sub>1</sub>), Roja (Q-r<sub>1</sub> y Q-r<sub>2</sub>) y Negra (Q-b<sub>1</sub>) procedentes de Huaqing (China) y las tres variedades Blanca (Q-w<sub>2</sub>), Roja (Q-r<sub>3</sub>) y Negra (Q-b<sub>2</sub>) procedentes del Perú. Los contenidos de fenoles totales determinaron con el método Folin – Ciocalteu; y los flavonoides con el método de cloruro de aluminio. Mientras que, las capacidades antioxidantes del extracto determinaron con el método FRAP. Los resultados registrados con mayor contenido de fenoles totales es la quinua Negra (Q-b<sub>2</sub>) (263,67 ± 2,13 mg GAE/100 g de peso seco), Roja (Q-r<sub>3</sub>) (289,21 ± 2,75 GAE/100 g de peso seco) y Roja (Q-r<sub>2</sub>) (308,32 ± 2,91 mg GAE/100 g de peso seco); mientras que, la quinua Blanca (Q-w<sub>2</sub>) (167,15 ± 1,02 mg GAE/100 g de peso seco), han registrado con menor contenido. En cuanto las variedades con flavonoides más alto es la quinua Roja (Q-r<sub>3</sub>) (289,92 ± 4,04 mg CE/ 100 g de peso seco), seguido de la quinua Blanca (Q-r<sub>2</sub>) (307,11 ± 4,22 mg CE/ 100 g de peso seco); y la variedad con menor contenido es la quinua Blanca (Q-w<sub>2</sub>) (139,35 ± 5,85 mg CE/ 100 g de peso seco). Respecto a la capacidad antioxidante, mostró mayor capacidad la variedad Negra (Q-b<sub>1</sub>) (193,55 ± 9,37 μmol TE/g de peso seco); seguida de la variedad Roja (Q-r<sub>3</sub>) (211,61 ± 7,92 μmol TE/g de peso seco) y Roja (Q-r<sub>2</sub>) (216,71 ± 14,00 μmol TE/g de peso seco); Mientras que, la variedad Blanca (Q-w<sub>2</sub>) (110,26 ± 3,90 μmol TE/g de peso seco), mostró menor capacidad antioxidante.

Chairez *et al.*<sup>7</sup>, realizaron el estudio del contenido de fenoles totales y su capacidad antioxidante en el extracto hidroalcohólico de cuatro variedades de *Chenopodium quinoa* Willd., una de ellas fue quinua orgánica (OQ) procedente de Zacatecas (México); y las otras tres especies fueron seleccionadas en base al color: quinua Negra (BQ), Roja (RQ) y Amarilla (YQ), adquiridas en un centro comercial del exterior (Lima – Perú). Para determinar los fenoles totales emplearon la prueba de Folin - Ciocalteu, analizaron la capacidad antioxidante aplicando la técnica del ABTS. Los resultados indican a la quinua Roja (RQ) ( $85,67 \pm 6,91$  mg GAE/100 g muestra) y Amarilla (YQ) ( $102,54 \pm 5,28$  mg GAE/100 g muestra), como las variedades con mayor contenido de fenoles totales; mientras que, la quinua Negra (BQ) ( $50,52$  mg GAE/100 g muestra) y orgánica (OQ) ( $57,07$  mg GAE/100 g muestra), resultaron con menor contenido. La variedad que presentó mayor capacidad antioxidante fue la quinua Roja (RQ) ( $105,22 \pm 5,29$   $\mu$ mol TE/100 g muestra), mientras que, el valor mínimo correspondió a la quinua Amarilla (YQ) ( $45,26 \pm 7,56$   $\mu$ mol TE/100 g muestra).

Rioja *et al.*<sup>8</sup>, determinaron el contenido de fenoles totales, la capacidad antioxidante total, entre otras actividades en una bebida no láctea preparada a base de la semilla de *Chenopodium quinoa* “quinua” (La Paz-Bolivia), utilizaron el ensayo de Folin - Ciocalteu para la determinación del contenido de fenoles toles y para la capacidad antioxidante los ensayos de FRAP (poder antioxidante reductor férrico) y ABTS. El resultado obtenido para el contenido de fenoles totales fue ( $393,4$  mg GAE/g muestra); y para los ensayos FRAP ( $244,4$   $\mu$ mol TE/L) y ABTS ( $182,7$   $\mu$ mol TE/L), respectivamente, pero no precisaron la variedad estudiada.

Tarquino<sup>9</sup>, realizó la valoración fotoprotectora *in vitro* de extracto fenólico en cuatro variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua” (La Paz - Bolivia); en muestras provenientes del altiplano boliviano caracterizadas como quinua Blanca Kurmi y Roja Phisanqalla variedades comerciales; quinua Negra Ajara y Blanca Punaya variedades poco comerciales. En este estudio se cuantificó los flavonoides a partir del extracto etanólico con el método de cloruro de aluminio, utilizando como estándar la quercetina. Los resultados con mayor contenido de flavonoides fue la variedad Blanca Punaya ( $88,407 \pm 0,004$  mg QE/100 g muestra), seguido de Roja Phisanqalla ( $92,865 \pm 0,003$  mg QE/100 g muestra); con respecto a las variedades Negra Ajara ( $63,959 \pm 0,006$  mg QE/100 g muestra), y Blanca Kurmi ( $77,822 \pm 0,008$  mg QE/100 g muestra).

Vidaurre *et al.*<sup>10</sup>, en sus estudios sobre la variación del contenido de betalaínas, fenoles totales y flavonoides durante el procesamiento de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua" (Chiclayo - Perú); trabajaron en la quinua Roja Pasankalla y Negra Qollana que fueron adquiridas en la Dirección Regional de Agricultura de Cajamarca; se trabajó en extracto etanólico de quinua sin procesar. Los contenidos de fenoles totales fueron determinados con el reactivo de Folin – Ciocalteu; mientras que, los flavonoides se determinaron con el método de cloruro de aluminio. El contenido de fenoles totales con mayor valor resultó la Negra Qollana (142,3 mg GAE/100 g muestra), con respecto a la Roja Pasankalla (108,9 mg GAE/100 g muestra); en flavonoides reportaron a la negra Negra Qollana (60,34 mg CE/100 g muestra), con mayor valor respecto a la Roja Pasankalla (45,67 mg CE/100 g muestra).

Valencia *et al.*<sup>11</sup>, estudiaron los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de semillas de quinua peruana (*Chenopodium quinoa* Willd.), evaluaron la capacidad antioxidante de 24 accesiones de quinua de la colección INIA Perú, en Lima (Perú). Para la determinación del contenido de fenoles totales emplearon el método de Folin – Ciocalteu, los flavonoides con el método de cloruro de aluminio y la capacidad antioxidante con los métodos de DPPH y ABTS, para el cual, trabajaron con un extracto metanólico. El reporte para el contenido de fenoles totales fue en el rango de (0,783 ± 0,052 mg GAE/g muestra), para la accesión A123 hasta (3,437 ± 0,267 mg GAE/g muestra), predominando la accesión A231, con mayor contenido. Asimismo, determinaron el contenido de flavonoides reportando valores de (0,199 ± 0,119 hasta 1,029 ± 0,172 mg CE/g de muestra); predominando la accesión A124. Los mejores resultados con mayor capacidad antioxidante según el ensayo de DPPH fueron (972,875 ± 53,896 µmol TE/100 g muestra), para la accesión A123 y para el ABTS (184,784 ± 69,060 µmol TE/100 g muestra), para la accesión A124. No precisaron las variedades de las semillas en estudio. No obstante, observamos que existe una relación entre el contenido de flavonoides y la actividad antioxidante utilizando el método del ABTS para la accesión A124.

Mendoza<sup>12</sup>, evaluó el contenido de compuestos fenólicos totales, ácidos grasos y capacidad antioxidante en semillas de ocho cultivares de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua", en Arequipa (Perú), con muestras procedentes de INIA – Puno. Utilizó el extracto metanólico de las semillas; determinó el contenido de los fenoles totales utilizando el ensayo de Folin – Ciocalteu obteniendo como resultado (99,7



$\pm 1,8$  y  $166,4 \pm 9,6$  mg GAE/100 g semilla), con mayor contenido de fenoles totales que correspondieron a los cultivares Blanca Salcedo y Negra Ccoito, respectivamente. Mientras que, la capacidad antioxidante se determinó con el método ABTS ( $8,4 \pm 0,2$  y  $10,8 \pm 1,0$   $\mu\text{mol TE/g}$  semilla), con mayor capacidad antioxidante que correspondieron al cultivar Roja Pasankalla y cultivar Negra Ccoito, respectivamente.

Enciso *et al.*<sup>13</sup>, en sus estudios sobre biomoléculas con capacidad antioxidante a partir de semillas y brotes de 20 variedades *Chenopodium quinoa* Willd. (quinua), en (Ayacucho – Perú). En extracto metanólico determinaron el contenido de fenoles totales con el reactivo de Folin – Ciocalteu, los flavonoides con el método de tricloruro de aluminio y la capacidad antioxidante determinaron con los ensayos DPPH y ABTS. Los resultados muestran para el contenido de fenoles totales una variación que va desde ( $11,72 \pm 0,32$  mg GAE/g de muestra), para la variedad CQA – 043 hasta ( $28,32 \pm 0,49$  mg GAE/g muestra), para la variedad Pasankalla. En cuanto al contenido de flavonoides la variación fue de ( $6,23 \pm 0,26$  mg QE/g muestra), para la variedad CQA - 048 hasta ( $11,52 \pm 0,92$  QE/g muestra), para la variedad Pasankalla. La variedad con mayor capacidad antioxidante del radical DPPH fue la variedad Pasankalla ( $29,60 \pm 0,54$   $\mu\text{mol TE/mg}$  muestra), mientras que, la variedad T- 38 ( $25,03 \pm 0,18$   $\mu\text{mol TE/mg}$  muestra) fue menor. Los resultados con mayor capacidad para el ensayo ABTS fue la variedad Pasankalla ( $67,04 \pm 0,79$   $\mu\text{mol TE/mg}$  muestra); y variedad T-45 ( $45,80 \pm 0,37$   $\mu\text{mol TE/mg}$  muestra) reportan menor capacidad antioxidante.

Se observa que para la determinación del contenido de fenoles totales se utilizó el método de Folin – Ciocalteu, para flavonoides el método de cloruro de aluminio; mientras que, para la determinación de la capacidad antioxidante Mendoza<sup>12</sup> utilizó ABTS; Valencia *et al.*<sup>11</sup> utilizaron DPPH y ABTS; Rioja *et al.*<sup>8</sup> utilizaron ABTS y FRAP; Han *et al.*<sup>6</sup> utilizaron FRAP y Chairez *et al.*<sup>7</sup> utilizaron ABTS. Se percibe que los autores mencionado utilizaron en algunos casos solo un ensayo para determinar la capacidad antioxidante, otros dos ensayos, pero que son diferentes entre sí.

## **2.2. *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua”**

### **2.2.1. Clasificación taxonómica según el sistema Cronquist. A. 1988.**

DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	MAGNOLIOPSIDA
SUB CLASE	:	CARYOPHYLLIDAE
ORDEN	:	CARYOPHYLLALES
FAMILIA	:	CHENOPODIACEAE
GÉNERO	:	<i>Chenopodium</i>
ESPECIE	:	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.
NOMBRE VULGAR	:	“quinua”

Fuente: Aucasime (Anexo 1).<sup>14</sup>

### **2.2.2. Descripción botánica.**

Es una planta dicotiledónea de desarrollo anual, comúnmente alcanza una altura de 1 a 2 metros. Tallo cilíndrico de color variable puede tener o no ramas dependiendo de la variedad. La raíz principal normalmente mide de 20 a 25 cm. Las flores son pequeñas, generalmente son bisexuales (hermafroditas). La semilla mide aproximadamente 2 mm de diámetro, está cubierto por perigonio que es del mismo color que la planta que puede ser blanco, rosado, amarillo, rojo, marrón, gris y negro. Necesita precipitaciones 300 a 1000 mm, temperatura desde 1°C (las flores a esta temperatura son sensibles al frío, por esta razón las heladas de pueden destruir el cultivo) hasta más de 35 °C (pero no desarrolla granos). Puede crecer en suelos cuyo pH varía (de 6 a 8,5).<sup>15,16</sup> En cuanto a las partes de la quinua se muestran plasmadas en la (Figura 1).

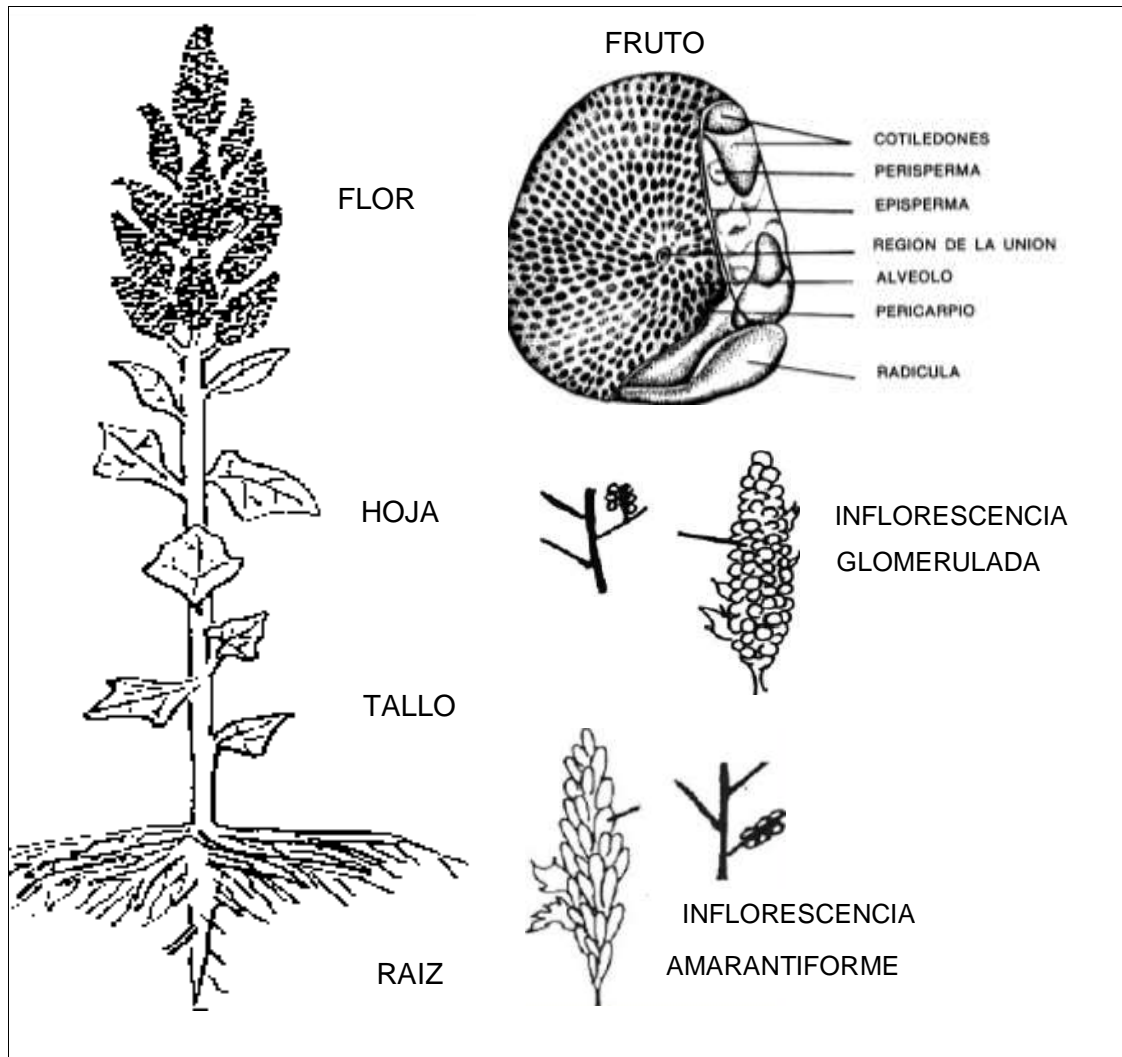


Figura 1. Ilustración de las partes de la planta de quinua<sup>17</sup>.

#### 2.2.4. Distribución geográfica.

Está distribuida en toda la vasta región andina, que se extiende desde Colombia (Pasto) hasta el norte de Argentina (Jujuy y Salta) y Chile (Antofagasta). Extendiéndose desde los 5° Latitud Norte, al sur de Colombia hasta los 43° Latitud Sur, en Chile y altitudinalmente su distribución varía desde el nivel del mar en Chile hasta los 4000 m.s.n.m. en el altiplano de Perú y Bolivia; atribuyéndose, así como quinuas de la costa, de los valles, valles interandinos, puna y altiplano.<sup>18</sup>

#### 2.2.5. Composición química.

Tiene una excepcional composición de aminoácidos, proteínas, lípidos, carbohidratos, minerales y vitaminas; con niveles altos de nutrientes que superan a otros cereales. Los grandes grupos de los metabolitos secundarios encontrados en la quinua son fenoles, triterpenoides (saponinas, fitoesteroles) y glicina betalaína. En cuanto al aminoácido cada 100 g de quinua contiene más o menos

cinco veces de lisina, dos veces de valina, treonina, metionina, fenilalanina e isoleucina; comparadas con 100 gramos de trigo, y cantidades muy superiores de leucina. Las principales proteínas de la quinua son la globulina y albúmina. Dentro de los lípidos tiene cantidad relativamente alta de aceite con mayor porcentaje de ácidos grasos como omega 6 (ácido linoleico) 50 %; omega 9 (ácido oleico) 26 %; omega 3 (ácido linolénico) 5 %. En cuanto a carbohidratos: contiene entre 58 a 68% de azúcares (glucosa y galactosa) y 58 a 60 % de almidón constituido principalmente por xilosa y maltosa. También es rico en minerales: Calcio, Hierro, Magnesio, Fósforo y Zinc. Vitaminas: vitamina A, vitamina E, vitamina B y vitamina C (ácido ascórbico); Contiene 3 % ceniza mayor que en otros cereales como arroz y el trigo. Ahumada<sup>19</sup>, identificó más de 30 saponinas triterpénicas; las saponinas están compuesta por aglicona esteroide o triterpenoide. Fenoles: los ácidos fenólicos, los derivados del ácido hidroxicinámico y ácido hidroxibenzoico. Los polifenoles flavonoides (glicósidos de flavonol y las isoflavonas). Betalaínas son pigmentos que confieren color a las semillas como (rojo y violeta) y betaxantinas (color amarillo y anaranjado).<sup>18, 20</sup> En cuanto a la composición química de la quinua se muestra en las Tablas 1,2 y 3.

Tabla 1. Contenido de minerales y vitaminas.

<b>Componentes</b>	<b>Valor por kg y 100 g.</b>
Calcio (Ca)	4787 mg/kg
Magnesio (Mg)	5020 mg/kg
Hierro (Fe)	168 mg/kg
Cobre (Cu)	51 mg/kg
Zinc (Zn)	48 mg/kg
Vitaminas $\alpha$ -caroteno	0,2 mg/100 g
Niacina (vitamina B3)	1,06 mg/kg
Tiamina (vitamina B1)	0,4 mg/100 g
Ácido fólico (vitamina B9)	78,1 mg/100 g
Riboflavina (vitamina B2)	0,20 mg/100 g
$\alpha$ -tocoferol (vitamina E)	2,6 mg/100 g
Vitamina C	16,4 mg/100 g

Fuente: Chicoma.<sup>21</sup>

Tabla 2. Contenido de aminoácidos de quinua.

Aminoácidos esenciales	Valor por 100 g.
Isoleucina	0,88 g/100g
Leucina	0,98 g/100g
Lisina	0,99 g/100g
Metionina	0,33 g/100g
Fenilalanina	0,48 g/100g
Treonina	0,63 g/100g
Triptofano	0,15 g/100g
Valina	0,55 g/100g

Fuente: Tapia.<sup>17</sup>

Tabla 3. Ácidos fenólicos en quinua blanca, roja y negra.

Ácidos fenólicos (µg/g)	Quinua blanca	Quinua roja	Quinua negra
Ácido protocatequico	No detectado	11,59 ± 0,14	9,48 ± 0,28
Ácido <i>p</i> -hidroxibenzoico	7,12 ± 0,11	22,47 ± 0,32	6,79 ± 0,15
Ácido vainílico	9,28 ± 0,30	3,34 ± 0,13	19,23 ± 0,73
Ácido siríngico	5,78 ± 0,12	28,28 ± 0,34	28,68 ± 0,94
Ácido <i>p</i> -cumárico	10,67 ± 0,18	6,92 ± 0,11	8,35 ± 0,09
Ácido ferúlico	10,35 ± 0,27	4,72 ± 0,09	12,17 ± 0,62
Ácido sinápico	3,04 ± 0,02	0,41 ± 0,01	7,15 ± 0,05
Ácido isoferúlico	9,88 ± 0,16	10,04 ± 0,19	2,90 ± 0,02
<b>Total</b>	<b>56,16 ± 1,16</b>	<b>87,77 ± 1,33</b>	<b>94,96 ± 2,88</b>

Fuente: Lio.<sup>22</sup>

### 2.2.6. Estudios farmacológicos.

Ahumada<sup>19</sup>, reconoce a la quinua como una fuente promisoría de saponinas de interés por sus propiedades biológicas, tales como actividad hemolítica, citotóxica, antioxidante, antiadipogénica, hipocolesterolémica, antiinflamatoria, molusquicida. Según Lozano<sup>23</sup>, las saponinas de la quinua (sapogeninas de naturaleza triterpénica), como el ácido oleanólico tiene propiedades antiinflamatorias evaluadas *in vivo* del extracto. Estudios clínicos demuestran que la suplementación con quinua ejerce efectos positivos significativos sobre la salud metabólica, cardiovascular y gastrointestinal en humanos<sup>20</sup>.

Los estudios realizados en pacientes celíacos alimentados con quinua, como dieta libre de gluten han descubierto que la quinua ayuda a la mejora de los parámetros histológicos y serológicos. Con este estudio sugieren que los pacientes celíacos pueden tolerar con seguridad 50 g diarios de quinua durante seis semanas<sup>24</sup>.

Las proteínas de la quinua pueden actuar directamente sobre el organismo tras la liberación de péptidos bioactivos, compuesto con propiedad modulador de los niveles de glucosa en personas diabéticos.<sup>25</sup> En consecuencia se puede usar la quinua para ayudar a controlar los niveles de glucosa en la sangre.

Bernuy *et al.*<sup>26</sup>, atribuyen que la alimentación con quinua tostada en ratas obesas inducidas experimentalmente, reducen la peroxidación lipídica en el hígado; sin embargo, no redujeron la acumulación de grasa visceral y abdominal, es decir, no disminuyó la condición de obesidad en los animales.

### **2.2.7. Uso medicina tradicional.**

La quinua como medicina tradicional es conocida desde tiempos remotos. Entre sus usos más frecuentes se pueden mencionar: en tratamiento de abscesos, hemorragias, luxaciones, anginas, cistitis, cicatrizante y afecciones hepáticas. La manera de aplicar varía tanto para el uso externo como interno. Por ejemplo, se aplica en emplastos la quinua negra como analgésico dental, antiinflamatorio y cicatrizante. Gracias a las sustancias alcalinas del fruto se forma una pasta mezclando con alcohol para tratar torceduras, fracturas y luxaciones. El agua del grano cocido se emplea para curar purulencias internas y úlceras del hígado. También se emplea como un laxante, tratamiento para eliminar la caspa, en problemas de insomnio, etc. Según los portadores de plantas medicinales (Kallawayas en Aymara).<sup>18</sup>

### **2.3. Compuestos fenólicos.**

Son metabolitos secundarios de distribución amplia en el reino vegetal. Se encuentra en todas las partes de las plantas y varía su concentración a lo largo del ciclo vegetativo. Sus funciones son diversas, tales como la fotosíntesis, asimilación de nutrientes, actividad enzimática, síntesis proteica, formación de componentes estructurales y defensa ante los factores desfavorables del medio ambiente.<sup>27</sup> Estructuralmente los compuestos fenólicos constan de uno o más anillos aromáticos, con uno o más grupos hidroxilos. Asimismo, están categorizados en ácidos fenólicos, flavonoides, estilbenos, cumarina y taninos.<sup>28</sup> Los polifenoles más resaltantes son tres: flavonoides, taninos y ácidos fenólicos; considerados como poderosos antioxidantes *in vitro*. Tienen efectos benéficos sobre la salud disminuyendo riesgo de enfermedades neurodegenerativas, cardiovasculares, el cáncer, osteoporosis y diabetes.<sup>13</sup>

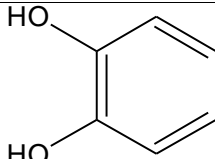
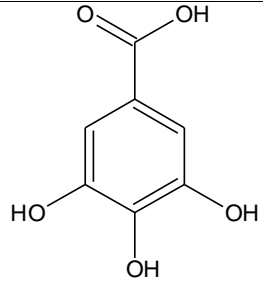
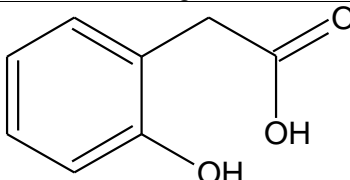
### 2.3.1. Clasificación de compuestos fenólicos.

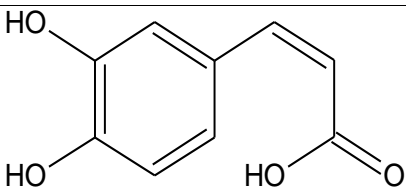
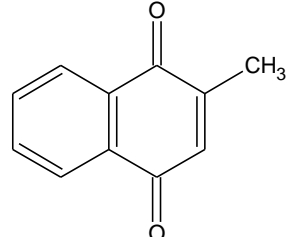
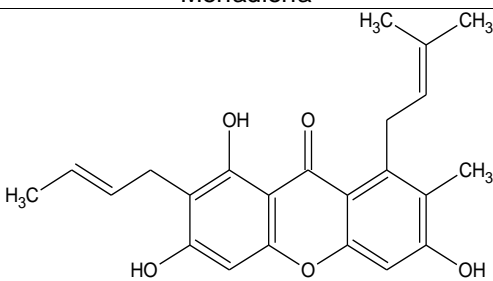
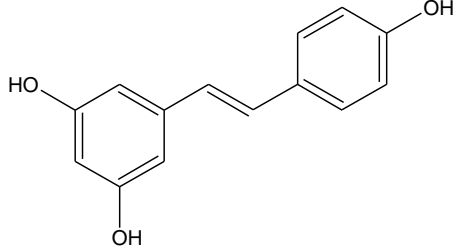
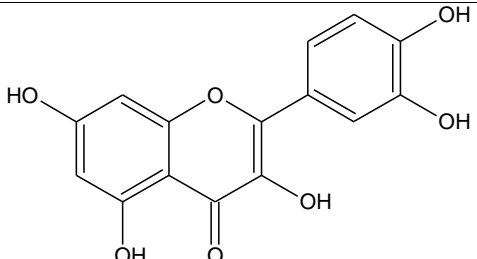
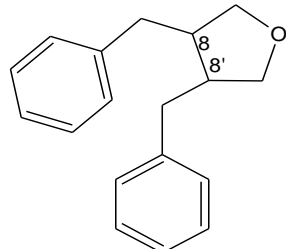
Se clasifican en función del número de grupos fenólicos contenidos, tipo de grupo funcional que se une al anillo aromático y elementos estructurales que unen unos anillos a otros. De esta manera se distingue los estilbenos, lignanos, ácidos fenólicos, flavonoides. Los flavonoides a su vez se sub dividen en flavonas, flavonoles, isoflavonas, flavanonas, antocianinas y flavanoles (catequinas, proantocianidinas).<sup>29</sup> En la (figura 2) y (tabla 4) se aprecia la clasificación general de los compuestos fenólicos.

### 2.3.2. Flavonoides.

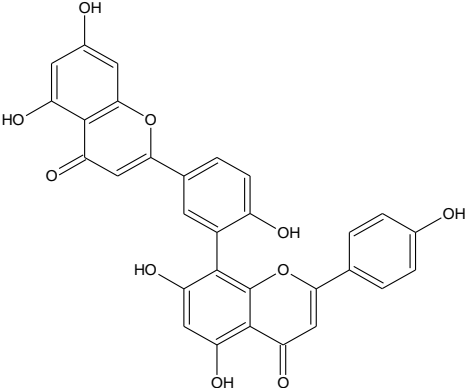
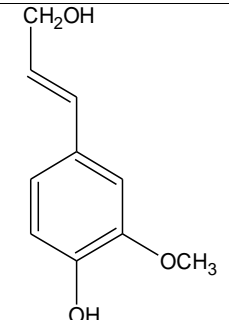
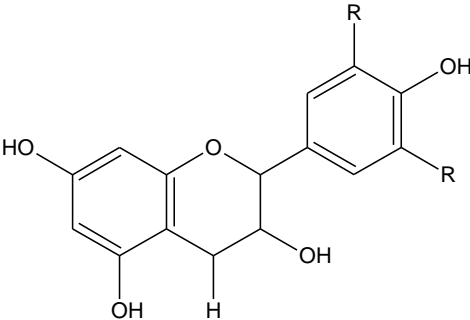
Son uno de los compuestos fenólicos más grandes encontrados en los alimentos de origen vegetal; también son pigmentos naturales responsables de la coloración de frutas y vegetales. Los flavonoides comúnmente tienen una estructura genérica que consta de dos anillos aromáticos (anillo A y B) unidos por tres carbonos que están en otro anillo heterocíclico C. Estos compuestos se clasifican en flavonoles, flavones, antocianidinas e isoflavonoides y existen naturalmente en forma conjugada, glicosilada o esterificada como también de forma libre.<sup>28</sup> La clasificación general de los flavonoides se aprecia en la (tabla 5).

Tabla 4. Clasificación general de compuestos fenólicos.

Clase	Estructura	Ejemplo
Fenoles simples: • Benzoquinonas	C <sub>6</sub>	 Canferol
Ácidos hidroxibenzoicos	C <sub>6</sub> - C <sub>1</sub>	 Ácido gálico
Ácidos fenilacéticos: • Acetofenonas	C <sub>6</sub> - C <sub>2</sub>	 Ácido 2-hidroxi-fenilacético

Clase	Estructura	Ejemplo
Ácidos hidroxicinámicos: • Fenilpropanoides	$C_6 - C_3$	 Ácido caféico
Naftoquinonas	$C_6 - C_4$	 Menadiona
Xantonas	$C_6 - C_1 - C_6$	 Mangostina
Estibenos: • Antraquinonas	$C_6 - C_2 - C_6$	 Resveratrol
Flavonoides: • Isoflavonoides	$(C_6 - C_3 - C_6)$	 Quercetina
Lignan	$(C_6 - C_3)_2$	 Epoxilignan



Clase	Estructura	Ejemplo
Biflavonoides	$(C_6 - C_3 - C_6)_2$	 <p data-bbox="1098 678 1278 707">Amentoflavona</p>
Ligninas	$(C_6 - C_3)_n$	 <p data-bbox="1075 1059 1294 1088">Alcohol coniferílico</p>
Taninos condensados	$(C_6 - C_3 - C_6)_n$	 <p data-bbox="1118 1417 1257 1447">Flavan-3-ol</p>

Fuente: Chicoma.<sup>21</sup>

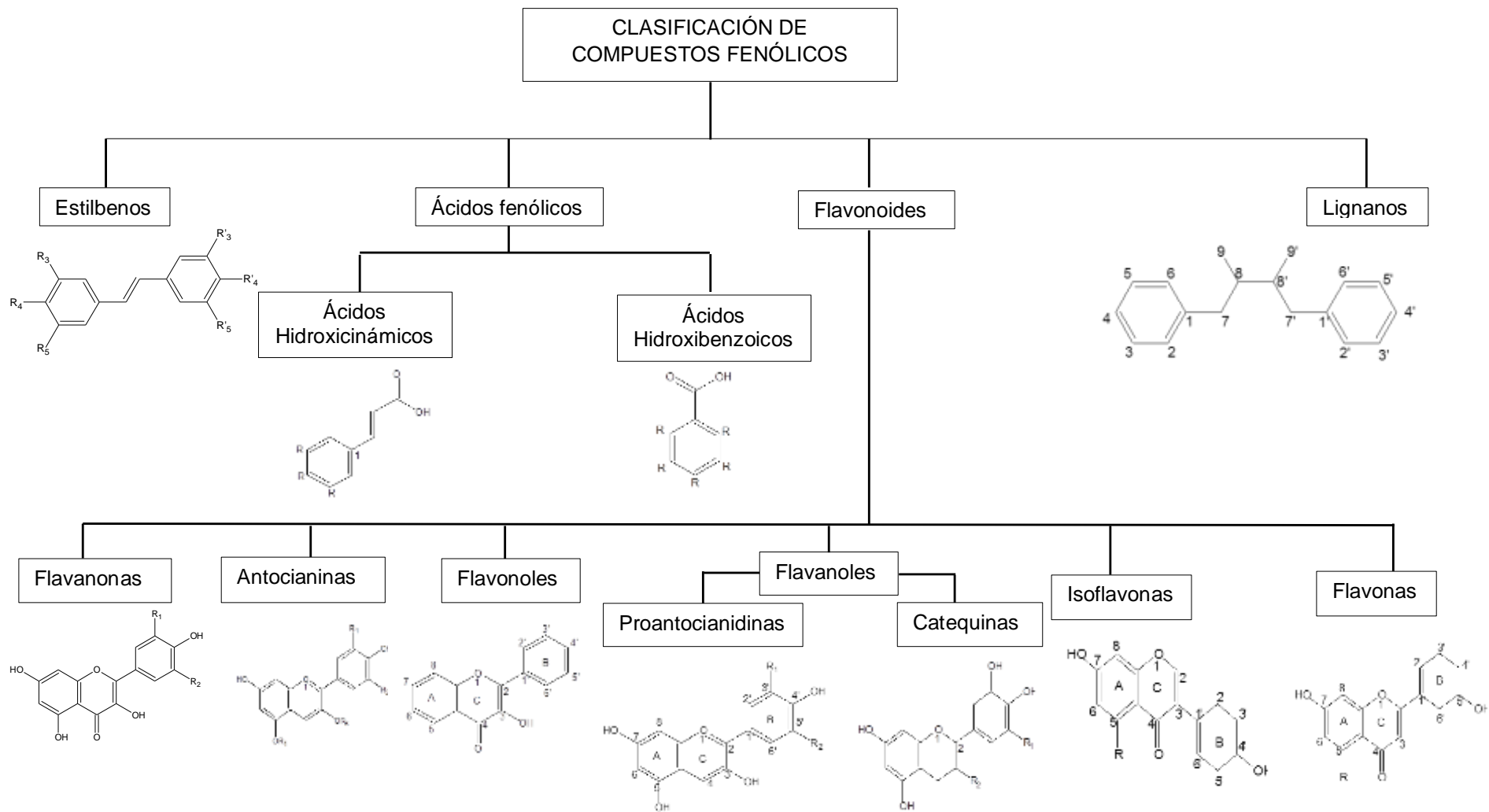
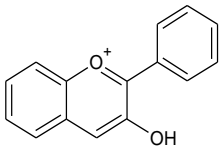
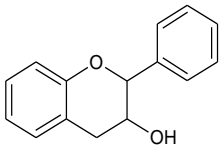
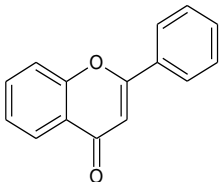
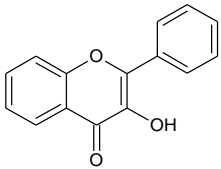


Figura 2. Gráfica representativa de la clasificación de compuestos fenólicos, tomado de Manach *et al.*<sup>29</sup>

Tabla 5. Clasificación de los flavonoides.

Nombre	Descripción	Ejemplo	Estructura
<b>Antocianidinas</b>	Tiene un grupo –OH unido en la posición 3, pero además posee un doble enlace entre los carbonos 3 y 4 del anillo C	Antocianidina	
<b>Flavanos</b>	Con un grupo –OH en posición 3 del anillo C	Catequina	
<b>Flavonas</b>	Poseen un grupo carbónico en posición 4 del anillo C y carecen del grupo hidroxilo en posición C <sub>3</sub>	Diosmetina	
<b>Flavonoles</b>	Grupo carbónico en posición 4 y un grupo –OH en posición 3 del anillo C	Quercetina	

Fuente: Escamilla *et al.*<sup>30</sup>

#### 2.4. Radicales libres.

Son átomos o grupo de átomos, caracterizado por poseer uno o más electrones desapareados en su estructura por lo que son muy reactivos y tienen la capacidad de formar otros radicales libres en cadena. Por consiguiente, un radical libre puede dañar un millón de moléculas durante la reacción en cadena destruyendo nuestras células. Esta especie química forma parte de las llamadas especies reactivas del oxígeno (ERO). Los radicales libres se producen como producto del metabolismo de cada célula, también son producidos por factores externos como: contaminantes ambientales (atmosféricos, acuáticos, suelos, etc.) y radiaciones (ultravioleta, gamma, hertziana), entre otros. Además, el estilo de vida de una persona puede acelerar su producción, por ejemplo, el consumo de alcohol, tabaco, drogas, exposición a fertilizantes o pesticidas.<sup>31</sup> Generalmente son producidos en la célula a través de las reacciones de transferencia de electrones, con o sin participación enzimática, pero mediada por iones metálicos de transición; tal es el caso del radical OH que es generado siempre que el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> entra en contacto con iones cobre (Cu<sup>+2</sup>) o iones hierro (Fe<sup>+2</sup>); ya que el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y los complejos metálicos están presentes en humanos, es lógico asumir que el OH puede ser formado *in vivo*.<sup>32</sup>

## **2.5. Especies reactivas del oxígeno (ERO).**

El término ROS o ERO se refiere a un grupo de moléculas que contienen oxígeno con diferente reactividad química. Se les considera como metabolitos del oxígeno parcialmente reducidos que poseen una fuerte capacidad oxidante. A concentraciones elevadas son perjudiciales para las células, porque oxidan a los componentes celulares como a las proteínas, lípidos y el ADN.<sup>33</sup>

Según Venero<sup>34</sup>, las principales especies reactivas del oxígeno:

- Radical hidroxilo ( $\text{HO}^\cdot$ )
- Peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )
- Anión superóxido ( $\text{O}_2^\cdot$ )
- Oxígeno singlete ( $^1\text{O}_2$ )
- Óxido nítrico ( $\text{NO}^\cdot$ )
- Peróxido ( $\text{ROO}^\cdot$ )
- Semiquinona (Q)
- Ozono ( $\text{O}_3$ )

## **2.6. Daño o estrés oxidativo.**

El daño o estrés oxidativo se ha definido como la exposición de la materia viva a diversas fuentes que producen una ruptura del equilibrio entre las especies reactivas del oxígeno y la defensa antioxidante, ya sea por un incremento exagerado de la producción de especies reactiva del oxígeno o por déficit de estas defensas. El estrés oxidativo ocasiona daño a las células, su estructura, función del órgano, por consiguiente, daño general al sistema.<sup>34</sup>

## **2.7. Antioxidantes.**

Son compuestos químicos naturales encontrados en gran variedad de plantas y alimentos, pueden ser también sintéticos; retrasan la oxidación celular causado por agentes oxidantes fisiológicos como los radicales libres, las especies reactivas de oxígeno (ERO) y especies reactivas de nitrógeno (RNS). Los antioxidantes actúan como mecanismo de defensa al inhibir y prevenir el daño celular; están directamente relacionados con los radicales libres y el estrés oxidativo. Por tanto, al frenar la oxidación reduce enfermedades neurodegenerativas, cardiovasculares y tumores.<sup>35</sup>

### **Clasificación de los antioxidantes.**

Existen diferentes atribuciones según autor para clasificar los antioxidantes.

Tabla 6. Clasificación de los antioxidantes.

Antioxidantes enzimáticos	Antioxidantes no enzimáticos	
Enzimas primarias: <ul style="list-style-type: none"> <li>• SOD (superóxido dismutasa)</li> <li>• Catalasa</li> <li>• Glutati3n peroxidasa</li> </ul>	Minerales: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zinc</li> <li>• Selenio</li> </ul> Carotenoides: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betacaroteno</li> <li>• Licopeno</li> <li>• Luteína</li> <li>• Ceoxantina</li> </ul> Antioxidantes de bajo peso molecular: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Glutati3n</li> <li>• 1cido 3rico</li> </ul>	Vitaminas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vitamina A</li> <li>• Vitamina C</li> <li>• Vitamina E</li> <li>• Vitamina K</li> </ul> Compuestos organosulfurados: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alicina</li> <li>• Sulfuro de dialilo</li> <li>• Indoles</li> </ul> Antioxidantes cofactores: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cofactor Q10</li> </ul>
Enzimas secundarias: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Glutati3n reductasa</li> <li>• Glucosa 6-fosfato deshidrogenasa</li> </ul>	Polifenoles	
	Flavonoides: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flavonoles:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quercetina</li> <li>- Kanferol</li> </ul> </li> <li>• Isoflavonas</li> <li>• flavonas</li> <li>• Flavanoles:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Catequina</li> <li>- proantocianidinas</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flavanonas:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hesperidina</li> </ul> </li> <li>• Antocianidinas:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cianidinas</li> <li>- Pelargonidina</li> </ul> </li> </ul>

Fuente: adaptado de Bunaciu *et al.*<sup>36</sup>

## 2.8. Capacidad Antioxidante.

La capacidad antioxidante es el potencial de una sustancia o compuesto qu3mico para dificultar o inhibir la oxidaci3n de un sustrato. Es una medida de la cantidad de un radical libre que se elimina con la soluci3n de prueba por una sustancia antioxidante en la muestra. La medici3n de la capacidad antioxidante es 3til para valorar la calidad de una muestra, para determinar la cantidad de antioxidantes en un sistema determinado; no es posible medir la capacidad antioxidante de cada componente individual de un compuesto.<sup>36</sup>

### M3todos anal3ticos de cuantificaci3n.

Se desarrollaron diversos m3todos *in vitro* para medir la capacidad antioxidante en un producto. De forma general estos m3todos han sido clasificadas en funci3n a su mecanismo de reacci3n en dos grupos: aquellas que est3n basadas en la reacci3n de transferencia de electrones (TE), estos m3todos determinan la capacidad de un antioxidante, para transferir un electr3n y reducir un compuesto, este principio incluye a los m3todos FRAP, DPPH y ABTS; y los m3todos TRAP (par3metro antioxidante total que atrapa los radicales) y ORAC (capacidad de absorbancia de radicales de ox3geno), se basan en la transferencia de 3tomos de hidr3geno (TAH), de esta manera miden la

capacidad de un antioxidante para estabilizar un radical libre mediante la transferencia de átomos de hidrógeno.<sup>37, 38</sup>

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución del trabajo de investigación.

Este trabajo de investigación se llevó a cabo en los ambientes de Farmacognosia y Toxicología, laboratorios de la Escuela de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga durante los meses de marzo de 2022 a agosto de 2022.

#### 3.2. Materiales.

**3.2.1. Población:** semillas de 20 variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua”, fueron proporcionadas por el proyecto FOCAM – 2014 Ayacucho.

**3.2.2. Muestra:** cinco gramos de semilla de cada variedad de las 20 variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua”. Las 20 variedades en estudio fueron: Amarilla Marangani, Amarilla Sacaca, Blanca Ayacuchana, Blanca Choclito, Blanca INIA Salcedo, Blanca July, Blanca Junín, Blanca Nativa Tambopuquio, Blanca Qollana, Blanca Suano Puno, Negra, Negra Huamanguilla, Negra Quito, Roja Boliviana, Roja Ccejelambras, Roja Chiara, Roja Pasankalla 1, Roja Pasankalla 2, Roja Qollana y Roja Vinchos (Anexo 2).

El tipo de muestreo para la realización de los análisis es por conveniencia y la unidad de análisis es de cinco gramos de cada variedad.

#### 3.3. Procedimiento metodológico para la recolección de datos.

##### 3.3.1. Obtención del extracto metanólico de las semillas de quinua.

Cinco gramos de las semillas de quinua de cada variedad fueron triturados y llevados a extracción con 100 mL de metanol en un agitador magnético durante 4 horas. Pasado el tiempo se filtró y vertió en una probeta para medir el volumen obtenido del extracto. Los extractos se concentraron a sequedad en un rotavapor a temperatura menor de 45 °C, inmediatamente después se llevó a la estufa a 42 °C de temperatura hasta obtener un residuo del extracto, el cual fue envasado en un frasco ámbar para conservar hasta su posterior uso. Se disolvieron 0,050 gramos (50 mg) de residuo en 50 mL de metanol

para cuantificar los fenoles totales, flavonoides presentes en el extracto de quinua y del mismo modo determinar la capacidad antioxidante.

### **3.3.2. Determinación del contenido de fenoles totales.**

El contenido de fenoles totales se determinó según el método modificado de Folin-Ciocalteu realizado por Quispe *et al.*<sup>39</sup>, con algunas modificaciones. Se usaron soluciones de ácido gálico como estándar; tomando alícuotas de (0; 0,5; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,30 µg/mL) para construir la curva de calibración, resultando  $r^2=0,9939$ . El color del reactivo es amarillo, que al ser reducido por los grupos fenólicos cambia, cuya intensidad se mide a 725 nm de longitud de onda para determinar la cantidad de los fenoles totales presentes en el extracto.<sup>9</sup>

#### **Procedimiento:**

- Tomar 150 µL del extracto metanólico por triplicado y adicionar 2400 µL de H<sub>2</sub>O destilada.
- Mezclar con 150 µL del reactivo de Folin-Ciocalteu 0,25 N, agitar por 5 min y dejar reaccionar durante 3 min.
- En seguida se mezcla con 300 µL de carbonato de sodio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) 1N, la solución obtenida se deja en reposo durante 2 horas a temperatura ambiente en completa oscuridad.
- Finalmente medir la absorbancia de las muestras a 725 nm de longitud de onda en el espectrofotómetro UV-Vis (GENESYS 150).
- Los resultados se expresan como mg equivalentes de ácido gálico por gramos de muestra (mg GAE/g de muestra), a partir de una curva de calibración ( $r^2=0,9939$ ;  $y=0,0043X + 0,0005$ ), se observa el diagrama detallado (Anexo 3).

### **3.3.3 Determinación del contenido de flavonoides.**

El contenido de flavonoides se determinó utilizando un ensayo colorimétrico desarrollado por Valencia *et al.*<sup>7</sup>, con ligeras modificaciones. Se usaron soluciones de quercetina como estándar; tomando alícuotas de (0,2; 0,4; 0,6; 0,8 y 0,1 µg/mL) para construir la curva de calibración, resultando un  $r^2=0,9933$ .

#### **Procedimiento:**

- Tomar 0,05 mL de muestra por triplicado, el cual es diluido con 0,50 mL de agua destilada.
- Agregar 0,15 mL de solución de NaNO<sub>2</sub> 5% (nitrito de sodio al 5%), agitar con Vortex y dejar reaccionar durante 5 min.
- Adicionar 0,15 mL de solución de AlCl<sub>3</sub> 10% (cloruro de aluminio al 10%), agitar y esperar la reacción durante 6 min.



- Añadir 2,0 mL de NaOH 4% (hidróxido de sodio al 4%).
- Completar con agua destilada a 5 mL y reaccionar durante 15 min.
- Finalmente medir su absorbancia de las muestras a 510 nm en el espectrofotómetro UV-Vis (GENESYS 150).
- Los resultados se expresaron como mg equivalentes de quercetina por gramos de muestra (mg QE/g de muestra), a partir de una curva de calibración ( $r^2=0,9933$ ;  $y=0,0019X - 0.0049$ ), se observa el diagrama detallado (Anexo 4).

### 3.3.4. Determinación de la capacidad antioxidante por el método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo).

Es un radical estable 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), presenta una fuerte coloración violeta. Se emplea para medir la capacidad antioxidante de cualquier compuesto químico (extracto metanólico), esta medición se hace espectrofotométricamente siguiendo el decaimiento de la absorbancia a 517 nm del radical DPPH.<sup>38,37,40</sup> Se preparó una curva de calibración con trolox (0; 1; 2; 4; 6; 8  $\mu\text{g/mL}$ ). Se expresan los resultados en  $\mu\text{mol}$  equivalentes a trolox por gramo de muestra ( $\mu\text{mol TE/g}$  de muestra), con algunas modificaciones.

#### Fundamento:

Su mecanismo de acción de este método se basa en la reducción de la absorbancia, cuando una solución de DPPH es mezclada con una sustancia química que pueda donar un electrón (antioxidante), dando lugar a la pérdida de color violeta a un color amarillo pálido (forma reducida) esto indica el potencial de atrapamiento del radical libre por los compuestos antioxidantes. La reacción se detalla en la figura 3.

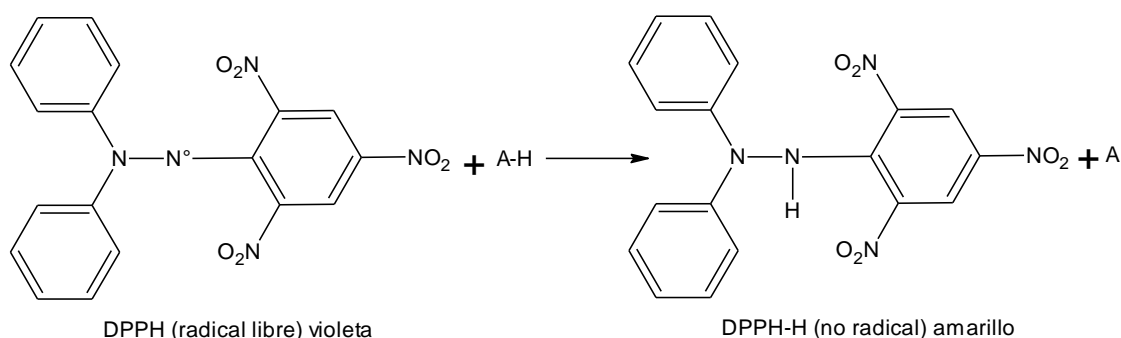


Figura 3. Gráfica estructural del reactivo DPPH antes y después de la reacción, con un agente antioxidante obtenido del trabajo de Burgos.<sup>40</sup>

#### Procedimiento:

- Se preparó la solución patrón (SP), disolviendo 24 mg de DPPH en 100 mL de metanol.

- Se preparó la solución de trabajo (ST), al mezclar 10 mL de SP con 50 mL de metanol; inmediatamente se llevó a ajustar su absorbancia a  $0,7 \pm 0,02$  nm de longitud de onda leída a 517 nm.
- La muestra fue preparada por triplicado, tomando una alícuota de 250  $\mu$ L del extracto más 1000  $\mu$ L de la solución de trabajo (ST).
- Se dejaron reaccionar por 30 min en plena oscuridad (protegido de la luz natural), pasado el tiempo fueron, leídas las absorbancias a 517 nm en un espectrofotómetro UV – Vis GENESYS 150 (Anexo 5).

### 3.3.5. Determinación de la capacidad antioxidante por el método ABTS (ácido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfónico).

ABTS es otro método manejable para medir la capacidad antioxidante de algún compuesto químico. Este método, trata de la obtención del radical  $ABTS^{+\cdot}$  tras la reacción del mismo con persulfato potásio<sup>41</sup>. Se preparó una curva de calibración con soluciones de trolox (0; 0,5; 1; 2; 3; 4  $\mu$ g/mL), con algunas modificaciones. Los resultados se expresan como  $\mu$ mol equivalentes de Trolox por gramo de muestra ( $\mu$ mol TE/g de muestra).

#### Fundamento:

Se basa en la reducción de la absorbancia medida a 734 nm del radical  $ABTS^{+\cdot}$ , por compuestos antioxidantes. En donde los antioxidantes reaccionan con el ABTS capturando a este radical y lo estabiliza debido a su capacidad donadora de hidrógenos ( $H^+$ ). La capacidad antioxidante se da cuando el radical  $ABTS^{+\cdot}$  es decolorado, el grado de decoloración también indica el potencial de atrapamiento del radical libre por los compuestos antioxidantes<sup>41</sup>. Figura 4 muestra la del método ABTS.

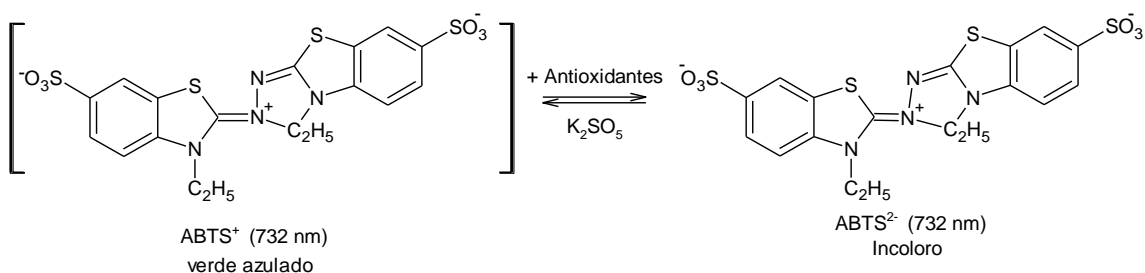


Figura 4. Gráfica estructural del reactivo  $ABTS^{+\cdot}$  antes y después de la reacción, con un agente antioxidante, obtenido del trabajo de tesis Burgos.<sup>40</sup>

#### Procedimiento:

- Se preparó la solución patrón (SP) a partir de 40,6 mg de ABTS y 7 mg de persulfato de potasio, cada uno fue enrasado en fiola de 10 mL con agua destilada, los cuales fueron mezclados.
- Se dejó reaccionar por 12 horas la solución patrón.
- La solución de trabajo (ST) se preparó al tomar 1 mL de SP diluida en 60 mL de metanol, inmediatamente se llevó a ajustar su absorbancia a  $1,1 \pm 0,02$  de absorbancia leída a 734 nm.
- Se reparó la muestra por triplicado, 150  $\mu$ L del extracto fue mezclado con 2850  $\mu$ L de solución ST.
- Dejamos reaccionar a temperatura ambiente en la oscuridad por dos horas, pasado el tiempo se lee las absorbancias a 734 nm.
- La absorbancia se leyó a 734 nm en un espectrofotómetro UV – Vis GENESYS 150 (Anexo 6).

### 3.3.6. Determinación de la capacidad antioxidante por el método FRAP.

FRAP es uno de los métodos más simples para medir la capacidad antioxidante de un compuesto en donde los antioxidantes reaccionan con el  $\text{Fe}^{3+}$  y lo reducen a  $\text{Fe}^{2+}$ , debido a su capacidad donadora de hidrógenos (electrones).<sup>40</sup>

#### Fundamento.

Este método se basa en la acción de los antioxidantes para reducir el ion férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ) enlazado al complejo incoloro férrico 2,4,6-tripiridil-s-triazina (TPTZ) al ion ferroso con el reactivo TPTZ, generando la formación de un complejo ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ -TPTZ) de color azul, de esta manera se estabiliza al aceptar electrones donados. La absorbancia es medida a 593 nm en presencia de los antioxidantes responsables de la capacidad reductora de la muestra. La capacidad para reducir el hierro, se considera un índice de poder antioxidante de la muestra.<sup>40</sup> Se mecanismo de reacción en la figura 5.

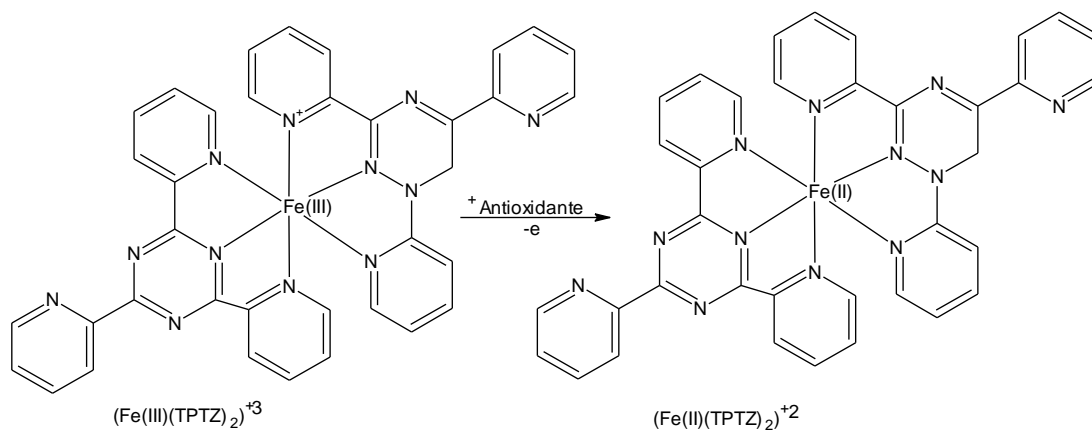


Figura 5. Gráfica de la reacción del agente antioxidante con la sal de férrica de Fe (III) (TPTZ)<sub>2</sub>Cl<sub>3</sub> (TPTZ) 2,4,6-Tripiridil-triazina recuperado de Burgos.<sup>40</sup>

**Procedimiento:**

Realizado por Burgos<sup>40</sup>, con ligeras modificaciones, se prepara una curva de calibración con soluciones de trolox (0; 0,5; 1; 2; 4; 6; 8 µg/mL). Los resultados se expresan como µmol TEAC/g de muestra (µmol equivalentes de trolox por gramo de muestra), ver el procedimiento detallado (Anexo 7).

- Buffer acetato (S1) con 310 mg de C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>NaO<sub>2</sub> (acetato de sodio), más 1,6 mL de CH<sub>3</sub>COOH (ácido acético) completando a 100 mL con agua destilada.
- 2,4,6-tripiridil-s-triazina (S2): pesar 31,2 mg TPTZ y disolverlo en solución de HCl 40 Mm.
- Cloruro férrico hexahidratado (FeCl<sub>3</sub>·6 H<sub>2</sub>O) como (S3): pesar 54,1mg de FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O disolverlo en 10 mL metanol.
- La solución de trabajo (ST) se obtiene al mezclar 25 mL de buffer acetato con 2,5 mL de solución de TPTZ y 2,5 mL de la solución de FeCl<sub>3</sub>.
- Calentar a 37 °C en baño maría por 30 minutos.
- Preparación de la muestra por triplicado, se mezcla 150 µL de muestra con 2850 µL de solución ST.
- Dejar reaccionar por 30 minutos a temperatura ambiente en oscuridad, pasado el tiempo se lee la absorbancia a 593 nm.

**3.4. Análisis de datos**

Los resultados fueron procesados mediante el análisis de varianza (ANOVA) considerando una significancia estadística de p < 0,05 y un intervalo de confianza que fue evaluada al 95 %, se utilizó el software SPSS versión 21 en entorno Windows.

## **IV. RESULTADOS**

Tabla 7. Contenido de fenoles totales (FT) y flavonoides (F) en 20 variedades de la semilla de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Ayacucho – 2022.

Variedad	Contenido de FT (mgGAE/g)	Contenido de F (mg QE/g)	Relación
			F/FT
1. Amarilla Marangani (AM_MA)	222,48 ± 1,55	56,38 ± 2,19	0,25
2. Amarillo Sacaca (AM_SA)	200,26 ± 11,22	62,00 ± 1,05	0,31
3. Blanca Ayacuchana (BL_AY)	210,60 ± 2,37	94,63 ± 4,59	0,45
4. Blanca Choclito (BL_CHO)	255,04 ± 4,10	59,90 ± 3,65	0,23
5. Blanca INIA Salcedo (BL_INS)	231,78 ± 3,10	54,63 ± 2,11	0,24
6. Blanca July (BL_JU)	249,87 ± 1,79	42,35 ± 1,61	0,17
7. Blanca Junín (BL_JUN)	164,60 ± 2,37	72,53 ± 2,11	0,44
8. Blanca Nativa Tambopuqui (BL_NT)	193,54 ± 3,90	55,68 ± 1,06	0,29
9. Blanca Qollana (BL_QO)	226,10 ± 4,98	54,98 ± 2,19	0,24
10. Blanca Suano Puno (BL_SP)	206,98 ± 4,10	65,51 ± 2,43	0,32
11. Negra (NE)	223,51 ± 6,26	93,23 ± 4,86	0,42
12. Negra Huamanguilla (NE_HU)	239,53 ± 3,11	74,98 ± 2,19	0,31
13. Negra Quito (NE-QO)	287,60 ± 1,55	59,19 ± 1,21	0,21
14. Roja Boliviana (RO_BO)	205,95 ± 3,23	76,39 ± 1,61	0,37
5. Blanca INIA Salcedo (BL_INS)	232,82 ± 8,54	60,24 ± 1,61	0,26
16. Roja Chiara (RO_CHI)	276,74 ± 5,59	94,98 ± 1,61	0,34
17. Roja Pasankalla 1 (RO_PA1)	255,56 ± 6,26	70,77 ± 2,19	0,28
18. Roja Pasankalla 2 (RO_PA2)	218,86 ± 4,74	49,72 ± 1,21	0,23
19. Roja Qollana (RO_QO)	275,19 ± 1,55	60,24 ± 1,61	0,22
20. Roja Vinchos (RO_VI)	245,74 ± 4,10	69,72 ± 1,60	0,28

Los resultados son expresados es el promedio ± D.E. de tres determinaciones.

Tabla 8. Capacidad antioxidante de las 20 variedades de semilla de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua” según los métodos DPPH, ABTS y FRAP. Ayacucho – 2022.

Variedad	Capacidad antioxidante según DPPH $\mu\text{mol TE/mg}$	Capacidad antioxidante según ABTS $\mu\text{mol TE/mg}$	Capacidad antioxidante según FRAP $\mu\text{mol TE/mg}$
	Semillas de quinua Media $\pm$ DE	Semillas de quinua Media $\pm$ DE	Semillas de quinua Media $\pm$ DE
1. Amarilla Marangani (AM_MA)	137,39 $\pm$ 0,96	153,11 $\pm$ 1,39	216,56 $\pm$ 2,24
2. Amarillo Sacaca (AM_SA)	177,39 $\pm$ 3,85	187,11 $\pm$ 7,49	234,29 $\pm$ 1,39
3. Blanca Ayacuchana (BL_AY)	214,06 $\pm$ 5,85	182,67 $\pm$ 2,40	247,47 $\pm$ 0,70
4. Blanca Choclito (BL_CHO)	468,50 $\pm$ 3,33	211,11 $\pm$ 7,38	265,05 $\pm$ 1,37
5. Blanca INIA Salcedo (BL_INS)	374,61 $\pm$ 3,85	169,56 $\pm$ 1,54	249,59 $\pm$ 1,36
6. Blanca July (BL_JU)	36,83 $\pm$ 1,67	145,11 $\pm$ 4,68	199,44 $\pm$ 2,05
7. Blanca Junín (BL_JUN)	17,94 $\pm$ 0,96	103,56 $\pm$ 2,70	222,01 $\pm$ 3,03
8. Blanca Nativa Tamb (BL_NT)	213,50 $\pm$ 4,41	169,56 $\pm$ 1,54	231,26 $\pm$ 0,95
9. Blanca Qollana (BL_QO)	293,50 $\pm$ 2,89	191,11 $\pm$ 3,08	256,26 $\pm$ 1,72
10. Blanca Suan Puno (BL_SP)	207,39 $\pm$ 0,96	134,00 $\pm$ 5,81	190,20 $\pm$ 0,26
11. Negra (NE)	215,17 $\pm$ 6,00	111,78 $\pm$ 12,34	223,08 $\pm$ 2,05
12. Negra Huamanguill (NE_HU)	280,17 $\pm$ 4,41	163,11 $\pm$ 2,14	266,86 $\pm$ 1,37
13. Negra Quito (NE-QO)	415,17 $\pm$ 7,64	231,11 $\pm$ 4,82	263,83 $\pm$ 2,59
14. Roja Boliviana (RO_BO)	236,84 $\pm$ 16,07	120,00 $\pm$ 5,33	197,62 $\pm$ 0,53
15. Roja Ccejelambras (RO_CC)	262,39 $\pm$ 2,55	141,11 $\pm$ 0,38	251,26 $\pm$ 1,39
16. Roja Chiara (RO_CHI)	409,61 $\pm$ 2,55	191,33 $\pm$ 11,85	247,47 $\pm$ 0,53
17. Roja Pasankalla 1 (RO_PA1)	423,50 $\pm$ 1,67	200,67 $\pm$ 3,71	275,65 $\pm$ 2,74
18. Roja Pasankalla 2 (RO_PA2)	234,61 $\pm$ 5,85	147,56 $\pm$ 0,77	226,86 $\pm$ 0,79
19. Roja Qollana (RO_QO)	361,84 $\pm$ 2,89	213,56 $\pm$ 3,01	255,19 $\pm$ 2,89
20. Roja Vinchos (RO_VI)	324,61 $\pm$ 5,36	169,11 $\pm$ 1,68	256,71 $\pm$ 1,89

Indican significancia a  $p < 0,01$ . Valores promedio de 3 repeticiones de cada variedad  $\pm$  D.E.

## V. DISCUSIÓN

En la tabla 7, se observa el contenido de fenoles totales presentes en los extractos metanólico de las 20 variedades de semilla de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Se muestra que la variedad Roja Qollana ( $275,19 \pm 1,55$  mg GAE/g de muestra), seguido de Rojo Chiara ( $276,74 \pm 5,59$  mg GAE/g de muestra) y Negra Quito ( $287,60 \pm 1,55$  mg GAE/g de muestra) presenta mayor contenido de fenoles totales, mientras que, en la variedad Blanca Junín ( $164,60 \pm 2,11$  mg GAE/g de muestra) es menor. Se determinó con el análisis de varianza que entre las 20 variedades existe diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) (Anexo 20). Por tanto, rechazamos la hipótesis nula, que señalaba que todas las variedades en estudio, tenían el mismo contenido, y aceptamos la hipótesis alternativa. Además, se efectuó la prueba de comparaciones múltiples de Scheffé (Anexo 21), en la que se observa que las variedades Roja Qollana, Roja Chiara y Negra Quito tuvieron el mayor contenido de fenoles totales, con respecto a la variedad Blanca Junín que tuvo el menor contenido.

Se han realizado otros estudios similares a este entre ellos tenemos a Valencia *et al.*<sup>11</sup>, en los que el contenido de fenoles totales varió en el rango de  $0,783 \pm 0,052$  hasta  $3,437 \pm 0,267$  mg GAE/g muestra; y el de Enciso *et al.*<sup>13</sup>, el rango es desde ( $11,72 \pm 0,32$  mg GAE/g de muestra), para la variedad CQA – 043 hasta ( $28,32 \pm 0,49$  mg GAE/g muestra), para la variedad Pasankalla. Esta diferencia se debe a las diversas variedades de semillas en estudio y al proceso de extracción utilizado. Por otro lado, Vidaurre *et al.*<sup>10</sup>, encontró que quinua Negra Qollana ( $142,3$  mg GAE/100 g muestra), posee mayor valor en cuanto al contenido de fenoles totales, que la quinua Roja Pasakalla ( $108,9$  mg GAE/100 g muestra). También Mendoza<sup>12</sup>, también la quinua Negra Ccoito ( $166,4 \pm 9,6$  mg GAE/100 g semilla), con mayor contenido de fenoles totales, mientras la quinua Blanca Salcedo ( $99,7 \pm 1,8$  mg GAE/100 g semilla) menor contenido. Por su parte Chairez *et al.*<sup>7</sup>, mencionan la quinua Amarilla (BQ) ( $102,54 \pm 5,28$  mg GAE/100 g muestra), con



mayor contenido de fenoles totales, seguido de la quinua Roja ( $85,67 \pm 6,91$  mg GAE/100 g muestra); y la quinua Negra ( $50,52$  mg GAE/100 g muestra), con menor contenido. Los valores obtenidos en el presente estudio son mayores. En cuanto al estudio de Han *et al.*<sup>6</sup>, indican la quinua Roja (Q-r<sub>2</sub>) ( $308,32 \pm 2,91$  mg GAE/100 g peso seco) y Negra (Q-b<sub>2</sub>) ( $263,67 \pm 2,13$  mg GAE/100 g peso seco), con valor más alto en cuanto al contenido de fenoles totales, mientras que la quinua Blanca (Q-w<sub>2</sub>) ( $167,15 \pm 1,02$  mg GAE/100 g peso seco), tiene un valor más bajo. Estos últimos resultados son ligeramente mayores al resultado obtenido. Pero note que la quinua Roja, Negra y Amarilla tiene valores más altos en cuanto al contenido de fenoles totales con respecto a la quinua Blanca; podemos asumir que las variedades más oscuras (roja y la negra) de quinua se caracterizan por un mayor contenido de estos compuestos. Estas diferencias de los resultados en general, se deben a la presencia de los diversos compuestos fenólicos presentes en cada variedad en base al color.

En la tabla 7, se observa el contenido de flavonoides presentes en los extractos metanólicos de las 20 variedades de semilla de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Se observa que la variedad Negra ( $93,23 \pm 4,86$  mg QE/g de muestra), seguido de Blanca Ayacuchana ( $94,63 \pm 4,59$  mg QE/g de muestra) y Roja Chiara ( $94,98 \pm 1,61$  mg QE/g de muestra) reporta mayor contenido de flavonoides, mientras que, en la variedad Blanca July ( $42,35 \pm 1,61$  mg QE/g de muestra) y Roja Pasankalla 2 ( $49,72 \pm 1,21$  mg QE/g de muestra) es menor. Se determinó con el análisis de varianza que entre las 20 variedades existe diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) (Anexo 20). Por tanto, rechazamos la hipótesis nula, que señalaba que todas las variedades en estudio, tenían el mismo contenido, y aceptamos la hipótesis alternativa. Además, se efectuó la prueba de comparaciones múltiples de Scheffé (Anexo 22), en la que se observa que la variedad Negra, Blanca Ayacuchana y Roja Chiara tuvieron mayor contenido de flavonoides, mientras que la variedad Blanca July y Roja Pasankalla 2 tuvieron menor contenido de flavonoides.

Estos resultados fueron similares a los reportados por Tarquino<sup>9</sup>, quien determinó el contenido de flavonoides en cuatro variedades de quinua, donde reportó a la Blanca Punaya ( $88,407 \pm 0,004$  mg QE/100 g muestra), seguido de Roja Pisanqalla ( $92,865 \pm 0,003$  mg QE/100 g muestra), con mayor valor de flavonoides y la Negra Ajara ( $63,959 \pm 0,006$  mg QE/100 g muestra), con menor valor. En ambos estudios se observa que la variedad Blanca y Roja presentan mayor

contenido de flavonoides, mientras que la variedad Negra es inferior al resultado del presente estudio. Las diferencias pueden deberse al uso de diferentes variedades de semillas, tipo de extracto (etanólico) utilizado por Tarquino. Así mismo Han *et al.*<sup>6</sup>, mencionan que la variedad Roja (Q-r<sub>3</sub>) (289,92 ± 4,04 mg CE/ 100 g peso seco) y Blanca (Q-r<sub>2</sub>) (307,11 ± 4,22 mg CE/ 100 g peso seco), tienen mayor contenido de flavonoides; mientras la variedad Blanca (Q-w<sub>2</sub>) (139,35 ± 5,85 mg CE/ 100 g peso seco), reportó menor contenido. En comparación con el presente estudio estos resultados son superiores. En algunas investigaciones de referencia el contenido de flavonoides es reportado con menor valor, a los encontrados en esta investigación, por ejemplo, Vidaurre *et al.*<sup>10</sup>, reportan a la quinua Negra Qollana (60,34 mg CE/ 100 g muestra), con mayor valor respecto a la Roja Pasankalla (45,67 mg CE/100 g muestra). Enciso *et al.*<sup>13</sup>, reportan la variación del contenido de flavonoides desde (6.23 ± 0.26 mg QE/g muestra), para la variedad CQA - 048 hasta (11.52 ± 0.92 QE/g muestra), para la variedad Pasankalla. Como se puede apreciar, el contenido de flavonoides en las diferentes variedades en estudio es muy variable, que puede estar influenciado por las condiciones climáticas, como también lugar de procedencia de las semillas. Es decir las semillas de color oscuro no indican mayor contenido de flavonoides.

En la tabla 8, se observa la capacidad antioxidante con el método DPPH en los extractos metanólicos de las 20 variedades de semilla de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Que la variedad la variedad Blanca Choclito (468,50 ± 3,33 µmol TE/g de muestra) resultó tener mayor capacidad antioxidante, mientras que, la variedad Blanca Junín (17,94 ± 0,96 µmol TE/g de muestra) y Blanca July (36,83 ± 1,67 µmol TE/g de muestra) y resultó tener menor. Se determinó con el análisis de varianza que entre las 20 variedades existe diferencias estadísticamente significativas (p < 0,05) (Anexo 23). Por tanto, rechazamos la hipótesis nula, que señalaba que todas las variedades en estudio, tenían igual capacidad antioxidante, y aceptamos la hipótesis alternativa. Además, se efectuó la prueba de comparaciones múltiples de Scheffé (Anexo 24), en la cual la variedad Blanca Choclito tuvo mayor capacidad antioxidante, mientras que la variedad Blanca Junín y Blanca July tuvieron menor capacidad antioxidante.

Valencia *et al.*<sup>11</sup>, en su investigación trabajaron en 24 accesiones (en semillas de quinua), reportan a la accesión A231 con menor capacidad antioxidante (474,215 ± 17,545 µmol TE/100 g muestra), mientras la accesión A123 (972,875 ± 53,846 µmol TE/100 g muestra) con mayor capacidad; los valores presentados en las 20

variedades del presente estudio, son inferiores inclusive a la capacidad menor reportado por Valencia y colaboradores, sobresaliendo la accesión A123 con mayor capacidad antioxidante. Esta diferencia clara se debe a que no precisan las variedades y color de la quinua. En cuanto a Enciso *et al.*<sup>13</sup>, los valores fueron inferiores a los presentados; en un rango de  $(25,03 \pm 0,18 \mu\text{mol TE}/100 \text{ g muestra})$ , para la variedad T-38 hasta  $(29,60 \pm 0,54 \mu\text{mol TE}/100 \text{ g muestra})$ , para la variedad Pasankalla; esta diferencia también se debe a las diferentes variedades en estudio, procesamiento de las muestras, manejo de reactivos, el uso de cubetas por parte del personal investigador.

En la tabla 8, se observa la capacidad secuestradora del radical libre con el método ABTS en los extractos metanólicos de las 20 variedades de semilla de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Donde se muestra las Blanca Choclito  $(211,11 \pm 7,38 \mu\text{mol TE/g de muestra})$ , Roja Qollana  $(213,56 \pm 3,01 \mu\text{mol TE/g de muestra})$  y variedades Negra Quito  $(231,11 \pm 4,82 \mu\text{mol TE/g de muestra})$  tienen mayor capacidad antioxidante, mientras que, las variedades Blanca Junín  $(103,56 \pm 2,70 \mu\text{mol TE/g de muestra})$ , Negra  $(111,78 \pm 12,34 \mu\text{mol TE/g de muestra})$ , Blanca Nativa  $(118,89 \pm 4,68 \mu\text{mol TE/g de muestra})$  y Roja Boliviana  $(120,00 \pm 5,33 \mu\text{mol TE/g de muestra})$  resultaron tener menor capacidad antioxidante. Se determinó con el análisis de varianza que entre las 20 variedades existe diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) (Anexo 23). Por tanto, rechazamos la hipótesis nula, que señalaba que todas las variedades en estudio, tenían igual capacidad antioxidante, y aceptamos la hipótesis alternativa. Además, se efectuó la prueba de comparaciones múltiples de Scheffé (Anexo 25), en la que se observa también que las variedades Blanca Choclito, Roja Qollana y Negra Quito tienen mayor capacidad antioxidante, mientras que las variedades Blanca Junín, Negra, Blanca Nativa y Roja Boliviana muestran tener menor capacidad antioxidante.

Valencia *et al.*<sup>11</sup>, en la investigación de los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de semillas de quinua en 24 accesiones, reportan valores entre  $(104,549 \pm 137,92 \mu\text{mol TE}/100\text{g})$ , para la accesión A 222 hasta  $(184,784 \pm 69,06 \mu\text{mol TE}/100\text{g})$ , para la accesión A 124; la capacidad antioxidante en el presente estudio para la variedad Blanca Junín coincide con el valor mínimo reportado por Valencia y colaboradores. Con respecto al máximo valor reportado, es superior en el presente estudio. Estas diferencias se deben a que no precisan el color de la variedad en estudio de las 24 accesiones, es claro que la quinua en general

contiene diversos compuestos antioxidantes como: compuestos fenólicos, minerales y vitaminas, en concentraciones variables. En la investigación realizado por Chairez *et al.*<sup>7</sup>, en sus investigaciones determinan a la quinua Roja (RQ) ( $105,22 \pm 5,29 \mu\text{mol TE}/100\text{g}$  de muestra), con mayor capacidad antioxidante; al comparar con los resultados de la investigación actual, este valor es igual al de la variedad Blanca Junín ( $105,56 \pm 2,70 \mu\text{mol TE}/\text{g}$  de muestra), variedad que reportó con menor capacidad antioxidante. Esta gran diferencia nos da entender que cada variedad estudiado en base al color es diferente, por contener diferentes compuestos antioxidantes y en cantidades diferentes.

En la tabla 8, se observa el poder antioxidante reductor del hierro (FRAP) en los extractos metanólicos de las 20 variedades de semilla de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Se muestra que la variedad Roja Pasankalla 1 ( $275,65 \pm 2,74 \mu\text{mol TE}/\text{g}$  de muestra) reporta mayor capacidad antioxidante, mientras que, las variedades Blanca Suano Puno ( $190,20 \pm 0,26 \mu\text{mol TE}/\text{g}$  de muestra) y Roja Boliviana ( $197,62 \pm 0,53 \mu\text{mol TE}/\text{g}$  de muestra) reporta menor capacidad antioxidante. Se determinó con el análisis de varianza que entre las 20 variedades existe diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) (Anexo 23). Por tanto, rechazamos la hipótesis nula, que señalaba que todas las variedades en estudio, tenían igual capacidad antioxidante, y aceptamos la hipótesis alternativa. Además, se efectuó la prueba de comparaciones múltiples de Scheffé (Anexo 26), en la que se observa que la variedad Roja Pasankalla 1 resultó tener mayor capacidad antioxidante, mientras que las variedades Blanca Suano y Roja Boliviana tienen menor capacidad antioxidante.

Según Han *et al.*<sup>6</sup>, evaluaron la capacidad antioxidante por el método FRAP, en siete variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua", reportando la variedad Negra (Q-r<sub>3</sub>) ( $211,61 \pm 7,92 \mu\text{mol TE}/\text{g}$  peso seco), y la variedad Roja (Q-w<sub>2</sub>) ( $216,71 \pm 14,00 \mu\text{mol TE}/\text{g}$  peso seco), con mayor capacidad antioxidante. Este reporte es similar a los resultados del presente trabajo; mientras la Blanca (Q-w<sub>2</sub>) ( $110,26 \pm 3,90 \mu\text{mol TE}/\text{g}$  peso seco), es menor. Esta diferencia se debe a que los compuestos fenólicos como los ácidos fenólicos están presentes en la variedad Roja y Negra en general; ya que el método FRAP mide la capacidad directa del antioxidante. Analizados en base al color las diferentes variedades de quinua (roja, negra, amarilla y blanca), agrupa a otros como por ejemplo la variedad roja: Roja Pasankalla, Roja Boliviana, Roja Qollana, ver el anexo 2.

## VI. CONCLUSIONES

1. Los extractos metanólicos de las semillas de las 20 variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua" presentan capacidad antioxidante.
2. Los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua", contienen fenoles totales siendo la variedad Roja Qollana ( $275,19 \pm 1,55$  mg GAE/g de muestra), seguido de Rojo Chiara ( $276,74 \pm 5,59$  mg GAE/g de muestra) y Negra Quito ( $287,60 \pm 1,55$  mg GAE/g de muestra), con mayor contenido de fenoles totales, mientras que, en la variedad Blanca Junín ( $164,60 \pm 2,11$  mg GAE/g de muestra) es menor contenido.
3. Los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua", contienen flavonoides siendo la variedad Negra ( $93,23 \pm 4,86$  mg QE/g de muestra), seguido de Blanca Ayacuchana ( $94,63 \pm 4,59$  mg QE/g de muestra) y Roja Chiara ( $94,98 \pm 1,61$  mg QE/g de muestra), con mayor contenido de flavonoides, mientras que, en la variedad Blanca July ( $42,35 \pm 1,61$  mg QE/g de muestra) y Roja Pasankalla 2 ( $49,72 \pm 1,21$  mg QE/g de muestra) con menor contenido.
4. Los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua", tienen capacidad antioxidante, determinados por los métodos de DPPH, ABTS y FRAP. Siendo las variedades con mayor capacidad antioxidante para DPPH es la variedad Blanca Choclito ( $468,50 \pm 3,33$   $\mu$ mol TE/g de muestra), y para ABTS es la variedad Blanca Choclito ( $211,11 \pm 7,38$   $\mu$ mol TE/g de muestra), Roja Qollana ( $213,56 \pm 3,01$   $\mu$ mol TE/g de muestra) y variedades Negra Quito ( $231,11 \pm 4,82$   $\mu$ mol TE/g de muestra) y para FRAP es la variedad Roja Pasankalla 1 ( $275,65 \pm 2,74$   $\mu$ mol TE/g de muestra).

## VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar la determinación de compuestos fenólicos totales y la capacidad antioxidante de otras variedades de la semilla de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua” (teniendo en cuenta la procedencia de lugar), para identificar cuál de estas y de qué lugar tiene mejor capacidad antioxidante.
2. Se recomienda realizar un estudio perfil de compuestos fenólicos, para conocer los tipos de fenoles presentes en cada variedad y así determinar la capacidad antioxidante de las variedades potenciales.
3. Se recomienda el consumo de granos de quinua, porque su calidad nutricional es completa y se complementa con su calidad de alimento funcional antioxidante; a la vez que compite su valor con frutas de mayores dimensiones.
4. Promover su uso a nivel nacional considerando la capacidad antioxidante y difundir las diferentes informaciones de las investigaciones realizadas de este producto andino.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Jamaica N, Alfaro S. Antioxidantes en los alimentos Lima: UNAB; 2017.
2. Díaz G, Mendoza E, Vidaurre J. Cinética de la degradación de betalainas y fenoles totales durante la cocción de la quinua *Chenopodium quinoa*. Ciencia, Tecnología e Innovación. [revista en internet]. 2015 [acceso 2020 May]. 2(2): p. 85-95. Disponible en: <https://revista.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/267/276>
3. Yasuko E, Piedade M. quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) as Functional Food. Revista Brasileira de Ciencias de Saúde. [revista en internet]. 2010 [acceso 2020 Agos]; 24(8): 62-67. Disponible en: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/1058-Texto%20do%20Artigo-3646-1-10-20101117.pdf>
4. Zamora J. Antioxidantes: micronutrientes en lucha por la salud. Revista chilena de Nutrición. [revista en internet]. 2015 [acceso 2019 Mar]. 34(1): 17-26. Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S071775182007000100002](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071775182007000100002)
5. Kuskoski E, Asuero A, Troncosol A, Mancini F, Fett R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. Ciencia y Tecnología de Alimentos. [revista en internet]. 2005 [acceso 2020 Mar]. 25(4): 726-732. Disponible en: <tps://www.scielo.br/j/cta/a/B58T9S5zLLxjBL5PVzZXHCF/?lang=es>
6. Mendoza J. Compuestos fenólicos, ácidos grasos y capacidad antioxidante en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniera en Industrias Alimentarias]. Arequipa: Univesidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias. 2015.
7. Valencia Z, Cámara F, Ccapa K, Catacora P, Quispe F. Compuestos bioactivos y actividad antioxidante de semillas de quinua peruana (*Chenopodium quinoa* Willd.). Sociedad Química Peruana. [revista en internet]. 2017 [acceso 2020 Ene]. 83(1): 16-29. Disponible en: [file:///d:/borradora%20apa/Compuestos%20bioactivos\\_Quinoa%20peruana.pdf](file:///d:/borradora%20apa/Compuestos%20bioactivos_Quinoa%20peruana.pdf)
8. Vidaurre J, Días R, Mendoza E, Solano M. Variación del contenido de betalainas, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante durante el procesamiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Revista

- Sociedad Química del Perú. [revista en internet]. 2017 [acceso 2021 Dic]. 83(3): 319-330. Disponible en: <file:///G:/antecedente%20actual%20setiembre%20-2022/pasankalla%20collana%20flavonoides.pdf>
9. Rioja A, Vizaluque B, Aliaga E, Tejada L, Book O, Mollinedo P, *et al.* Determinación de la capacidad antioxidante total, fenoles totales, y la actividad enzimática en una bebida no láctea en base a granos de *Chenopodium quinoa*. Revista Boliviana de Química. [revista en internet]. 2018 [acceso 2020 Ene]. 35(5):168-176. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/pdf/rbq/v35n5/v35n5\\_a06.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/rbq/v35n5/v35n5_a06.pdf)
  10. Tarquino L. Valoración Fotoprotectora in vitro de extractos fenólicos a partir de cuatro variedades de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) de la provincia Aroma del departamento de La Paz. [Tesis para optar el Título Profesional en Ciencias Químicas]. Aroma: Universidad Mayor De San Andrés. La Paz Bolivia; 2018.
  11. Han Y, Chi J, Zhang M, Zhang R, Fan S, Huang F, *et al.* Characterization of saponins and phenolic compounds: antioxidant activity and inhibitory affects on  $\alpha$ -glucosidase in different varieties of colored quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry. [revista en internet]. 2019 [acceso 2020 May]. 83(11):2128-2139. Disponible en: <https://academic.oup.com/bbb/article/83/11/2128/5937945>
  12. Chairez S, Trejo V, Bañuelos V, Cortez J, Contreras C, Noriega A, *et al.* Compuestos fenólicos y análisis proximal en cuatro variedades de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. [revista en internet]. 2020 [acceso 2019 Set]. 5(1):21-26. Disponible en: [https://www.google.com/search?q=Compuestos+fen%C3%B3licos+y+an%C3%A1lisis+proximal+en+cuatro+variedades+de+Quinoa+\(Chenopodium+quinoa+Willd\).&spell=1&sa=X&ved=2ahUKEwjclMHC9](https://www.google.com/search?q=Compuestos+fen%C3%B3licos+y+an%C3%A1lisis+proximal+en+cuatro+variedades+de+Quinoa+(Chenopodium+quinoa+Willd).&spell=1&sa=X&ved=2ahUKEwjclMHC9)
  13. Enciso E, Aguilar E, Tinco J, Arroyo J, Herrera O. Biomoléculas con Capacidad Antioxidante a partir de Semillas y Brotes de 20 Variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. (Quinoa). Plantas. [revista en internet]. 2021 [acceso 2022 Oct]. 10(11):1-21. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2223-7747/10/11/2417>



14. Aucasimi L. Descripción personal de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Certificado emitido por el Herbarium Huamangensis de la Facultad de Ciencias biológicas. 2019. Ayacucho-Perú.
15. Chamorro S. Quinoa. Elsevier Ltd. [revista en internet]. 2014 [acceso 2020 May]. 16(55):1-8. Disponible en: file:///D:/BORRADORA%20APA/QUINUA%20descripcion%20botanica%20REV.pdf
16. Minagri. Líneas de cultivos emergentes. [Online]. 2016 [acceso 2020 May 12]. disponible en: [https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/sector agrario/agricola/lineasdecultivosemergentes/QUINUA.pdf](https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/sector_agrario/agricola/lineasdecultivosemergentes/QUINUA.pdf)
17. Tapia D. Comparación del contenido de fitatos, polifenoles y capacidad antioxidante de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) gruda y procesada. Variedad Salcedo INIA. [Tesis para optar el Título Profesional Ingeniero Agroindustrial]. Puno: Universidad Nacional Del Altiplano. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial; 2010.
18. Bojanic A. La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. En ponencia presentado en la 37<sup>ava</sup> conferencia de la FAO; Año Internacional de la Quinoa. Bolivia; 2011; Quillacollo. p. 66. Disponible en: <http://WWW.fao.org/docrep/017/aq287s/aq287s.pdf>
19. Ahumada A, Ortega A, Chito D, Benítez R. Saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.): un subproducto con alto potencial biológico. Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas. [revista en internet]. 2016 [acceso 2020 Jun]. 45(3):438-469. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v45n3.62043>
20. Graf B, Rojas P, Rojo L, Delatorre J, Baldeón M, *et al.* Innovations in Health Value and Functional Food Development of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Comprehensive Reviews in food Science and Safety. [revista en internet]. 2015 [acceso 2021 Abr]. 14(4):431-445. Disponible en: <https://sci-hub.hkvisa.net/10.1111/1541-4337.12135>
21. Chicoma N. Evaluación de los estudios sobre la actividad antioxidante de semillas de *Chenopodium quinoa*. [Tesis para optar el Título Profesional Ingeniero Agroindustrial]. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial; 2017.
22. Liu M, Zhu K, Yao Y, Chen Y, Guo H, Ren G, *et al.* Actividad antioxidante, antiinflamatoria y antitumoral de compuestos fenólicos de *Chenopodium*

- quinua* blanco, rojo y negro. Química de cereales. [revista en internet]. 2020 [acceso 2022 Set]. 12(97):703-713. Disponible en: <https://scihub.hkvisa.net/10.1002/cche.10286>
23. Lozano M. Evaluación Antiinflamatoria in vivo de saponinas de residuos de quinua real (*Chenopodium quinoa* Willd.). [Tesis de Maestría]. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas; 2014.
  24. Zevallos V, Herencia I, Chang F, Donnelly S, Ellis H, Ciclitira P. Efectos gastrointestinales de comer quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) En pacientes celíacos. The American Journal of Gastroenterology. [revista en internet]. 2014 [acceso 2020 Ago]. 109(2):270-278. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24445568/>
  25. Vilcacundo R, Martínez V, Hernández L. Liberación de péptidos con potencial hipoglucémico durante la digestión gastrointestinal de proteínas de quinua (*Chenopodium Quinoa* Willd.) simulando condiciones fisiológicas. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. [revista en internet]. 2017 [acceso 2021 Mar]:1-19 Disponible en: <http://hdl.handle.net/10261/172004>
  26. Bernuy N, Villanueva M, Suárez S, Vilchez C. Influencia del consumo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) sobre la acumulación del tejido adiposo y actividad antioxidante en tejidos de ratas obesas. Sociedad Latinoamericana de Nutrición. [revista en internet]. 2018 [acceso 2020 Nov]. 68(2):1574-1582. Disponible en: <https://www.alanrevista.org/ediciones/2018/2/art-3/>
  27. Cristina S. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos contenidos en las semillas de la vid (*Vitis vinifera* L.). [Tesis de maestría]. Argentina: Universidad Nacional de San Juan, Universidad Nacional de La Rioja, Universidad Nacional de San Luis. Facultad de Ciencias Agrarias; 2008.
  28. Amitava K. Frutas, verduras y nueces. Antioxidantes en alimentos, vitaminas y suplementos. San Diego: Elsevier; 2014. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12>
  29. Manach C, Scalbert A, Morand C, Rémésy C, Jiménez L. Polyphenols: food sources and bioavailability. American Journal of Clinical Nutrition. [revista en internet]. 2004 [acceso 2020 Ene]. 79(5):727-747. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.5.727>

30. Escamilla C, Cuevas E, Guevara F. Flavonoides y sus acciones antioxidantes. Rev Fac Med UNAM. [revista en internet]. 2009 [acceso 2020 Ene]. 52(2):73-75. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2009/un092g.pdf>
31. Coronado M, Salvador V, Gutiérrez L, Vázquez M, Radilla C. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. Revista chilena de nutrición. [revista en internet]. 2015 [acceso 2019 Sep]. 42(2):206-212. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>
32. Maldonado O, Jiménez E, Guapillo M, Ceballos G, Méndez E. Radicales libres y su papel en las enfermedades crónico-degenerativas. Revista Médica. [revista en internet]. 2010 [acceso 2019 Sep]. 10(2):32-39. Disponible en: [https://www.uv.mx/rm/num\\_anteriores/revmedica\\_vol10\\_num2/articulos/radicales.pdf](https://www.uv.mx/rm/num_anteriores/revmedica_vol10_num2/articulos/radicales.pdf)
33. Mittal M, Rizwan M, Tran K, Sekhar R, Asrar M. Reactive oxygen species in inflammation and tissue injury. Biblioteca Nacional de Medicina de EE. UU. [revista en internet]. 2014 [acceso 2019 Sep]. 20(7):1126-1167. Disponible en: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/ars.2012.5149>
34. Venereo J. Daño oxidativo, radicales libres y antioxidante. La Revista Cubana de Medicina Militar. [revista en internet]. 2002 [acceso 2019 Sep]. 31(2):126-133. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/mil/v31n2/mil09202.Pdf>
35. Sun Y, Yang C, Tsao R. Nomenclatura y clasificación general de los ensayos de actividad capacidad antioxidante. Centro de Investigación y Desarrollo de Agricultura Agroalimentación de Canadá. [revista en internet]. 2018 [acceso 2019 Nov]. 1-19. Disponible en: <http://sci-hub.hkvisa.net/10.1002/9781119135388.ch1>
36. Bunaciu A, Florin A, Fleschin S, Aboul H. Aplicaciones recientes del ensayo de actividad antioxidante in vitro. Revisiones críticas en química analítica. [revista en internet]. 2015 [acceso 2019 Oct]. 46(5):389-399. Disponible en: <https://sci-hub.hkvisa.net/10.1080/10408347.2015.110136>
37. Ou B; Huang D; Hampsch M; Flanagan J; Deemer E. Análisis de las actividades antioxidantes de vegetales comunes que emplean ensayos de capacidad de absorción de radicales de oxígeno (ORAC) y poder antioxidante reductor férrico (FRAP): un estudio comparativo. Revista de

- química agrícola y alimentaria. [revista en internet]. 2002 [acceso 2020 Oct]. 50(11):3122-3128. Disponible en:<https://sci-hub.hkvisa.net/10.1021/jf0116606>.
38. Londoño J. Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad. Fernando GG, editor. Desarrollo Transversalidad. 1ª ed. Itagüí: Editorial Artes y Letras S.A.S; 2011. Pp. 130-162. Disponible en: <file:///D:/BORRADORA%20APA/METODOS%20EN%20ESTUDIO%20LIBRO%20144-152.pdf>
  39. Quispe Fredy, Arroyo K, Gorriti A. Características morfológicas y químicas de 3 cultivares de maíz morado (*Zea mays* L.) en Arequipa – Perú. Revista de la Sociedad Química del Perú. [revista en internet]. 2011 [acceso 2019 Jun]. 77(3):205-217. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2011000300006](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2011000300006)
  40. Burgos R. “Extracción de compuestos fenólicos de la macroalga marina (*Lessonia trabeculata*), determinación de su actividad antioxidante y evaluación citotóxica”. [Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Química]. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Escuela profesional de Química; 2017.
  41. Arnao M, Cano A, Acosta M. the hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. Food Chemistry. [revista en internet]. 2001 [acceso 2020 Jun]. 73(2):239-244. Disponible en: 10.1016 / s0308-8146 (00) 00324-1.

## ANEXO

Anexo 1. Certificado de clasificación taxonómica de *Chenopodium quinoa* Willd  
"quinua" Ayacucho 2022.

## CONSTANCIA

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

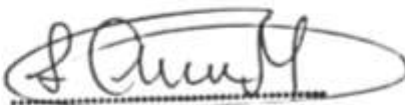
Que, la Bach en Farmacia y Bioquímica, Srta. María Esther, MISARAIME  
TACURI, ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de  
tesis

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

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

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

Ayacucho, 2 de Octubre del 2019

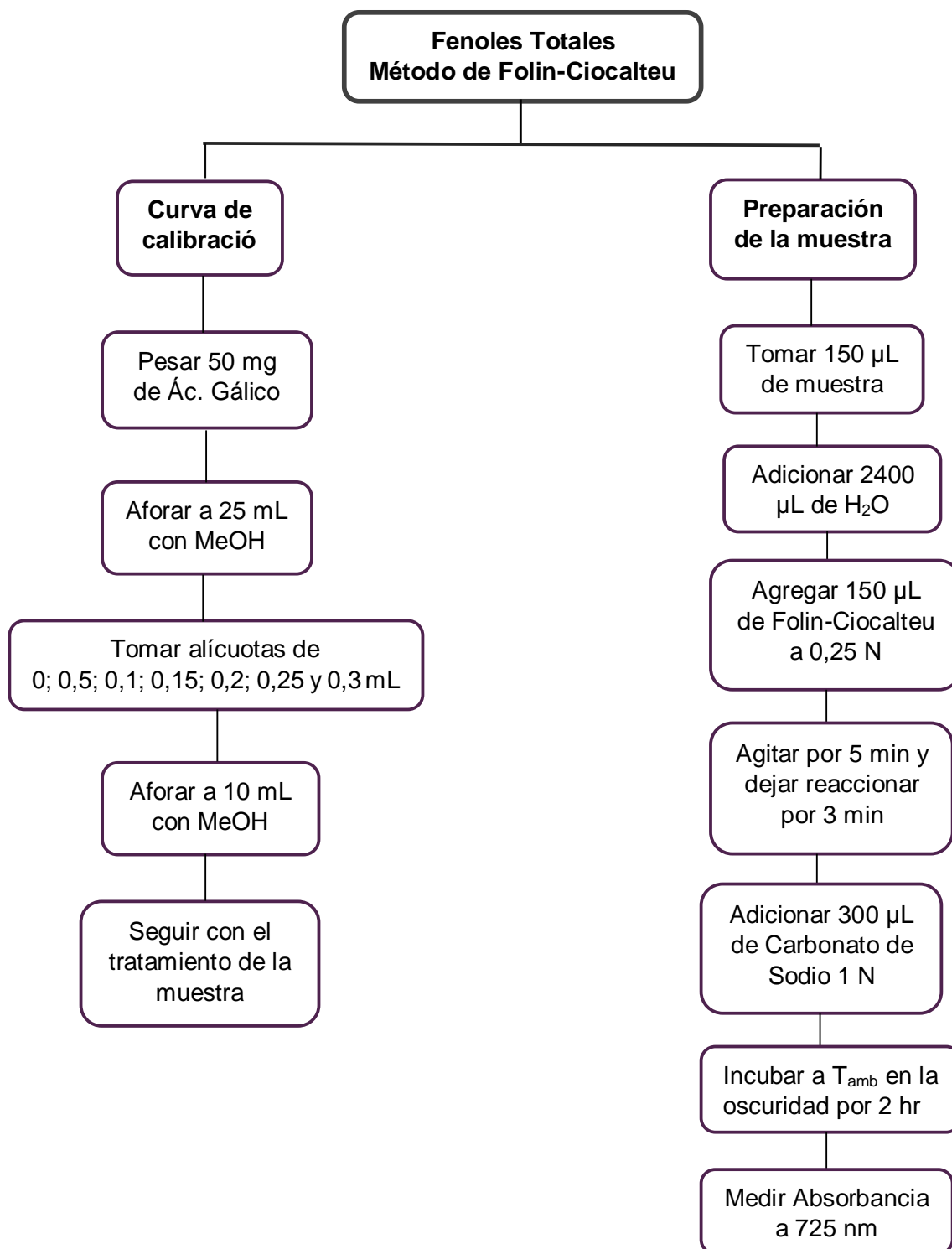
  
LAURA AUCASIME MEDINA  
BIÓLOGA  
Reg. C.B.P. N° 553 C.R. - XIII

Anexo 2. Relación de las 20 variedades de la semilla de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Ayacucho 2022.

N°	Variedades	Acopio	Colección	Año	Color basa
1	Amarilla Marangani (AM_MA)	LGBV Agronomía		2015	Amarillo
2	Amarillo Sacaca (AM_SA)	INIA		2019	Amarillo
3	Blanca Ayacuchana (BL_AY)	Mario Huashuayo P.	Manallasaq Cangallo	2015	Blanco
4	Blanca Choclito (BL_CHO)	LGBV Agronomía		2015	Blanco
5	Blanca INIA Salcedo (BL_INS)	LGBV Agronomía		2015	Blanco
6	Blanca July (BL_JU)	Mario Huashuayo P.	Qasa Orqo Carmenalto	2015	Blanco
7	Blanca Junín (BL_JUN)	Mario Huashuayo P.	Vischongo	2015	Blanco
8	Blanca Nativa Tambopuquio (BL_NT)	Mario Huashuayo P.	Tambo Puquio	2015	Blanco
9	Blanca Qollana (BL_QO)	Vínculos Agrícolas	Ayacucho	2015	Blanco
10	Blanca Suano Puno (BL_SP)	INIA		2019	Blanco
11	Negra (NE)	INIA		2019	Negro
12	Negra Huamanguilla (NE_HU)	INIA	Huamanguilla	2019	Negro
13	Negra Quito (NE-QO)	Mario Huashuayo P.	Qasa Orqo Carmenalto	2015	Negro
14	Roja Boliviana (RO_BO)	Mario Huashuayo P.	Qasa Orqo Carmenalto	2015	Rojo
15	Roja Ccejelambras (RO_CC)	INIA	Acocro	2019	Rojo
16	Roja Chiara (RO_CHI)	INIA	Chiara	2019	Rojo
17	Roja Pasankalla 1 (RO_PA1)	LGBV Agronomía		2015	Rojo
18	Roja Pasankalla 2 (RO_PA2)	Mario Huashuayo P.	Qasa Orqo Carmenalto	2015	Rojo
19	Roja Qollana (RO_QO)	Vínculos Agrícolas	Ayacucho	2015	Rojo
20	Roja Vinchos (RO_VI)	INIA	Vinchos	2019	Rojo

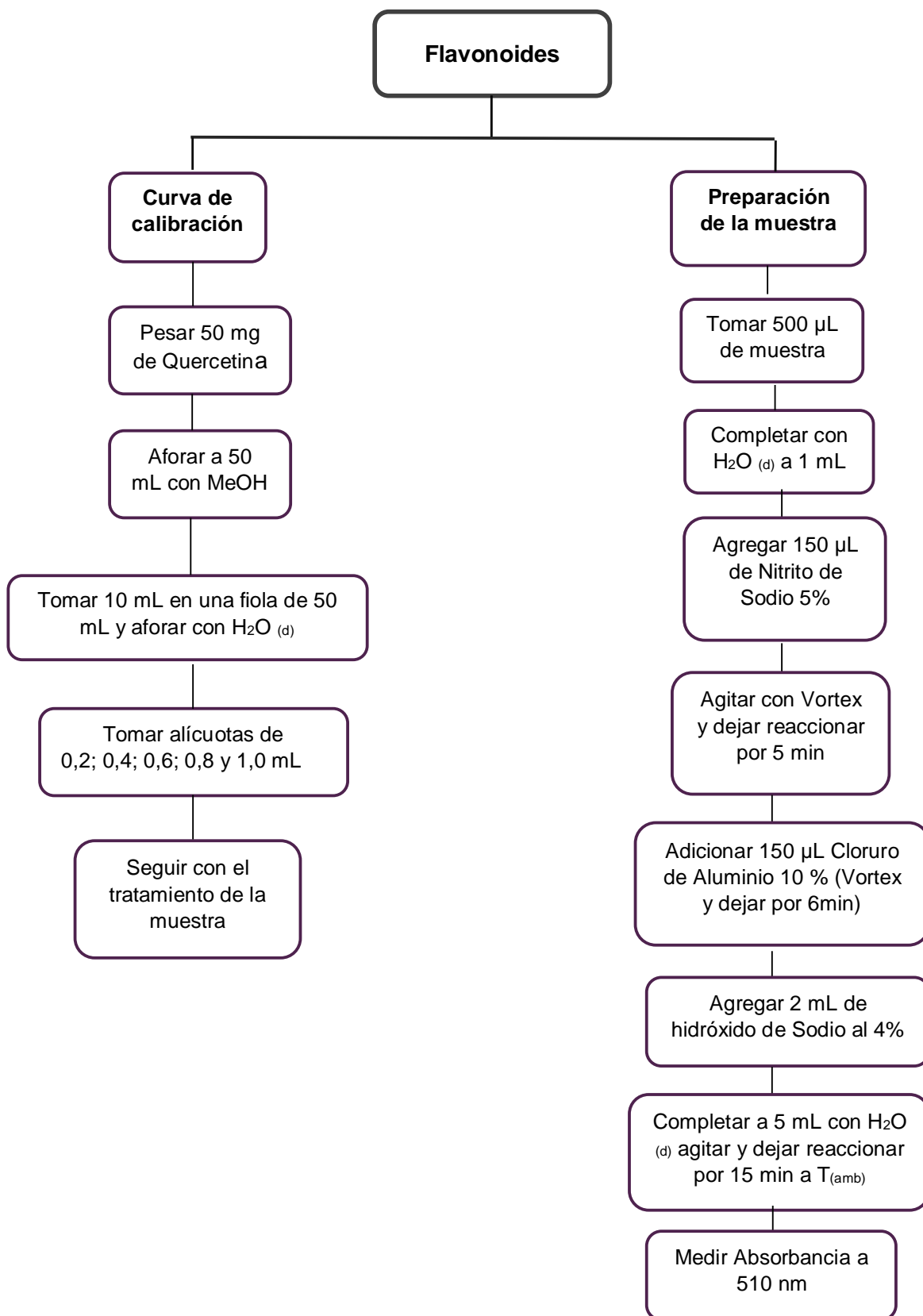
Fuente, propio.

Anexo 3. Organigrama del procedimiento para la cuantificación de fenoles totales en los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Ayacucho 2022.

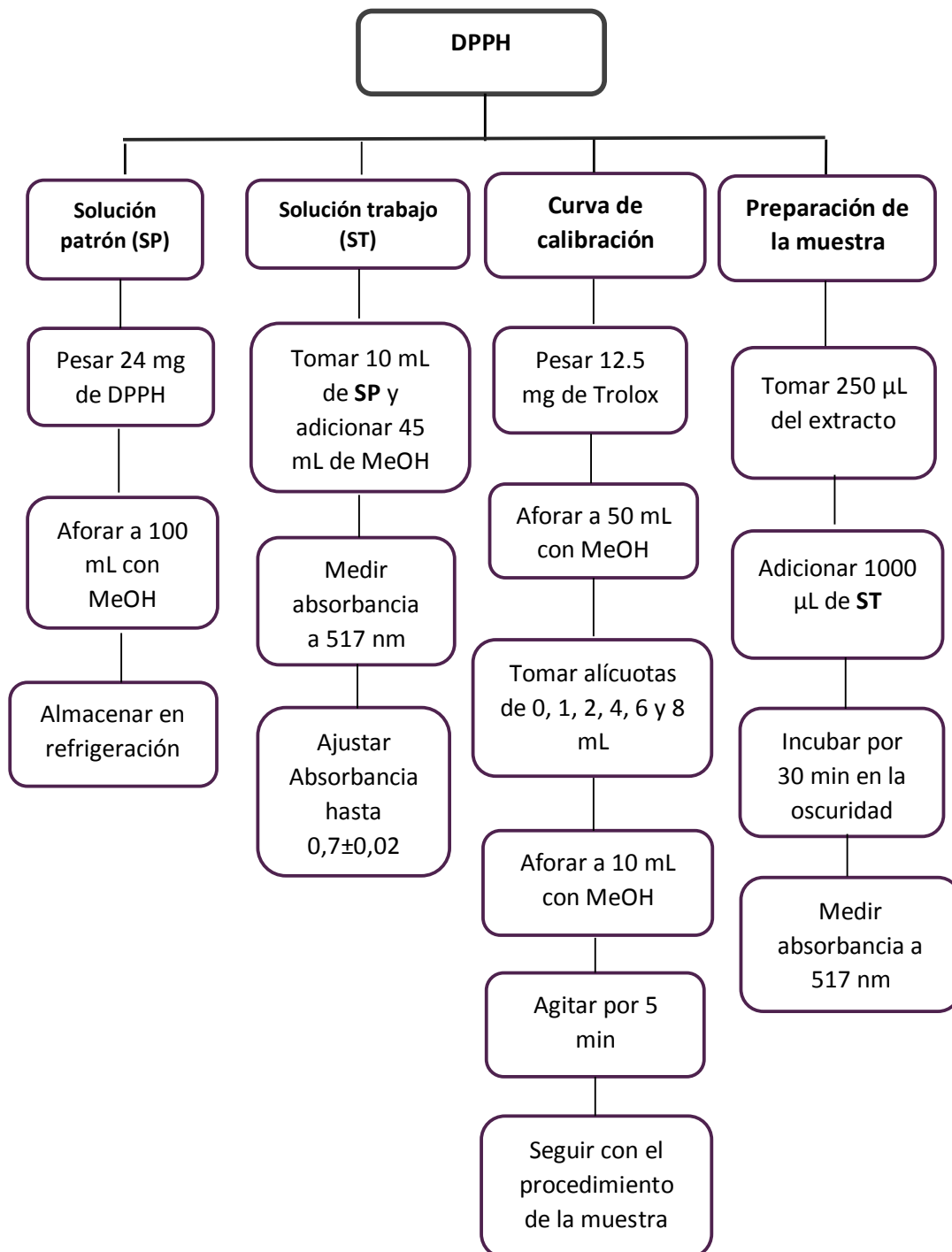




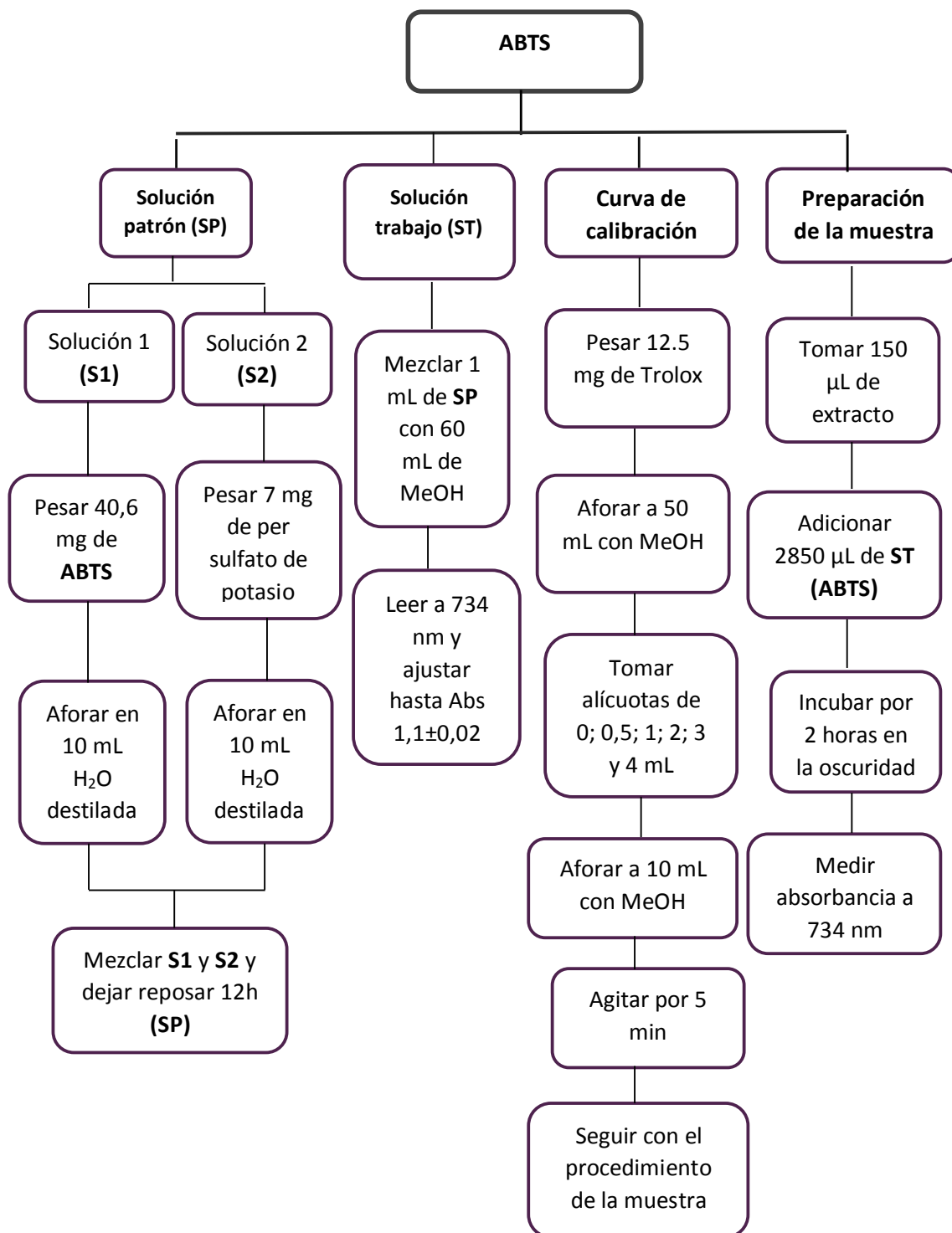
Anexo 4. Organigrama del procedimiento para la cuantificación de flavonoides en los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Ayacucho 2022.



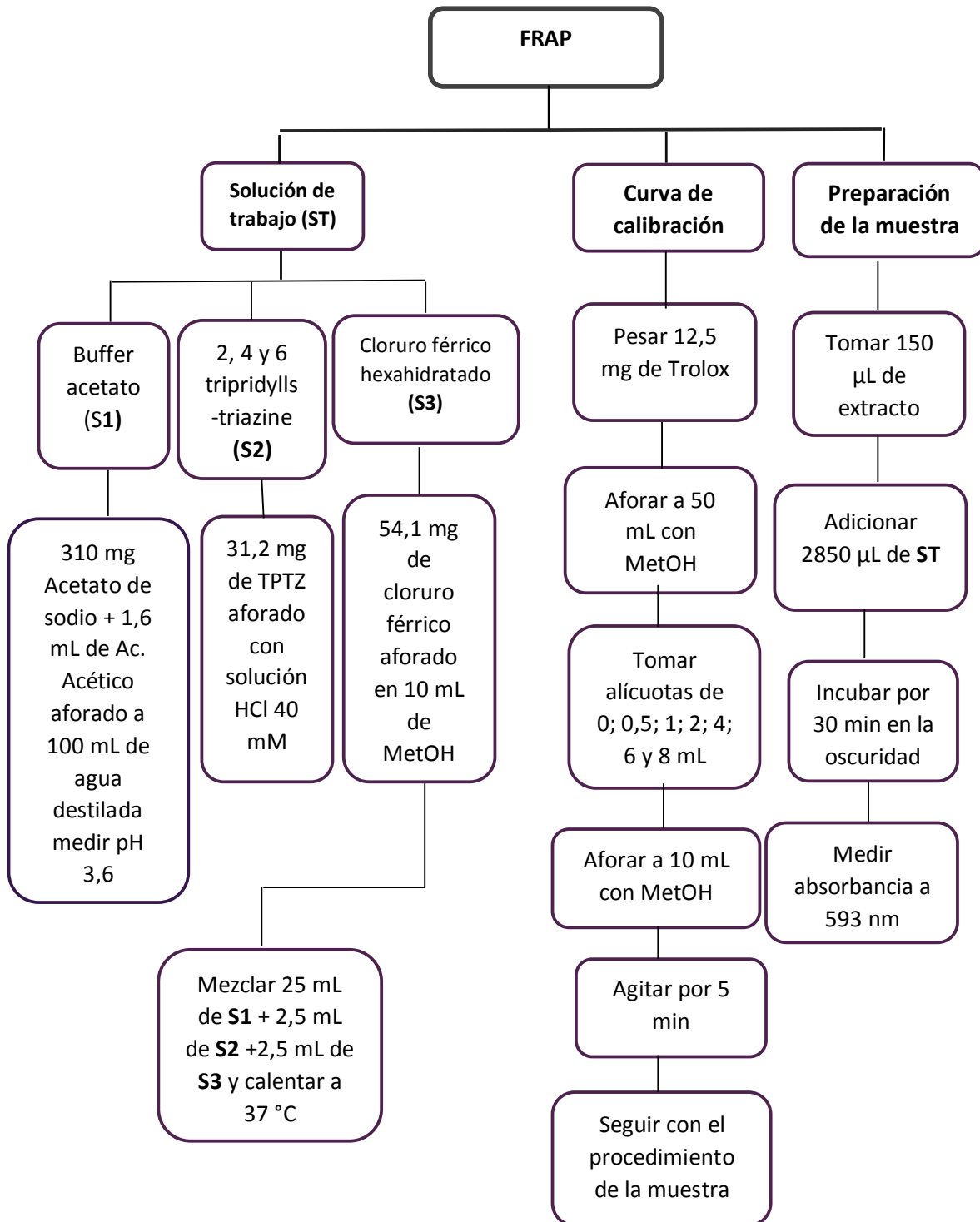
Anexo 5. Flujograma para determinar la capacidad secuestradora del radical libre DPPH a partir, de los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Ayacucho 2022.



Anexo 6. Flujograma para determinar la capacidad secuestradora del radical libre ABTS a partir, de los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Ayacucho 2022.



Anexo 7. Organigrama del procedimiento para determinar el poder antioxidante reductor de hierro (FRAP) a partir, de los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Ayacucho 2022.



Anexo 8. Fotografías de las semillas de 20 variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Ayacucho 2022.



Anexo 9. Fotografías del procedimiento de obtención del extracto metanólico de las semillas de 20 variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Ayacucho 2022.



Proceso de triturado.



Proceso de agitación por 4 h a 300 rpm.



Proceso de filtrado.







Proceso de secado en Estufa Memmert a 42 °C.

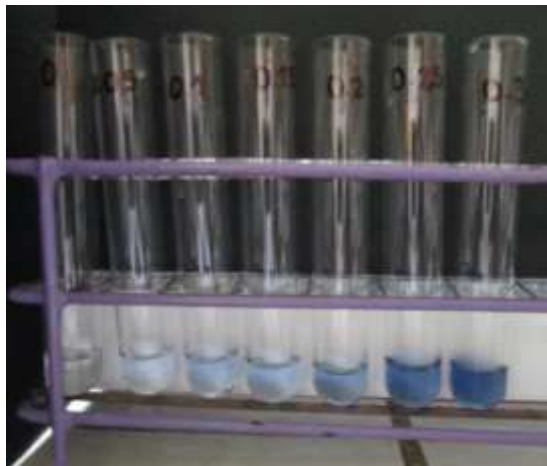


Proceso de disolución.



Proceso de almacenamiento y conservación de los extractos metanólicos diluidos en frasco ámbar para su posterior uso.

Anexo 10. Fotografías de las muestras y del estándar antes de cuantificar los fenoles totales en los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Ayacucho 2022.



Resultados del estándar después de agregar los reactivos correspondientes.



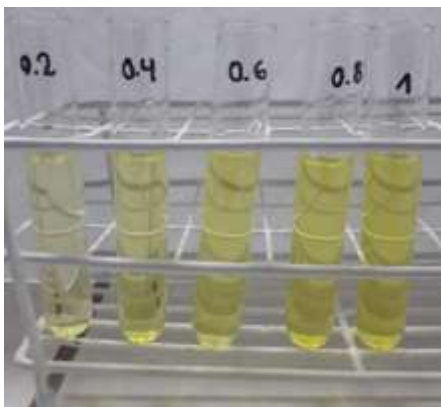
Reactivos utilizados para cuantificar los fenoles totales.



Resultados de las muestras antes de cuantificar los fenoles totales presentes en el extracto metanólico de las semillas de 20 variedades de quinua.



Anexo 11. Fotografías de las muestras y estándar antes de cuantificar, los flavonoides presentes en los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Ayacucho 2022.



Resultados del estándar después de agregar los reactivos correspondientes.



Reactivos a utilizar para cuantificar los flavonoides presentes en los extractos de las semillas de quinua.



Resultados de las muestras antes de cuantificar los flavonoides presentes en el extracto metanólico de las semillas de 20 variedades de quinua.

Anexo 12. Fotografías del estándar y las muestras antes de determinar, la capacidad antioxidante con DPPH en los extractos metanólicos de las 20 variedades de semillas de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Ayacucho 2022.



Estándar DPPH para la curva de calibración.

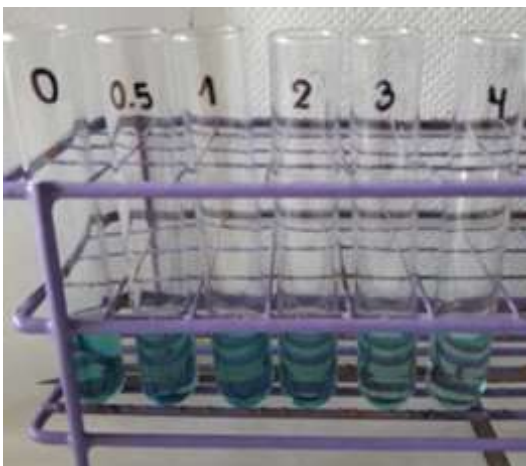


Preparación de las muestras para determinar la actividad secuestradora del radical libre DPPH.



Resultados de las muestras para determinar la actividad secuestradora del radical libre DPPH en los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de quinua.

Anexo 13. Fotografías del estándar y las muestras antes de determinar, la capacidad antioxidante con ABTS en los extractos metanólicos de las 20 variedades de semillas de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Ayacucho 2022.



Estándar ABTS para la curva de calibración.



Lectura del estándar ABTS para la curva de calibración.



Resultados de las muestras para determinar la actividad secuestradora del catión radical libre ABTS en los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de quinua.



Anexo 14. Fotografías del estándar y las muestras para determinar la capacidad antioxidante con FRAP en los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Ayacucho 2022.



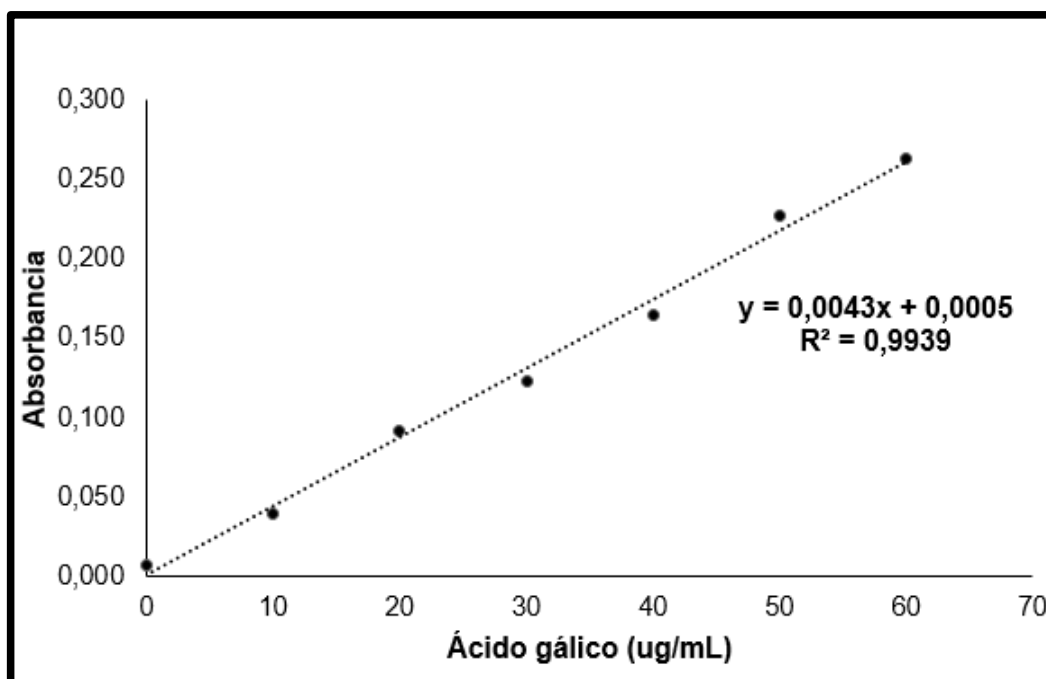
Estándar FRAP para la curva de calibración.

Lectura del estándar FRAP para la curva de calibración.

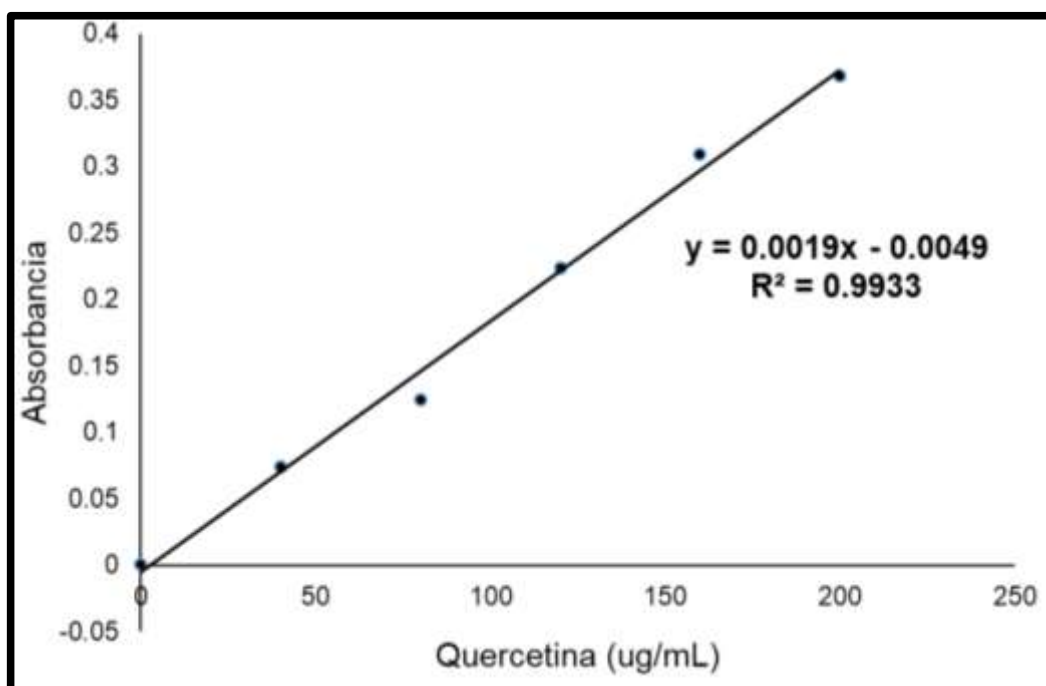


Resultados de las muestras para determinar la actividad reductora del hierro FRAP en los extractos metanólicos de las semillas de 20 variedades de quinua.

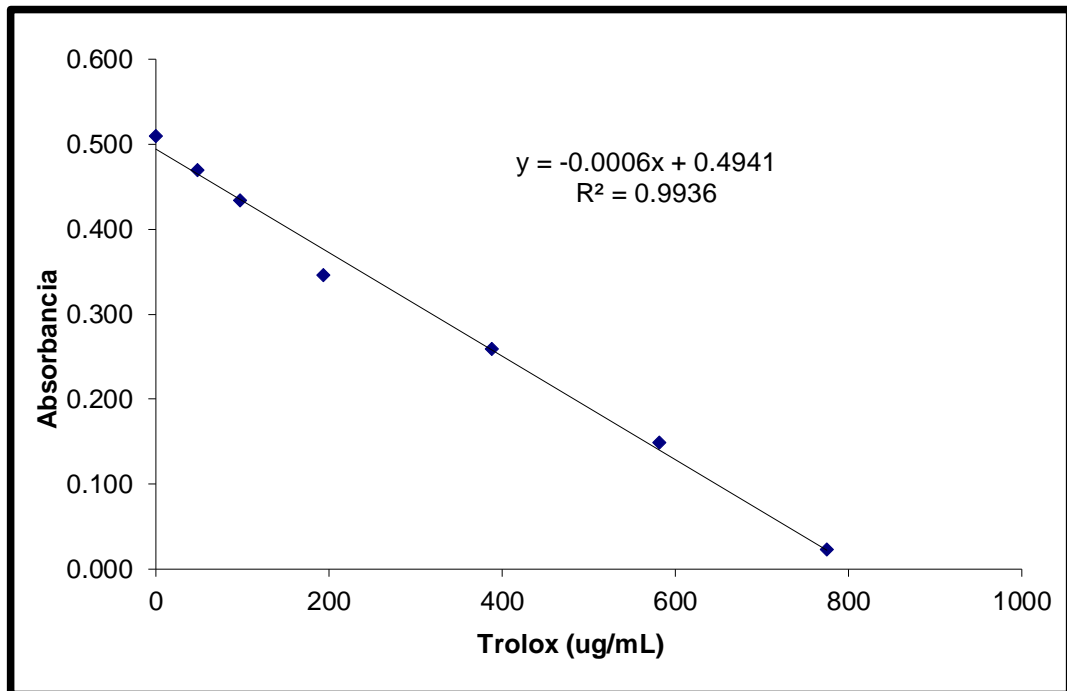
Anexo 15. La curva de calibración con ácido gálico (estándar) para cuantificar el contenido de fenoles totales a 725 nm, de longitud de onda. Ayacucho 2022.



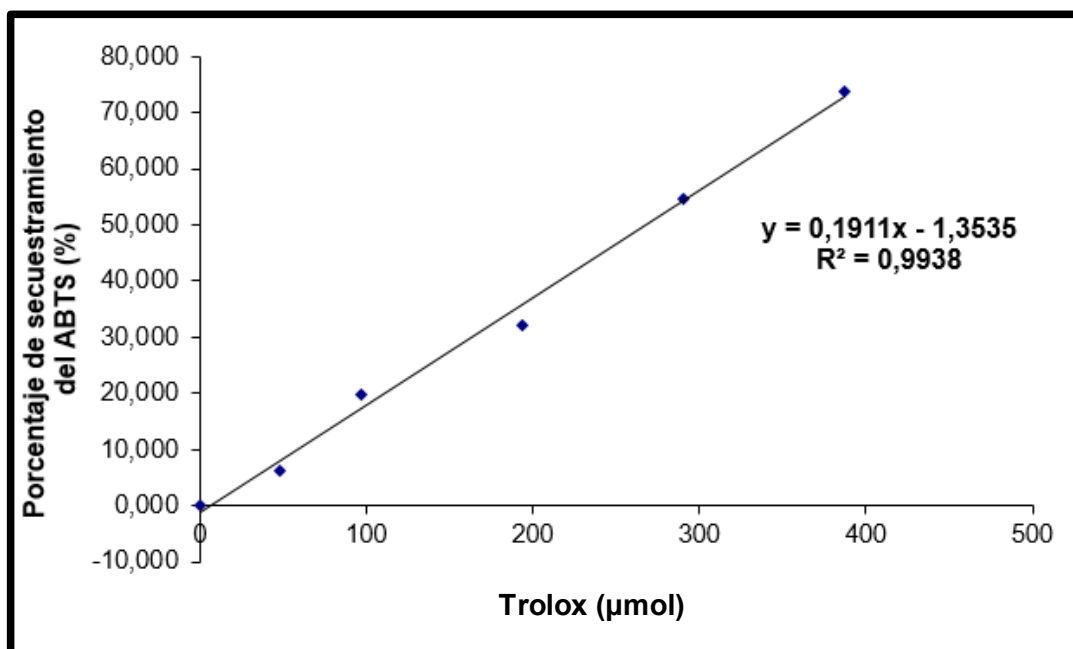
Anexo 16. Construcción de la curva de calibración de Quercetina (estándar) para determinar los flavonoides. Ayacucho 2022.



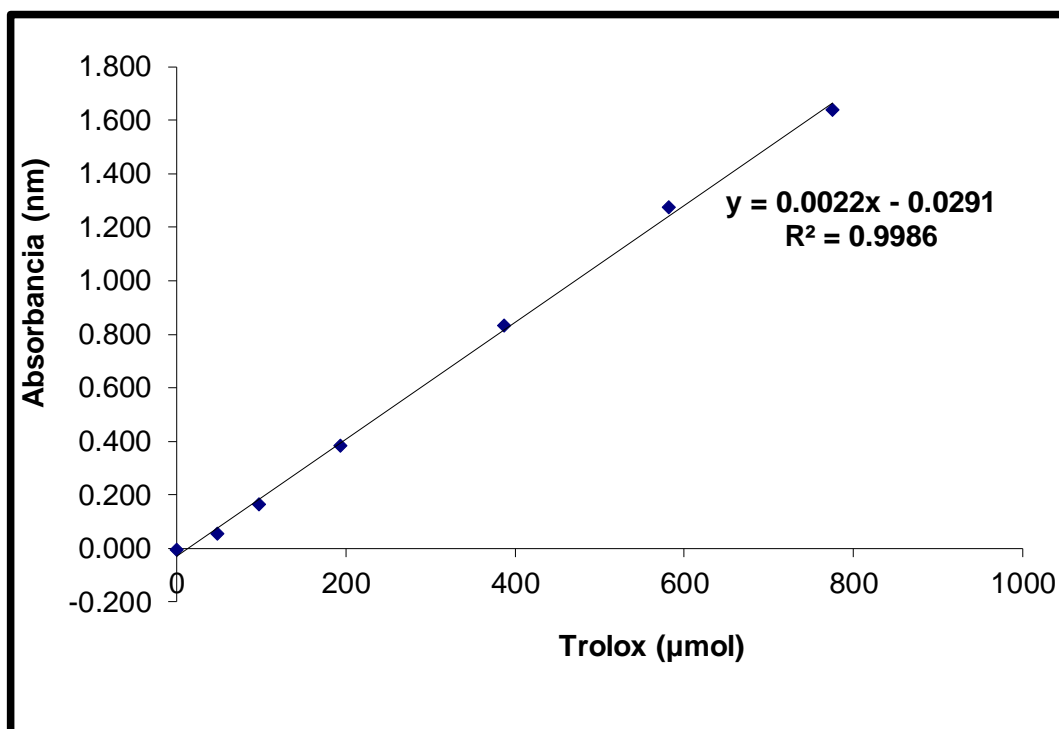
Anexo 17. La curva de calibración de trolox (estándar) para determinar la capacidad antioxidante por el método DPPH. Ayacucho 2022.



Anexo 18. La curva de calibración de trolox (estándar) para determinar la capacidad antioxidante por el método ABTS. Ayacucho 2022.



Anexo 19. Curva de calibración con el trolox para determinar la actividad reductora del hierro (FRAP). Ayacucho 2022.



Anexo 20. Análisis de varianza del contenido de fenoles totales y flavonoides presente en los extractos metanólicos de las 20 variedades de semillas de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Ayacucho – 2022.

		ANOVA				
		Suma de	gl	Media	F	Sig.
		cuadrados		cuadrática		
FT(mg GAE/g de muestra)	Entre grupos	53272,856	19	2803,835	118,606	,000
	Dentro de grupos	945,593	40	23,640		
	Total	54218,450	59			
FLAV(mg QE/g de muestra)	Entre grupos	12316,686	19	648,247	115,106	,000
	Dentro de grupos	225,269	40	5,632		
	Total	12541,955	59			

Anexo 21. Prueba de Comparaciones Múltiples de Scheffé del contenido de fenoles totales, presente en los extractos metanólicos de las 20 variedades de semillas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua”. Ayacucho – 2022.

**Fenoles Totales (mg GAE/g de muestra)**

Scheffe<sup>a</sup>

Variedad	N	Subconjunto para alfa = 0.05												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
BL_JUN	3	164,6033												
BL_NT	3		193,5367											
AM_SA	3		200,2567	200,2567										
RO_BO	3		205,9467	205,9467	205,9467									
BL_SP	3		206,9800	206,9800	206,9800									
BL_AY	3		210,5967	210,5967	210,5967	210,5967								
RO_PA2	3			218,8633	218,8633	218,8633	218,8633							
AM_MA	3			222,4800	222,4800	222,4800	222,4800	222,4800						
NE	3			223,5133	223,5133	223,5133	223,5133	223,5133						
BL_QO	3				226,0967	226,0967	226,0967	226,0967						
BL_INS	3					231,7800	231,7800	231,7800	231,7800					
RO_CC	3					232,8167	232,8167	232,8167	232,8167	232,8167				
NE_HU	3						239,5333	239,5333	239,5333	239,5333				
RO_VI	3							245,7400	245,7400	245,7400				
BL_JU	3								249,8733	249,8733				
BL_CHO	3								255,0400	255,0400	255,0400			
RO_PA1	3									255,5567	255,5567			
RO_QO	3											275,1900	275,1900	
RO_CHI	3											276,7433	276,7433	
NE_QO	3													287,6000
Sig.		1,000	,510	,057	,205	,091	,169	,057	,057	,072	,113			,940

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 22. Prueba de Comparaciones Múltiples de Scheffé del contenido de flavonoides, presentes en los extractos metanólicos de las 20 variedades de semillas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua”. Ayacucho – 2022.

**Flavonoides (mg QE/g de muestra)**

Scheffe<sup>a</sup>

Variedad	N	Subconjunto para alfa = 0.05							
		1	2	3	4	5	6	7	8
BL_JU	3	42,3533							
RO_PA2	3	49,7200	49,7200						
BL_INS	3		54,6333	54,6333					
BL_QO	3		54,9833	54,9833					
BL_NT	3		55,6833	55,6833					
AM_MA	3		56,3833	56,3833					
NE_QO	3		59,1900	59,1900	59,1900				
BL_CHO	3		59,8967	59,8967	59,8967	59,8967			
RO_CC	3		60,2433	60,2433	60,2433	60,2433			
RO_QO	3		60,2433	60,2433	60,2433	60,2433			
AM_SA	3			62,0000	62,0000	62,0000	62,0000		
BL_SP	3			65,5133	65,5133	65,5133	65,5133	65,5133	
RO_VI	3				69,7200	69,7200	69,7200	69,7200	
RO_PA1	3					70,7733	70,7733	70,7733	
BL_JUN	3						72,5267	72,5267	
NE_HU	3							74,9833	
RO_BO	3							76,3867	
NE	3								93,2267
BL_AY	3								94,6333
RO_CHI	3								94,9833
Sig.		,735	,119	,088	,119	,088	,119	,088	1,000

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 23. Análisis de varianza de la capacidad antioxidante por los métodos de DPPH, ABTS y FRAP en los extractos metanólicos de las 20 variedades de semillas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua”. Ayacucho – 2022.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
DPPH(ug ET/g de muestra)	Entre grupos	857442,010	19	45128,527	1590,427	,000
	Dentro de grupos	1135,004	40	28,375		
	Total	858577,014	59			
ABTS (ug ET/g de muestra)	Entre grupos	76398,345	19	4020,966	136,254	,000
	Dentro de grupos	1180,431	40	29,511		
	Total	77578,777	59			
FRAP (ug ET/g de muestra)	Entre grupos	34881,363	19	1835,861	575,906	,000
	Dentro de grupos	127,511	40	3,188		
	Total	35008,874	59			

Anexo 24. Prueba de Comparaciones Múltiples de Scheffé de la capacidad secuestradora del radical libre DPPH ( $\mu\text{mol TE/g}$  de muestra) en los extractos metanólicos de las 20 variedades de semillas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua”. Ayacucho – 2022.

Scheffe<sup>a</sup>

Variedad	N	Subconjunto para alfa = 0.05											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BL_JUN	3	17,9433											
BL_JU	3	36,8333											
AM_MA	3		137,3867										
AM_SA	3			177,3900									
BL_SP	3				207,3867								
BL_NT	3				213,5000	213,5000							
BL_AY	3				214,0567	214,0567							
NE	3				215,1667	215,1667							
RO_PA2	3					234,6133							
RO_BO	3					236,8367	236,8367						
RO_CC	3						262,3900	262,3900					
NE_HU	3							280,1667	280,1667				
BL_QO	3								293,5033				
RO_VI	3									324,6100			
RO_QO	3										361,8367		
BL_INS	3										374,6100		
RO_CHI	3											409,6100	
NE_QO	3											415,1667	
RO_PA1	3											423,5000	
BL_CHO	3												468,5000
Sig.		,488	1,000	1,000	1,000	,132	,056	,608	,949	1,000	,967	,927	1,000

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 25. Prueba de Comparaciones Múltiples de Scheffé de la capacidad secuestradora del radical libre ABTS ( $\mu\text{mol TE/g}$  de muestra) en los extractos metanólicos de las 20 variedades de semillas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua”. Ayacucho – 2022.

Scheffe<sup>a</sup>

Variedad	N	Subconjunto para alfa = 0.05											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BL_JUN	3	103,5567											
NE	3	111,7767	111,7767										
BL_NT	3	118,8867	118,8867	118,8867									
RO_BO	3	120,0000	120,0000	120,0000									
BL_SP	3		134,0000	134,0000	134,0000								
RO_CC	3			141,1100	141,1100	141,1100							
BL_JU	3			145,1133	145,1133	145,1133	145,1133						
RO_PA2	3				147,5567	147,5567	147,5567						
AM_MA	3				153,1133	153,1133	153,1133						
NE_HU	3					163,1133	163,1133	163,1133					
RO_VI	3						169,1100	169,1100	169,1100				
BL_INS	3						169,5567	169,5567	169,5567				
BL_AY	3							182,6667	182,6667	182,6667			
AM_SA	3							187,1100	187,1100	187,1100	187,1100		
BL_QO	3								191,1100	191,1100	191,1100	191,1100	
RO_CHI	3								191,3333	191,3333	191,3333	191,3333	
RO_PA1	3									200,6667	200,6667	200,6667	
BL_CHO	3										211,1100	211,1100	211,1100
RO_QO	3											213,5567	213,5567
NE_QO	3												231,1133
Sig.		,774	,224	,052	,504	,240	,105	,123	,224	,622	,123	,209	,413

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 26. Prueba de Comparaciones Múltiples de Scheffé del poder antioxidante reductor del hierro (FRAP) en los extractos metanólicos de las 20 variedades de semillas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua”. Ayacucho – 2022.

**Potencial antioxidante reductor del hierro FRAP ( $\mu\text{mol ET/g}$  de muestra)**

Scheffe<sup>a</sup>

Variedad	N	Subconjunto para alfa = 0.05											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BL_SP	3	190,2000											
RO_BO	3	197,6233	197,6233										
BL_JU	3		199,4400										
AM_MA	3			216,5633									
BL_JUN	3			222,0133	222,0133								
NE	3			223,0767	223,0767	223,0767							
RO_PA2	3				226,8633	226,8633	226,8633						
BL_NT	3					231,2567	231,2567						
AM_SA	3						234,2867						
RO_CHI	3							247,4667					
BL_AY	3							247,4700					
BL_INS	3							249,5900	249,5900				
RO_CC	3							251,2567	251,2567				
RO_QO	3							255,1933	255,1933	255,1933			
BL_QO	3								256,2600	256,2600			
RO_VI	3								256,7133	256,7133	256,7133		
NE_QO	3									263,8300	263,8300	263,8300	
BL_CHO	3										265,0467	265,0467	
NE_HU	3											266,8633	
RO_PA1	3												275,6500
Sig.		,200	1,000	,432	,897	,089	,200	,147	,265	,051	,074	,999	1,000

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 27. Matriz de consistencia de la capacidad antioxidante de fenoles totales y flavonoides de las 20 variedades de semillas de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua". Ayacucho 2022.

Título	Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Marco teórico	Metodología
Capacidad antioxidante, fenoles totales y flavonoides de veinte variedades de la semilla de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. "quinua". Ayacucho 2022.	¿Cuál será la capacidad antioxidante y el contenido de fenoles y flavonoides de las veinte variedades de la semilla de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. "quinua"?	<p><b>Objetivos General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la capacidad antioxidante de veinte variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. "quinua".</li> </ul> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar el contenido de fenoles totales presentes en la semilla de veinte variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. "quinua".</li> <li>Determinar el contenido de flavonoides presentes en la semilla de veinte variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. "quinua".</li> <li>Determinar capacidad antioxidante de la semilla de veinte variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. "quinua", por los métodos, DPPH, ABTS y FRAP.</li> </ul>	<p><b>Hi:</b> Las variedades de la semilla <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. "quinua" tienen diferente capacidad antioxidante y diferente contenido de fenoles totales y flavonoides.</p> <p><b>Ho:</b> Las variedades de la semilla de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. "quinua" tienen igual capacidad antioxidante e igual contenido de fenoles totales y flavonoides.</p>	<p><b>Variable 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Contenido de fenoles totales y flavonoides de la semilla de veinte variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. "quinua".</li> </ul> <p><b>Indicador:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>mg EAG/g de muestra.</li> <li>mg EQ/g de muestra.</li> </ul> <p><b>Variable 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad antioxidante</li> </ul> <p><b>Indicador:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Captación del radical libre DPPH expresado como ugET/g de muestra</li> <li>Captación del radical libre ABTS expresado como ugET/g de muestra</li> <li>Capacidad Reductora del Hierro (FRAP) expresado como ugET/g de muestra.</li> </ul>	<p><b><i>Chenopodium quinoa</i> Willd. "quinua"</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Descripción botánica</li> <li>Distribución geográfica</li> <li>Variedades</li> <li>Composición química</li> <li>Uso medicina tradicional</li> </ul> <p><b>Compuestos fenólicos</b></p> <p><b>Flavonoides</b></p> <p><b>Radicales libres</b></p> <p><b>Formación de los radicales libres</b></p> <p>a) Fuentes endógenas</p> <p>b) Fuentes exógenas</p> <p><b>Especies reactivas del oxígeno (ERO)</b></p> <p><b>Estrés oxidativo</b></p> <p><b>Antioxidante</b></p> <p>Clasificación de los antioxidantes</p> <p><b>Capacidad antioxidante</b></p>	<p><b>Nivel de Investigación</b> Básico - Descriptivo</p> <p><b>Población</b> Semilla de veinte variedades de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. "quinua"</p> <p><b>Muestra</b> 10 g de semilla de cada variedad de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. "quinua". El tipo de muestreo es un muestreo por conveniencia y la unidad de análisis 10 g de semilla.</p> <p><b>MÉTODO</b></p> <p><b>Obtención de los extractos.</b></p> <p><b>Determinación del contenido de fenoles totales y flavonoides.</b></p> <p><b>Determinación de la Capacidad antioxidante</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinación de la actividad antioxidante por el método de secuestro del radical libre (2, 2-difenil-picrilhidrazilo) (DPPH).</li> <li>Determinación de la actividad antioxidante por el método de secuestro del catión radical (ácido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolin) -6-sulfónico) (ATBS).</li> <li>Determinación de la actividad antioxidante por el método de reducción de hierro (FRAP)</li> </ul> <p><b>Análisis Estadística</b> Los resultados fueron procesados utilizando el Análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de diferencia múltiple de la significancia fue evaluada al 95 % de confianza (P &lt; 0.05), se utilizó el software SPSS versión 21 en entorno Windows.</p>

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

### RESOLUCIÓN DECANAL N°586-2023-UNSCH-FCSA-D

**BACHILLER:** MARIA ESTHER MISARAIME TACURI

En la ciudad de Ayacucho, siendo las nueve y quince de la mañana del día veintiuno del mes de julio del año dos mil veintitrés, se reunieron en el auditorium de la Facultad de Ciencias de la Salud los docentes miembros del jurado evaluador, para el acto de sustentación de trabajo de tesis titulado: **“Capacidad antioxidante, fenoles totales y flavonoides de veinte variedades de la semilla de *Chenopodium quinoa Willd.* “quinua”. Ayacucho 2022”**, presentado por la bachillera **MARIA ESTHER MISARAIME TACURI** para optar el título profesional de Químico Farmacéutico. El jurado evaluador está conformado por:

Presidente : Prof. José Alejandro Yarlequé Mujica (delegado por la decana)

Miembros : Prof. Maricela López Sierralta  
: Prof. Pablo Williams Común Ventura  
Prof. Kirianova Godoy Bautista

Asesor : Prof. Edwin Carlos Enciso Roca

Secretaria Docente : Prof. Stephany Massiell Barbaran Vilcatoma

En mérito del Memorando N°809-2023-UNSCH-FCSA/D, de fecha 21 de julio del presente año, se dispone que la profesora Maricela López Sierralta asuma la presidencia del acto de sustentación.

Con el quorum de reglamento se dio inicio la sustentación de tesis, como acto inicial la presidenta de la comisión pide a la secretaria docente dar lectura a la RESOLUCIÓN DECANAL N° 586-2023-UNSCH-FCSA-D, de fecha 18 de julio de 2023, también manifiesta que los documentos presentados por la recurrente no tienen ninguna observación, dando algunas indicaciones a la sustentante.

Seguidamente se da inicio a la exposición la Bachiller: **MARIA ESTHER MISARAIME TACURI**, y una vez concluida, la presidenta de la comisión solicita a los miembros del jurado evaluador realizar sus respectivas preguntas, seguidamente se da pase al asesor de tesis, para que pueda aclarar algunas preguntas, interrogantes, aclaraciones.

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

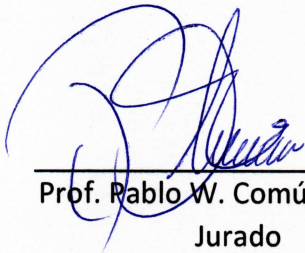
### RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FINAL

Bachiller: **MARIA ESTHER MISARAIME TACURI**

JURADOS	Texto	Exposición	Preguntas	P. Final
Prof. Maricela López Sierralta	17	18	18	18

Prof. Pablo Williams Común Ventura	17	17	16	17
Prof. Kirianova Godoy Bautista	15	15	16	15
<b>PROMEDIO FINAL</b>				<b>17</b>

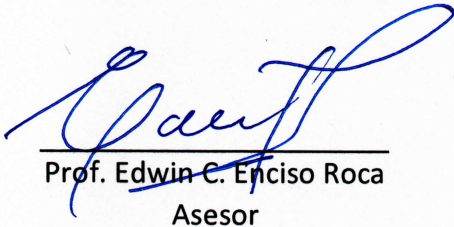
De la evaluación realizada por los miembros del jurado calificador, llegaron al siguiente resultado: Aprobar a la Bachiller **MARIA ESTHER MISARAIME TACURI**; quien obtuvo la nota final de diecisiete (17) para la cual los miembros del jurado evaluador firman al pie del presente, siendo las 10:50 de la mañana, se da por concluido el presente acto académico.



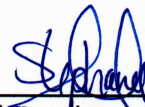
Prof. Pablo W. Común Ventura  
Jurado



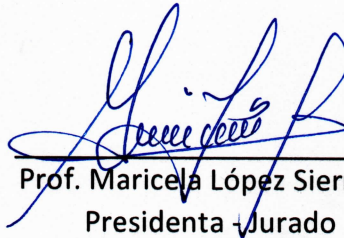
Prof. Kirianova Godoy Bautista  
Jurado



Prof. Edwin C. Enciso Roca  
Asesor



Prof. Stephany M. Barbaran  
Vilcatoma  
Secretaria docente



Prof. Maricela López Sierralta  
Presidenta Jurado



**UNSCH****FACULTAD DE  
CIENCIAS DE LA SALUD****ESCUELA PROFESIONAL DE  
FARMACIA Y BIOQUÍMICA****DOCENTES INSTRUCTORES  
DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO**

## **CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD PRIMERA INSTANCIA DE TRABAJO DE TESIS - 009 - 2023**

El suscrito docente – instructor responsable de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de tesis de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica designado por Resolución Decanal N° 0331 – 2022 – UNSCH – FCSA/D de fecha 03 de junio de 2022, deja constancia que el trabajo de tesis titulado: “**Capacidad antioxidante, fenoles totales y flavonoides de veinte variedades de la semilla de *Chenopodium quinoa* Willd “quinua”. Ayacucho 2022”**.”

Autor: Bach. **María Esther MISARAIME TACURI**

Asesor: Profesor **Edwin Carlos ENCISO ROCA**

Ha sido sometido al análisis del sistema antiplagio TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de **23 % de Índice de Similitud**.

Por lo que, de acuerdo con el porcentaje establecido en el Artículo 13 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga es procedente conceder **la Constancia de Originalidad en Primera Instancia**.

Ayacucho, 02 de marzo de 2023

Mg. Enrique Javier Aguilar Felices  
Químico Farmacéutico

Firmado  
digitalmente por  
Mg Enrique Javier  
AGUILAR FELICES  
Fecha: 2023.03.02  
10:54:59 -05'00'

**Mg. Enrique Javier AGUILAR FELICES**  
**Docente – Instructor**



**UNSCH**

FACULTAD DE  
CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE  
FARMACIA Y BIOQUÍMICA



**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD SEGUNDA INSTANCIA:**  
**TESIS DE PREGRADO**

**(C° 18-2023-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:

**Capacidad antioxidante, fenoles totales y flavonoides de veinte variedades de la semilla de *Chenopodium quinoa* Willd "quinua". Ayacucho 2022.**

Presentado por la: **Bach. MISARAIME TACURI, María Esther**

Ha sido sometido al análisis mediante el sistema TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de **22% de índice de similitud.**

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

Ayacucho, 03 de marzo del 2023



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

*Mg. Maricela López Sierralta*  
DIRECTORA  
Docente. Instructor  
Segunda instancia

cc.  
Archivo.

# Capacidad antioxidante, fenoles totales y flavonoides de veinte variedades de la semilla de Chenopodium quinoa Willd “quinua”. Ayacucho 2022

*por* María Esther Misaraime Tacuri

---

**Fecha de entrega:** 03-mar-2023 08:55a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2027938559

**Nombre del archivo:** TESIS\_de\_Maria\_Esther\_Misaraime\_Tacuri.pdf (2.57M)

**Total de palabras:** 15573

**Total de caracteres:** 80052

# Capacidad antioxidante, fenoles totales y flavonoides de veinte variedades de la semilla de Chenopodium quinoa Willd "quinua". Ayacucho 2022

## INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	7%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	1library.co Fuente de Internet	2%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
6	revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	dspace.utpl.edu.ec Fuente de Internet	1%
8	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%

9	<a href="http://www.quimica.una.ac.cr">www.quimica.una.ac.cr</a> Fuente de Internet	1 %
10	Submitted to Universidad Anáhuac Poniente -- Investigaciones y Estudios Superiores, S.C. Trabajo del estudiante	<1 %
11	<a href="http://revistas.unsch.edu.pe">revistas.unsch.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://sqperu.org.pe">sqperu.org.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://www.uv.mx">www.uv.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
14	Carolina Medina-Jaramillo, Loren Milena Carvajal-Díaz, Alex Fernando López-Córdoba. "Propolis from native Stingless Bees: ultrasound-assisted extraction", Vitae, 2022 Publicación	<1 %
15	<a href="http://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://idus.us.es">idus.us.es</a> Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Universidad Catolica de Avila Trabajo del estudiante	<1 %
18	<a href="http://cybertesis.unmsm.edu.pe">cybertesis.unmsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

[es.scribd.com](http://es.scribd.com)

19

Fuente de Internet

<1 %

---

20

repositorio.unica.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo