

CARACTERIZACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y SU IMPACTO EN LA SALUD

Lisbeth Micaela Almache Escobar

lissmica2@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6267-3313>

Investigadora independiente - Ecuador

Edgar Hernán Escobar

ehescobar@istx.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5459-9387>

Instituto Superior Universitario Cotopaxi - Ecuador

Recibido: 19/11/25

Aceptado: 20/12/25

Publicado: 01/01/26

RESUMEN

Los cultivos andinos ancestrales constituyen una fuente importante de nutrientes y compuestos bioactivos, por su capacidad antioxidante natural, para la prevención del estrés oxidativo y al fortalecimiento de la salud. El objetivo de la investigación fue evaluar la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos de seis harinas empleadas en la elaboración de una premezcla tipo suplemento alimenticio. La investigación forma parte de un análisis previo de composición proximal, mediante la revisión bibliográfica, para de identificar materias primas de alto valor nutricional. Los resultados bibliográficos evidenciaron que la harina de zanahoria blanca presentó la mayor capacidad antioxidante (3,08 mg equivalentes de Trolox por gramo), mientras que la harina de chocho registró la menor (0,81 mg TE/g), diferencias atribuibles a condiciones de procesamiento, clima y tipo de suelo. En contraste, el mayor contenido de compuestos fenólicos se encontró en la harina de chocho (2,39 mg equivalentes de ácido gálico por gramo), posiblemente debido al uso de harinas extruidas y a la exposición previa de los granos a condiciones ambientales desfavorables. La quinua presentó el menor contenido fenólico (0,64 mg GAE/g), debido a la predominancia de compuestos no fenólicos. La premezcla formulada a partir de las seis harinas mostró una capacidad antioxidante estimada de 1,56 mg TE/g y un contenido de 1,44 mg GAE/g de compuestos fenólicos. Su consumo potencial en niños podría contribuir al desarrollo muscular, óseo y cognitivo, así como al fortalecimiento del sistema inmunológico.

PALABRAS CLAVE: antioxidante, compuestos fenólicos, suplementos alimenticios, tubérculos andinos, granos andinos.

CHARACTERIZATION OF ANTIOXIDANT CAPACITY AND QUANTIFICATION OF PHENOLIC COMPOUNDS AND THEIR IMPACT ON HEALTH

ABSTRACT

Ancestral Andean crops constitute an important source of nutrients and bioactive compounds due to their natural antioxidant capacity, which contributes to the prevention of oxidative stress and the strengthening of health. The objective was to evaluate the antioxidant capacity and the phenolic compound content of six flours used in the formulation of a premix-type dietary supplement. The research is part of a prior proximal composition analysis conducted through a literature review to identify raw materials with high nutritional value. The bibliographic results showed that white carrot flour exhibited the highest antioxidant capacity (3.08 mg Trolox equivalents per gram), whereas chocho flour recorded the lowest value (0.81 mg TE/g), differences attributable to processing conditions, climate, and soil type. In contrast, the highest content of phenolic compounds was found in chocho flour (2.39 mg gallic acid equivalents per gram), possibly due to the use of extruded flours and the prior exposure of grains to unfavorable environmental conditions. Quinoa showed the lowest phenolic content (0.64 mg GAE/g), due to the predominance of non-phenolic compounds. The premix formulated from the six flours demonstrated an estimated antioxidant capacity of 1.56 mg TE/g and a phenolic compound content of 1.44 mg GAE/g. Its potential consumption by children could contribute to muscle, bone, and cognitive development, as well as to strengthening the immune system.

KEY WORDS: antioxidant, phenolic compounds, dietary supplements, andean tubers, andean grains.

1. INTRODUCCIÓN

Ecuador posee una gran variedad de cultivos andinos ancestrales de tubérculos, semillas y legumbres, entre los que destacan la oca, quinua, chocho, zanahoria blanca, chía, mashua. Estos cultivos son fuente importante de compuestos bioactivos como flavonoides, vitaminas y fenoles, de gran importancia debido a que poseen actividad antioxidante (Jiménez & Sammán, 2014; Saenz et al., 2019; Espinales, 2020). El creciente interés por los beneficios que pueden producir los alimentos andinos al ser consumidos, ha llevado al desarrollo de investigaciones por parte de instituciones públicas y privadas dentro y fuera del país. Por ejemplo, la Corporación de Ayuda al Sector Desnutrido (CORASEDE) y el Departamento de Alimentos de la Universidad de Antofagasta, quienes trabajan en el desarrollo de formulaciones de alto valor proteico, han realizado mezclas entre diferentes alimentos como: chocho-quinua-maíz, quinua-haba, trigo-maní, quinua-habas-kañiwa, quinua-amaranto-frejol, quinua-amaranto, quinua-lúpulo-maca, quinua-amaranto-kañiwa-lúpulo. Estas formulaciones buscan ser utilizadas como suplementos alimentarios en poblaciones infantiles (Mezquita et al., 2008; Mezquita et al., 2011).

En Colombia, la Universidad Nacional Abierta y a Distancia ha centrado sus investigaciones en el desarrollo de formulaciones alimenticias con base en quinua y chía dirigidas a niños en edad escolar (Guevara et al., 2020). De igual manera, la Universidad Nacional de México investiga el desarrollo de un suplemento alimenticio elaborado con base en legumbres, hortalizas y cereales, debido a que este tipo de alimentos poseen propiedades nutricionales importantes, porque, si se consume en cantidades adecuadas, puede cubrir los requerimientos nutricionales y de energía en niños con riesgo de desnutrición (Mezquita et al., 2007; Eugenia & Santillán, 2015).

Así también, en Ecuador se trabajó en el desarrollo de una premezcla con base en matrices andinas, en el que a través del análisis proximal se determinó que el consumo de la premezcla aportaría carbohidratos, fibra, proteínas, grasa y cenizas (Lema, 2020), nutrientes de importancia que le constituyen a la premezcla apta para ser empleada como un suplemento alimenticio en niños. Con base en este antecedente, el presente trabajo buscó identificar mediante una investigación bibliográfica la actividad antioxidante y el contenido de compuesto fenólicos que se encuentran presentes en la materia prima de dicha premezcla.

La capacidad antioxidante de los alimentos se debe a la presencia de diferentes compuestos químicos como, por ejemplo, los compuestos fenólicos, antocianinas, carotenos, vitaminas A, C y E, licopeno, curcumina, leteína, zeaxantina, además de minerales como el zinc, magnesio, selenio (Carrasco et al., 2018). Se conoce que estas moléculas interactúan y neutralizan las especies reactivas del oxígeno a través de la quelación y la intercepción del oxígeno libre presente en el organismo; por esta razón, dichos compuestos toman el nombre de antioxidantes (Mejía et al., 2018; Paredes y Roca, 2019). Los antioxidantes inhiben la degradación oxidativa de proteínas, lípidos y ácidos nucleicos y permite la obtención de beneficios para la salud, pues ayuda al correcto funcionamiento del

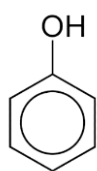
Almache Escobar, L. y Escobar, E. (2026). Caracterización de la capacidad antioxidante y cuantificación de compuestos fenólicos y su impacto en la salud. *Revista Cotopaxi Tech*, 6(1), 37-58. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/227>
enero - junio (2026) ISSN 2806-5573

sistema inmunitario. Además, retrasan el proceso de envejecimiento y protegen al organismo de enfermedades de origen cardíaco, cáncer, desórdenes neurológicos (Quispe, 2016; Valencia et al., 2017).

En este contexto, los compuestos fenólicos son moléculas orgánicas, cuya estructura básica es el fenol (Figura 1), constituido por uno o más grupos hidroxilos (OH) unido a un anillo bencénico (fenil) (Peñarrieta et al., 2017). La estructura del fenol, proporciona importantes propiedades antioxidantes en alimentos como: hortalizas, tubérculos, frutas y cereales, debido a la estabilidad que presentan por la presencia del anillo aromático (Robles, 2021).

Figura 1

Estructura química del fenol.

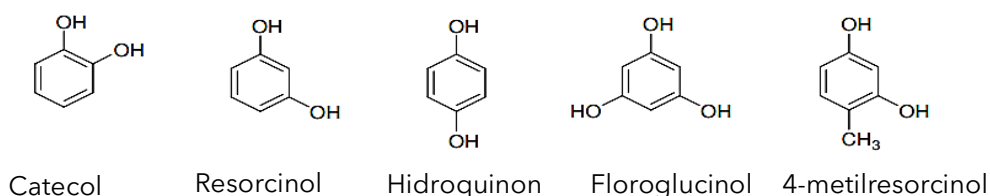


Fuente: Peñarrieta et al. (2017).

Los fenoles simples están compuestos por dos o tres grupos hidroxilos en el anillo aromático, ubicados en diferentes posiciones. Cuando son dos grupos hidroxilos estos se ubican en las posiciones 1,2; 1,3 y 1,4, mientras que, cuando son tres grupos hidroxilos, estos están en las posiciones 1, 3, 5 y 1, 2, 3 (Figura 2) (Peñarrieta et al., 2017). Estos fenoles se encuentran presentes en muchos cereales, de ahí que les confieren propiedades antioxidantes.

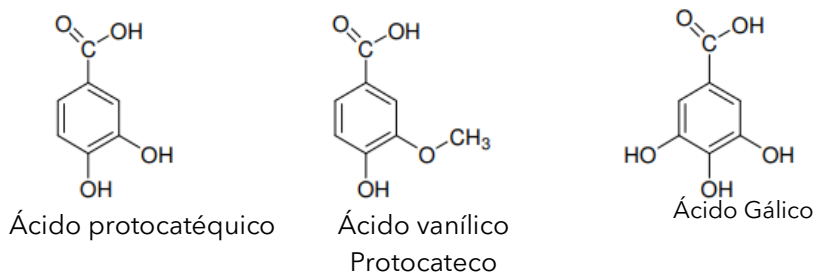
Figura 2

Estructura química de compuestos fenólicos simples.

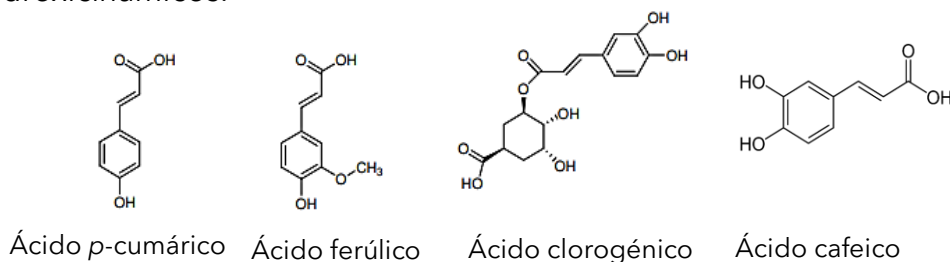


Fuente: Peñarrieta et al. (2017).

Dentro de los fenoles ácidos están los ácidos hidroxibenzoicos, que son compuestos formados por un grupo carboxílico y un grupo hidroxilo unido a un anillo aromático. Estos poseen una importante actividad biológica y están presentes en alimentos como verduras, frutas y cereales (Robles, 2021). Dentro de este tipo de compuestos fenólicos se encuentran los ácidos protocatéquico, vanílico y gálico (Figura 3) (Muñoz & Ramos, 2016). Este tipo de ácidos poseen actividades antiinflamatorias, antibióticas y antioxidantes, de ahí que ofrecen una protección cardiovascular y anticancerígena (Caporal, 2018; Babío, 2019).

Figura 3*Ácidos hidroxibenzoicos.**Fuente:* Peñarrieta et al. (2017).

Los ácidos hidroxicinámicos están compuestos por un anillo aromático, un grupo alifático y un ácido carboxílico en el extremo. Este tipo de compuestos poseen un doble enlace carbono en su estructura química que provoca un aumento en la resonancia magnética y deslocalización de los electrones en los enlaces π , lo que le permite estabilizar radicales libres y aumentar la capacidad antioxidante (Mercado et al., 2013; Peñarrieta et al., 2017). Dentro de este tipo de ácidos se encuentran el ferúlico, el clorogénico, el *p*-cumárico y el cafeico (Figura 4); estos se pueden encontrar en alimentos como los arándanos, uvas, cereales, no obstante, en los cereales predomina el ácido ferúlico (Muñoz & Ramos, 2016; Robles, 2021).

Figura 4*Ácidos hidroxicinámicos.**Fuente:* Peñarrieta et al. (2017).

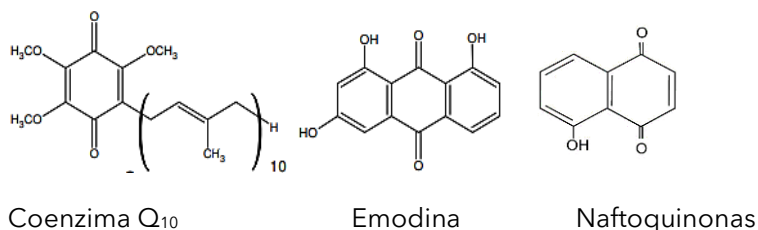
El ácido ferúlico ayuda con la conservación de la matriz celular de los tejidos y proteger la capa dérmica; por otro lado, el ácido clorogénico mejora el metabolismo lipídico y ayuda a la pérdida de peso, debido a que regula la distribución de la grasa corporal y promueve el uso de los ácidos grasos en la obtención de energía (González, 2019); el ácido *p*-cumárico, al poseer un alto poder antibacteriano, puede modificar la composición de la microbiota del tracto gastrointestinal; en cuanto al ácido cafeico, se menciona que es un inhibidor del cáncer (Morales et al., 2015).

En esta misma línea, las quinonas son un compuesto que poseen un anillo de carbono completamente conjugado, formado por la oxidación del fenol; estas se clasifican como ubiquinonas (coenzima Q10), antraquinonas (emodin) y naftoquinonas (Figura 5) (Peñarrieta et al., 2017). Al poseer una alta reactividad por

los grupos carbonilo, tienen un alto potencial redox porque son capaces de formar puentes de hidrógeno intramolecular o intermolecular con las proteínas en sistemas biológicos (Bravo, 2018).

Figura 5

Quinonas.

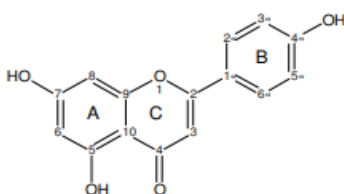


Fuente: Peñarrieta et al. (2017).

Mientras tanto, los flavonoides están compuestos por tres anillos, el primero (anillo A) es el benzopirano 2-fenil, cuyo anillo posee un dihidroxilado fenólico en las posiciones 5 y 7; el segundo (anillo B) es un anillo fenólico que posee un mono-hidroxilado, orto-dihidroxilados o vic- trihidroxilados, que a su vez puede contener como sustituyentes grupos metoxi (O-CH₃); el tercero (anillo C) es un anillo heterocíclico con oxígeno pirano, pirylium o de forma pirona (Figura 6) (Peñarrieta et al., 2017). Estos poseen una importante actividad antioxidante (López, 2015; Ortega et al., 2018).

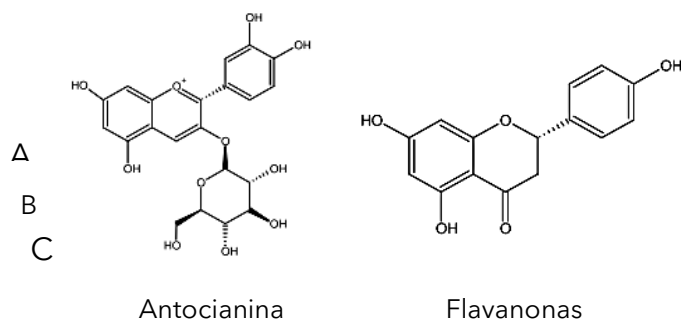
Figura 6

Estructura básica de un flavonoide.



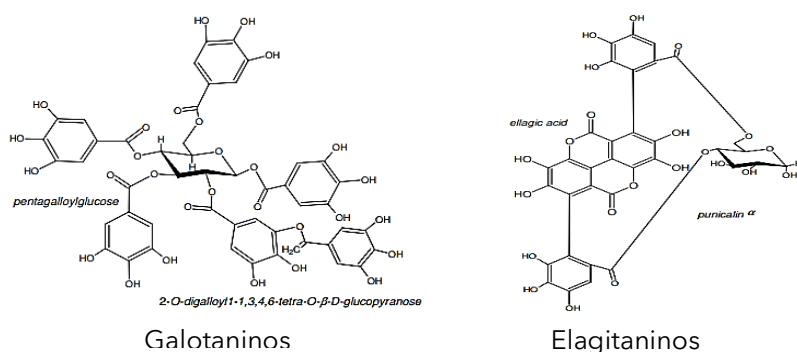
Fuente: Peñarrieta et al. (2017).

El grupo de los flavonoides es el más extendido en la naturaleza. Dentro de los más importantes están: las antocianinas, que son glucósidos de antocianidinas, en donde el glucósido es la glucosa que se encuentra en la posición 3-hidroxilo del anillo C (Figura 7), quien le confiere actividades antiinflamatorias, antitumorales y neuroprotectoras (Peñarrieta et al., 2017). Los flavonoides (Figura 7), son capaces de aumentar la expresión de enzimas antioxidantes, además actúan como anticarcinógenos, antimicrobianos, cardioprotectores y neuroprotectores (Robles, 2021).

Figura 7*Ejemplos de flavonoides.*

Fuente: Peñarrieta et al. (2017).

Por otro lado, los taninos son compuestos fenólicos hidrosolubles que contienen un gran número de grupos hidroxilo, que son capaces de unirse mediante fuerzas covalentes y no covalentes a proteínas, hidratos de carbono y precipitar. Se clasifican en dos grupos como son los taninos hidrolizables dentro de los que se encuentran los elagitaninos no conjugados, galotaninos (Figura 8), que están presentes en frutas, hortalizas y cereales y taninos no hidrolizables o condensados, que cuales son derivados del flavan-3-ol (Peñarrieta et al., 2017).

Figura 8*Ejemplos de taninos.*

Fuente: Peñarrieta et al. (2017).

Los taninos condensados poseen diferentes actividades biológicas, como por ejemplo, son antioxidantes debido a que permiten prevenir las enfermedades degenerativas; además poseen actividades quimioterapéuticas, antimicrobianas y antiinflamatorias; estas últimas, debido a que son capaces de secar y desinflamar la mucosa del tracto intestinal son útiles en el tratamiento de diarrea y gastroenteritis. Sin embargo, el consumo de taninos debe ser en cantidades adecuadas ya que si se consume en exceso puede provocar la reducción de la absorción de nutrientes como el hierro y algunas proteínas (Muñoz & Ramos, 2016).

Una matriz alimentaria permite cubrir las necesidades nutricionales del ser humano. Esta es una combinación de una serie de alimentos que aportan nutrientes como: hidratos de carbono, proteínas, agua, lípidos, vitaminas, minerales, Almache Escobar, L. y Escobar, E. (2026). Caracterización de la capacidad antioxidante y cuantificación de compuestos fenólicos y su impacto en la salud. *Revista Cotopaxi Tech*, 6(1), 37-58. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/227>
enero - junio (2026) ISSN 2806-5573

compuestos fenólicos, terpenoides (carotenoides y esteroides) y compuestos azufrados. Por lo tanto, para que un alimento forme parte de una matriz alimentaria, debe poseer características que garanticen la calidad y cantidad de macro y micronutrientes, además de aportar con un valor biológico y tener ventajas con respecto a la disponibilidad, costo, vida útil, entre otros (Quintana & Serrano, 2017).

En este contexto, un suplemento alimenticio es un producto elaborado con base en hierbas, extractos vegetales, alimentos tradicionales, deshidratados o concentrados de frutas con la adición o no de compuestos como vitaminas, minerales, ácidos grasos, enzimas y otros suplementos nutricionales; su manera de comercialización puede ser en forma de cápsulas, polvos o tabletas. Estos son utilizados para complementar la alimentación o la dieta diaria de los niños, jóvenes y adultos (Aragón, 2017). En el caso de los niños, su consumo es necesario, puesto que en esta etapa los requerimientos nutricionales y energéticos son mayores; de ellos depende el correcto crecimiento y desarrollo del niño, pues una carencia de nutrientes conduce a una reducción de la capacidad de aprendizaje, afecciones en el lenguaje, daños en las capacidades físicas y químicas (Lema, 2020).

En relación a los alimentos, la quinua es considerada como un "supergrano", debido a su valor nutritivo, ya que posee cantidades relativamente altas de ácidos grasos esenciales y proteínas de muy buena calidad en comparación con otros pseudocereales (Jiang et al., 2021). Así mismo, la quinua es rica en micronutrientes como vitaminas, minerales y compuestos bioactivos, estos últimos de gran importancia con una alta capacidad antioxidante (Medina et al., 2020). La capacidad antioxidante en los granos de quinua se debe a la presencia de los compuestos fenólicos que se encuentran adheridos mediante un enlace covalente a la pared celular (Macavilca & Condezo, 2020). Así, por ejemplo, en la quinua roja el contenido de compuestos fenólicos va de entre un 35 % a un 67 %, proporcionando actividades biológicas relevantes para la salud (Gu et al., 2021).

En esta misma línea, la mashua y la oca son plantas provenientes de la región andina que desde la antigüedad ha tenido usos medicinales y ha servido para la alimentación de los pueblos. Sin embargo, hoy en día, gracias a las diversas investigaciones, se ha podido conocer la actividad biológica que poseen. Estas tienen propiedades antioxidantes, antibacterianas y antiinflamatorias (Paucar et al., 2020), que se deben a la presencia de un conjunto de metabolitos secundarios como: ácidos hidroxibenzóicos, taninos, flavanoles, antocianinas, glucosinolatos, isotiocianatos, fitoesteroides (Apaza et al., 2020). Los tubérculos andinos son cultivados en Ecuador, Perú y Bolivia, cuyo valor nutricional es comparable con el de la papa, puesto que posee una buena fuente de hidratos de carbono, minerales (calcio y hierro, vitamina C) y proteínas (Chirinos et al., 2009; Liu et al., 2018; Pérez, 2019; Mora & Verdugo, 2020). Además, ambos tienen una importante cantidad de fotoquímicos antioxidantes, siendo el grupo de los fenoles (3-O-glucósido y 3,5-O-diglucósido malvidina, flavan-3-oles, flavonas, ácidos fenólicos, flavanonas, delphinidina, kaempferol y quercetina) y carotenoides las sustancias que le confieren un alto potencial antioxidante (Zhu & Cui, 2019).

En la zanahoria blanca el principal compuesto fenólico es el ácido clorogénico, derivados del ácido cafeico y p-cumárico, los que tienen propiedades diuréticas y antisépticas, además posee saponinas con capacidad anticancerígena y anticolesterol (Pedreschi et al., 2015; Memariani et al., 2019). Aunque cierto porcentaje de estos compuestos se degradan con los procesos de cocción, por lo que es recomendable usar otros métodos de procesamiento alternativos (Leidi et al., 2018).

El chocho, también conocido como altramuza, tiene buenas propiedades nutricionales debido a que posee un alto contenido de proteínas en comparación otras legumbres, además posee un buen nivel de carbohidratos no digeribles, fibra y compuestos bioactivos, lo cual le hace un alimento antihipertensivo e hipoglucémico, además de antiinflamatorio, anticancerígeno, antioxidante (Ferchichi et al., 2021). La presencia de compuestos fenólicos en el chocho son los que aportan la capacidad antioxidante natural de este alimento (Karamać et al., 2018). Los ácidos fenólicos, flavonas e isoflavonas son los compuestos que aportan a la capacidad antioxidante que posee el chocho (Córdova, 2020).

Finalmente, la chía es una planta nativa de México y norte de Guatemala que ha sido utilizada desde la antigüedad por las poblaciones mesoamericanas. Este superalimento posee un alto contenido de proteínas y de ácidos grasos principalmente omega 3 y 6, además de fibra dietética, minerales y vitaminas. Así mismo, la chía tiene un alto contenido de compuestos bioactivos, como fibra dietética antioxidante y compuestos fenólicos como ácidos rosmarínico, cafeico, clorogénico y kaempferol. Estos compuestos le proporciona efectos beneficiosos a la salud, no obstante, para la obtención de actividades biológicas y eficiencia de los antioxidantes se debe tomar en consideración factores como la composición de la fibra, los compuestos bioactivos asociados con la fibra y los cambios producidos en la digestión gastrointestinal (Pellegrini et al., 2018; Beltrán et al., 2020).

2. METODOLOGÍA

La búsqueda de información se realizó en e-books, journals y bases de datos de libre acceso en bibliotecas virtuales universitarias. De igual manera, para la investigación, se empleó páginas web de libre acceso como Google Scholar, ScienceDirect, PubMed, Google BookSearch. Todas contribuyeron con la información científica sobre la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos presentes en la materia prima de una premezcla a base matrices andinas. Se utilizaron los siguientes criterios de inclusión:

- Publicaciones en inglés y español, que contengan las palabras clave: capacidad antioxidante, compuestos fenólicos, matrices andinas, suplementos alimentarios.
- Artículos y publicaciones obtenidos de bases de datos científicas.

Para la selección de la información, se excluyeron aquellas publicaciones o artículos que no cumplieron con las características antes mencionadas. Finalmente, se recopiló la información que estuvo acorde al tema y objetivos de la investigación.

Estimación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales

La estimación se realizó con base en la composición de la premezcla formulada por Lema (2020), en donde, a partir de los diferentes valores obtenidos de manera bibliográfica para cada harina, se hizo un promedio de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos para quinua, chocho, chía, mashua, zanahoria blanca y oca, semejante al realizado por Ferchichi et al. (2021) en su estudio "Proximate composition, lipid and phenolic profiles, and antioxidant activity of different ecotypes of *Lupinus albus*, *Lupinus luteus* and *lupinus angustifolius*". Finalmente, a partir de dichos valores obtenidos en cada harina se estimó un aproximado de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales que poseería cada gramo de la premezcla y se tomó en cuenta que los valores de las seis harinas sean comparables, es decir, que se encuentren en un mismo rango (Rocchetti et al., 2017). Esto permitió conocer cuál es el aporte de cada una de las materias primas.

3. RESULTADOS

Capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos totales de la premezcla. La capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos descritos en la Tabla 1 fueron obtenidos mediante la estimación individual de cada materia prima empleada en función a los datos obtenidos por diferentes autores. Como se puede observar, de los tres granos, la harina que mayor capacidad obtuvo fue la de quinua y menor la de chocho. Por el contrario, en los compuestos fenólicos, la harina con mayor contenido fue la de chocho. En cuanto a las harinas de los tubérculos, la que mayor capacidad antioxidante tuvo fue la de zanahoria blanca, mientras que la harina de oca presentó el mayor contenido de compuestos fenólicos.

Tabla 1

Capacidades antioxidantes y contenido de compuestos fenólicos totales presentes en harina de tubérculos y granos andinos.

Harina	Capacidad Antioxidante Total (mg TE/g)	Contenido de Compuestos Fenólicos Total (mg GAE/g)
Quinua	1.97 ± 0.45	0.64 ± 0.24
Chocho	0.81 ± 0.61	2.39 ± 0.94
Chía	1.85 ± 0.58	1.56 ± 0.53
Mashua	1.25 ± 0.27	0.82 ± 0.71
Zanahoria blanca	3.08 ± 1.96	1.37 ± 0.99
Oca	1.59 ± 0.35	1.50 ± 0.70

Fuente: autoría propia.

Análisis proximal a base de quinua, chocho, chí, mashua, zanahoria blanca y oca. La premezcla posee antioxidantes naturales (Tabla 2), a diferencia de los suplementos alimenticios expendidos en el mercado en los que se añade taurina como antioxidante sintético, misma que si se consume de manera prolongada puede afectar negativamente a la microestructura de los tejidos.

Tabla 2

Análisis proximal de la formulación empleada para la premezcla a base de quinua, chocho, chí, mashua, zanahoria blanca y oca.

Parámetro	Porcentaje (%)
Proteínas kjeldhal	15.20
Extracto etéreo	7.13
Fibra dietética total	18.50
Cenizas	3.64
Carbohidratos	46.79

Fuente: Lema (2020).

Compuestos fenólicos

Harina de quinua. En la Tabla 3 se encuentra el detalle de los compuestos fenólicos presentes en la harina de quinua, identificados mediante cromatografía líquida de ultra rendimiento, espectrómetro de masas en tándem (UPLC-MS/MS). A través de método, se determinó que los compuestos de mayor importancia y que se encuentran en mayor cantidad, fueron los ácidos siringico, gálico, vanílico, ferúlico y o-cumárico, así como también en menor proporción, por efecto del calor se encontraron otros compuestos, como la quercetina, ácido rosmarínico, rutina, entre otros.

Tabla 3

Compuestos fenólicos presentes en la harina de quinua detectados mediante UHPLC-MS/MS.

Compuesto	Contenido (µg/g)
Ácido gálico	89.64
Ácido p-cumárico	48.92
Ácido siringico	132.37
Ácido ferúlico	62.52
Ácido vanílico	76.34
Rutina (rutósido)	27.06
Ácido rosmarínico	13.70
Quercetina	2.59
Ácido clorogénico	17.24
Isoquercetina	43.91
Kaempferol	49.26
Neohesperidina	39.08
Hesperidina	31.06
Ácido o-cumárico	54.12

Fuente: Carrasco et al. (2008); Pellegrini, Gonzáles, et al. (2018); Gu et al. (2021); Sohaimy et al. (2018); Demir & Bilgiçli (2021); Pereira et al. (2017).

Almache Escobar, L. y Escobar, E. (2026). Caracterización de la capacidad antioxidante y cuantificación de compuestos fenólicos y su impacto en la salud. *Revista Cotopaxi Tech*, 6(1), 37-58. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/227>
enero - junio (2026) ISSN 2806-5573

Harina de chocho. Los principales compuestos fenólicos presentes en la harina de chocho se encuentran detallados en la Tabla 4. Como se observa, el ácido *p*-cumárico es el compuesto que predomina, de ahí que se menciona que los derivados del mismo son los más abundantes en este grano. Así mismo, se encuentran los ácidos: ferúlico, vanílico y gálico en menor cantidad. Estos ácidos pertenecen al grupo de los hidroxicinámicos y constituyen el 1.2 % de los compuestos fenólicos identificados.

Tabla 4

Descripción de los compuestos fenólicos presentes en la harina de chocho.

Compuesto	Contenido (µg/g)
Ácido <i>p</i> -cumárico	1.13
Ácido ferúlico	0.39
Ácido vanílico	0.68
Ácido gálico	0.18
Kaempferol	0.17
Rutina	0.4
Hesperidina	0.53
Otros	4.55

Fuente: Karamać et al. (2018); Cruz-Chamorro et al. (2019); Ferchichi et al. (2021).

Harina de chía. En la harina de chía los compuestos fenólicos que se encuentran en mayor proporción son los ácidos rosmarínico, cafeico, rutina y el flavonoide quercetina, (Tabla 5), con 653.98, 125.36, 99.88 y 285.56 µg/g respectivamente. Mientras que en menor cantidad se encuentran los ácidos gálico, ferúlico, *p*-coumarico, entre otros, lo cual se debe a las diferentes técnicas de extracción e identificación empleadas.

Tabla 5

Compuestos fenólicos presentes en la harina de chía detectados mediante cromatografía líquida de alta eficiencia con detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD).

Compuesto	Contenido (µg/g)
Ácido gálico	42.56
Ácido cafeico	125.36
Ácido ferúlico	35.87
Ácido <i>p</i> -coumárico	25.96
Ácido rosmarínico	653.98
Rutina (rutósido)	99.88
Quercetina	285.56
Daizdeina	457.85
Genisteina	19.58

Fuente: Pellegrini, González, et al. (2018); Beltrán et al. (2020); Sarikurkcü (2020); Soto (2015).

Harina de mashua. En la Tabla 6, se observa que los compuestos fenólicos de mayor importancia presentes en la harina de mashua son los derivados de los ácidos hidroxicinámicos e hidroxibenzóicos como el cafeico, ferúlico y vanílico,

además de flavonoles como rutina. No obstante, se ha identificado que la presencia o ausencia de flavonoles, flavanonas e isoflavonas dependen de las condiciones del cultivo, así como también el nivel de madurez.

Tabla 6

Compuestos fenólicos presentes en la harina de mashua detectados mediante cromatografía líquida de alta eficiencia con detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD).

Compuesto	Contenido (µg/g)
Ácido cafeico	290
Rutina	110
Ácido ferúlico	2.33
Flavanonas	-
Ácido vanílico	-

Fuente: Paucar et al. (2020); Cuvelier & Berset, (2016); Doylet & Rodríguez (2018).

Harina de zanahoria blanca. En la harina de zanahoria blanca, los compuestos fenólicos que fueron identificados, mediante cromatografía líquida de alta eficiencia con detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD), se encuentran detallados en la Tabla 7, en donde los ácidos hidroxicinámicos son los más abundantes, pues el ácido clorogénico representa el 80 % del total de los compuestos fenólicos. En cuanto a los ácidos cafeico y *p*-cumárico, se encuentran, en menor proporción, debido a que estos ácidos experimentan una considerable reducción durante la cocción y secado.

Tabla 7

Compuestos fenólicos presentes en la harina de zanahoria blanca detectados mediante cromatografía líquida de alta eficiencia con detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD).

Compuesto	Contenido (µg/g)
Ácido cafeico	12
Ácido clorogénico	95
Ácido <i>p</i> -cumárico	6

Fuente: Pedreschi et al. (2015); Cachay (2016).

Harina de oca. Los resultados obtenidos del análisis HPLC-DAD para harina de oca, se encuentran detallados en la Tabla 8. Como se observa el compuesto de mayor importancia es la catequina (tanino) pues su contenido es de 117 µg/g, seguido de un ácido hidroxibenzóico como el vanílico con 72 µg/g, flavonas como la luteolina, flavanonas como la naringenina y en una mínima cantidad de ácido cafeico.

Tabla 8

Compuestos fenólicos presentes en la harina de oca detectado por HPLC-DAD.

Compuesto	Contenido (µg/g)
Ácido cafeico	0.6
Ácido vanílico	72
Catequina	117
Luteolina	24
Naringenina	28

Fuente: Chirinos et al. (2009); Monar (2014); Roca et al. (2017).

4. DISCUSIÓN

La premezcla a partir de la que se inició este estudio fue la formulada por Lema (2020) (Tabla 2), posee una importante composición nutricional, porque aporta con 46.79 % de carbohidratos, 18.50 % de fibra dietética, 15.20 % de proteínas, 7.13 % de grasa y 3.64 % de cenizas. Esto ayuda a compensar la mala alimentación de los infantes. Además, la composición nutricional es similar a la de suplementos alimenticios de marcas como VitaFos y PediaSure, no obstante, la premezcla posee un contenido de proteínas y fibra dietética superior (Álvarez & Paredes, 2016). El consumo de la premezcla contribuiría con diversos beneficios para la salud, pues con un aporte adecuado en carbohidratos se consigue alcanzar los niveles correctos de glucosa en la sangre. Con el aporte en proteínas, se logra un adecuado desarrollo muscular y funcionamiento del sistema inmunológico y con el aporte en fibra dietética se reduce el colesterol y se controla el nivel de azúcar en la sangre (Castro, 2021).

La capacidad antioxidante (CA) y compuestos fenólicos (CF) presente en un gramo de la premezcla, realizada a partir del cálculo individual del aporte de CA como del contenido de CF de cada harina, en su suma se obtuvieron valores comparables, pues se encontraron dentro de un mismo rango (Rocchetti et al., 2017). A partir de lo mencionado anteriormente, se estima tener una capacidad antioxidante de 1.56 mg TE/g y un contenido de compuestos fenólicos de 1.44 mg GAE/g. Estos valores, al ser comparados con otros estudios difieren, de ahí que se obtuvo 2.76 mg TE/g de capacidad antioxidante y 3.82 mg GAE/g de compuestos fenólicos en una premezcla con base en quinua, amaranto, habas, arvejas, maíz, cebada y trigo (Vargas, 2017), valores superiores a los estimados para la premezcla. Así mismo, se obtuvo mayor CA (3.25 mg TE/g) en una mezcla de mijo, centeno y sorgo (Ragaei et al., 2016); por otro lado, se obtuvo 3.11 mg TE/g de CA y 0.07 mg GAE/g de CF en una mezcla empleada para la elaboración de una bebida con base en quinua, amaranto y avena (Sanjinez, 2018), lo cual supera la CA de la premezcla estudiada; sin embargo, el contenido de compuestos fenólicos es inferior, al igual que en una mezcla de trigo, centeno y chocho cuyo contenido fue de 0.16 mg GAE/g (Ahmed, 2017).

En este sentido, con el consumo de una porción de 40 gramos de la premezcla se aportaría 57.6 mg de compuestos fenólicos, contenido de importancia si se toma en consideración que la ingesta diaria recomendada de CF

es de 25 mg (Gasztanyi et al., 2011; Vargas, 2017). Las harinas de cereales y tubérculos, al tener compuestos antioxidantes únicos, con su consumo reducen la incidencia de enfermedades. Por lo tanto, con la administración de la premezcla en niños se conseguiría tener una actividad antioxidante natural debido a los compuestos bioactivos presentes en los granos y tubérculos andinos, que permiten formar complejos con los iones metálicos, en particular, con el hierro y cobre (considerados tóxicos cuando están en exceso) (Yang et al., 2011). Los compuestos bioactivos de mayor importancia son las vitaminas A, C y E, carotenoides y compuestos fenólicos; estos últimos de gran importancia, por los ácidos fenólicos, flavonoides, taninos (Camargo & Lima, 2019), que ayudan a reducir el riesgo de enfermedades, al permitir tener sistemas biológicos con un potencial redox equilibrado (Coronado et al., 2015).

5. CONCLUSIONES / CONSIDERACIONES FINALES

La capacidad antioxidante (CA) de las materias primas de la premezcla presenta variaciones según investigaciones anteriores, con rangos de 1.09-2.42 mg TE/g en quinua, 0.10-1.68 mg TE/g en chocho, 1.18-2.65 mg TE/g en chía, 0.96-1.66 mg TE/g en mashua, 0.50-5.51 mg TE/g en zanahoria blanca y 1.17-1.69 mg TE/g en oca. De igual manera, el contenido de compuestos fenólicos (CF) oscila entre 0.20-0.87 mg GAE/g en quinua, 1.20-3.60 mg GAE/g en chocho, 0.96-2.21 mg GAE/g en chía, 0.06-1.74 mg GAE/g en mashua, 0.15-2.73 mg GAE/g en zanahoria blanca y 0.88-2.66 mg GAE/g en oca. Estos valores evidencian el aporte significativo de compuestos bioactivos, cuyo consumo podría contribuir a reducir el riesgo de enfermedades en niños.

De la misma manera, la capacidad antioxidante que poseen los granos y tubérculos dependen de la presencia de antioxidantes como las vitaminas C y E, minerales como el zinc, selenio y magnesio, betaínas, carotenos, entre otros. Estos proporcionan una CA a todas las harinas en un rango aproximado de 0.81 a 3.08 mg TE/g, este rango se debe a la diferencia en el procesamiento, pues se obtuvo mayor CA en harinas cuyos tubérculos no fueron cocidos, mientras que la menor CA fue con harinas cuyos tubérculos fueron cocidos y secados a altas temperaturas; sin embargo, también se vio influenciados por el clima, tipo de suelo y condiciones de estrés.

Por otro lado, el contenido de compuestos fenólicos presentes en las seis harinas que conforman la premezcla depende de la presencia de ácidos fenólicos, flavonas, flavanonas, isoflavonas y taninos. De ahí, el contenido CF fue de 0.64 mg GAE/g $\pm$ 0.24 para quinua, 2.39 mg GAE/g $\pm$ 0.94 para chocho, 1.56 mg GAE/g $\pm$ 0.53 para chía, 0.82 mg GAE/g $\pm$ 0.71 para mashua, 1.50 mg GAE/g $\pm$ 0.70 para oca y 1.37 $\pm$ 0.99 mg GAE/g para zanahoria blanca. La zanahoria blanca y el chocho fueron los que presentaron mayor desviación estándar. Esto se debe a la temperatura de cocción y secado, tipo de harina, tamaño de las partículas, nivel de irradiación y estado de madurez para la zanahoria blanca.

Finalmente, a partir de la estimación realizada entre los valores reportados para cada uno de los granos y tubérculos andinos que conforman la premezcla, se

determinó que la CA total presente en un gramo de esta fue de 1.56 mg TE/g, obtenida de manera principal por la presencia de vitaminas como la A, C y E, carotenoides, minerales, betalainas y el contenido de CF fue de 1.44 mg GAE/g por los ácidos fenólicos, favonas, flavanonas, isoflavonas y taninos.

6. REFERENCIAS

- Ahmed, J., Thomas, L., & Arfat, Y. A. (2018). Functional, rheological, microstructural and antioxidant properties of quinoa flour in dispersions as influenced by particle size. *Food Research International*, 37 (436-455). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.039>
- Álvarez, E. & Paredes, M. (2016). *Elaboración y Comercialización de Productos Alimenticios a base de proteína de suero de leche, diseñados para la Población Infantil de la Provincia del Guayas* [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <https://bit.ly/3NaieR0>
- Apaza, L. N., Tena, V., & Bermejo Benito, P. (2020). Local/traditional uses, secondary metabolites and biological activities of Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón). *Journal of Ethnopharmacology*, 247(65) 112-152. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.112152>
- Aragón, S. (2017). El niño que no come suficiente. *Pediatría Integral*, 11(5), 383-392. <https://pediatragabiruz.com/nino-que-no-come/>
- Babío, B. (2019). *Extracción de vainillina y ácido vanílico empleando disolventes eutécticos profundos* [Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Madrid]. https://oa.upm.es/65458/1/TFM_BEATRIZ_BABIO_NUNEZ.pdf
- Beltrán, M. del C., Martínez-Olguín, A., & Robles-Ramírez, M. del C. (2020). Changes in the nutritional composition and antioxidant capacity of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) during germination process. *Food Science and Biotechnology*, 29(6), 751-757. <https://doi.org/10.1007/s10068-019-00726-1>
- Bravo, M. (2018). *Síntesis de novedosos derivados de quinonas* [Tesis de grado, Universidad de Talca]. <http://dspace.utalca.cl/bitstream/1950/11699/5/20180144.pdf>
- Camargo, A. C., & Lima, R. da S. (2019). A perspective on phenolic compounds, their potential health benefits, and international regulations: The revised Brazilian normative on food supplements. *Journal of Food Bioactives*, 7, 7-17. <https://doi.org/10.31665/jfb.2019.7193>
- Caporal, K. (2018). *Efecto de la administración del ácido gálico sobre la estructura y función de neuronas del hipocampo en ratas con síndrome metabólico y sus consecuencias sobre la memoria de reconocimiento* [Tesis de grado, Universidad Autónoma de Puebla]. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/9142>
- Carrasco, R. & Zelada, E. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y
- Almache Escobar, L. y Escobar, E. (2026). Caracterización de la capacidad antioxidante y cuantificación de compuestos fenólicos y su impacto en la salud. *Revista Cotopaxi Tech*, 6(1), 37-58. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/227>
- enero - junio (2026) ISSN 2806-5573

compuestos fenólicos de cereales andinos: quinua (*Chenopodium quinoa*), Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) y Kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 74(2), 85-99.
<https://bit.ly/3OMoKOj>

Carrasco, R. & Zelada, E. (2018). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruana. *Revista de La Sociedad Química del Perú*, 74(2), 108-124. <https://bit.ly/4rQwYDR>

Castro, P. (2021). *Desarrollo y caracterización de un suplemento infantil enriquecido con Zinc tipo papilla para niños que habitan en la zona rural* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral].
https://rraae.cedia.edu.ec/Record/ESPOL_e8c3ae50dcd424cff2dc6c515a990522

Chirinos, R., Betalleluz-Pallardel, I., Huamán, A., Arbizu, C., Pedreschi, R., & Campos, D. (2009). HPLC-DAD characterisation of phenolic compounds from Andean oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) tubers and their contribution to the antioxidant capacity. *Food Chemistry*, 113(4), 1243-1251.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.015>

Coronado, M., Vega, S., Gutiérrez T., R., Marcela, V. F., & Radilla V., C. (2015). Antioxidants: Present perspective for the human health. *Revista Chilena de Nutrición*, 42(2), 206-212.
<https://doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>

Córdova, J. S. (2020). *Componentes de valor funcional y proteico antes y después de la extrusión y secado en tarwi (Lupinus mutabilis) desamargado* [Tesis de Grado de Doctor, Universidad Nacional Agraria]. <https://bit.ly/3OCWcXE>

Cruz-Chamorro, I., Álvarez-Sánchez, N., Millán-Linares, M. del C., Yust, M. del M., Pedroche, J., Millán, F., Lardone, P. J., Carrera-Sánchez, C., Guerrero, J. M., & Carrillo-Vico, A. (2019). Lupine protein hydrolysates decrease the inflammatory response and improve the oxidative status in human peripheral lymphocytes. *Food Research International*, 126(December 2018), 108585.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108585>

Cuvelier, M. E., & Berset, C. (2016). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Academic Press Limited*, 30, 25-30.
[https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)

Demir, B., & Bilgiçli, N. (2021). Utilization of quinoa flour (*Chenopodium quinoa* Willd.) in gluten-free pasta formulation: Effects on nutritional and sensory properties. *Food Science and Technology International*, 27(3), 242-250.
<https://doi.org/10.1177/1082013220940092>

Doylet, M., & Rodríguez, L. (2018). *Estudio comparativo de la composición química y carácter reductor de dos variedades de Tropaeolum tuberosum (Ruíz y Pavón, Kuntze) Mashua* [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil].

Almache Escobar, L. y Escobar, E. (2026). Caracterización de la capacidad antioxidante y cuantificación de compuestos fenólicos y su impacto en la salud. *Revista Cotopaxi Tech*, 6(1), 37-58.
<http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/227>
enero - junio (2026) ISSN 2806-5573

<http://bit.ly/4sr0YGI>

- Espinales, R. (2020). *Caracterización físico-química y tecnofuncional de pasta tipo spaghetti elaborado a partir de harinas de cultivos andinos infrautilizados y residuos agroindustriales* [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31411/1/AL749.pdf>
- Eugenia, E., & Santillan, R. (2015). *Prototipo para el desarrollo de un Suplemento Alimenticio elaborado a base de residuos de frutas y verduras, legumbres, hortalizas y cereales, para niños con desnutrición de 1-5 años de las 37 zonas más vulnerables del Estado de México* [Tesis de Grado, Universidad Abierta y a Distancia de México]. <https://bit.ly/4u623ok>
- Ferchichi, N., Toukabri, W., Vrhovsek, U., Nouairi, I., Angeli, A., Masuero, D., Mhamdi, R., & Trabelsi, D. (2021). Proximate composition, lipid and phenolic profiles, and antioxidant activity of different ecotypes of *Lupinus albus*, *Lupinus luteus* and *Lupinus angustifolius*. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(2), 1241-1257. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00722-8>
- Gasztonyi, M., Farkas, R., & Berki, J. (2011). Content of phenols in wheat as affected by varietal and agricultural factors. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24 (3), 785-789. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2011.04.011>
- González, C. Y. (2019). *Efecto Anticancerígeno de Fracciones Ricas en Polifenoles y Antocianinas de Tortilla de Maíz Criollo Azul* [Tesis de Grado, Universidad Veracruzana]. <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/46811/HernandezRamirezGabriel.pdf>
- Gu, R., Chang, X., Bai, G., Li, X., Di, Y., Liu, X., Sun, L., & Wang, Y. (2021). Effects of household cooking methods on changes of tissue structure, phenolic antioxidant capacity and active component bioaccessibility of quinoa. *Food Chemistry*, 350 (34), 129-138. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129138>
- Guevara, B., Suárez, J. A., & Valdés, M. P. (2020). *Desarrollo de complemento alimenticio en polvo a base de semillas de chía (salvia hispanica) y quínoa (chenopodium quinoa) con alto valor nutricional* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/memorias/article/view/4138>
- Jiang, F., Ren, Y., Du, C., Nie, G., Liang, J., Yu, X., & Du, S. kui. (2021). Effect of pearling on the physicochemical properties and antioxidant capacity of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) flour. *Journal of Cereal Science*, 102(3), 103-330. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2021.103330>
- Jiménez, P., & Sammán, N. (2014). *Actividad antioxidante en cultivos andinos*.
- Leidi, E. O., Altamirano, A. M., Mercado, G., Rodríguez, J. P., Ramos, A., Alandia, G., Almache Escobar, L. y Escobar, E. (2026). Caracterización de la capacidad antioxidante y cuantificación de compuestos fenólicos y su impacto en la salud. *Revista Cotopaxi Tech*, 6(1), 37-58. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/227>
enero - junio (2026) ISSN 2806-5573

- Sørensen, M., & Jacobsen, S. E. (2018). Andean roots and tubers crops as sources of functional foods. *Journal of Functional Foods*, 51 (3), 86-93. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.10.007>
- Lema, D. M. (2020). Desarrollo de una premezcla a base de matrices alimentarias andinas como suplemento alimenticio. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 21 (1). <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/32077>
- Liu, T., Burritt, D. J., Eyres, G. T., & Oey, I. (2018). Pulsed electric field processing reduces the oxalate content of oca (*Oxalis tuberosa*) tubers while retaining starch grains and the general structural integrity of tubers. *Food Chemistry*, 245(17), 890-898. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.11.085>
- López, T. (2015). Flavonoides. *Offarm*, 21(4), 108-113. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-flavonoides-13028951>
- Macavilca, E. A., & Condezo-Hoyos, L. (2020). Assessment of total antioxidant capacity of altiplano colored quinoa (*Chenopodium quinoa willd*) by visible and near-infrared diffuse reflectance spectroscopy and chemometrics. *Lwt*, 134(4), 110-182. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110182>
- Medina, O. D., Lopes, R. C., Vieira, V. A., Pirozi, M. R., Duarte, H. S., & Ribeiro de Barros, F. A. (2020). Mixed sorghum and quinoa flour improves protein quality and increases antioxidant capacity in vivo. *Lwt*, 129(5), 109597. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109597>
- Mejía, F. M., Salcedo, J. E., Vargas, S., Serna, J. A., & Torres, L. S. (2018). Capacidad antioxidante y antimicrobiana de tubérculos andinos (*Tropaeolum tuberosum* y *Ullucus tuberosus*). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 21(2), 449-456. <https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n2.2018.1083>
- Memariani, Z., Farzaei, M. H., Ali, A., & Momtaz, S. (2019). Nutritional and bioactive characterization of unexplored food rich in phytonutrients. *Elsevier Science*, 157-176. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815354-3.00001-0>
- Mercado, G., Carrillo, L. de la R., Wall, A., Díaz, J. A. L., & Álvarez, E. (2013). Compuestos polifenólicos y capacidad antioxidante de especias típicas consumidas en México. In *Nutrición Hospitalaria*, 28 (1), 36-46. <https://doi.org/10.3305/nh.2013.28.1.6298>
- Mezquita, P. C., Verdejo, A. C., Tapia, K. P., & Arcos, R. (2008). Suplemento alimenticio de alto contenido proteico para niños de 2 - 5 años. II. Propiedades físicas, químicas, reológicas y color. *Interciencia*, 33(4), 301-307. <https://bit.ly/4rL0Hhb>
- Mezquita, C. (2011). Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses; II: Propiedades de las mezclas. *Nutrición Hospitalaria* 26 (1),1699-5198. <https://bit.ly/4ubJOya>
- Almache Escobar, L. y Escobar, E. (2026). Caracterización de la capacidad antioxidante y cuantificación de compuestos fenólicos y su impacto en la salud. *Revista Cotopaxi Tech*, 6(1), 37-58. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/227>
enero - junio (2026) ISSN 2806-5573

- Mezquita, P. C., Verdejo, A. C., Tapia, K. P., Palacios, N. R., & Zavala, R. A. (2007). Suplemento alimenticio de alto contenido proteico para niños de 2 - 5 años. Desarrollo de la formulación y aceptabilidad. *Interciencia*, 32(12), 857-864. <https://bit.ly/3MCG9Zi>
- Monar, V. (2014). *Determinación de la composición química y capacidad antioxidante de dos variedades de oca (Oxalis tuberosa): Bola Kamusa y Lluchú Oqa* [Tesis de Grado, Universidad Tecnológica Equinoccial]. http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5066/1/55927_1.pdf
- Mora, Jorge, & Verdugo, M. (2020). *Determinación de la actividad antioxidante in vitro de extractos de oca (oxalis tuberosa molina) cultivada en la serranía ecuatoriana* [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil]. <https://bit.ly/477Oqew>
- Morales, M. R., María, A., Cortés, R., & Ríos, G. (2015). *Recuperación de ácido Cafeico a partir de residuos de pulpa de café* [Tesis de Grado, Instituto Politécnico Nacional]. <https://bit.ly/4cXVqhQ>
- Muñoz, A. M., & Ramos, F. (2016). Componentes fenólicos de la dieta y sus propiedades biomedicinales TT - Phenolics compounds of the diet and his biomedical properties. *Horiz. Méd. (Impresa)*, 7(1), 23-38. <http://www.horizontemedicina.usmp.edu.pe/index.php/horizontemed/article/view/208/223>
- Ortega, L., Cruz, R. G., Martínez, R. M., Valencia, O. E., López, A., Velázquez, R. G., & Ramírez, C. (2018). Use of Flavonoids As Active Ingredient in Functional Foods. *AGRO Productividad*, 11(11), 121-127.
- Paredes, F., & Roca, J. (2019). Influencia de los radicales libres en el envejecimiento celular. *Offarm: Farmacia y Sociedad*, 21(7), 96-100. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-influencia-los-radicales-libres-el-13034834>
- Paucar, L. M., Peñas, E., Hernandez-Ledesma, B., Frias, J., & Martínez-Villaluenga, C. (2020). A comparative study on the phenolic bioaccessibility, antioxidant and inhibitory effects on carbohydrate-digesting enzymes of maca and mashua powders. *Lwt*, 131, 109-798. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109798>
- Pedreschi, R., Betalleluz-Pallardel, I., Chirinos, R., Curotto, C., & Campos, D. (2015). Impact of cooking and drying on the phenolic, carotenoid contents and in vitro antioxidant capacity of Andean Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.) root. *Food Science and Technology International*, 17(4), 319-330. <https://doi.org/10.1177/1082013210382449>
- Peñarrieta, J. M., Tejeda, L., Mollinedo, P., Vila, J. L., & Bravo, J. A. (2017). [Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos]. Phenolic Compounds in Food. *Revista Boliviana De Química*, 31, 68-81. <https://www.redalyc.org/pdf/4263/426339682006.pdf>
- Almache Escobar, L. y Escobar, E. (2026). Caracterización de la capacidad antioxidante y cuantificación de compuestos fenólicos y su impacto en la salud. *Revista Cotopaxi Tech*, 6(1), 37-58. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/227>
enero - junio (2026) ISSN 2806-5573

- Pereira, P., González, O., Hernández, M., & Carabobo, E. (2017). Semillas de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willdenow): composición química y procesamiento. Aspectos relacionados con otras áreas Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willdenow) seeds: chemical composition and processing. Aspects related to other areas. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 5(2), 166-218. <https://sites.google.com/site/1rvcta/v5-n2-2014/h5>
- Pérez, S. (2019). Mashua: Propiedades nutricionales y funcionales. [Tesis de Grado, Universidad]. <https://bit.ly/4rdiX1V>
- Quintana, M., & Serrano, A. (2017). *Matrices alimentarias y biodisponibilidad de nutrientes*.
- Quispe, W. (2016). *Evaluación comparativa del contenido protéico, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de dos variedades de quinoa (Chenopodium quinoa willd) organica y convencional* [Tesis de Grado, Universidad Nacional del Antiplano]. <https://bit.ly/407fE16>
- Ragaei, S., et al. (2016). *Antioxidant activity in cereal blends*.
- Robles, E. (2021). *Caracterización de compuestos fenólicos en extractos de origen vegetal* [Tesis de Maestría, Universidad de Jaén]. <https://bit.ly/3NajP9s>
- Roca, W., Ynouye, C., Manrique, I., Arbizu, C., & Gomez, R. (2017). Indigenous Andean Root and Tuber Crops: New Foods for the New Millennium. *Chronica Horticulturae*, 47(4), 13-19. <https://bit.ly/4r3Ek5t>
- Rocchetti, G., Chioldelli, G., Giuberti, G., Masoero, F., Trevisan, M., & Lucini, L. (2017). Evaluation of phenolic profile and antioxidant capacity in gluten-free flours. *Food Chemistry*, 228, 367-373. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.142>
- Saenz, Y. O., Hernández-Fuentes, A. D., López-Palestina, C. U., Garrido-Cauich, J. H., Alatorre-Cruz, J. M., & Monroy-Torres, R. (2019). Nutritional importance and biological activity of bioactive compounds from quelites consumed in México. In *Revista Chilena de Nutrición*, 46 (5), 593-605. Sociedad. <https://bit.ly/4rHeUff>
- Sarikurkcu, C. (2020). Anthemis chia: Biological capacity and phytochemistry. *Industrial Crops and Products*, 153(5). <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112578>
- Sohaimy, S., Mohamed, S., Shehata, M., Mehany, T., & Zaitoun, M. (2018). Compositional Analysis and Functional Characteristics of Quinoa Flour. *Annual Research & Review in Biology*, 22(1), 1-11. <https://doi.org/10.9734/arrb/2018/38435>
- Soto, C. A. (2015). *Determinación de la capacidad antioxidante de las espigas de la planta de chía* [Tesis de Grado, Universidad de Chile]. <https://bit.ly/40bSJSi>
- Almache Escobar, L. y Escobar, E. (2026). Caracterización de la capacidad antioxidante y cuantificación de compuestos fenólicos y su impacto en la salud. *Revista Cotopaxi Tech*, 6(1), 37-58. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/227>
enero - junio (2026) ISSN 2806-5573

- Valencia, Z., Cámara, F., Capa, K., Catacora, P., & Quispe, F. (2017). Compuestos bioactivos y actividad antioxidante de semillas de quinua peruana (*Chenopodium quinoa* W.). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 83(1), 16-29. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v83i1.100>
- Vargas, J. (2017). *Valoración del producto tradicional "siete harinas" como fuente de antioxidantes y compuestos fenólicos* [Tesis de grado, Universidad Técnica Particular de Loja]. <https://bit.ly/4b6Vfyj>
- Yang, M., Chung, S. J., Chung, C. E., Kim, D. O., Song, W. O., Koo, S. I., & Chun, O. K. (2011). Estimation of total antioxidant capacity from diet and supplements in US adults. *British Journal of Nutrition*, 106(2), 254-263. <https://doi.org/10.1017/S0007114511000109>
- Zhu, F., & Cui, R. (2019). Comparison of molecular structure of oca (*Oxalis tuberosa*), potato, and maize starches. *Food Chemistry*, 296(66), 116-122. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.192>