UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

CARRERA DE ALIMENTOS

Recopilación de información sobre la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos presentes en la materia prima de una premezcla como suplemento alimenticio, y el efecto de su consumo sobre la salud

---

Informe Final de Integración Curricular, Modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del Título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autora: Lisseth Micaela Almache Escobar

Tutora: PhD. Liliana Alexandra Cerda Mejía

Ambato – Ecuador

Marzo - 2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

PhD. Liliana Alexandra Cerda Mejía

Certifica:

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Informe final de Integración Curricular, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 10 de enero del 2022

Firmado electrónicamente por:
LILIANA ALEXANDRA CERDA MEJIA

PhD. Liliana Alexandra Cerda Mejía

C.I. 1804148086

TUTORA

DECLARACIÓN AUTENTICIDAD

Yo, Lisseth Micaela Almache Escobar, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final de Integración Curricular, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



Lisseth Micaela Almache Escobar

C.I. 0504019324

AUTORA

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Informe Final de Integración Curricular, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

Firmado electrónicamente por:
DOLORES DEL ROCIO ROBALINO MARTINEZ

Presidente del Tribunal

Firmado electrónicamente por:
ESTEBAN MAURICIO FUENTES PEREZ

PhD. Esteban Mauricio Fuentes Pérez

C.I. 1803321502

Firmado electrónicamente por:
RUBEN DARIO VILCACUNDO CHAMORRO

Dr. Rubén Vilcacundo Chamorro

C.I. 1802738102

Ambato, 26 de enero del 2022

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Informe Final de Integración Curricular o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y proceso de investigación según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Informe Final de Integración Curricular, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Lisseth Micaela Almache Escobar
C.I. 0504019324

AUTORA

DEDICATORIA

Me es grato dedicarle este logro primero a Dios quien ha sido y es mi sustento, y el pilar fundamental en mi vida para seguir adelante.

A mis queridos padres Leonor y Marcial quienes día a día me han brindado su apoyo y cariño incondicional, permitiéndome alcanzar este tan anhelado sueño tal y como siempre lo hemos soñado.

A mis queridas hermanas, tío y sobrino, Mary, Carla, Hernán e Isma, quienes nunca desconfiaron de mis capacidades y me animaban día a día.

Lisseth Micaela

AGRADECIMIENTO

Primero agradezco a Dios por darme la fuerza, voluntad, sabiduría y salud para continuar con mis estudios.

A mis queridos padres Leonor y Marcial por darme la oportunidad de estudiar y llegar a ser una profesional, además por estar siempre acompañándome en todo momento.

A mis hermanas y sobrino, Mary, Carla e Isma, por apoyarme y ayudarme a sobresalir a pesar de las adversidades de la vida.

A mis tíos, primos y padrino, Hernán, Julio, Fanny, Diego, Alex, Tania y Jorge, por sus consejos y apoyo incondicional en cada faceta de mi vida.

A mi tutora Ing. Lili, por su gran ayuda y apoyo en el desarrollo de mi trabajo.

A todos mis amigos, personas increíbles, quienes me han acompañado en este camino, por sus consejos y palabras de aliento en todo momento.

Finalmente agradezco a todos aquellos que me acompañaron en algún momento de mi vida, los cuales por distintas razones ya no están.

"No dejes de soñar, algún momento los sueños se cumplen y se vuelven realidad"

Con amor e infinita gratitud

Lisseth Micaela

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR ii
DECLARACIÓN AUTENTICADA iii
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL DE GRADO iv
DERECHOS DE AUTOR v
DEDICATORIA vi
AGRADECIMIENTO vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS viii
ÍNDICE DE TABLAS x
ÍNDICE DE FIGURAS xii
ÍNDICE DE ECUACIONES xiii
ÍNDICE DE ANEXOS xiv
RESUMEN xv
ABSTRACT xvi
CAPÍTULO I 1
MARCO TEÓRICO 1
1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS 1
1.1.1. Capacidad antioxidante 2
1.1.2. Compuestos fenólicos 2
1.1.3. Matriz alimentaria 9
1.1.4. Suplemento alimenticio 9
1.1.5. Generalidades de los granos 10
1.2. OBJETIVOS 12
1.2.1. OBJETIVO GENERAL 12
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 12
CAPÍTULO II 13
METODOLOGÍA 13

2.1. MATERIALES 13
2.2. MÉTODOS 13
2.2.1. Búsqueda de información 13
2.2.2. Estimación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales 14
2.2.3. Recolección de datos 14
2.2.4. Población para la encuesta 15
2.2.5. Muestra para la encuesta 15
2.2.6. Tabulación de datos 16
CAPÍTULO III 17
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 17
3.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS 17
3.1.1. Efecto de la cocción sobre la capacidad antioxidante 17
3.1.2. Capacidad antioxidante en harinas 17
3.1.3. Compuestos fenólicos 25
3.1.4. Capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos totales de la premezcla 37
3.1.5. Análisis de los resultados de la encuesta 40
3.1.6. Evaluación de los efectos del consumo de un suplemento alimenticio a base de matrices andinas sobre la salud de la población de Ambato. 43
CAPÍTULO IV 45
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 45
4.1. CONCLUSIONES 45
4.2. RECOMENDACIONES 46
ANEXO 1 70
ANEXO 2 73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Población perteneciente a la ciudad de Ambato 16

Tabla 2 Capacidad antioxidante de la harina de quinua según diferentes autores 19

Tabla 3 Capacidad antioxidante de la harina de chocho según diferentes autores ... 20

Tabla 4 Capacidad antioxidante de la harina de chía según diferentes autores 21

Tabla 5 Capacidad antioxidante de la harina de mashua según diferentes autores... 23

Tabla 6 Capacidad antioxidante de la harina de zanahoria blanca según diferentes autores 24

Tabla 7 Capacidad antioxidante de la harina de oca según diferentes autores 25

Tabla 8 Contenido de compuestos fenólicos totales en harina de quinua expresados en mg GAE/g 27

Tabla 9 Descripción de los compuestos fenólicos presentes en la harina de quinua detectado mediante UHPLC-MS/MS..... 28

Tabla 10 Contenido de compuestos fenólicos totales en harina de chocho expresados en mg GAE/g..... 29

Tabla 11 Descripción de los compuestos fenólicos presentes en la harina de chocho 30

Tabla 12 Contenido de compuestos fenólicos totales en harina de chía expresados en mg GAE/g 31

Tabla 13 Descripción de los compuestos fenólicos presentes en la harina de chía detectado mediante cromatografía líquida de alta eficiencia con detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD) 31

Tabla 14 Contenido de compuestos fenólicos totales en harina de mashua expresados en mg GAE/g..... 33

Tabla 15 Descripción de los compuestos fenólicos presentes en la harina de mashua detectado mediante cromatografía líquida de alta eficiencia con detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD) 33

Tabla 16 Contenido de compuestos fenólicos totales en harina de zanahoria blanca expresados en mg GAE/g..... 34

Tabla 17 Descripción de los compuestos fenólicos presentes en la harina de zanahoria blanca detectado mediante cromatografía líquida de alta eficiencia con detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD) 35

Tabla 18 Contenido de compuestos fenólicos totales en harina de oca expresados en mg GAE/g 36

Tabla 19 Descripción de los compuestos fenólicos presentes en la harina de oca detectado por HPLC-DAD 36

Tabla 20 Capacidades antioxidantes y contenido de compuestos fenólicos totales presente en harina de tubérculos y granos andinos 37

Tabla 21 Análisis proximal de la formulación empleada para la premezcla a base de quinua, chocho, chía, mashua, zanahoria blanca y oca 39

Tabla 22 Capacidad antioxidante y compuestos fenólicos presentes en la formulación de la premezcla elaborada a partir de harinas de tubérculos y granos andinos 39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura Química del Fenol 3

Figura 2 Estructura QQuímica de Compuestos Fenólicos Simples 3

Figura 3 Ácidos Hidroxibenzóicos 4

Figura 4 Ácidos Hidroxicinámicos 5

Figura 5 Quinonas 6

Figura 6 Estructura Básica de un Flavonoide 7

Figura 7 Ejemplos de Flavonoides 7

Figura 8 Ejemplos de Taninos 8

Figura 9 Conocimiento por parte de los padres de familia respecto a los suplementos alimenticios 40

Figura 10 Administración de suplementos a niños 41

Figura 11 Aspectos de importancia al momento de la compra de suplementos 41

Figura 12 Conocimiento sobre la taurina 42

Figura 13 Acogida de un producto a base de matrices andinas como el chocho, quinua, zanahoria blanca, oca, mashua y chía con capacidad antioxidante natural 43

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Coeficiente de Alfa de Cronbach 14

Ecuación 2 Tamaño de la Muestra 15

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Encuesta 70

Anexo 2 Instrumento de validación de la encuesta 73

Resumen

Los cultivos andinos ancestrales, son fuente importante de nutrientes y compuestos bioactivos, estos últimos de relevancia debido a que ofrecen capacidad antioxidante natural. El presente trabajo tiene como objetivo el estudio de la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos, como parte de una investigación previa en la cual se realizó el análisis proximal, mismo que se llevó a cabo mediante una revisión bibliográfica y la aplicación de encuestas en el cantón Ambato.

En la búsqueda bibliográfica se obtuvo que de las seis harinas la de mayor capacidad antioxidante fue la de zanahoria blanca (3.08 mg TE por gramo) y la de menor fue la de chocho (0.81 mg TE por gramo), este particular debido a las diferencias en el procesamiento, climáticas y tipo de suelo. En cuanto al contenido de compuestos fenólicos la harina de chocho con 2.39 mg GAE por gramo, fue la que mayor contenido presento, debido a que se trabajó con harinas extruidas y los granos antes de su procesamiento estuvieron sometidos a condiciones ambientales desfavorables, mientras que el menor contenido se obtuvo en quinua con 0.64 mg GAE por gramo, debido a que en esta los compuestos que más prevalecen son los no fenólicos.

La premezcla tipo suplemento alimenticio obtenida a partir de las seis harinas poseería una capacidad antioxidante natural de 1.56 mg TE por gramo y 1.44 mg GAE por gramo de compuestos fenólicos, la cual mediante su administración en niños ayudaría al desarrollo muscular, óseo, cognitivo y del sistema inmunológico.

Palabras claves: Investigación bibliográfica, capacidad antioxidante, compuestos fenólicos, suplementos alimenticios, tubérculos andinos, granos andinos.

Abstract

Ancestral Andean crops are an important source of nutrients and bioactive compounds, the latter of relevance because they offer natural antioxidant capacity. The objective of this work is to study the antioxidant capacity and the content of phenolic compounds, as part of a previous investigation in which the proximal analysis was carried out, which was carried out through a bibliographic review and the application of surveys in Ambato canton.

In the bibliographic search, it was obtained that of the six flours, the one with the highest antioxidant capacity was white carrot (3.08 mg TE per gram) and the one with the lowest was lupine (0.81 mg TE per gram), this particular due to differences in processing, climates and soil type. Regarding the content of phenolic compounds, lupine flour with 2.39 mg GAE per gram, was the one with the highest content, due to the fact that extruded flours were used and the grains were subjected to unfavorable environmental conditions before processing, while the lower content was obtained in quinoa with 0.64 mg GAE per gram, due to the fact that non-phenolic compounds are the most prevalent in these compounds.

The food supplement-type premix obtained from the six flours would have a natural antioxidant capacity of 1.56 mg TE per gram and 1.44 mg GAE per gram of phenolic compounds, which, through its administration in children, would help muscle, bone, cognitive and brain development. waterproof system.

Keywords: Bibliographic research, antioxidant capacity, phenolic compounds, food supplements, Andean tubers, Andean grains.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

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, entre otros. 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 a base de 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 a base de legumbres, hortalizas y cereales, debido a que este tipo de alimentos poseen propiedades nutricionales importantes, ya que, 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 & Santillan, 2015)**.

Así también en Ecuador se trabajó en el desarrollo de una premezcla a base de matrices andinas, en el cual 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 a este antecedente, el presente trabajo busca 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.

1.1.1. Capacidad antioxidante

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

1.1.2. Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos son moléculas orgánicas, cuya estructura básica es el fenol (Figura 1), el cual está constituido por uno o más grupos hidroxilos (OH) unido a un anillo bencénico (fenil) **(Peñarrieta et al., 2017)**.

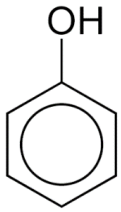


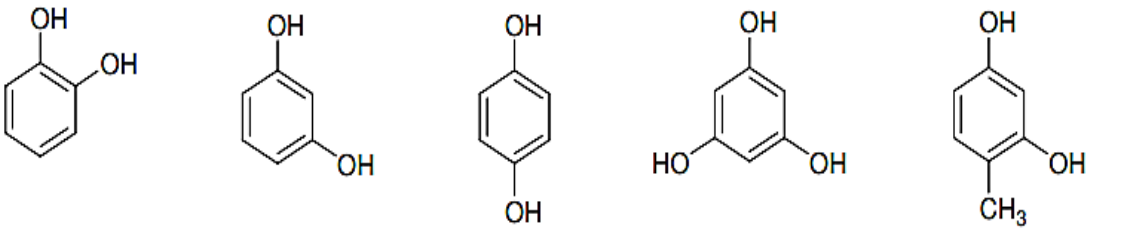
Figura 1. Estructura Química del Fenol

Fuente: (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. El fenol puede perder con facilidad el hidrógeno de su grupo hidroxilo, de manera que el radical formado puede seguir oxidándose y actuar como un agente de captura de radicales **(Robles, 2021)**.

1.1.2.1.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.



Catecol Resorcinol Hidroquinona Floroglucinol 4-metilresorcinol

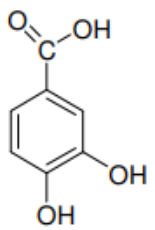
Figura 2. Estructura Química de Compuestos Fenólicos Simples

Fuente: (Peñarrieta et al., 2017)

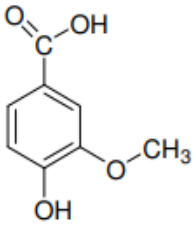
1.1.2.2.Fenoles ácidos

1.1.2.2.1. Ácidos hidroxibenzóicos

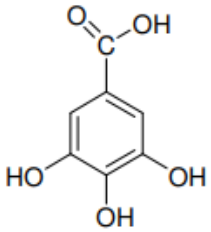
Son compuestos formados por un grupo carboxílico y un grupo hidroxilo unido a un anillo aromático. Poseen una importante actividad biológica y están presentes en alimentos como verduras, frutas y cereales **(Robles, 2021)**. Dentro de este tipo de compuestos fenólicos se encuentran los ácidos protocatéquico, vanílico y gálico (Figura 3) **(Muñoz & Ramos, 2016)**.



Ácido protocatéquico



Ácido vanílico



Ácido Gálico

Figura 3. Ácidos hidroxibenzóicos

Fuente: (Peñarrieta et al., 2017)

Este tipo de ácidos poseen actividades antiinflamatorias, antibióticas y antioxidantes, de ahí que ofrecen una protección cardiovascular y anticancerígena **(Caporal, 2018; Babío, 2019)**. Estos compuestos donan electrones, y neutralizan o elimina directamente los radicales libres, mediante la inactivación de las enzimas causantes de la producción de especies reactivas de oxígeno, por las cuales se produce el envejecimiento, cardiopatías y diferentes tipos de cáncer, debido a que dañan el ADN, las proteínas y las membranas celulares **(Ferk et al., 2017).**

1.1.2.2.2. Ácidos Hidroxicinámicos

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, lo cual provoca un aumento en la resonancia magnética y deslocalización de los electrones en los enlaces π, lo que le permite estabilizar los 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), los mismos se pueden encontrar en alimentos como los arándanos, uvas, cereales, no obstante, en los cereales predomina el ácido ferúlico **(Muñoz & Ramos, 2016; Robles, 2021)**.

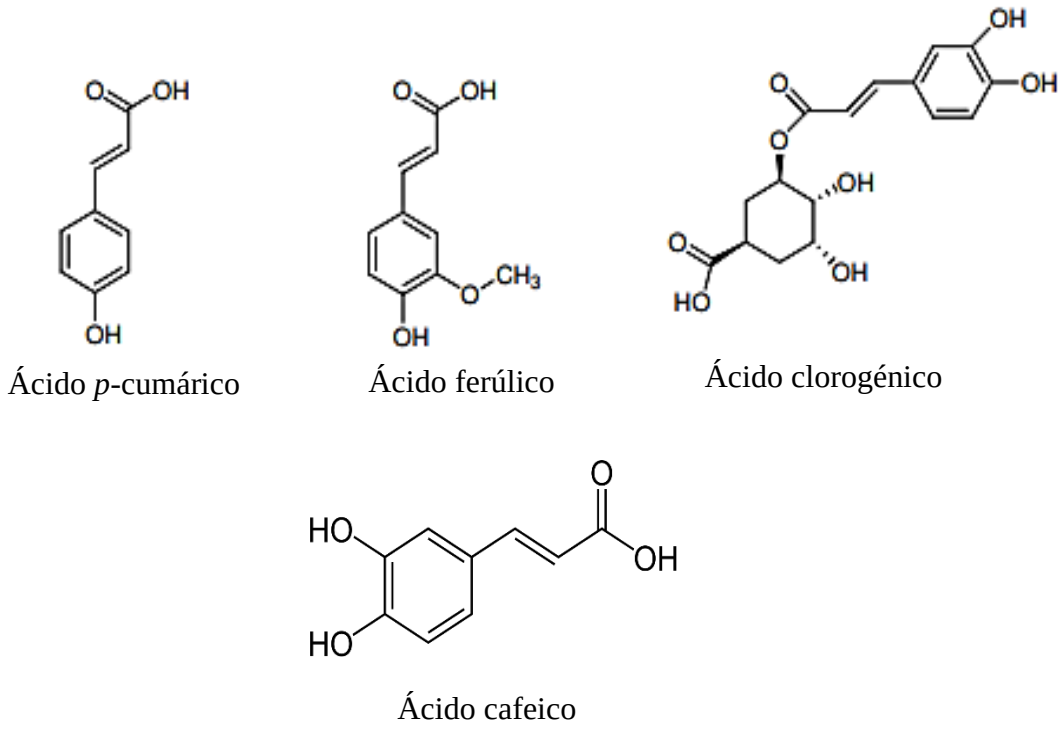


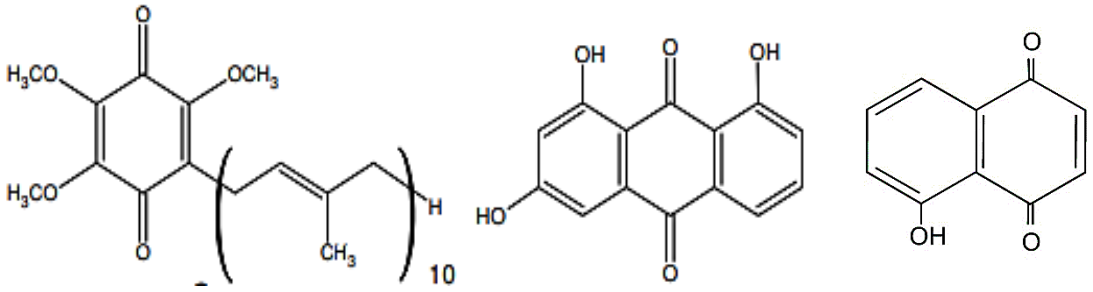
Figura 4. Ácidos Hidroxicinámicos

Fuente: (Peñarrieta et al., 2017)

Estos ácidos poseen propiedades importantes, por ejemplo: 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, además se ha reportado que posee actividades antiinflamatorias, antibacterianas, reducción de riesgo cardiovascular, diabetes tipo 2 o enfermedad de Alzheimer **(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)**.

1.1.2.3.Quinonas

Este compuesto posee un anillo de carbono completamente conjugado, formado por la oxidación del fenol, se clasifican como ubiquinonas (coenzima Q10), antraquinonas (emodin) y naftoquinonas (Figura 5) **(Peñarrieta et al., 2017)**.



Coenzima Q_{10} Emodina Naftoquinonas

Figura 5. Quinonas

Fuente: (Peñarrieta et al., 2017)

Las quinonas al poseer una alta reactividad por los grupos carbonilo tienen un alto potencial redox, ya que, son capaces de formar puentes de hidrógeno intramolecular o intermolecular con las proteínas en sistemas biológicos **(Bravo, 2018)**. La reacción redox le permite aceptar uno o dos electrones y generar radicales libres aniónicos o dioniónicos, estas reacciones en las naftaquinonas le proporcionan actividades antimaláricas, anticancerígenas y antifúngicas **(Robles, 2021)**.

1.1.2.4.Flavonoides

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, el cual a su vez puede contener como sustituyentes grupos metoxi (O-CH3), y el tercero (anillo C) es un anillo heterocíclico con oxígeno pirano, pirylium o de forma pirona (Figura 6) **(Peñarrieta et al., 2017)**.

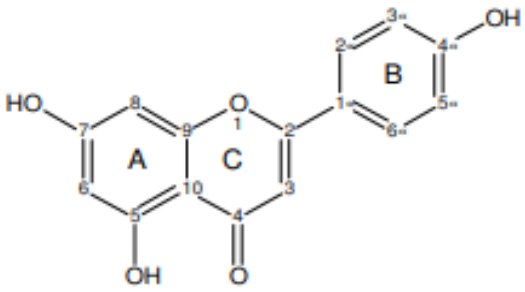
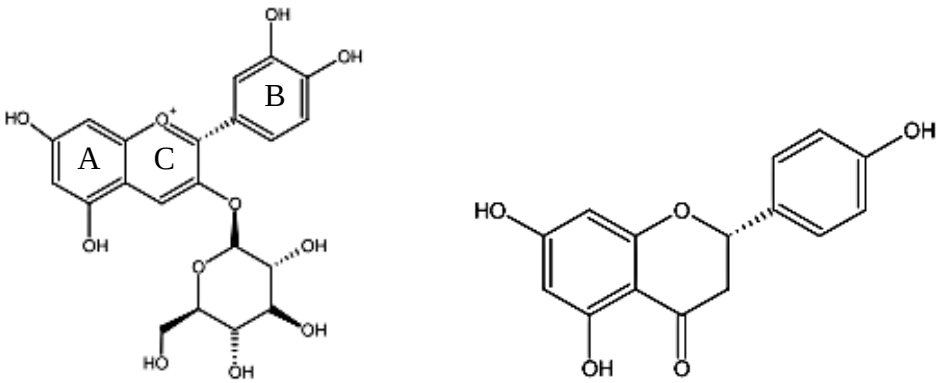


Figura 6. Estructura básica de un flavonoide

Fuente: (Peñarrieta et al., 2017)

Los flavonoides debido a la presencia de grupos hidroxilos en su estructura, poseen una importante actividad antioxidante, pues estos reducen los radicales libres e impiden sus reacciones catalizadoras, lo cual se puede dar por la captura o quelación de los metales **(López, 2015; Ortega et al., 2018)**.

El grupo de los flavonoides es el más extendido en la naturaleza, dentro de los más importantes están: las antocianinas, las cuales 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 antinflamatorias, antitumorales y neuroprotectoras **(Peñarrieta et al., 2017)**.



Antocianina Flavanonas

Figura 7. Ejemplos de flavonoides

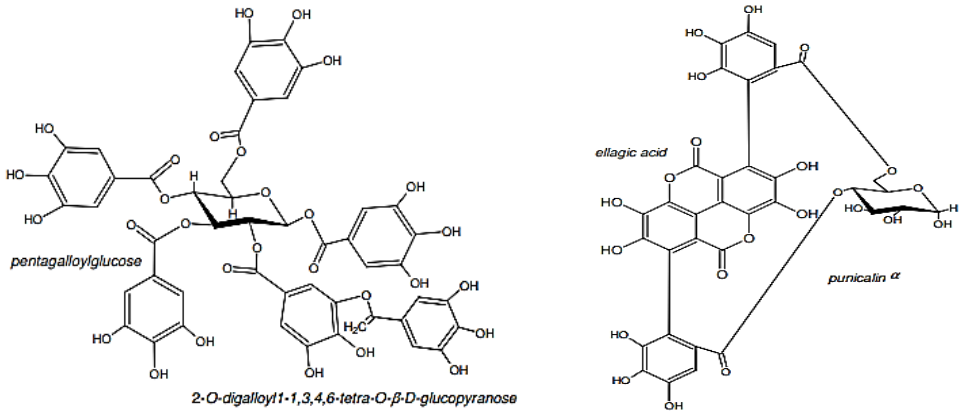
Fuente: (Peñarrieta et al., 2017)

Las flavanonas poseen en su estructura química un anillo C heterocíclico saturado de oxígeno de seis miembros con un grupo cetona en la posición 4 (Figura 7), son capaces de aumentar la expresión de enzimas antioxidantes, además actúan como anticarcinógenos, antimicrobianos, cardioprotectores y neuroprotectores **(Robles, 2021)**.

Los flavonoles y flavonas, tienen actividades antioxidantes, antimutagénicas, antiinflamatorias, antimicrobianas, antitumorales y antialérgicas **(López, 2015)**. Las chalconas, poseen propiedades anticancerígenas, antifúngicas, antimicrobianas, antivirales, antiinflamatorias y antihipertensivas. Las auronas actúan como antioxidantes, antibacterianas, antivirales, antiinflamatorias, antifúngicas **(Muñoz & Ramos, 2016; Ortega et al., 2018)**.

1.1.2.5.Taninos

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



Galotaninos Elagitaninos

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)**.

Los taninos hidrolizables se menciona que son antitumorales, antimutágenicos, antidiabéticos y antibióticos **(Olivas-Aguirre et al., 2015)**.

1.1.3. Matriz alimentaria

Una matriz alimentaria permite cubrir las necesidades nutricionales del ser humano, ya que es una combinación de una serie de alimentos que aportan nutrientes como hidratos de carbono, proteínas, agua, lípidos, vitaminas, minerales, compuestos fenólicos, terpenoides (carotenoides y esteroles) 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)**.

1.1.4. Suplemento alimenticio

Un suplemento alimenticio es un producto elaborado a base de 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. 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 a esta etapa los requerimientos nutricionales y energéticos son mayores, ya que, de esto 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).**

1.1.5. Generalidades de los granos

1.1.5.1.Quinua (*Chenopium quinoa*)

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, puesto que le confieren 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)**.

1.1.5.2.Mashua (*Trapaeolum tuberosum*)

La mashua es una planta proveniente 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 posee, entre las cuales se menciona que tiene propiedades antioxidantes, antibacterianas y antiinflamatorias (**Paucar et al., 2020)**, esto **s**e debe la presencia de un conjunto de metabolitos secundarios como: ácidos hidroxibenzóicos, taninos, flavanoles, antocianinas, glucosinolatos, isotiocianatos, fitoesteroles (**Apaza et al., 2020)**.

1.1.5.3.Oca (*Oxalis tuberosa*)

Es un tubérculo andino cultivado 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 como el calcio y hierro, vitamina C y proteínas **(Chirinos et al., 2009; Liu et al., 2018**; **Pérez, 2019; Mora & Verdugo, 2020**). Además, este tubérculo

tiene una importante cantidad de fotoquímicos antioxidantes, siendo el grupo de los fenoles (3-Oglucósido y 3,5-O-diglucósido malvidina, flavan-3-oles, flavonas, ácidos fenólicos, flavanonas, delfinidina, kaempferol y guercetina) y carotenoides las sustancias que le confieren a la oca un alto potencial antioxidante **(Zhu & Cui, 2019)**.

1.1.5.4.Zanahoria Blanca (*Arracacia xanthrrhiza*)

Es una de las plantas más antiguas de los Andes de Ecuador, Venezuela, Colombia, Bolivia, Perú, pues era utilizada como base para la alimentación de los pueblos y también en usos medicinales. La zanahoria blanca es una fuente importante de almidón altamente digerible, proteínas, fibra, vitaminas A, B y C, además de potasio, calcio y hierro **(Leidi et al., 2018; Memariani et al., 2019)**.

En la zanahoria blanca **e**l 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., 2011; 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)**.

1.1.5.5.Chocho (*Lupinus mutabilis*)

También conocido como altramuz 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 **(Cordova, 2020)**.

1.1.5.6.Chía (*Salvia hispánica*)

La chía es una planta nativa de México y norte de Guatemala, 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-Orozco et al., 2020).**

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Recopilar información sobre la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos presentes en la materia prima de una premezcla a base de matrices andinas como suplemento alimenticio, y el efecto de su consumo sobre la salud.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Indagar información sobre la capacidad antioxidante presente en cada una de las materias primas que conforman una premezcla mediante una revisión bibliográfica.
- Establecer cuál es el contenido de compuestos fenólicos presente en cada una de las materias primas que conforman una premezcla.
- Determinar de manera bibliográfica cuál es la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos que tendría la premezcla mediante el estudio de la materia prima empleada para su elaboración.
- Evaluar los efectos del consumo de un suplemento alimenticio a base de matrices andinas sobre la salud mediante la determinación de la frecuencia de consumo de suplementos en niños de la ciudad de Ambato.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Materiales

- Computadora
- Software Google Forms
- Microsoft Excel
- Celular

2.2. Métodos

2.2.1. Búsqueda de información

La búsqueda de información se realizó mediante el uso de e-books, journals y bases de datos de libre acceso; las cuales son bibliotecas virtuales que la Universidad Técnica de Ambato (UTA) tiene acceso, del mismo modo se utilizó el repositorio UTA, comunidad: Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología para la búsqueda de información que aporte a la revisión. De igual manera para la investigación se empleó páginas web de libre acceso como Google Scholar, ScienceDirect, PubMed, Google BookSearch; las cuales 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.

2.2.2. Estimación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales

La estimación se realizó en base a 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, para lo cual 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)**; lo cual permitió conocer cuál es el aporte de cada una de las materias primas.

2.2.3. Recolección de datos

Con el fin de obtener datos que aporten información complementaria para la investigación se empleó un instrumento técnico llamado encuesta, que permitió recoger información cualitativa y cuantitativa de una población estadística perteneciente a la ciudad de Ambato. Dicha encuesta se encuentra descrita en el Anexo 1 y se aplicó de manera online mediante el Software de Google Forms, debido a la emergencia sanitaria de la COVID-19 que enfrenta el país y el mundo entero.

Por otro lado, la encuesta fue validada por un juicio de 10 expertos (Anexo 2), los cuales fueron docentes ingenieros en alimentos o afines pertenecientes a la carrera de alimentos. No obstante, para asegurar la confiabilidad de la encuesta que se aplicó, se determinó el coeficiente de Alfa Cronbach **(Lara, 2021)**, el cual se calculó mediante la aplicación de la fórmula descrita en la Ec. 1.

$$\alpha = \frac{K}{K-1}\left[\frac{\sum_{i=1}^{K}\sigma_{Yi}^{2}}{\sigma_{X}^{2}}\right] \qquad \textbf{Ec. 1}$$

Donde:

α = Alfa de Cronbach

K = Número de ítems en la escala

$\boldsymbol{\sigma_{Yi}^2}$= Varianza del ítem i

$\boldsymbol{\sigma_X^2}$**=** Varianza de las puntuaciones observadas

2.2.4. Población para la encuesta

Para la investigación la población de estudio fue 12 152 personas, conformadas por niños y niñas de entre 1 a 4 años de edad, pertenecientes a la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua según el último censo realizado por el **INEC (2010).**

2.2.5. Muestra para la encuesta

El cálculo del tamaño de la muestra se realizó a partir de la fórmula propuesta por Murray y Larry (Ec. 2) **(Coca, 2021)**, tomando como base la población de niños de 1 a 4 años de edad de la ciudad de Ambato. Cabe recalcar que las encuestas se aplicaron a los padres o tutores de los niños.

$$\mathbf{n} = \frac{\mathbf{N} * \mathbf{Z_\alpha^2} * \mathbf{p} * \mathbf{q}}{\mathbf{d^2} * (\mathbf{N} - \mathbf{1}) + \mathbf{Z_\alpha^2} * \mathbf{p} * \mathbf{q}} \qquad \textbf{Ec. 2}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Población total

Zα= 1.96 (95% de nivel de confianza)

p = Probabilidad de éxito (0.95)

q = Probabilidad de fracaso (0.05)

d = Precisión (3%)

Por consiguiente, para el cálculo el tamaño de la muestra se tomó la población de la zona rural y urbana de la ciudad de Ambato. En la Tabla 1, se detalla el número de infantes pertenecientes a dicha ciudad.

Tabla 1. Población perteneciente a la ciudad de Ambato

Ciudad	**Zona Urbana**	**Zona Rural**	**Total [1 – 4 años] (N)**	**Muestra (n)**
Ambato	11 150	1 002	12 152	199

Fuente: (INEC, 2010)

A partir de los datos obtenidos en la Tabla 1 y la aplicación de la Ec. 2, se calculó el tamaño de la muestra.

$$\mathbf{n} = \frac{\mathbf{N} * \mathbf{Z_{\alpha}^2} * \mathbf{p} * \mathbf{q}}{\mathbf{d^2} * (\mathbf{N} - \mathbf{1}) + \mathbf{Z_{\alpha}^2} * \mathbf{p} * \mathbf{q}} \qquad \textbf{Ec. 2}$$

$$\boldsymbol{n} = \frac{(\mathbf{12\,152}) * (\mathbf{1.96^2}) * (\mathbf{0.95}) * (\mathbf{0.05})}{(\mathbf{0.03^2}) * (\mathbf{12\,152 - 1}) + (\mathbf{1.96^2}) * (\mathbf{0.95}) * (\mathbf{0.05})}$$

$$\boldsymbol{n} = \mathbf{199}$$

2.2.6. Tabulación de datos

Se empleó el Software Google Forms para la recopilación de datos, ya que este permitió crear, publicar y correr las encuestas en función al tamaño de la muestra calculada. Además, se logró tabular y graficar la información obtenida mediante las respuestas de las encuestas, lo cual ayudo a conocer el efecto del consumo de suplementos naturales sobre la salud de niños y niñas.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de los resultados

3.1.1. Efecto de la cocción sobre la capacidad antioxidante

El procesamiento y la cocción han sido formas de conservar y mejorar las propiedades nutricionales y sensoriales de los alimentos. Sin embargo, algunos métodos de cocción tienen efectos negativos sobre los compuestos bioactivos de los tubérculos, pues provocan la pérdida de fenoles por lixiviación o degradación térmica, por lo que se debe controlar la temperatura, presión y tiempo **(Paucar et al., 2020)**.

3.1.2. Capacidad antioxidante en harinas

Los granos andinos poseen una importante capacidad antioxidante (CA), debido a la presencia de antocianinas, carotenos, vitamina A, C y E, licopeno, entre otros **(Chuquimia et al., 2018)**. La disponibilidad de estos compuestos en harinas de alimentos como quinua, chía, oca, zanahoria blanca, mashua y chocho, dependen del nivel de madurez, tipo de cosecha y tratamiento postcosecha, procesamiento, extracción, condiciones climáticas y de suelo, estas últimas de gran importancia, pues se ha evidenciado que su variación por efecto de la ubicación geográfica tiene una gran influencia sobre la capacidad antioxidante **(Quipse, 2016; Chanamé & Cruz, 2017; Medina et al., 2020)**.

Para la determinación de la capacidad antioxidante se pueden emplear diferentes métodos, sin embargo, dentro de los más relevantes está el ABTS (ácido 2,2'azinobis-(3-etilbenzotiazolina)-6-sulfónico), ORAC (capacidad de absorbancia de radicales de oxígeno), DPPH (método de captura de electrones) y TEAC (capacidad antioxidante equivalente de Trolox). Métodos a los cuales también se les puede atribuir la variación de la capacidad antioxidante pues cada método considera distintos tipos de radicales libres sobre los cuales los antioxidantes actúan, de ahí que la capacidad antioxidante

va a depender de la naturaleza y afinidad del antioxidante hacia la especie radical **(Chanamé & Cruz, 2017; Mendoza, 2015)**.

3.1.2.1. Harina de Quinua

La capacidad antioxidante que posee la harina de quinua se debe principalmente a la presencia de compuestos no fenólicos como las vitaminas C y E, ácido fítico, magnesio, zinc, selenio, y en menor cantidad de betalaínas como betacianinas y betaxantinas **(Valencia et al., 2017)**. En la Tabla 2 se encuentra descrita la actividad estimada por diferentes autores, como se observa existe una variación estándar de ± 0.45 entre los valores reportados, lo cual se debe a la disparidad de condiciones en las cuales se llevaron a cabo las diferentes metodologías **(Londoño, 2019)**, de ahí que la mayor capacidad antioxidante reportada fue de 2.42 mg de Equivalente Trolox (TE)/g, y la menor fue de 1.09 mg TE/g.

La variación entre capacidades antioxidantes se deben principalmente al procesamiento **(Pellegrini, Gonzáles, et al., 2018)**; ya que con harinas extruidas se obtuvieron concentraciones de 2.42, 2.40 y 1.09 mg TE/g, debido a las diferencias en temperaturas, presiones y tiempos empleados en la extrusión; estos factores provocan la reducción de la CA, debido a la pérdida de los compuestos bioactivos termolábiles **(Quipse, 2016; Ramos, 2020)**.

Otro factor que contribuye a la diferencia entre capacidades antioxidantes es el tipo de cultivo, pues la mayor CA reportada fue con una harina obtenida a partir de semillas convenciones, mismas que estuvieron sometidas a condiciones desfavorables como la restricción de agua por sequía **(Quipse, 2016)**, lo cual provocó el aumento de la CA como un mecanismo de defensa ante los daños oxidativos, causados por la sobreproducción de especies reactivas de oxígeno **(Fischer, 2015; Ávila & Ruales, 2016; Pereira et al., 2018)**.

Así mismo en otro estudio se obtuvo 2.05 y 1.81 mg TE/g, debido a que se empleó dos harinas del tipo artesanal y otra industrial; la mayor capacidad antioxidante se encontraba asociada a la harina artesanal, puesto que estas las semillas antes de la molienda no fueron sometidas a lavados ni refinados, a diferencia de la industrial la que si fue sometida a operaciones de lavado, remojo, secado, molienda y tamizado **(Chanamé & Cruz, 2017)**. Estos procesos producen la pérdida de compuestos

bioactivos. Por ejemplo con el lavado se pierden un 51 %, con el secado un 8.5 % y con el tamizado un 10 %, debido a que la mayoría de compuestos se encuentran en la aleurona que es la capa más externa del grano **(Sohaimy et al., 2018; Carrasco et al., 2008)**.

Sin embargo, la capacidad antioxidante reportada anteriormente (2.05 mg TE/g) a pesar de ser obtenida a partir de una harina artesanal no supero a la mayor capacidad reportada (2.42 mg TE/g), debido a que la harina empleada se almacenó durante tres meses después de la obtención, el almacenamiento es un factor importante a considerar, ya que conduce a una reducción de la CA **(Chanamé & Cruz, 2017)**, así mismo se obtuvieron capacidades antioxidantes de 2.10 y 1.94 mg TE/g con harinas que de igual manera estuvieron almacenadas por un tiempo prolongado **(Mendoza, 2015; Pellegrini, Gonzáles, et al., 2018)**.

Tabla 2. Capacidad antioxidante de la harina de quinua según diferentes autores

Capacidad Antioxidante (mg TE/g)	Autores
2.42	Quipse, (2016)
2.05	Chanamé & Cruz, (2017)
1.81	Chanamé & Cruz, (2017)
2.40	Pereira et al., (2018)
1.94	Pellegrini, Gonzáles, et al., (2018)
2.10	Mendoza, (2015)
1.09	Ramos, (2020)
1.97 ± 0.45	
Promedio	

Los contenidos están expresados en mg TE/g peso seco. En la tabla: TE: equivalente trolox.

3.1.2.2. Harina de Chocho

La actividad antioxidante promedio de la harina de chocho es de 0.81 mg TE/g (Tabla 3), este valor está dado por la presencia de antioxidantes como la vitamina E, carotenoides como la violaxantina (5,3 %), luteína (73,2 %), zeaxantina (15,7 %), α-caroteno (1,1 %) y β-caroteno (4,7 %) **(Czubinski et al., 2021)**. Las capacidades antioxidantes que posee esta harina según diferentes investigaciones están comprendidas entre 0.10 y 1.68 mg TE/g, con una desviación estándar de ± 0.61.

La mayor capacidad antioxidante reportada fue de 1.68 mg TE/g, obtenida a partir de una muestra cuyo almacenamiento fue a -18 ºC antes de su análisis **(Siger et al., 2017)**,

debido a las reacciones de polimerización de los polifenoles **(Price et al., 2017)**. De ahí que la CA que tiene un alimento está influenciado por la temperatura de almacenamiento y procesamiento, ya que afecta directamente sobre la CA, en donde se obtuvo 1.12 mg TE/g con harina extruida. El proceso de extrusión no afecto significativamente a los compuestos bioactivos del chocho, debido a que posee niveles altos de proteínas, las que actúan como amortiguadores y evitan la degradación de los antioxidantes **(Córdova et al., 2020; Czubinski et al., 2021)**.

Por el contrario, las menores capacidades antioxidantes fueron de 0.52, 0.63 y 0.10 mg TE/g, debido al proceso de molienda, ya que, a medida que reduce el tamaño de partícula se reduce la capacidad antioxidante, debido a la pérdida de los compuestos bioactivos **(Wang & Clements, 2018; Cevik & Ertas, 2019; Ferchichi et al., 2021)**.

Tabla 3. Capacidad antioxidante de la harina de chocho según diferentes autores

Capacidad Antioxidante (mg TE/g)	Autores
1.12	Cordova, (2020)
1.68	Siger et al., (2017)
0.52	Ferchichi et al., (2021)
0.63	Wang & Clements, (2018)
0.10	Cevik & Ertas, (2019)
0.81 ± 0.61	

Los contenidos están expresados en mg TE/g peso seco. En la tabla: TE: equivalente trolox.

3.1.2.3.Harina de Chía

En la Tabla 4 se detalla la capacidad antioxidante promedio para harina de chía que es de 1.85 mg TE/g; este particular se debe a la presencia de compuestos antioxidantes como las vitaminas C y E; minerales como el zinc y el magnesio, y en menor cantidad de carotenoides y fitoesteroles **(Hernández et al., 2020)**; la presencia de estos compuestos le confieren a la harina una capacidad antioxidante superior a la encontrada en otros cereales integrales **(Marineli et al., 2014),** no obstante, esta capacidad puede variar dependiendo diferentes factores, de ahí que se observa que entre los datos reportados existe una desviación estándar de ± 0.58.

La mayor capacidad antioxidante obtenida en función a diferentes autores fue de 2.65 mg TE/g, debido al uso de un disolvente binario de agua-cetona o agua-etanol, ya que,

las semillas de chía presentan un carácter moderadamente polar, de ahí que las mezclas de disolventes polares son los más eficientes para la extracción de compuestos bioactivos de alimentos ricos en proteínas **(Alcântara et al., 2018)**.

Mientras la capacidad antioxidante de 1.18 mg TE/g, es debido a que se trabajó con una harina parcialmente desaceitada, la cual según estudios es considerada como un alimento potenciador, ya que mejora el valor nutritivo y la capacidad antioxidante de otros productos como por ejemplo pastas. Para la obtención de la harina, las semillas fueron sometidas a procesos de deshidratación, prensa, molienda y tamizado (tamiz de 0.25 mm), procesos que conducen a la pérdida de los compuestos bioactivos por acción de la temperatura, tiempo y presión **(Aranibar et al., 2018)**.

Así mismo, al igual que en la investigación antes mencionada, se empleó una harina desaceitada, sin embargo, en esta, la capacidad antioxidante fue mayor (2.23 mg TE/g), debido a las diferencias del procesamiento, pues en este estudio no se realizó una deshidratación previa, además de que el tamiz empleado fue > 0.25 mm **(Pellegrini, González, et al., 2018)**. Por el contrario, la capacidad antioxidante disminuyo a 1.63 y 1.60 mg TE/g, al trabajar con harinas sin desaceitar **(Muller, 2015; Fernandez et al., 2020)**.

Tabla 4. Capacidad antioxidante de la harina de chía según diferentes autores

Capacidad Antioxidante (mg TE/g)	Autores
1.63	Muller, (2015)
1.18	Aranibar et al., (2018)
2.23	Pellegrini, González, et al., (2018)
1.60	Fernandez et al., (2020)
2.65	Alcântara et al., (2018)
Promedio **1.85± 0.58**	

Los contenidos están expresados en mg TE/g peso seco. En la tabla: TE: equivalente trolox.

3.1.2.4. Harina de Mashua

La capacidad antioxidante que posee la harina de mashua está en un rango de 0.96 hasta 1.66 mg TE/g, con una estimación total de 1.25 mg TE/g, obtenida principalmente por la presencia de vitaminas A, C y carotenoides. En la Tabla 5 se detalla la desviación estándar de ± 0.27, la misma que está relacionada con el

tratamiento y procesamiento utilizado, ya que la capacidad antioxidante está influenciada directamente con la temperatura y tiempo de cocción, presión de oxígeno **(Palacios, 2013)**, y otros componentes de los alimentos como por ejemplo las proteínas y el agua **(Mejía et al., 2018)**. Además de factores como el estado de madurez, nivel de radicación, tipo de suelo y clima.

La mayor capacidad antioxidante obtenida fue de 1.66 mg TE/g debido a que la muestra empleada para la obtención de la harina tenía un grado de madurez de 5, lo que contribuyó al incremento de la capacidad antioxidante, por el incremento de los carotenoides, que está relacionado con el estado de maduración **(Pérez, 2017; Vega et al., 2019)**; por el contrario, se obtuvo 1.04 mg TE/g con la harina obtenida a partir de hojuelas de mashua con madurez tipo 3 (textura rígida) **(Lara, 2017)**.

La capacidad antioxidante también se ve afectada durante el proceso de cocción, de ahí que se obtuvo 0.96 mg TE/g, la menor capacidad antioxidante, por acción del calor durante su procesamiento, lo que provoca que muchos compuestos antioxidantes termolábiles, como la vitamina C se degraden debido a las reacciones de oxidación y lixiviación **(Roca et al., 2017)**, de ahí que para evitar la pérdida de la CA es importante el control de la temperatura y el tiempo al cual es sometido este tubérculo **(Taipe, 2017)**.

Así mismo, la pérdida de la capacidad antioxidante se produjo durante el proceso de secado, de ahí que se obtuvo una capacidad antioxidante de 1.30 mg TE/g **(Cuya, 2015)**, debido a que esta operación reduce el porcentaje de retención en un 23.75 % **(Palacios, 2018)**, no obstante, esta capacidad es una de las mayores reportadas debido a que la harina con la cual se trabajó fue obtenida a partir de mashuas expuestas al sol, lo que produce un incremento de la CA, debido al aumento de la concentración de glutatión reducido (GSH) **(Chua, 2015)**, no obstante, la CA disminuye con el procesamiento **(Taipe, 2017)**.

Tabla 5. Capacidad antioxidante de la harina de mashua según diferentes autores

Capacidad Antioxidante (mg TE/g)	Autores
1.30	Cuya, (2015)
1.66	Pérez, (2017)
0.96	Roca et al., (2017)
1.28	Campos et al., (2015)
1.04	Lara, (2017)
Promedio **1.25 ± 0.27**	

Los contenidos están expresados en mg TE/g peso seco. En la tabla: TE: equivalente trolox.

3.1.2.5. Harina de Zanahoria blanca

La harina de zanahoria blanca posee una capacidad antioxidante comprendida entre 0.50 y 5.51 mg TE/g con una desviación estándar de ± 1.96 (Tabla 6), debido al procesamiento al cual fue sometido el tubérculo **(Ocaña, 2019)**. Así, por ejemplo, las mayores capacidades reportadas fueron de 5.51, 4.25 y 2.98 mg TE/g; debido a que los tubérculos empleados para la obtención de la harina no fueron cocidos; únicamente pasaron por el proceso de deshidratación, liofilización para el segundo y tercer valor, y molienda. Entre las CA reportadas el mayor valor fue de 5.51 mg TE/g, la misma que está asociada con el almacenamiento de las muestras a temperaturas de congelación, las mismas que incrementan la CA **(Pacheco et al., 2020)**.

Por el contrario, se obtuvo las menores capacidades antioxidantes, 1.98 y 0.50 mg TE/g en harinas de tubérculos que fueron sometidos a procesos de cocción, que están relacionados con la reducción de la CA según el tiempo y temperatura del mismo **(Roca et al., 2017)**. Se menciona que la pérdida del 30 – 38 % de la capacidad antioxidante tiene una relación directamente proporcional con el tiempo de cocción, ya que algunos compuestos son sensibles a la degradación térmica como la vitamina C que es termolábil e hidrosoluble **(Cachay, 2016; Salazar, Arancibia, Ocaña, et al., 2021**).

El empleo de altas temperaturas durante el secado provoca la reducción de la capacidad antioxidante por la degradación oxidativa o la descomposición de compuestos termolábiles, de ahí que se obtuvo 1.98 mg TE/g empleando una temperatura de secado de 70 ^{o} C, por el contrario, se obtuvo 0.50 mg TE/g al aplicar una temperatura de 120

^{o} C; pues se ha comprobado que temperaturas de secado comprendidas de 50 a 70 ^{o}C no muestran diferencias estadísticamente significativas, no obstante temperaturas superiores si lo hacen **(Pedreschi et al., 2015; Peñarrieta & Alvarado, 2010)**.

Tabla 6. Capacidad antioxidante de la harina de zanahoria blanca según diferentes autores

Capacidad Antioxidante (mg TE/g)	Autores
1.85	Pedreschi et al., (2015)
2.98	Murillo & Parco, (2021)
0.50	Peñarrieta & Alvarado, (2010)
5.51	Pacheco et al., (2020)
4.25	Ocaña, (2019)
Promedio **3.08 ± 1.96**	

Los contenidos están expresados en mg TE/g peso seco. En la tabla: TE: equivalente trolox.

3.1.2.6. Harina de Oca

En la Tabla 7, se observa que la capacidad antioxidante promedio que tiene la harina de oca es de 1.50 mg TE/g, debido a que las capacidades antioxidantes obtenidas por los diferentes autores se encontraron en un rango de 1.17 a 1.69 mg TE/g, esto debido al perfil de diferentes carotenoides, antocianinas como 3,5-O-diglucósidos de petunidina, peonidina y malvidina, 3-O-glucósidos de delfinidina, petunidina, peonidina y malvidina, y el derivado acetilado de la 3,5-O- diglucósido de malvidina **(Chirinos et al., 2009; Alvarado, 2015; Roca et al., 2017)**.

La desviación estándar de ± 0.35 entre las capacidades antioxidantes se debe al tipo de procesamiento empleado, pues se evidencia que la menor capacidad fue de 1.17 mg TE/g, debido a que la oca antes de la obtención de la muestra fue sometida a cocción a una temperatura de 90^{o}C, lo cual provoca la degradación térmica y por ende la reducción de la capacidad antioxidante, por efecto del incremento de la temperatura de cocción **(Monar, 2014)**. La mayor capacidad antioxidante obtenida fue de 2.10 mg TE/g, debido a que la oca antes de su procesamiento fue secada expuesta al sol, lo cual incremento la CA **(Chuquilín et al., 2020)**.

Por otro lado, se obtuvo capacidades antioxidantes semejantes, 1.63 y 1.69 mg TE/g, con muestras cuyos tratamientos térmicos se realizaron a temperaturas inferiores a 90 ^{o}C, en tiempos cortos **(Roca et al., 2017; González, 2018)**.

Tabla 7. Capacidad antioxidante de la harina de oca según diferentes autores

Capacidad Antioxidante (mg TE/g)	Autores
1.63	Roca et al., (2017)
1.17	Monar, (2014)
2.10	Chuquilín et al., (2020)
1.69	González, (2018)
1.38	Mollinedo & Peñarrieta, (2014)
Promedio **1.59 ± 0.35**	

Los contenidos están expresados en g TE/g peso seco. En la tabla: TE: equivalente trolox.

3.1.3. Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos (CF) de mayor importancia que se encuentran presentes en alimentos andinos son los ácidos fenólicos, flavonoides, taninos, estos compuestos poseen ciertas estructuras químicas que les permiten actuar como excelentes antioxidantes, puesto que son capaces de quelar los metales, especialmente el hierro y el cobre **(Carrasco et al., 2008).**

El método para la cuantificación de compuestos fenólicos es el Folin Ciocalteau, este método emplea el reactivo Folin Ciocalteau, el cual al entrar en contacto con los compuestos fenólicos se reduce e induce óxidos de color azul que son medidos en el espectrofotómetro, en donde la absorción de luz es proporcional a la concentración de compuestos fenólicos presentes; los resultados son expresados como equivalente de ácido gálico **(Moscoso, 2014)**.

3.1.3.1.Harina de Quinua

La harina de quinua posee un contenido bajo de compuestos fenólicos, ya que se menciona que los compuestos que prevalecen y contribuyen a la actividad antioxidante son los no fenólicos **(Pereira et al., 2018)**. Sin embargo, tiene un contenido de CF promedio de 0.64 mg de ácido gálico equivalente (GAE)/ g (Tabla 8), el mismo que

está relacionado con los flavonoides y ácidos fenólicos. El mayor contenido reportado fue de 0.87 mientras que el menor fue de 0.20 mg GAE/g con una desviación estándar de ± 0.24.

En el procesamiento se debe considerar diferentes factores, dentro de ellos el tamaño de la partícula de la harina; ya que es una relación inversamente proporcional mientras partículas de menor tamaño mayor contenido de compuestos fenólicos, debido a la facilidad de extracción **(Gallo, 2021)**. De ahí que el mayor contenido de compuestos fenólicos fue 0.87 mg GAE/g **(Rocchetti et al., 2017**), debido a que se trabajó con una harina comercial cuyo tamaño de partículas fueron de 150 μm, mientras que con partículas de 595 μm el contenido de compuestos fenólicos fue de 0.75 mg GAE/g **(Ahmed et al., 2018)**.

De igual manera, el contenido de compuestos fenólicos se ve influenciado por las condiciones medioambientales en las cuales se desarrolla la quinua. Pues se obtuvo 0.83 mg GAE/g con harinas extruidas, cuya harina fue obtenida a partir de semillas convencionales, las mimas que al estar expuestas a condiciones difíciles contienen altos niveles de compuestos fenólicos, debido a que estos compuestos protegen a las plantas contra daños oxidativos, patógenos, radiación UV y enfermedades **(Quipse, 2016)**.

El tipo de procesamiento, las diferencias en las condiciones medioambientales, nutrientes y tipo de suelo, son los factores que influyen sobre el contenido de compuestos fenólicos, de ahí que se obtuvieron concentraciones de 0.59 y 0.60 mg GAE/g, con harinas no extruidas, debido a que con estas harinas la cuantificación es más difícil a diferencia de las harinas extruidas **(Diaz et al., 2018; Aguilar et al., 2019)**. A pesar de lo mencionado en otra investigación en la cual se utilizó una harina extruida se obtuvo el menor contenido, 0.20 mg GAE/g, lo cual se debe principalmente al incremento de la temperatura en el proceso, además del origen de la semilla **(Ramos, 2020; Ortiz et al., 2021)**.

Tabla 8. Contenido de compuestos fenólicos totales en harina de quinua expresados en mg GAE/g

Contenido de Compuestos Fenólicos (mg GAE/ g)	Autores
0.83	Quipse, (2016)
0.75	Ahmed et al., (2018)
0.59	Diaz et al., (2018)
0.87	Rocchetti et al., (2017)
0.20	Ramos, (2020)
0.60	Aguilar et al., (2019)
Promedio **0.64± 0.24**	

Los contenidos están expresados en mg GAE/g peso seco. En la tabla: GAE: ácido gálico equivalente

En la Tabla 9 se encuentra detallado los compuestos fenólicos presentes en la harina de quinua, los cuales fueron identificados mediante cromatografía líquida de ultra rendimiento; espectrómetro de masas en tándem (UPLC-MS/MS) **(Pellegrini, Gonzáles, et al., 2018; Demir & Bilgiçli, 2021)**.

A través de método se determinó que los compuestos de mayor importancia y que se encuentran en mayor cantidad, fueron los ácidos siringíco, gálico, vanílico, ferúlico y *o*-cumárico **(Carrasco et al., 2008; Pellegrini, Gonzáles, et al., 2018; Pereira et al., 2018),** así como también en menor proporción por efecto del calor se encontraron otros compuestos como la quercetina, ácido rosmarínico, rutina, entre otros **(Sohaimy et al., 2018)**.

Tabla 9. Descripción de los compuestos fenólicos presentes en la harina de quinua detectado mediante UHPLC-MS/MS

Compuesto	Contenido (µg/g)	Autores
Ácido gálico	89.64	(Carrasco et al., 2008**;** Pellegrini, Gonzáles, et al., 2018**;** Gu et al., 2021**;** Sohaimy et al., 2018**;** Demir & Bilgiçli, 2021**;** Pereira et al., 2017)
Ácido p-cumárico	48.92	
Ácido siríngico	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	

3.1.3.2.Harina de Chocho

Los compuestos fenólicos de mayor importancia que se encuentran presentes en la harina de chocho son los ácidos fenólicos, flavonoles y flavonas. Estos compuestos son los que le dan un contenido promedio de 2.39 mg GAE/g, puesto que los valores reportados por diferentes autores están entre 1.20 y 3.69 mg GAE/g (Tabla 10), con una variación estándar de ± 0.94; debido al tipo de procesamiento empleado. Pues se obtuvo el mayor contenido de compuestos fenólicos (3.69 mg GAE /g), con harinas extruidas, lo cual puede darse por la degradación de los aminoácidos **(Karamać et al., 2018; Wang & Clements, 2018)**.

De igual manera las condiciones de desarrollo del chocho también influyen sobre el contenido de compuestos fenólicos, pues el perfil fenólico está influenciado por la presencia de fitopatógenos, estrés e irradiaciones, esta última de mayor importancia, debido a que una alta irradiación provoca un incremento en las flavonas como la luteolina **(Ferchichi et al., 2021)**.

Por el contrario, el menor contenido de compuestos fenólicos fue de 1.20 mg GAE/g, debido a que los granos a partir de las cuales se obtuvo la harina fueron secadas por aspersión, lo que por acción directa del calor, produce la degradación térmica de fenoles, al sufrir cambios en sus estructuras **(Zapata et al., 2015; Cordova, 2020)**.

Tabla 10. Contenido de compuestos fenólicos totales en harina de chocho expresados en mg GAE/g

Contenido de Compuestos Fenólicos (mg GAE/g)	Autores
1.20	Cordova, (2020)
2.12	Siger et al., (2017)
2.89	Grela et al., (2017)
2.05	Ferchichi et al., (2021)
3.69	Wang & Clements, (2018)
2.39 ± 0.94	
Promedio	

Los contenidos están expresados en mg GAE/ g peso seco. En la tabla: GAE: ácido gálico equivalente

Los principales compuestos fenólicos presentes en la harina de chocho se encuentran detallados en la Tabla 11, 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 **(Karamać et al., 2018)**. Estos ácidos pertenecen al grupo de los hidroxicinámicos y constituyen el 1.2 % de los compuestos fenólicos identificados **(Siger et al., 2019)**.

Dentro del grupo de otros compuestos se ha descrito la presencia de flavonoides como flavonas e isoflavonas, sin embargo, no se ha precisado la cantidad de las mismas **(Sadak & Ramadan, 2021)**.

Tabla 11. Descripción de los compuestos fenólicos presentes en la harina de chocho

Compuesto	Contenido (µg/g)	Autores
Ácido *p*-cumárico	1.13	(Karamać et al., 2018**;** Cruz et al., 2019**;** Ferchichi et al., 2021)
Ácido ferúlico	0.39	
Ácido vanílico	0.68	
Ácido gálico	0.18	
Kaempferol	0.17	
Rutina	0.4	
Hesperidina	0.53	
Otros	4.55	

3.1.3.3.Harina de Chía

En la Tabla 12 se encuentra descrito el contenido de compuestos fenólicos promedio para harina de chía, el cual es de 1.56 mg GAE/g ± 0.53, en donde el mayor contenido reportado fue de 2.21 mg GAE/g con harina desaceitada, debido a la ausencia de lípidos los cuales según se menciona influyen negativamente en la cuantificación de estos compuestos, sin embargo, al no haberse estudiado a fondo esta práctica no se puede precisar el efecto de la grasa sobre los compuestos fenólicos **(Aranibar et al., 2018)**.

Además, se obtuvo 1.60 mg GAE/g, al trabajar con una harina cuyas semillas fueron tostadas, este proceso según se menciona favorece a la formación de nuevos compuestos fenólicos debido al pardeamiento no enzimático parcial de los polifenoles ocasionados por la reacción de Maillard al aplicar calor **(Hatamian et al., 2020**). No obstante, el contenido de compuestos fenólicos no solo depende del procesamiento, sino que también depende de factores agronómicos, pues se obtuvo 1.90, 1.11 y 0.96 mg GAE/g, con harinas obtenida a partir de semillas que presentaron diferencias con respecto al tipo de suelo, agua y condiciones del clima **(Marineli et al., 2014; Gómez et al., 2017; Oliveira et al., 2017)**.

Tabla 12. Contenido de compuestos fenólicos totales en harina de chía expresados en mg GAE/g

Contenido de Compuestos Fenólicos (mg GAE/g)	Autores
0.96	Marineli et al., (2014)
1.60	Hatamian et al., (2020)
2.21	Aranibar et al., (2018)
1.90	Gómez et al., (2017)
1.11	Oliveira et al., (2017)
Promedio **1.56 ± 0.53**	

Los contenidos están expresados en mg GAE/ g peso seco. En la tabla: GAE: ácido gálico equivalente

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 13), con 653.98, 125.36, 99.88 y 285.56 μg/g respectivamente **(Pellegrini, González, et al., 2018)**. 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 **(Marineli et al., 2014)**.

Tabla 13. Descripción de los compuestos fenólicos presentes en la harina de chía detectado mediante cromatografía líquida de alta eficiencia con detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD)

Compuesto	Contenido (μg/g)	Autores
Ácido gálico	42.56	(Pellegrini, González, et al., 2018**;** Beltrán et al., 2020**;** Sarikurkcu, 2020**;** Soto, 2015)
Ácido cafeico	125.36	
Ácido ferúlico	35.87	
Ácido *p*-coumárico	25.96	
Ácido rosmarínico	653.98	
Rutina (rutósido)	99.88	
Quercetina	285.56	
Daizdeina	457.85	
Genisteina	19.58	

3.1.3.4. Harina de Mashua

La harina de mashua posee compuestos fenólicos de importancia como los ácidos hidroxicinámicos, hidrobenzóicos, flavonoles, entre otros **(Cuvelier & Berset, 2016)**. Estos compuestos le dan un contenido de CF promedio de 0.82 mg GAE/g ± 0.71 (Tabla 14). El mayor contenido reportado es de 1.74 mg GAE/g, debido a que los tubérculos antes de su procesamiento estuvieron expuestos al sol, lo que provocó el incremento de los CF, por la síntesis de polifenoles estimulada por condiciones de estrés, tales como alteraciones de temperatura por radiación UV **(Taipe, 2017; Guevara et al., 2018)**.

El menor contenido reportado fue de 0.06 mg GAE/g, debido a los procesos empleados para la obtención de la harina (cocción y secado). La cocción provocó la lixiviación de polifenoles por la ruptura de los enlaces que los unen con la estructura de la pared celular **(Taipe, 2017)**, efecto semejante condujo a la obtención de 0.83 mg GAE/g, ya que a través de la cocción se pierde el 25.98 % de fenoles, pues muchos de los CF son termolábiles y se degradan a temperaturas superiores a 40 ^{o}C **(Pérez, 2017)**. De ahí que con la aplicación de una temperatura menor se obtuvo un mayor contenido de compuestos fenólicos (1.28 mg GAE/g) **(Catunta, 2016)**.

En cuanto al proceso de secado, este provocó la obtención de un menor contendido de compuestos fenólicos (0.20 mg GAE/g) **(Chirinos et al., 2017)**, debido a la descomposición de los CF durante la molienda y homogeneización **(Pérez, 2017; Mejía et al., 2018)**.

Además, el menor contenido reportado (0.06 mg GAE/g) experimentó una disminución considerable en comparación con los otros valores debido al tipo de suelo, clima, nutrientes y estado de maduración **(Salazar, Arancibia, Rodríguez, et al., 2021)**. Esta última debido a que durante el proceso de maduración se lleva a cabo la hidrólisis de taninos, lo que conduce al aumento de las concentraciones de fenoles libres **(Domínguez, 2017)**.

Tabla 14. Contenido de compuestos fenólicos totales en harina de mashua expresados en mg GAE/g

Contenido de Compuestos Fenólicos (mg GAE/g)	Autores
0.83	Pérez, (2017)
1.28	Catunta, (2016)
0.20	Chirinos et al., (2017)
0.06	Salazar, Arancibia, Rodríguez, et al., (2021)
1.74	Guevara et al., (2018)
Promedio **0.82 ± 0.71**	

Los contenidos están expresados en mg GAE/ g peso seco. En la tabla: GAE: ácido gálico equivalente

En la Tabla 15 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 **(Paucar et al., 2020)**. 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 **(Doylet & Rodríguez, 2018)**.

Tabla 15. Descripción de los compuestos fenólicos presentes en la harina de mashua detectado mediante cromatografía líquida de alta eficiencia con detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD)

Compuesto	Contenido (µg/g)	Autores
Ácido cafeico	290	(Paucar et al., 2020**;**
Rutina	110	Cuvelier & Berset,
Ácido ferúlico	2.33	2016**;** Doylet &
Flavanonas	-	Rodríguez, 2018)
Ácido vanílico	-	

3.1.3.5.Harina de Zanahoria blanca

El contenido de compuestos fenólicos presentes en la harina de zanahoria blanca fue de aproximadamente 1.37 mg GAE/g ± 0.99, el cual fue estimado en función a los valores descritos en la Tabla 16, dado por la presencia de flavonoides y ácidos

fenólicos. El contenido de compuestos fenólicos más alto fue de 2.73 mg GAE/g debido a que la harina fue obtenía a partir del residuo sólido, el cual es rico en nutrientes bioactivos **(Ruiz, 2013)**.

Por otro lado, el contendido de compuestos fenólicos puede verse influenciado por el estado óptimo de madurez del tubérculo **(Pedreschi et al., 2015)**. De ahí que se obtuvo 1.96 mg GAE/g, uno de los mayores contenidos, con harina obtenida a partir de tubérculos maduros, debido a que durante el proceso de maduración estos compuestos se van incrementando por una serie de transformaciones de los componentes químicos **(Domínguez, 2017)**. Por el contrario, al trabajar con tubérculos cuyo estado de maduración no fue el óptimo se obtuvo un contenido de 1.11 mg GAE/g **(Pedreschi et al., 2015)**.

Los contenidos más bajos obtenidos fueron de 0.96 y 0.15 mg GAE/g, debido al tiempo de cocción, el cual al ser prolongado provocó la pérdida del 17 % de los compuestos fenólicos **(Cachay, 2016)**; de igual manera otro factor que influyó en la reducción de los CF fue el pelado del tubérculo, ya que al retirar la cáscara se pierde parte de los polifenoles y antocianinas **(Vargas et al., 2019; Murillo & Parco, 2021)**.

Tabla 16. Contenido de compuestos fenólicos totales en harina de zanahoria blanca expresados en mg GAE/g

Contenido de Compuestos Fenólicos (mg GAE/g)	**Autores**
1.96	Pacheco et al., (2020)
1.11	Pedreschi et al., (2015)
2.73	Ruiz, (2013)
0.15	Murillo & Parco, (2021)
0.92	Cachay, (2016)
Promedio 1.37± 0.99	

Los contenidos están expresados en mg GAE/ g peso seco. En la tabla: GAE: ácido gálico equivalente

En la harina de zanahoria blanca, los CF que fueron identificados mediante cromatografía líquida de alta eficiencia con detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD), se encuentran detallados en la Tabla 17, en donde los ácidos hidroxicinámicos son los más abundantes, pues el ácido clorogénico representa el 80 % del total de los

compuestos fenólicos **(Ocaña, 2019)**. 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 **(Pedreschi et al., 2015)**.

Tabla 17. Descripción de los compuestos fenólicos presentes en la harina de zanahoria blanca detectado mediante cromatografía líquida de alta eficiencia con detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD)

Compuesto	Contenido (µg/g)	Autores
Ácido cafeico	12	(Pedreschi et al., 2015), (Cachay, 2016)
Ácido clorogénico	95	
Ácido *p*-cumárico	6	

3.1.3.6. Harina de Oca

En la Tabla 18 se encuentra escrito el contenido de compuestos fenólicos presente en la harina de oca según diferentes autores, el cual va desde 0.88 hasta 2.66 mg GAE/g, debido a la presencia de ácidos fenólicos, flavonas y taninos **(Yábar et al., 2019)**, los cuales en conjunto dan un contenido de compuestos fenólicos promedio de 1.50 mg TE/g con una desviación estándar de ± 0.70.

El menor contenido de CF (0.88 mg GAE/g), se debe a la pérdida por degradación de los fenoles durante la cocción **(Chirinos et al., 2009)**. Así como también al grado de madurez, pues se reportó 1.20 mg GAE/g con ocas cuya madurez fue comercial **(Ramos, 2011)**; mientras que se obtuvo el mayor contenido de compuestos fenólicos (2.66 mg GAE/g) con ocas cuyo estado de madurez era fisiológico y el secado se lo realizo exponiéndolas al sol, lo cual contribuyó al incremento de compuestos fenólicos, dado por la síntesis de polifenoles estimulada por las condiciones de estrés **(Taipe, 2017; Pérez et al., 2019)**.

Por su parte se obtuvo 1.15 mg GAE/g, debido a que los tubérculos antes de la molienda fueron liofilizados, lo cual por efecto de la congelación y posterior sublimación provocó la reducción del contenido de CF causado por la ruptura de las paredes celulares y la degradación química **(Ramos, 2011; Cedeño, 2017)**.

Tabla 18. Contenido de compuestos fenólicos totales en harina de oca expresados en mg GAE/g

Contenido de Compuestos Fenólicos (mg GAE/g)	Autores
0.88	Chirinos et al., (2009)
1.20	Chuquilín et al., (2020)
2.66	Pérez et al., (2019)
1.15	Ramos, (2011)
1.61	Yábar et al., (2019)
Promedio **1.50 ± 0.70**	

Los contenidos están expresados en mg GAE/ g peso seco. En la tabla: GAE: ácido gálico equivalente

Los resultados obtenidos del análisis HPLC-DAD para harina de oca se encuentran detallados en la Tabla 19, 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 **(Chuquilín et al., 2020)**, flavonas como la luteolina, flavanonas como la naringenina, y en una mínima cantidad de ácido cafeico **(Alvarado, 2015; Chuquilín et al., 2020; Monar, 2014; Pérez, 2019)**.

No obstante, es importante mencionar que existió la presencia de otros compuestos cuyo nombre no se pudo identificar, de ahí que se sugiere más estudios en el tema, con el fin de poder dilucidar completamente la estructura de otros compuestos fenólicos que se encuentran presentes en este tubérculo **(Mora & Verdugo, 2020)**.

Tabla 19. Descripción de los compuestos fenólicos presentes en la harina de oca detectado por HPLC-DAD

Compuesto	Contenido (μg/g)	Autores
Ácido cafeico	0.6	(Chirinos et al., 2009; Monar, 2014; Roca et al., 2017)
Ácido vanílico	72	
Catequina	117	
Luteolina	24	
Naringenina	28	

3.1.4. Capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos totales de la premezcla

La capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos descritos en la Tabla 20 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 presento el mayor contenido de compuestos fenólicos.

Tabla 20. Capacidades antioxidantes y contenido de compuestos fenólicos totales presente 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

La premezcla a partir de la cual se inició este estudio fue la formulada por **Lema (2020)** (Tabla 21), posee una importante composición nutricional**,** ya que aporta con 46.79 % de carbohidratos, 18.50 % de fibra dietética, 15.20 % de proteínas, 7.13 % de grasa y 3.64% de cenizas; lo cual ayudar 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)**.

En la Tabla 22 se puede observar una estimación total de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos presente en un gramo de la premezcla, misma que fue realizada a partir del cálculo individual tanto del aporte de CA cuanto del contendido de CF de cada harina y la suma de las mismas, lo cual fue posible realizar debido a que se obtuvo 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 a base de 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 **(Ragaee 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 a base de 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 mezclas de trigo, centeno y chocho cuyo contenido fue de 0.16 mg GAE/g **(Ahmed, 2017)**.

No obstante, 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 **(Gasztonyi 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)**, los cuales ayudan a reducir el riesgo de enfermedades, al permitir tener sistemas biológicos con un potencial redox equilibrado **(Coronado et al., 2015)**.

La premezcla además posee antioxidantes naturales a diferencia de los suplementos alimenticios expendidos en el mercado en los cuales se añade taurina como antioxidante sintético, misma que si se consume de manera prolongada puede afectar negativamente a la microestructura de los tejidos **(Martiniakova et al., 2019)**.

Tabla 21. Análisis proximal de la formulación empleada para la premezcla a base de quinua, chocho, chía, mashua, zanahoria blanca y oca

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

Fuente: (Lema, 2020)

Tabla 22. Capacidad antioxidante y compuestos fenólicos presentes en la formulación de la premezcla elaborada a partir de harinas de tubérculos y granos andinos

Harina	**Porcentaje (%)**	**Capacidad Antioxidante (mg TE/g)**	**Contenido de Compuestos Fenólicos (mg GAE/g)**
Quinua	20	0.39	0.13
Chocho	20	0.16	0.48
Chía	5	0.09	0.08
Mashua	10	0.13	0.08
Zanahoria blanca	5	0.15	0.07
Oca	40	0.64	0.60

3.1.5. Análisis de los resultados de la encuesta

El instrumento que fue utilizado para la recopilación de datos se encuentra descrito en el Anexo 1; este antes de su aplicación requirió del cálculo del alfa de Cronbach, el cual proporciono a la encuesta confiabilidad y validez, pues para la interpretación del resultado obtenido se tomó en consideración los siguientes rangos: mayor a 0.7 y menor a 0.8 un valor aceptable; mayor a 0.8 y menor a 0.9 bueno; y mayor a 0.9 excelente. A partir de lo mencionado se identificó que el alfa de Cronbach obtenido fue bueno, ya que este fue de 0.83.

La encuesta una vez validada mediante el instrumento detallado en el Anexo 2 por los 10 expertos fue aplicada de manera virtual mediante la plataforma de Google Forms, al número de personas calculadas en función a la muestra perteneciente a la ciudad de Ambato. El tamaño de la muestra fue de 199 personas las cuales estuvo comprendida entre padres y madres de familia de la zona urbana y rural. A continuación, se detallan los resultados obtenidos para cada pregunta que formo parte de la encuesta.

PREGUNTAS:

1. Sabía usted, ¿Qué un suplemento alimenticio es un producto empleado para complementar la alimentación y entre sus ingredientes contienen minerales, vitaminas, enzimas, ácidos grasos y aminoácidos?

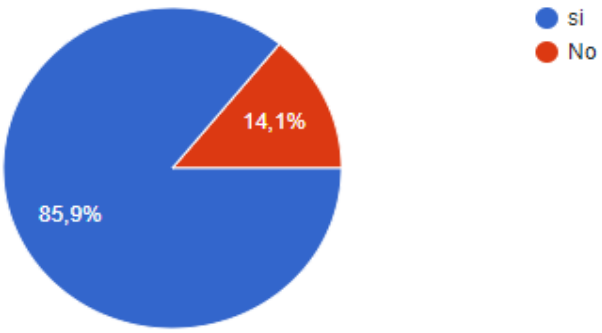


Figura 9. Conocimiento por parte de los padres de familia respecto a los suplementos alimenticios

Como se puede observar en la Figura 9, el 85.9 % de los padres encuestados señalaron que si están informadas sobre la función que cumplen los suplementos alimenticios, esto debido a que existe un creciente interés sobre los alimentos funcionales que brindan beneficios adicionales más allá de la nutrición básica **(Todorović et al., 2019)**,

sin embargo, un 14.1 % desconocen sobre el tema, este porcentaje es entendible, ya que, esta encuesta fue aplicada a las dos zonas como son la rural y urbana.

2. ¿Le proporciona a su hijo algún tipo de suplemento?

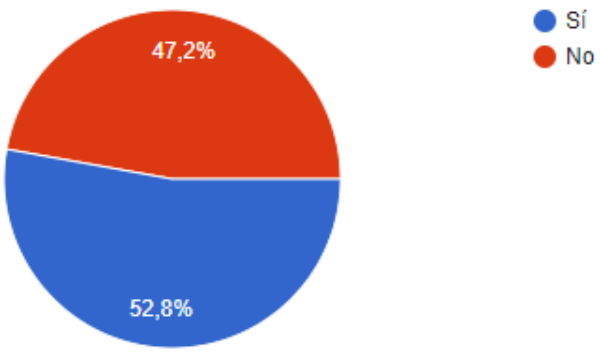


Figura 10. Administración de suplementos a niños

Con respecto a la administración de suplementos alimenticios a niños mostrado en la Figura 10, se puede observar que el 52.8 % de los padres indicaron que si le proporciona a sus hijos algún tipo de suplemento, lo cual se debe a que conocen los beneficios de su uso, de ahí que se ha identificado que en el Ecuador solo la mitad de la población le proporcionan a sus hijos una dieta nutritiva **(Primicias, 2019)**, por el contrario, se observa que el 47.2 % indica que no lo hace, este valor se correlaciona con el de la pregunta 1, pues está dado por la falta de recursos económicos y limitada educación académica especialmente de las personas de la zona rural **(Togo et al., 2016)**.

3. ¿Cuál de los aspectos a continuación es importante a la hora de comprar un suplemento alimenticio?

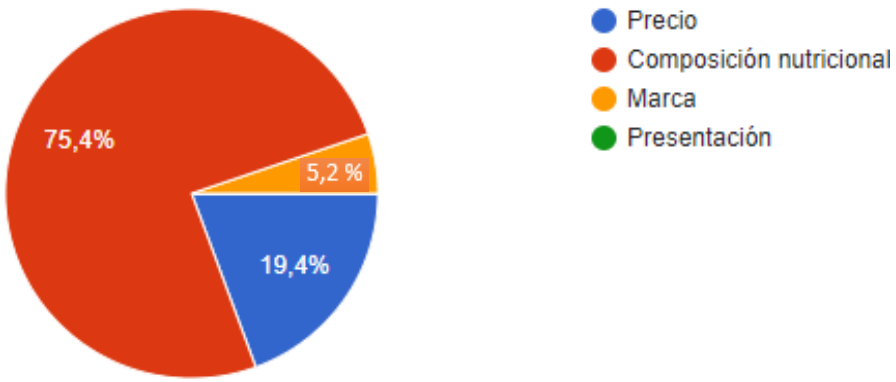


Figura 11. Aspectos de importancia al momento de la compra de suplementos

Como se puede observar en la Figura 11, un 75.4 % de la población de padres de familia encuestados señalaron que lo más relevante a la hora de comprar este tipo de productos es la composición nutricional, de ahí que se menciona que el consumidor antes de adquirir un producto primero se fija en todos los benéficos que ofrece **(Westreicher, 2021)**. No obstante, un 19.4 % de la población indico que a la hora de comprar lo más importante es el precio, pues el factor económico es muy importante en las familias, de ahí que es la razón por la cual los padres no les proporcionan a sus hijos suplementos a pesar de conocer los beneficios que su uso conlleva **(Togo et al., 2016)**.

4. Sabía usted, ¿Qué la taurina es un antioxidante sintético utilizado en los suplementos alimentarios para niños y que su consumo en exceso puede provocar problemas en la salud?

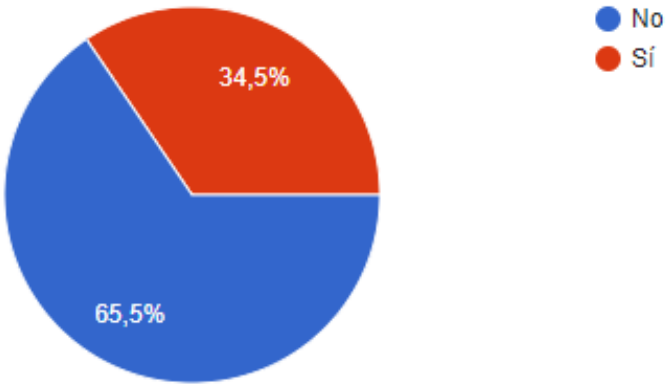


Figura 12. Conocimiento sobre la taurina

En la Figura 12 se puede observar que un 65.5 % de los padres de familia encuestados no conocen acerca de la taurina y solo un 34.5 % de la población si conoce, de ahí que estos resultados indican que las personas no ponen mucho interés en el tipo de antioxidante que contiene un suplemento alimenticio, razón por la cual se generan a tempranas edades diversas tipos de enfermedades **(Pazmiño, 2017)**.

5. ¿Le gustaría comprar un suplemento alimentario a base de matrices andinas como el chocho, quinua, zanahoria blanca, oca, mashua y chía que tenga una capacidad antioxidante natural?

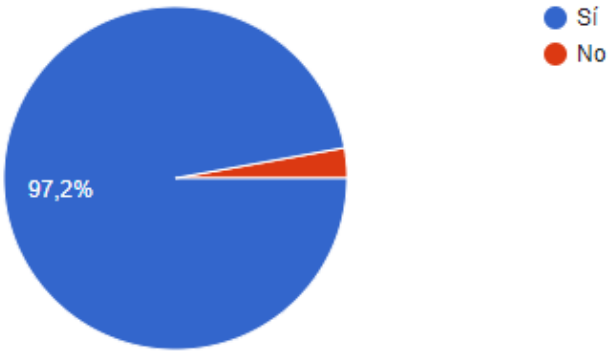


Figura 13. Acogida de un producto a base de matrices andinas como el chocho, quinua, zanahoria blanca, oca, mashua y chía con capacidad antioxidante natural

Con base en las preguntas anteriores, se puede identificar que muchos de los padres de familia desconocían acerca de los suplementos alimenticios, además de las funciones y beneficios de los antioxidantes. No obstante, se fueron informando conforme avanzo la encuesta, razón por la cual en la Figura 13 se observa que un 97.2 % de los padres encuestados mencionaron que si les gustaría adquirir un producto a base de matrices andinas con capacidad antioxidante natural, lo cual es beneficioso, ya que desde el punto vista químico, un antioxidante es una sustancia que protegen, previene o reducen el daño que sufren las biomoléculas presentes en el organismo **(Pazmiño, 2017)**.

3.1.6. Evaluación de los efectos del consumo de un suplemento alimenticio a base de matrices andinas sobre la salud de la población de Ambato.

A partir de los resultados obtenidos en la Figura 13, se observa que los padres de familia si comprarían un suplemento alimenticio con capacidad antioxidante natural a base quinua, chocho, chía, mashua, zanahoria blanca y oca para sus hijos. Resultados mediante los cuales se puede predecir que con el consumo de este producto por niños, se otorgaría benéficos a la salud, debido a que posee una capacidad antioxidante natural de 1.56 mg TE/g y un contenido de compuestos fenólicos de 1.44 mg GAE/g en un gramo; lo cual permite un correcto desarrollo muscular, óseo y del sistema inmunológico, pues se ha comprobado que esto depende de la ingesta de micronutrientes con propiedades antioxidantes **(Álvarez, 2017; Todorović et al., 2019)**.

Así como también se puede prevenir el estrés oxidativo generado por los radicales libres, lo cual ayudaría a minimizar de algún modo el desarrollo de diferentes enfermedades **(Icaza & Jiménez, 2011; Rioja et al., 2018)**, dentro de las cuales se puede mencionar a las de origen cardiovascular, respiratorias, neurológicas, cáncer, gastritis y del sistema endocrino **(Coronado et al., 2015)**.

De ahí que con la administración de este suplemento se podría generar un equilibrio redox, protegiendo del daño oxidativo inducido por las especies reactivas de oxígeno (ROS), puesto que el ser humano no es capaz de sintetizar los compuestos antioxidantes, por lo que depende de la dieta la obtención de este tipo de compuestos **(Todorović et al., 2019).**

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.Conclusiones

- La capacidad antioxidante presente en cada una de las materias primas de la premezcla varía en función a los autores, de ahí que en quinua se reportaron CA de 1.09 a 2.42 mg TE/g, en chocho de 0.10 a 1.68 mg TE/g, en chía de 1.18 a 2.65, en mashua de 0.96 a 1.66 mg TE/g, en zanahoria blanca de 0.50 a 5.51 mg TE/g y en oca de 1.17 a 1.69 mg TE/g. En cuanto al contenido de compuestos fenólicos en función a diferentes bibliografías para quinua estuvo comprendido de 0.20 a 0.87 mg GAE7g, para chocho de 1.20 a 3.60 mg GAE/g, para chía de 0.96 a 2.21, para mashua de 0.06 a 1.74 mg GAE/g, para zanahoria blanca de 0.15 a 2.73 y para oca de 0.88 a 2.66 mg GAE/g. Por lo tanto, con el aporte de CA y CF presentes en la materia prima de la premezcla al ser de importancia a través de su consumo se lograría de algún modo minimizar el desarrollo de enfermedades en niños.
- 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. Los mismos que le 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.
- El contenido de compuestos fenólicos presentes en las seis harinas que conforman la premezcla dependen de la presencia de ácidos fenólicos, flavonas, flavanonas, isoflavonas y taninos. De ahí que el contenido CF fue de 0.64 mg GAE/g ± 0.24 para quinua, 2.39 mg GAE/g ± 0.94 para chocho, 1.56

mg GAE/g ± 0.53 para chía, 0.82 mg GAE/g ± 0.71 para mashua, 1.50 mg GAE/g ± 0.70 para oca y 1.37 ± 0.99 mg GAE/g para zanahoria blanca. La zanahoria blanca y el chocho fueron los que presentaron mayor desviación estándar, lo cual 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.

- 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 la misma fue de 1.56 mg TE/g obtenida principalmente por la presencia de vitaminas como la A, C y E, carotenoides, minerales, betalaínas; y el contenido de compuestos fenólicos fue de 1.44 mg GAE/g por los ácidos fenólicos, favonas, flavanonas, isoflavonas y taninos.
- Por medio de la frecuencia de consumo se evaluó que los efectos sobre la salud que conllevaría una ingesta adecuada de una premezcla tipo suplemento alimenticio con propiedades antioxidantes en niños 2 a 5 años en la ciudad de Ambato, sería el correcto desarrollo muscular, óseo y del sistema inmunitario, además de la prevención de enfermedades de tipo cardiovasculares, respiratorias, cáncer, entre otras.

4.2. Recomendaciones

- Corroborar experimentalmente los datos obtenidos de manera bibliográfica sobre la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en las harinas de quinua, chocho, chía, mashua, zanahoria blanca y oca, así como también en la estimación total de la premezcla.
- Desarrollar una futura metodología en la cual se tome en consideración los factores de procesamiento que provocan la reducción de la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos en los tubérculos y granos andinos.
- Al determinar la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos considerar en el estudio experimental el estado de madurez, tipo de suelo, condiciones climáticas, tipo de cosecha y poscosecha que tienen los tubérculos.

- Realizar más investigaciones para la identificación de otros compuestos fenólicos presentes en la oca, cuya estructura no ha podido ser dilucidad completamente.
- Para la aplicación de futuras encuestas se recomienda realizar una segmentación por zonas y extender la población objetivo.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, J., Claudio, A., Obreg, J., & Barraza-j, G. (2019). *Malting process as an alternative to obtain high nutritional quality quinoa flour*. Journal of Cereal Science, *90*(3). https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.102858

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

Alcântara, M. A., Lima, I. De, Polari, B., Lins, B. R., Meireles, D. A., Eduardo, A., Lima, A. De, & Cesar, J. (2018). Effect of the solvent composition on the profile of phenolic compounds extracted from chia seeds. *Food Chemistry*. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.133

Alvarado, J. A. (2015). TOTAL ANTIOXIDANT CAPACITY IN ANDEAN FOOD SPECIES FROM BOLIVIA. *Revista Boliviana de Química*, *22*(1), 89–93. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602005000100014

Álvarez, Eleana, & 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 Polítecnica del Litoral]. http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/36304/D-P12834.pdf?sequence=-1&isAllowed=y

Álvarez, E. (21 de marzo del 2017). *Alimentos ricos en antioxidantes para niños*. https://www.guiainfantil.com/articulos/alimentacion/ninos/alimentos-antioxidantes-para-ninos/

Apaza, L. N., Tena, V., & Bermejo Benito, P. (2020). Local/traditional uses, secondary metabolites and biological activities of Mashua (Tropaeolum tuberosum Ruíz & Pavón). *Journal of Ethnopharmacology*, *247*(65) 112-152. https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.112152

Aragón, S. (01 de Enero del 2017). El niño que no come suficiente. *Pediatria Integral*,

11(5), 383–392. https://pediatragabiruiz.com/nino-que-no-come/

Aranibar, C., Pigni, N. B., Martinez, M., Aguirre, A., Ribotta, P., Wunderlin, D., & Borneo, R. (2018). Utilization of a partially-deoiled chia flour to improve the nutritional and antioxidant properties of wheat pasta. *LWT - Food Science and Technology*, *89*, 381–387. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.11.003

Quintana, D. & Serrano, C. (2017). *Diseño de matriz alimentaria de recuperación nutricional rápida , para niños entre 6 meses y 5 años 11 meses* [Tesis de grado, *Universidad de La Salle*]. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1054&context=ing_alimentos

Ávila, J., & Ruales, J. (2016). INFLUENCIA DEL ESTRÉS LUMINOSO E HÍDRICO EN LA POSTCOSECHA, PROPIEDADES FÍSICO - QUÍMICAS Y ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL TOMATE DE ÁRBOL (Solanum betaceum Cav.) GENOTIPO GIGANTE AMARILLO. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, *17*(1), 30–40. https://www.redalyc.org/journal/813/81346341005/html/

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*

Cachay, E. (2016). *Efecto del tiempo de cocción por hervido sobre capacidad antioxidante y contenido de polifenoles totales en Arracacia xanthorrhiza (arracacha) con y sin cáscara* [Tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].

http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4895/Cachay_be.pdf?sequence=1

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

Campos, D., Noratto, G., Chirinos, R., Arbizu, C., Roca, W., & Cisneros-zevallos, L. (2015). Antioxidant capacity and secondary metabolites in four species of Andean tuber crops : native potato (Solanum sp .), mashua (Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pav on), Oca (Oxalis tuberosa Molina) and ulluco (Ullucus tuberosus Caldas). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *86* (20), 1481–1488. https://doi.org/10.1002/jsfa

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., Rene, C., & Zelada, E. (2008). DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS FENÓLICOS DE CEREALES ANDINOS: QUINUA (Chenopodium quinoa), KAÑIWA (Chenopodium pallidicaule) y KIWICHA (Amaranthus caudatus). *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, *74*(2), 85–99. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2008000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Carrasco, R., René, C., & Zelada, E. (2018). DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS BIOACTIVOS DE FRUTAS NATIVAS PERUANAS. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, *74*(2), 108–124. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2008000200004&lng=es&nrm=iso&tlng=es

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

Catunta, L. (2016). *EFECTO DE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA SOBRE LOS COMPUESTOS ANTIOXIDANTES EN DOS ACCESIONES DE MASHUA (Tropaeolum tuberosum R&P)* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Antiplano]. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3449/Catunta_Quispe_Delia_Luzmila.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cedeño, K. (2017). *Efecto de los diferentes procesos de secado en los compuestos bioactivos de murtilla (Ugni molinae Turcz) y su bioaccesibilidad* [Tesis de grado, Universidad Austral]. http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2017/egc389e/doc/egc389e.pdf

Cevik, A., & Ertas, N. (2019). Effect of quinoa , buckwheat and lupine on nutritional properties and consumer preferences of tarhana. *Wageningen Academic*, *11*(2), 145–155. https://doi.org/10.3920/QAS2018.1305

Chanamé, C., & Cruz, M. (2017). *Capacidad antioxidante in vitro de extractos fenólicos libres y ligados en harinas de quinua (Chenopodium quinoa), kiwicha (Amaranthus caudatus) y kañiwa (Chenopodium pallidicaule)* [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. http://hdl.handle.net/10757/621874

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

Chirinos, R., Campos, D., Pedreschi, R., & Larondelle, Y. (2017). Optimization of extraction conditions of antioxidant phenolic compounds from mashua (Tropaeolum tuberosum) tubers. *ScienceDirect*, *55*, 217–225. https://doi.org/10.1016/j.seppur.2006.12.005

Chua, W. (2015). *"EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL SOLEADO Y LA COCCIÓN EN LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL PURÉ DESHIDRATADO DE MASHUA (Tropaeolum tuberosum R. et P.)"*[Tesis de grado, Universidad Nacional del Antiplano] http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2415/Pacco_Chua_Walter.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Chuquilín, R. C., Martínez, M. C., & Rodrigo, J. T. (2020). Propiedades funcionales de productos tradicionales congelados y secados al sol de oca (Oxalis tuberosa Molina) y olluco (Ullucus tuberosus Caldas): Una revisión. *Puriq*, *2*(3), 363–387. https://doi.org/10.37073/puriq.2.3.100

Chuquilín, R. C., Martínez, M. C., & Rodrigo, J. T. (2020b). Propiedades funcionales de productos tradicionales congelados y secados al sol de oca (Oxalis tuberosa Molina) y olluco (Ullucus tuberosus Caldas). *PURIQ*, *2*(3). https://doi.org/10.37073/puriq.2.3.100

Chuquimia, F., Alvarado, J. A., Peñarrieta, J. M., Bergenståhl, B., & Kesson, B. (2018). DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y LA CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y FLAVONÓIDICOS DE CUATRO ESPECIES VEGETALES DE LA REGIÓN ANDINA DE BOLIVIA. *Revista Boliviana de Química*, *25*(1), 75–83. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602008000100011&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Coca, S. (2021). *Efectos toxicológicos del consumo de lectina de frijoles en la población de la ciudad de Ambato* [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato]. https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32076/1/AL%20767.pdf

Cordova, 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://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4468/cordova-ramos-javier-saul.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Córdova, J. S., Glorio, P., Hidalgo, A., & Camarena, F. (2020). Effect of technological

process on antioxidant capacity and total phenolic content of Andean lupine (Lupinus mutabilis Sweet). *Scientia Agropecuaria*, *11*(2), 157–165. https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2020.02.02

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

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

Cuya, A. (2015). *EFECTO DE SECADO SOBRE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA HARINA DE MASHUA (Tropaeolum)* [Tesis de Grado, Universidad Nacional del Callao]. http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/421/T.664.C97.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Czubinski, J., Grygier, A., & Siger, A. (2021). Lupinus mutabilis seed composition and its comparison with other lupin species. *Journal of Food Composition and Analysis*, *99*(December 2020). https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103875

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

Diaz, Y. K., Alca, J. J., Calori-Domingues, M. A., Zanabria-Galvez, S. J., & Da Cruz, S. H. (2018). Nutritional composition, total phenolic compounds and antioxidant activity of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) of different colours. *Nova*

Biotechnologica et Chimica, *17*(1), 74–85. https://doi.org/10.2478/nbec-2018-0008

Domínguez, R. (2017). *CONTENIDO DE COMPUESTOS BIOACTIVOS Y SU CONTRIBUCIÓN A LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DURANTE LA MADURACIÓN DE PIÑA CV. "ESMERALDA"*[Tesis de Maestría, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo]. https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/179/1/Rosas%20Dominguez_2011_MC.pdf

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]. http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/28380/1/BCIEQ-T-0255%20Doylet%20Espinoza%20Raisa%20Michell%3b%20Rodr%c3%adguez%20Reyes%20Luisa%20Mar%c3%ada.pdf

Espinales, R. (2020). *Caracterización físico-química y tecnofuncional de pasta tipo spaghetti elaborado a partir de harinas de cultivos andinos infrautilizados y residuos agroindustriale* [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato]. https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31411/1/AL 749.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].http://repositorio.unadmexico.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/377/Prototipo%20para%20el%20desarrollo%20de%20un%20Suplemento%20Alimenticio.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

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

Ferk, F., Chakraborty, A., Jäger, W., Kundi, M., Bichler, J., Mišík, M., Wagner, K. H., Grasl-Kraupp, B., Sagmeister, S., Haidinger, G., Hoelzl, C., Nersesyan, A., Dušinská, M., Simić, T., & Knasmüller, S. (2017). Potent protection of gallic acid against DNA oxidation: Results of human and animal experiments. *Mutation Research - Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, *715*(1–2), 61–71. https://doi.org/10.1016/j.mrfmmm.2011.07.010

Fernandez, J., Viuda, M., Navarro, C., Vera, D., & Sayas, M. (2020). Chia, Quinoa, and Their Coproducts as Potential Antioxidants for the Meat Industry. *Agro-Food Technology Department*, *9*(10). https://doi.org/10.3390/plants9101359

Gallo, J. A. (2021). Extracción de compuestos fenólicos y contenido de catequina en cortezas de tres especies forestales del Cauca-Colombia 1 Extraction of phenolic compounds and content of catechin in barks of three forest species from Cauca-Colombia. *Entre Ciencia e Ingeniería*, *15*(29), 19–27. https://doi.org/10.31908/19098367.2622

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

Gómez, M. A., Gutiérrez, R., Cuevas, E. O., & Canizalez, V. A. (2017). Improvement of Chia Seeds with Antioxidant Activity , GABA , Essential Amino Acids , and Dietary Fiber by Controlled Germination Bioprocess. *Springer Science*, *72*(4):345-352. https://doi.org/10.1007/s11130-017-0631-4

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?sequence=2&isAllowed=y

González, M. (2018). *Estudio molecular y de bioaccesibilidad de harinas de Oxalis tuberosa obtenidas mediante diferentes condiciones de secado* [Tesis de Grado,

Autónoma del Estado de Hidalgo]. http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/2427/Estudio%20molecular%20y%20de%20bioaccesibilidad%20de%20harinas%20de%20Oxalis%20tuberosa..pdf?sequence=1&isAllowed=y

Grela, E. R., Kiczorowska, B., Samolińska, W., & Matras, J. (2017). Chemical composition of leguminous seeds : part I — content of basic nutrients , amino acids , phytochemical compounds , and antioxidant activity. *European Food Research and Technology*, *243*(8), 1385–1395. https://doi.org/10.1007/s00217-017-2849-7

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 quínua (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

Guevara, D., Valle, L., Barros, M., Vásquez, C., Zurita, H., Dobronski-Arcos, J., & Pomboza-Tamaquiza, P. (2018). Nutritional composition and bioactive components of mashua (tropaeolum tuberosum ruiz and pavón). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, *21*(1), 53–68. http://www.revista.ccba.uady.mx/urn:ISSN:1870-0462-tsaes.v21i1.2561

Hatamian, M., Noshad, M., Abdanan-Mehdizadeh, S., & Barzegar, H. (2020). Effect of roasting treatment on functional and antioxidant properties of chia seed flours. *NFS Journal*, *21*(22), 1–8. https://doi.org/10.1016/j.nfs.2020.07.004

Hernández, T., Valverde, M. E., Orona-Tamayo, D., & Paredes-Lopez, O. (2020). Chia (Salvia hispanica): Nutraceutical Properties and Therapeutic Applications. *Proceedings*, *53*(1), 17. https://doi.org/10.3390/proceedings2020053017

Icaza, M., & Jiménez, K. (2011). *"Elaboración y Comercialización de Suplemento*

Alimenticio a base de Quinua" [Tesis de Maestría, Universidad Santiago de Guayaquil]. *http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/11003*

INEC. (2010). *Información Censal* |. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). https://www.ecuadorencifras.gob.ec/informacion-censal-cantonal/

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

Karamać, M., Orak, H. H., Amarowicz, R., Orak, A., & Piekoszewski, W. (2018). Phenolic contents and antioxidant capacities of wild and cultivated white lupin (Lupinus albus L.) seeds. *Food Chemistry*, *258* (17), 1–7. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.041

Lara, A. (2021). *Incidencia del consumo de edulcorantes no calóricos (Aspartame y Acesulfame Potásico) en la población de la ciudad de Ambato* [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Amabto]. https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32594/1/AL%20778.pdf

Lara, V. (2017). *DESHIDRATACIÓN DE MASHUA Tropaeolum tuberosum PARA LA OBTENCIÓN DE HOJUELAS* [Tesis de Grado, Universidad Técnica del Norte]. http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6153/1/03%20EIA%20430%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf

Leidi, E. O., Altamirano, A. M., Mercado, G., Rodriguez, J. P., Ramos, A., Alandia, G., Sørensen, M., & Jacobsen, S. E. (2018). Andean roots and tubers crops as sources of functional foods. In *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. In *Journal of Chemical Information and Modeling, 21* (1). http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/32077

Lema, M. (2020). *Desarrollo de una premezcla a base de matrices alimentarias andinas como suplemento alimenticio* [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato].

https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32077/1/AL%20768.pdf

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

Londoño, J. (2019). Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad. *Corporación Universitaria Lasallista*, 129–162. http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/133/3/9.%20129-162.pdf

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

Marineli, R. da S., Moraes, É. A., Lenquiste, S. A., Godoy, A. T., Eberlin, M. N., & Maróstica, M. R. (2014). Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean chia seeds and oil (Salvia hispanica L.). *LWT - Food Science and Technology*, *59*(22), 1304–1310. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.04.014

Martiniakova, M., Sarocka, A., Babosova, R., Galbavy, D., Kapusta, E., Goc, Z., Formicki, G., & Omelka, R. (2019). Bone microstructure of mice after prolonged taurine treatment. *Physiological Research*, *68*(3), 519–523. https://doi.org/10.33549/physiolres.934139

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., Salcedol, 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

Mendoza, R. (2015). *"COMPUESTOS FENÓLICOS, ÁCIDOS GRASOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN QillNUA (Chenopodium quinoa Willd)"* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/72/B2-M-18053.pdf?sequence=1&isAllowed=y

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 *Nutricion 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, reologícas y color. *Interciencia*, *33*(4), 301–307. http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-18442008000400013&script=sci_arttext&tlng=pt

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://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112011000100019

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. http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-18442007001200013&script=sci_arttext

Mollinedo, P., & Peñarrieta, J. M. (2014). Anthocyanins , Antioxidant Capacity and Content of Flavonoids and Other Phenolic Compounds Oca (Oxalis Tuberosum

) an Andean Tuber. *Journal Nutrition and Metabolism*, *1*(2), 1–4. https://austinpublishinggroup.com/nutrition-metabolism/fulltext/ajnm-v1-id1007.php

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://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/en/mdl-20203177951%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41562-020-0887-9%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41562-020-0884-z%0Ahttps://doi.org/10.1080/13669877.2020.1758193%0Ahttp://sersc.org/journals/index.php/IJAST/article

Mora, JORGE, & Verdugo, M. (2020). *DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE IN VITRO DE EXTRACTOS DE OCA (Oxalis tuberosa Molina) CULTIVADA EN LA SERRANÍA* [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil]. http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/49303/1/BCIEQ-T-0518 Mora Ramírez Jorge Josue%3B Verdugo Reyes Máximo Segundo.pdf

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]. http://congresos.cio.mx/memorias_congreso_mujer/archivos/extensos/sesion4/S4-BCA36.pdf

Moscoso, E. (2014). *DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS BIOACTIVOS DE CINCO CLONES DE PAPA NATIVA (Solanum tuberosum) Y DEL PURÉ DESHIDRATADO* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional José María Arguedas]. https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/209/15-2014-EPIA-Moscoso%20Moscoso-

capacidad%20antioxidante.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Muller, K. E. (2015). *Capacidad antioxidante y contenido de flavonoides entre las semillas de Chia Negra (salvia nativa) y Chia Blanca (salvia hispánica l.)* [Tesis de Grado, Universidad Nacional del Antiplano]. http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2376

Muñoz, A. M., & Ramos, F. (2016). Componentes fenólicos de la dieta y sus propiedades biomedicinales TT - Phenolics compounds of the diet and his biomedicinal properties. *Horiz. Méd. (Impresa)*, *7*(1), 23–38. http://www.horizontemedicina.usmp.edu.pe/index.php/horizontemed/article/view/208/223

Murillo, M. G., & Parco, J. M. (2021). *Estudio de polifenoles totales y actividad antioxidante de dos variedades de zanahorias (Arracacia xanthorrhiza) y camote morado (Ipomoea batatas lam) en el cantón Guaranda-provincia Bolívar* [Tesis de Grado, Universidad Estatal de Bolívar]. https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/47

Ocaña, A. (2019). *"Caracterización Fisicoquímica, Nutricional y Reológica De Cultivos Andinos Infrautilizados"* [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato]. https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30002/1/AL%20707.pdf

Olivas-Aguirre, F. J., Wall-Medrano, A., González-Aguilar, G. A., López-Díaz, J. A., Álvarez-Parrilla, E., De La Rosa, L. A., & Ramos-Jimenez, A. (2015). Taninos hidrolizables; bioquímica, aspectos nutricionales y analíticos y efectos en la salud. In *Nutricion Hospitalaria* 31 (1), 55–66. https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.1.7699

Oliveira, S. C., Vendramini, D. B., Cazarin, B. B., Roberto, M., Júnior, M., Borges, J. P., Silva, A. B., Prado, M. A., & Bronze, M. R. (2017). Characterization of phenolic compounds in chia (Salvia hispanica L .) seeds , fiber flour and oil. *Food Chemistry*, 232 (4), 295-305. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.002

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. file:///C:/Users/clien/Downloads/valeria_sias,+con-20%20(1).pdf

Ortiz, R. A., Ramírez, B., Sánchez, D. I., Ledesma, A. I., Torres-Chávez, P. I., Montaño-Leyva, B., & López-Cervantes, J. (2021). Estabilidad oxidativa y contenido de compuestos fenólicos durante el almacenamiento del salvado de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) extrudido. *TIP Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, *24*(0), 1–10. https://doi.org/10.22201/FESZ.23958723E.2021.300

Pacheco, M. T., Hernández-hernández, O., Moreno, F. J., & Villamiel, M. (2020). Food Bioscience Andean tubers grown in Ecuador : New sources of functional ingredients. *Food Bioscience*, *35*(3), 100-601. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100601

Palacios, M. (2013). *"Influencia del blanqueado y secado a dos temperaturas en el contenido de compuestos fenólicos, carotenoides y capacidad antioxidante de los tubérculos de mashua (Tropaeolun1 tuberosum Ruíz & Pavón)* " [Tesis de Grado, Universidad Nacional de San Martín]. http://hdl.handle.net/11458/526

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

Pazmiño, C. (2017). *"ELABORACIÓN DE GOMAS MASTICABLES DE MORTIÑO COMO FUENTE DE VITAMINA C, PARA PREESCOLARES, DETERMINANDO SU APORTE NUTRICIONAL Y ANÁLISIS BROMATOLÓGICO"* [Tesis de Grado, Potinficia Universidad Católica del Ecuador]. http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/3974/T-PUCE-3233-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

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

Pellegrini, M., Gonzáles, R., Ricci, A., Fontecha, J., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. A., & Viuda-Martos, M. (2018). Chemical, fatty acid, polyphenolic profile, techno-functional and antioxidant properties of flours obtained from quinoa (Chenopodium quinoa Willd) seeds. *Industrial Crops and Products*, *111*(7), 38–46. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.10.006

Pellegrini, M., González, R., Sayas-Barberá, E., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. A., & Viuda-Martos, M. (2018). Bioaccessibility of Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Chia (Salvia hispanica L.) Seeds. *Plant Foods for Human Nutrition*, *73*(1), 47–53. https://doi.org/10.1007/s11130-017-0649-7

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

Peñarrieta, M., & Alvarado, A. (2010). Total Antioxidant Capacity in Andean Food Species From Bolivia. *Revista Boliviana de Química*, *22*(1), 89–93. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602005000100014

Pereira, P., González, O., Hernández, M., & Carabobo, E. (2017). Semillas de quinua (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

Pereira, P., González, O., Hernández, M., & Carabobo, E. (2018). Semillas de quinua (Chenopodium quinoa Willdenow): composición química y procesamiento . Aspectos relacionados con otras áreas Quinoa (Chenopodium quinoa Willdenow

) seeds : chemical composition and processing . *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, *5*(2), 166–218. https://www.researchgate.net/publication/274435593_Semillas_de_quinua_Chenopodium_quinoa_Willdenow_composicion_quimica_y_procesamiento_Aspectos_relacionados_con_otras_areas

Pérez, A. (2017). *EFECTO DE LA FRITURA A PRESIÓN REDUCIDA EN EL CONTENIDO DE ANTIOXIDANTES DE MASHUA (Tropaelum tuberosum) TRABAJO* [Tesis de Grado, Universidad]. http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/5089/56930_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pérez, D., Castañeda, M., Granda, S., Tejara, E., & Iturralde, G. (2019). Chemical composition and antioxidant activity of the main fruits consumed in the western coastal region of Ecuador as a source of health-promoting compounds. *Antioxidants*, *8*(9). https://doi.org/10.3390/antiox8090387

Pérez, E. (2019). *Efecto de temperatura y tiempo de secado convectivo sobre la capacidad antioxidante y vitamina C en harina de oca (Oxalis tuberosa)* [Tesis de Gradod, Universidad Nacional de Trujillo]. https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/15659/P%c3%a9rez%20Henr%c3%adquez%2c%20Eva%20Elvia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Price, D. S., Luque, E. J., & Meza, B. (2017). Efecto del refrigerado y congelado en el contenido depolifenoles totales, antocianinas y actividad antioxidantede arándanos (Vaccinium Corymbosum, Variedad“Biloxi”) cultivados en diferentes microclimas de Perú [Tesis de Grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/621099/Arándanos-2017-Cybertesis (1).pdf?sequence=5

Primicias. (1 de Julio de 2019). *Solo el 50% de las familias ecuatorianas accede a una dieta nutritiva*. Primicias. https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/ninos-desnutricion-dieta-alimentos-hambre/

Quipse, W. (2016). *Evaluación comparativa del contenido protéico, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de dos variedades de quinua (chenopodium*

quinoa willd) organica y convencional [Tesis de Grado, Universidad Nacioanl del Antiplano]. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3655/Quispe_Colquehuanca_Wilmer_Edy.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ramos, J. (2020). *ESTABILIDAD DE BETALAÍNAS, POLIFENOLES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN QUINUA DURANTE LAS OPERACIONES DE PROCESAMIENTO Y COCCIÓN* [Tesis de Grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6300/T%20010_19816758_M.pdf.pdf?sequence=1

Ramos, R. A. (2011). *Evaluación de la capacidad antioxidante de productos tradicionales de la región Junín* (Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro de Perú]. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1219/TESIS%20RICARDO%20A.%20RAMOS%20CRISPIN.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Rioja, A., Vizaluque, B. E., Aliaga, E., Tejeda, L., Book, O., Mollinedo, P., & Peñarrieta, M. (2018). 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*, *35*(5), 168–176. https://www.redalyc.org/jatsRepo/4263/426358213006/html/index.html

Robles, E. (2021). C*aracterización de compuestos fenólicos en extractos de origen vegetal* [Tesis de Maestría, Universidad de Jaél]. http://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/14473/1/TFGQ_Robles_Solano_Esther.pdf

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://thelexicon.org/flag/biodiversity_01resources/value of nucs/Indigenous Andean Root and Tuber Crops.pdf

Rocchetti, G., Chiodelli, 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

Ruiz, L. (2013). *CARACTERIZACIÓN DEL EXTRACTO SÓLIDO Y SECO DE DOS GENOTIPOS DE CAMOTE (IPOMOEA BATATAS L.), GELATINIZADO Y FORTIFICADO CON RESIDUO SÓLIDO DE ZANAHORIA AMARILLA (DAUCUS CAROTA)* [Tesis de Grado, Escuela Politécnica Nacional]. https://1library.co/document/q05v0xly-caracterizacion-extracto-genotipos-gelatinizado-fortificado-solido-zanahoria-amarilla.html

Sadak, M. S., & Ramadan, A. A. E. M. (2021). Impact of melatonin and tryptophan on water stress tolerance in white lupine (Lupinus termis L.). *Physiology and Molecular Biology of Plants*, *27*(3), 469–481. https://doi.org/10.1007/s12298-021-00958-8

Salazar, D., Arancibia, M., Ocaña, I., Rodríguez-Maecker, R., Bedón, M., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021). Characterization and technological potential of underutilized ancestral andean crop flours from Ecuador. *Agronomy*, *11*(9), 1693. https://doi.org/10.3390/agronomy11091693

Salazar, D., Arancibia, M., Rodríguez, R., & Bedón, M. (2021). Characterization and Technological Potential of Underutilized Ancestral Andean Crop Flours from Ecuador. *Agronomy*, 28. https://doi.org/10.3390/agronomy11091693

Sanjinez, A. (2018). *ESTUDIO Y FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA NO LÁCTEA A BASE DE QUINUA (Chenopodium quínoa), AVENA (Avena sativa), Y AMARANTO (Amaranthus caudatus)* [Tesis de Maestría, Universidad Mayor de San Andrés]. https://docplayer.es/194216442-Universidad-mayor-de-san-andres.html

Santiago-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 Nutricion*, 46 (5), 593–605. Sociedad. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182019000500593&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Sarikurkcu, C. (2020). Anthemis chia: Biological capacity and phytochemistry. *Industrial Crops and Products*, *153*(5). https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112578

Siger, A., Czubinski, J., Kachlicki, P., Dwiecki, K., Lampart-Szczapa, E., & Nogala-Kalucka, M. (2017). Antioxidant activity and phenolic content in three lupin species. *Journal of Food Composition and Analysis*, *25*(2), 190–197. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2011.10.002

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]. http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/137522/Determinacion-de-la-capacidad-antioxidante-de-las-espigas-de-la-planta-de-chia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Taipe, L. (2017). *Fenoles totales y actividad antioxidante en Mashua (Tropaeolum tuberosum) en estado fresco, soleado y cocido en las variedades amarillo zapallo y negra* [Tesis de Maestría, Univerdidad Nacional del Centro de Perú]. http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1592

Todorović, N., O. Đorđević, N., & B. Pajović, S. (2019). In Vitro Analyses of Antioxidant Activity of Food Supplements GE Kids® and GE 132+ Natural®. *Journal of Food and Nutrition Research*, *7*(5), 355–360. https://doi.org/10.12691/jfnr-7-5-4

Togo, Y. D., Romero, E., Vásquez, E. M., Palencia, C. C., & Sabido, E. C. (2016). Comparación del consumo de alimentos de niños que habitan una zona urbana y una rural en la población de Ecuador. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, *66*(4), 287–293. https://www.alanrevista.org/ediciones/2016/4/art-4/

Valencia, Z., Cámara, F., Ccapa, K., Catacora, P., & Quispe, F. (2017a). 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

Valencia, Z., Cámara, F., Ccapa, K., Catacora, P., & Quispe, F. (2017b). 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://1library.co/document/myj7d2ky-valoracion-producto-tradicional-harinas-fuente-antioxidantes-compuestos-fenolicos.html

Vargas, M., Figueroa, H., Tamayo, J., & Toledo, M. (2019). Aprovechamiento de cáscaras de frutas : análisis nutricional y compuestos bioactivos. *CIENCIA Ergo-Sum*, *67*(7). https://www.redalyc.org/journal/104/10458194006/html/

Wang, S., & Clements, J. (2018). Antioxidant Activities of Lupin Seeds. *Jon Clements*, 56 (1), 14-18. https://www.academia.edu/32501059/Antioxidant_Activities_of_Lupin_Seeds

Westreicher, G. (05 de Julio del 2021). *Estructura del mercado*. https://economipedia.com/definiciones/estructura-del-mercado.html

Yábar, E., Chirinos, R., & Campos, D. (2019). Phenolic compounds and antioxidant capacity in three maca (Lepidium meyenii Walp.) ecotypes during pre-harvest, harvest and natural post-harvest drying. *Scientia Agropecuaria*, *10*(1), 85–97. https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.01.10

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

Zapata, K., Rojano, B. A., & Cortes, F. B. (2015). Efecto Térmico del Secado por Aspersión sobre los Metabolitos Antioxidantes Efecto Térmico del Secado por

Aspersión sobre los Metabolitos Antioxidantes de la Curuba Larga (Passiflora mollisima baley). *Información Tecnológica*, *26*(1), 77–84. https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000100009

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

ANEXO 1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
CARRERA DE ALIMENTOS

Objetivo: Evaluar los efectos del consumo de un suplemento alimenticio a base de matrices andinas sobre la salud mediante la determinación de la frecuencia de consumo de suplementos en niños de la ciudad de Ambato.

ENCUESTA: Frecuencia de consumo de un suplemento tipo premezcla

Por favor, ayúdame calificando la pregunta de la siguiente manera, en una escala de 5 puntos para indicar si la pregunta es (1) nada adecuada hasta (5) muy adecuada. Y un comentario de ser necesario con lo que consideres que se podría mejorar. Te lo agradecería mucho.

1. **Sabía usted, ¿qué un suplemento alimentario es un producto empleado para complementar la alimentación y entre sus ingredientes contienen minerales, vitaminas, enzimas, ácidos grasos y aminoácidos?**

( ) Si

( ) No

2. **Le proporciona a su hijo algún tipo de suplemento**

( ) Si

( ) No

3. **De ser si su respuesta ¿Qué suplemento alimentario le proporciona o le ha proporcionado a su hijo?**

( ) Ensure

( ) PediaSure

( ) Enfagrow

( ) NutriBio Kids

4. **En una escala del 1-5 siendo 1 nada importante y 5 muy importante. ¿Cuánta importancia le ha otorgado usted a la alimentación de su hijo?**

( ) **5**

( ) **4**

( ) **3**

( ) **2**

( ) **1**

5. **¿Con qué frecuencia compra usted suplementos alimentarios para su hijo?**

( ) Semanal

( ) Quincenal

( ) Mensual

( ) Cada 2 o 3 meses

6. **¿Cuál de los aspectos a continuación es importante a la hora de comprar un suplemento alimenticio?**

( ) Precio

( ) Composición nutricional

( ) Marca

( ) Presentación

7. **Sabía usted, ¿qué un antioxidante al ser una sustancia que impide la formación de óxidos permite el correcto funcionamiento del sistema inmunitario y ayuda a la prevención de enfermedades de origen cardiaco, cáncer, desórdenes neurológicos?**

( ) Si

( ) No

8. **Sabía usted, ¿qué la taurina es un antioxidante sintético utilizado en los suplementos alimentarios para niños y que su consumo en exceso puede provocar problemas en la salud?**

( ) Si

( ) No

9. **Le gustaría comprar un suplemento alimentario a base de matrices andinas como el chocho, quinua, zanahoria blanca, oca, mashua y chía que tenga una capacidad antioxidante natural**

( ) No

( ) Si

10. **¿Cuál considera usted que es la cantidad adecuada para la presentación de suplemento alimentario?**

( ) 250 g

( ) 500 g

( ) 1 kg

( ) 1.5 kg

11. **Tomando en consideración la respuesta de la pregunta anterior, ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por la compra de un suplemento alimentario a base de matrices andinas con capacidad antioxidante natural?**

( ) $ 20

( ) $ 30

( ) $ 40

( ) $ 50

ANEXO 2

INSTRUMENTO PARA VALIDACIÓN DE LA ENCUESTA

Marcar con una X la opción que considere dentro de la escala de Likert y de ser necesario indicar sus observaciones.

Validación de la Encuesta				
Ítems	**0** (Totalmente en desacuerdo)	**1** Indiferente (Ni en desacuerdo, ni de acuerdo)	**2** (Totalmente de acuerdo)	**Observaciones**
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				