

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



Capacidad antioxidante del tocosh de
Solanum tuberosum L. "papa" en diferentes tiempos de
fermentación. Ayacucho - 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
QUÍMICA FARMACÉUTICA

Presentado por:

Bach. ORE VARGAS, Karen

Asesor:

Mg. AGUILAR FELICES, Enrique Javier

AYACUCHO – PERÚ

2023

A mis padres, Feliciano y Gladys, a mis hermanas, Mary y Magaly y de manera especial a Carlos, que siempre me apoyaron incondicionalmente.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, cuna de profesionales forjadores de un mundo mejor.

A la Facultad de Ciencias de la Salud y a la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica por concederme el honor de formar parte de ellas y a sus profesores quienes me brindaron los conocimientos necesarios para la vida profesional.

A mi asesor, Dr. Enrique J. Aguilar Felices, por su acertada conducción en el desarrollo de este trabajo de investigación.

A todas las personas quienes me alentaron y me apoyaron en el desarrollo de este trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Página
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xv
INTRODUCCIÓN	17
II. MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes	19
2.2. Marco conceptual	20
2.2.1. <i>Solanum tuberosum</i> L	20
2.2.2. Fermentación de alimentos	21
2.2.3. Tocosh de <i>Solanum tuberosum</i> L. “papa”	22
2.2.4. Compuestos fenólicos	23
2.3. Radicales libres	25
2.4. Antioxidantes	26
III. MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1. Ubicación del estudio	29
3.2. Muestra	29
3.3. Tipo de muestreo	29
3.4. Diseño metodológico para la recolección de datos	29
3.4.1. Tipo de investigación	29
3.4.2. Recolección y selección de los tubérculos	29
3.4.3. Elaboración del tocosh	29
3.4.4. Obtención del extracto metanólico de tocosh	30
3.4.5. Determinación del contenido de fenoles totales	30
3.4.6. Determinación del contenido de flavonoides	30
3.5. Determinación de la capacidad antioxidante	30
3.6. ANÁLISIS DE DATOS	31
IV. RESULTADOS	33
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES	45
VII. RECOMENDACIONES	47
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXOS	55

ÍNDICE DE TABLAS

		Página
Tabla 1	Clasificación taxonómica	20
Tabla 2.	Antioxidantes enzimáticos.	27
Tabla 3.	Antioxidantes no enzimáticos.	27
Tabla 4	Fenoles totales y flavonoides de tocosh de <i>Solanum tuberosum</i> L. "papa" en diferentes tiempos de fermentación.	34
Tabla 5	Porcentaje de inhibición del radical libre DPPH y ABTS del tocosh de <i>Solanum tuberosum</i> L. "papa" en diferentes tiempos de fermentación.	35
Tabla 6	Poder antioxidante reductor del hierro (FRAP) del tocosh de <i>Solanum tuberosum</i> L. "papa" en diferentes tiempos de fermentación.	36
Tabla 7	Concentración mínima inhibitoria (CI ₅₀) de DPPH y ABTS del tocosh de <i>Solanum tuberosum</i> L. "papa" en diferentes tiempos de fermentación.	37
Tabla 8	Matriz correlacional entre el contenido de fenoles totales, flavonoides y su capacidad antioxidante	38

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Corte longitudinal del tubérculo de <i>Solanum tuberosum</i> L.	21
Figura 2. Tocosh de <i>Solanum tuberosum</i> L. "papa"	22
Figura 3. Clasificación de los compuestos fenólicos.	24
Figura 4. Fuentes de radicales libres y sus efectos nocivos en humanos.	26

ÍNDICE DE ANEXOS

		Página
Anexo 1	Constancia de identificación botánica.	56
Anexo 2	Comercialización de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) y del "suero de tocosh" artesanal en el mercado de "Nery García" - Ayacucho.	57
Anexo 3	Elaboración del tocosh.	58
Anexo 4	Obtención del extracto metanólico del tocosh.	59
Anexo 5	Determinación de fenoles totales.	60
Anexo 6	Determinación de flavonoides.	61
Anexo 7	Procedimiento para la cuantificación de fenoles totales.	62
Anexo 8	Curva de calibración de ácido gálico.	63
Anexo 9	Procedimiento para la cuantificación de flavonoides.	64
Anexo 10	Curva de calibración de quercetina.	65
Anexo 11	Procedimiento para determinación de la actividad secuestradora del DPPH.	66
Anexo 12	Curva de calibración de trolox.	67
Anexo 13	Procedimiento para la determinación de la actividad secuestradora del ABTS.	68
Anexo 14	Curva de calibración con trolox.	69
Anexo 15	Procedimiento para la determinación del poder antioxidante reductor del hierro (FRAP).	70
Anexo 16	Curva de calibración de trolox.	71
Anexo 17	Determinación del contenido de fenoles totales.	72
Anexo 18	Determinación del contenido de flavonoides.	73
Anexo 19	Determinación de la capacidad antioxidante.	74
Anexo 20	Análisis de varianza del contenido de fenoles totales, flavonoides, porcentaje de actividad secuestradora de DPPH, ABTS y poder antioxidante reductor del hierro (FRAP).	75
Anexo 21	Prueba de comparaciones múltiples de Scheffé para el contenido de fenoles totales	76
Anexo 22	Prueba de comparaciones múltiples de Scheffé para el contenido de flavonoides	77
Anexo 23	Prueba de comparaciones múltiples de Scheffé para DPPH.	78
Anexo 24	Prueba de comparaciones múltiples de Scheffé para ABTS	79
Anexo 25	Prueba de comparaciones múltiples de Scheffé para FRAP	80
Anexo 26	Matriz de consistencia.	81

RESUMEN

El tocosh es un alimento fermentado que tiene un gran potencial nutracéutico debido a sus propiedades nutritivas y terapéuticas. El objetivo de este estudio fue evaluar la capacidad antioxidante del tocosh de *Solanum tuberosum* L. "papa" a los 30, 60 y 90 días de fermentación. La cuantificación de los fenoles totales en los extractos metanólicos de tocosh se realizó mediante el método de Folin-Ciocalteu y los flavonoides por el método del cloruro de aluminio, mientras que, la capacidad antioxidante *in vitro* fue determinada por medio de los ensayos de eliminación de radicales libres DPPH, ABTS y FRAP, luego de 30, 60 y 90 días de fermentación respectivamente. Los contenidos respectivos de fenoles totales fueron 28,39; 26,11 y 16,19 mg EAG/g de extracto y flavonoides de 21,53; 12,46 y 10,12 mg EQ/g de extracto; así mismo, los porcentajes de inhibición fueron 19,65; 19,12 y 15,47 % frente a DPPH; 56,39; 45,83 y 15,83 % frente a ABTS y FRAP, de 372,09; 345,73 y 297,85 μ moles ET/mL de extracto, a su vez, las CI_{50} mínimas fueron 4,78 y 1,85 mg/mL para DPPH y ABTS, respectivamente, a los 30 días de fermentación. El contenido de fenoles totales y flavonoides del tocosh de *Solanum tuberosum* L. "papa" así como su capacidad antioxidante disminuyeron progresivamente por efecto del proceso de fermentación a través del tiempo.

Palabras clave: *Solanum tuberosum* L., tocosh, fermentación, antioxidantes, fenoles, flavonoides.

INTRODUCCIÓN

Durante siglos las comunidades altoandinas del Perú han logrado preservar la papa con el desarrollo de tecnologías ingeniosas de conservación; por un lado, practicaron el secado al sol o la liofilización natural para obtener el chuño y, por otro, la fermentación de la papa para obtener tocosh¹, un producto consumido ampliamente en nuestro país.

Los alimentos fermentados a menudo se asocian con efectos beneficiosos para la salud, pero las condiciones de producción no garantizarían, hasta cierto punto, la máxima calidad del producto², principalmente por afectación de su perfil químico. De hecho, durante la fermentación de alimentos algunos compuestos fenólicos pueden ser transformados por la microbiota existente³, influyendo sobre su actividad antioxidante.⁴ Este hecho podría mejorar su composición química, particularmente de los antioxidantes⁵, o potenciar sus propiedades biológicas⁶, sin embargo, también cabe la posibilidad de que los efectos sean negativos.

Los tubérculos de *Solanum tuberosum* L. “papa”, sin fermentar, contienen compuestos fenólicos como el ácido clorogénico, catequina y epicatequina⁷, de alto potencial para el tratamiento y prevención de enfermedades como el cáncer, trastornos cardiovasculares y neurodegenerativos⁸, debido a sus propiedades antioxidantes⁹; sin embargo, este tipo de compuestos presentan problemas de estabilidad inherentes.¹⁰

Dado este contexto y considerando que los efectos de la fermentación sobre los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante del tocosh durante su elaboración no están del todo claros desde el punto de vista cuantitativo, nos propusimos alcanzar los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Evaluar la capacidad antioxidante del tocosh de *Solanum tuberosum* L. “papa” en diferentes tiempos de fermentación.

Objetivos específicos:

- Determinar la capacidad antioxidante del tocosh de *Solanum tuberosum* L. “papa” en diferentes tiempos de fermentación, mediante los ensayos de DPPH, ABTS y FRAP.
- Cuantificar los fenoles totales en el tocosh de *Solanum tuberosum* L. “papa” en diferentes tiempos de fermentación.
- Cuantificar los flavonoides en el tocosh de *Solanum tuberosum* L. “papa” en diferentes tiempos de fermentación.

Con este trabajo buscamos contribuir al estudio fitoquímico del tocosh de papa, en aras de incrementar su valor y aceptación del consumidor. Servirá como punto de partida para estudios de optimización ya que de este modo se lograría un producto con un alto contenido de compuestos fenólicos, de óptima capacidad antioxidante y, principalmente, con un alto valor terapéutico y de fácil acceso que ayude a resolver algunos problemas de salud de la comunidad.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Velasco *et al.*¹¹, evaluaron la toxicidad aguda y subaguda de la harina de tocosh (*Solanum tuberosum* L.). El estudio evidenció que los fitoquímicos presentes en la solución de harina de tocosh fueron azúcares, fenoles, alcaloides, saponinas y esteroides. De otro lado, la harina de tocosh no presentó toxicidad a dosis repetida durante 28 días a dosis alta de 1000 mg/kg de peso corporal. No hubo muertes con dosis hasta de 5000 mg/kg, por lo tanto, la DL₅₀ oral fue superior a 5000 mg/kg.

Brizzolari *et al.*¹², desarrollaron un trabajo de investigación con el objetivo de evaluar el color, el contenido total de polifenoles (CTP), la capacidad antioxidante (ABTS, FRAP, DPPH), los azúcares reductores y el daño por calor (furosina, hidroximetilfurfural, glucosilisomaltol) de 21 productos comerciales en polvo obtenidos de frutos sudamericanos, entre ellos el tocosh. Aunque se evidenció CTP y capacidad antioxidante, estos fueron mínimos en el tocosh.

Yávar *et al.*¹³, evaluaron la actividad antioxidante y antibacteriana del tocosh de papa (*Solanum tuberosum* L.), para el cual, utilizaron tocosh fermentado a nivel del laboratorio y de fabricación artesanal, así como, el suero de tocosh. Demostraron que la actividad antioxidante y antibacteriana se incrementó con tendencia logarítmica y los mejores resultados se obtuvieron a los 30 días de fermentación. Mientras que, la actividad antibacteriana fue evaluada frente a *E. coli* y *S. aureus* fue resistente al suero de tocosh, medianamente resistente al tocosh artesanal y sensible al tocosh de laboratorio; y *S. aureus* fue sensible al tocosh artesanal y de laboratorio, pero no al suero de tocosh.

Sandoval.¹⁴, evaluó la capacidad antioxidante y el efecto citoprotector del tocosh de *Solanum tuberosum* “papa” en la mucosa gástrica de animales de experimentación, para lo cual utilizó tocosh seco y molido. La dosis de 1800 mg/kg mostró mejor efecto citoprotector y la de 2700 mg/kg mejor actividad antioxidante.

El estudio concluyó que el tocosh de *Solanum tuberosum* L. “papa” tuvo efecto citoprotector y actividad antioxidante.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. *Solanum tuberosum* L.

2.2.1.1. Clasificación taxonómica

La Tabla 1, muestra la clasificación taxonómica según el sistema de Cronquist A. (1988) (Anexo 1).

Tabla 1. Clasificación taxonómica.

DIVISIÓN:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE:	MAGNOLIOPSIDA
SUBCLASE:	ASTERIDAE
ORDEN:	SOLANALES
FAMILIA:	SOLANACEAE
GÉNERO:	<i>Solanum</i>
ESPECIE:	<i>Solanum tuberosum</i> L.
VARIEDAD.	Yungay
N.V.:	“papa yungay”

Fuente: Constancia emitida por la Bga. L. Aucasime M.

2.2.1.2. Descripción botánica

Son tallos modificados y los principales órganos de almacenamiento, presentan dos extremos, uno basal, unido al estolón, y otro apical o distal que es el extremo donde, siguiendo una espiral, se concentran los ojos conteniendo varias yemas. Un corte longitudinal nos muestra, del exterior al interior, el peridermo, que es una capa protectora del tubérculo; la corteza, una capa delgada que contiene principalmente proteínas y almidones; el sistema vascular, que conecta los brotes entre sí; el parénquima de reserva, que es el tejido principal de almacenamiento y ocupa la mayor parte del tubérculo; y la médula, que es la parte central interna del tubérculo.¹⁵

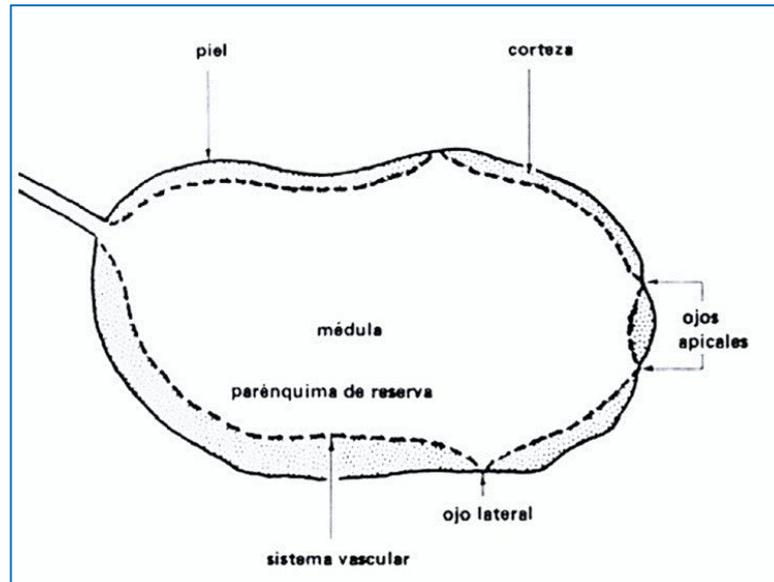


Figura 1. Corte longitudinal del tubérculo de *Solanum tuberosum* L.¹⁵

2.2.1.3. Compuestos fenólicos

Contienen una rica fuente de ácidos fenólicos, flavonoides y antocianinas^{16,17}, que comprenden de cuatro clases: ácidos fenólicos (como el ácido clorogénico), flavonoles (como la rutina), flavan-3-oles (como catequina) y antocianinas (como petanina), siendo el ácido clorogénico y sus isómeros (neoclorogénico y criptoclorogénico) los principales polifenoles.¹⁸

2.2.2. Fermentación de alimentos

La fermentación es una técnica de procesamiento de alimentos que se ha adoptado durante siglos en todo el mundo. Se puede definir como la modificación intencional de un sustrato a través de la actividad de microorganismos para obtener un producto deseado. La acción microbiana, en este caso directa, altera positivamente la apariencia, el sabor, las funcionalidades, la composición nutricional, el color y la textura. Al mismo tiempo, se producen metabolitos y otros compuestos complejos.⁵

Los alimentos fermentados tradicionales conocidos en América Latina son producidos principalmente por pueblos indígenas, utilizando como sustrato maíz, yuca, arroz y otros cereales; los ejemplos incluyen *pozol*, *chicha*, *polvilho*, *caxiri* y *cauim*. Los productos fermentados son consumidos por los pueblos indígenas con fines alimenticios, medicinales y religiosos; la mayoría de estos alimentos son conocidos y consumidos únicamente en la región donde se producen, lo que justifica el escaso conocimiento científico de estos productos.¹⁹

Las raíces y tubérculos andinos como la papa (*Solanum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*), olluco (*Ullucus tuberosus*), yacón (*Smallanthus sonchifolius*), ahípa (*Pachyrhizus ahípa*), arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), mashua (*Tropaeolum tuberosum*), ñame (*Dioscorea* sp.), yuca (*Manihot esculenta* Crantz), etc., han sido utilizados como sustrato para la producción de productos fermentados como el tocosh, chicha, tiquira (aguardiente de yuca), polvilho azedo (polvo agrio), masa agria y otros a través de técnicas tradicionales.¹

2.2.3. Tocosh de *Solanum tuberosum* L. “papa”

La palabra tocosh deriva del vocablo togosh, que en quechua significa arrugado y fermentado. El nombre científico es *solanlim andigenum*, fermentado – putrefacto, y su nombre popular es tocosh, togosh o tocos.²⁰

Es el resultado de una tecnología andina de conservación de alimentos donde la papa es sometida a un proceso de fermentación-putrefacción de manera artesanal, obteniéndose un producto de uso tanto medicinal como nutritivo en las zonas donde se elabora. El tocosh es producido en mayor cantidad en la sierra de Huánuco.²¹ El método de preparación tradicional consiste en cavar un pozo (0,70 x 1,50 m de profundidad) en el suelo cerca de un manantial en el que se colocan grandes cantidades de papa (normalmente papas desechadas) entre capas de paja. Las papas se dejan fermentar en esta agua corriente hasta 12 meses. Pasado este tiempo se colocan en un área seca y sombreada para permitir que el agua escurra.¹



Figura 2. Tocosh de *Solanum tuberosum* L. “papa”.¹¹

2.2.3.1. Composición química.

Un estudio químico bromatológico reportó la presencia de esteroides, triterpenos, flavonoides, compuestos fenólicos, alcaloides, cumarinas y taninos.²² Asimismo, se describen que en la harina de tocosh se encuentran azúcares, fenoles, alcaloides, saponinas y esteroides¹¹, en tanto que, en la decocción de tocosh de papa (mazamorra) se encontraron compuestos fenólicos, alcaloides, triterpenos, esteroides, azúcares reductores y aminoácidos libres.¹⁴

2.2.3.2. Estudios farmacológicos.

La harina de tocosh es antibacteriana²³, antioxidante²⁴ y gastroprotectora²⁵⁻²⁷ incluso como decocción^{14,28} e inmunomoduladora.²⁹

2.2.3.3. Usos tradicionales

Las comunidades andinas suelen consumir el tocosh gracias a sus propiedades curativas muy potentes frente a problemas bronquiales (asma, tos, gripe), problemas digestivos (gastritis, colitis, duodenitis, hemorroides, riñones, hígado), problemas óseos (osteoporosis, artritis) y es consumida bajo la forma de mazamorra, porque combate las infecciones y cicatriza heridas^{2,30}, también, se puede preparar a partir de tocosh fresco recién sacado de la poza o con la harina, sin embargo, es frecuente consumirlo sancochado o incluso crudo.²¹ (Anexo 2)

2.2.4. Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos son las principales sustancias producto del metabolismo secundario de las plantas; son responsables de la pigmentación y la astringencia y también actúan como agentes protectores frente a la luz ultravioleta, además de su rol protector frente a parásitos e insectos. Químicamente, se caracterizan por poseer uno o más anillos aromáticos unidos a uno o más grupos hidroxilo, resultando diferentes estructuras químicas (Figura 2). Estos compuestos se dividen en diferentes grupos tales como ácidos fenólicos, flavonoides, taninos, estilbenos y lignanos.⁸

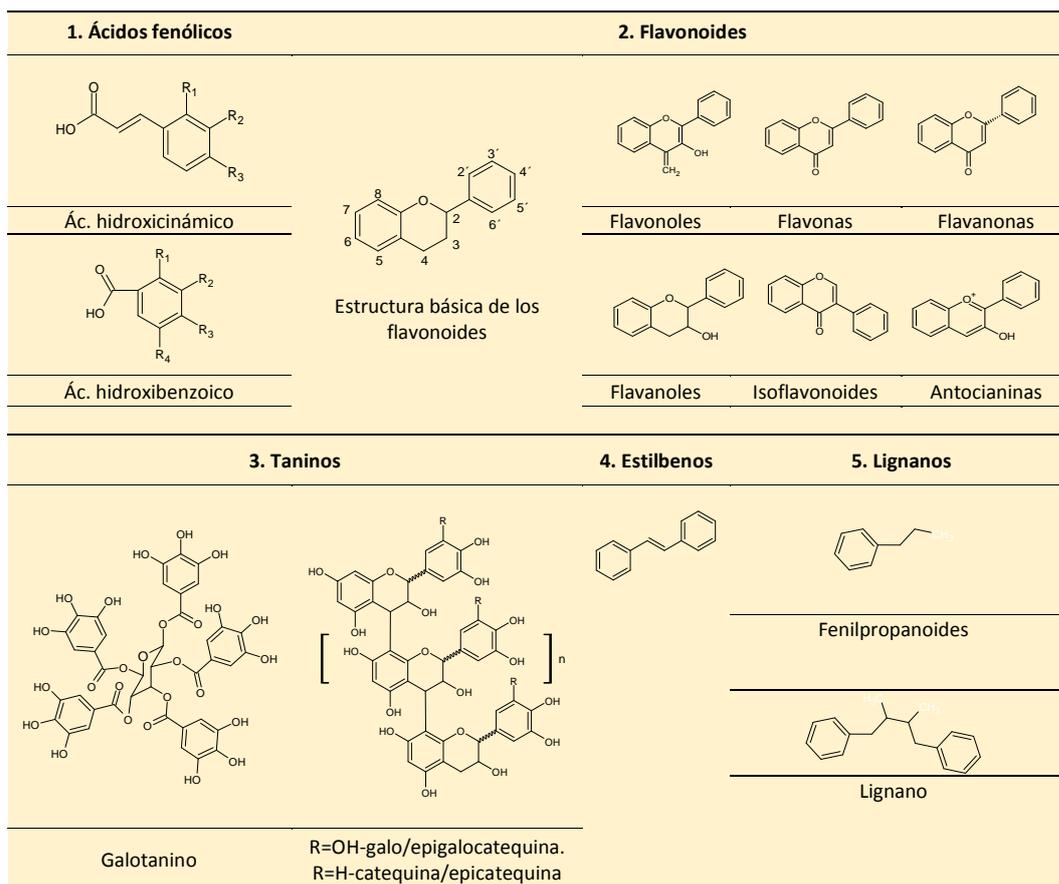


Figura 3. Clasificación de los compuestos fenólicos.⁸

2.2.4.1. Ácidos fenólicos. Los ácidos fenólicos representan la clase más simple de compuestos fenólicos; su estructura básica contiene un anillo fenólico y una función de ácido carboxílico y, según su estructura carbonada pueden ser ácidos hidroxibenzoicos (C6-C1), derivados del ácido benzoico y los ácidos hidroxicinámicos (C6-C3) que se derivan del ácido cinámico.⁸

2.2.4.2. Flavonoides. Son los compuestos fenólicos más abundantes en la naturaleza, con más de 8000 compuestos. Básicamente posee una estructura química de quince átomos de carbono (C6-C3-C6), contruidos por anillos de benceno (A y B), unidos por un anillo de pirano heterocíclico (C). Según el enlace entre los anillos B y C y los patrones de sustitución del anillo C, pueden ser flavonoles, flavonas, flavononas, flavonoides, isoflavonoides y antocianinas. Esta clase de compuestos está muy extendida en varias matrices alimentarias y está muy investigada por sus diversas bioactividades. En cuanto a su capacidad antioxidante, la configuración, la sustitución y el número de grupos hidroxilo son sustancialmente responsables de dar esta bioactividad a estos compuestos.⁸

2.2.4.3. Taninos. Son los principales polímeros fenólicos que se encuentran en los tejidos vegetales. Estas moléculas confieren un sabor amargo y astringente a algunas frutas. Son compuestos fenólicos complejos y se dividen en dos subclases: taninos hidrolizables y taninos condensados. Los primeros son mezclas de fenoles simples, por ejemplo, ácidos elágico y gálico, con un carbohidrato. Cuando se someten a condiciones ácidas o básicas, estos compuestos se pueden hidrolizar produciendo ácidos fenólicos y moléculas de carbohidratos; por ejemplo, el formado a partir de ácido gálico (galotanino). Los taninos condensados se forman al condensar dos o más monómeros de unidades de flavan-3-ol, unidos entre sí principalmente por enlaces entre los anillos A de las unidades de flavanol y los anillos de pirano de otros flavanoles.⁸

2.2.4.4. Estilbenos. Se caracterizan por la estructura química C6-C2-C6, con dos anillos de benceno conectados por un doble enlace. Según el doble enlace central, se dividen en los isómeros *Z* y *E*; cambiar el tipo de isomerización generalmente disminuye su actividad biológica. Se conocen más de 400 estilbenos; sin embargo, la presencia de estas sustancias se limita a familias de plantas que tienen la enzima clave involucrada en su biosíntesis. El resveratrol es uno de los estilbenos más conocidos; y debido a sus bioactividades, este compuesto ha sido ampliamente estudiado.⁸

2.2.4.5. Lignan. Son metabolitos vegetales secundarios que exhiben diferentes estructuras químicas; sin embargo, la estructura básica está compuesta por la combinación de dímeros fenilpropanoides (C6-C3) unidos por los carbonos centrales de las cadenas laterales. Esta clase de PC está presente en algunas semillas. Los lignanos tienen actividades estrogénicas y antiestrogénicas, además de otras bioactividades.⁸

2.3. Radicales libres

Son átomos o moléculas que se producen mediante el metabolismo celular normal con uno o más de un electrón desapareado en su capa de valencia u órbita exterior. Existen dos categorías amplias de radicales libres dañinos: las especies reactivas de oxígeno (ROS) y las especies reactivas de nitrógeno (RNS). Las moléculas de oxígeno que contienen electrones desapareados y radicales que actúan como agentes oxidantes (que pueden convertirse en radicales) se incluyen en las ROS. El RNS también incluye radicales (como dióxido de nitrógeno y óxido nítrico) y no radicales (como N₂O₃, ONOO⁻ y ácido nitroso). Los radicales libres se producen internamente en las mitocondrias durante la cadena respiratoria, durante

la fagocitosis en los fagocitos, en el peroxisoma, a través de las vías de los araquidonatos, durante el ejercicio y a través de la inflamación. Las radiaciones, el humo del tabaco, ciertas drogas, los contaminantes ambientales y los solventes industriales son las fuentes externas que pueden inducir la producción de radicales libres (Figura 4).³¹

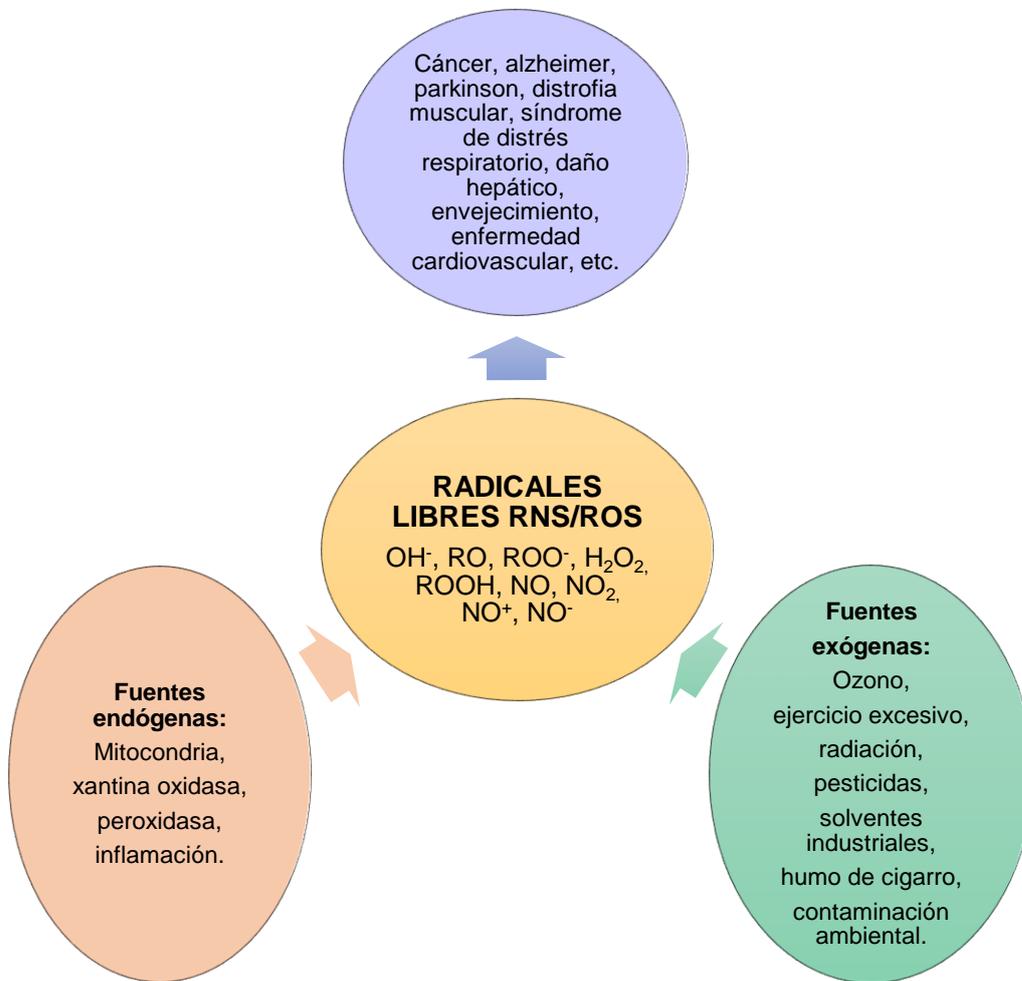


Figura 4. Fuentes de radicales libres y sus efectos nocivos en humanos.³¹

2.4. Antioxidantes

Son un conjunto de compuestos químicos o productos biológicos que neutralizan de una manera directa o indirecta los efectos nocivos de los radicales libres u oxidantes, tales como la oxidación a lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, que alteran las funciones celulares. Los antioxidantes se han clasificado en dos sistemas, el sistema enzimático y no enzimático.³²

Tabla 2. Antioxidantes enzimáticos.³²

Antioxidante	Ubicación celular	Función
Superóxido dismutasa	Citoplasma (SOD-1) Mitocondria (SOD-2) Extracelular (SOD-3)	Dismutación de radicales superóxido.
Glutation peroxidasa	Citoplasma y mitocondria	Elimina el peróxido de hidrógeno y los hidroperóxidos orgánicos
Catalasa	Citoplasma y mitocondria	Elimina peróxido de hidrógeno.

Tabla 3. Antioxidantes no enzimáticos.^{32,33}

Antioxidante	Fisiología
Vitamina E	Capta los radicales libres en membrana evitando la lipoperoxidación
Vitamina C	Efecto eliminador de radicales y recicla la vitamina E. Ambas vitaminas C y E trabajan como antioxidantes
Glutación	Tiene varios efectos en la defensa antioxidante celular
Ácido lipoico	Antioxidante eficaz y sustituto eficaz del glutatión
Carotenoides	Antioxidante de lípidos
Ubiquinonas CoQ10	Efectos de gran utilidad como antioxidantes
Compuestos fenólicos	Bajo riesgo de desarrollar enfermedades debido a sus propiedades antioxidantes.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del estudio

El desarrollo de este trabajo de investigación se llevó a cabo en los laboratorios de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

3.2. Muestra

100 g de tocosh de *Solanum tuberosum* L. “papa”, obtenido a los 30, 60 y 90 días de fermentación.

3.3. Tipo de muestreo

El tipo de muestreo fue por conveniencia.

3.4. Diseño metodológico para la recolección de datos

3.4.1. Tipo de investigación

Básica experimental.

3.4.2. Recolección y selección de los tubérculos

3 kg de tubérculos pequeños de la variedad yungay (tercera calidad o de tercera), fueron adquiridos en el mercado “Nery García Zárate” de la ciudad de Ayacucho (Anexo 2). Se seleccionaron los tubérculos de tamaño homogéneo, maduros, intactos, íntegros y sin indicios de lesión o enfermedad.

3.4.3. Elaboración del tocosh

Los tubérculos se lavaron con abundante agua potable hasta la eliminación completa de cualquier material extraño de su superficie. Se depositó 1 kg de papa en 3 recipientes de plástico de 3 L (1 kg por recipiente). Cada recipiente fue utilizado para las fermentaciones por 30, 60 y 90 días. Enseguida se añadieron volúmenes de agua suficiente para cubrir los tubérculos. El recambio de agua se hizo cada tres días.¹³

Después de 30, 60 y 90 días se eliminó el agua quedando como residuo los tubérculos fermentados y de olor característico, los cuales vienen a ser el tocosh. Luego, protegido con guantes de látex, se retiró la cáscara mediante presión

manual para eliminar el agua residual; de este modo se obtuvo una pasta de almidón la cual se llevó a la estufa a 40°C hasta sequedad total. Finalmente, el material seco fue molido hasta obtener un polvo fino y se conservó en frasco de vidrio ámbar bajo refrigeración hasta su uso (Anexo 3).

3.4.4. Obtención del extracto metanólico de tocosh.

10 g de harina de tocosh se colocó en un matraz de 500 mL y se añadió 100 mL de metanol y se extrajo por maceración dinámica utilizando un agitador magnético por 4 horas. Se filtró y se repitió la extracción con otros 100 mL de metanol. Los filtrados fueron reunidos y concentrados en un rotavapor y posteriormente en una estufa hasta sequedad. Los extractos fueron conservados en refrigeración en frasco ámbar hasta su uso (Anexo 4).

3.4.5. Determinación del contenido de fenoles totales.

Se utilizó la técnica propuesta por Palombini *et al.*³⁴ Se preparó el extracto a la concentración de 1mg/mL la determinación se realizó con 6 repeticiones. Los resultados se expresaron como miligramos equivalentes de ácido gálico por gramo de extracto (mgEAG/g extracto) frente a una curva de calibración del ácido gálico. (Anexos 5, 7 y 8)

3.4.6. Determinación del contenido de flavonoides.

El contenido de flavonoides se determinó siguiendo el método descrito por Zhishen *et al.*³⁵ Se preparó el extracto a la concentración de 1mg/mL y la determinación se realizó con 6 repeticiones. Los resultados se expresaron como miligramos equivalentes de quercetina por gramo de extracto (mEQ/g extracto) frente a una curva de calibración de quercetina. (Anexos 6, 9 y 10)

3.5. Determinación de la capacidad antioxidante.

3.5.1. Actividad secuestradora del radical libre DPPH

Se siguió el método descrito por Brand-Williams *et al.*, modificado por Thaipong *et al.*³⁶ Se preparó el extracto a la concentración de 1mg/mL la determinación se realizó con 6 repeticiones. Los resultados se expresaron como μ moles equivalentes de trolox por gramo de extracto (μ mol ET/ g extracto) frente a una curva de calibración de trolox (Anexos 11 y 12)

El CI_{50} se determinó a partir de la gráfica del porcentaje de inhibición a tres concentraciones de extracto diferentes (0,5; 1,0 y 2,0 mg) y que corresponde a la concentración en la que se neutraliza el 50 % de los radicales libres del DPPH.³⁷

3.5.2. Actividad secuestradora del radical libre ABTS

Se siguió el procedimiento descrito por Arnao *et al.*³⁸, modificado por Thaipong *et*

a/.³⁶ Se preparó el extracto a la concentración de 1mg/mL y la determinación se realizó con 6 repeticiones. Los resultados se expresaron como μ moles equivalentes de trolox por gramo de extracto (μ mol ET/ g extracto) frente a una curva de calibración de trolox (Anexos 13 y 14).

El CI_{50} se determinó a partir de la gráfica del porcentaje de inhibición a tres concentraciones de extracto diferentes (0,5; 1,0 y 2,0 mg) y que corresponde a la concentración en la que se neutraliza el 50 % de los radicales libres del ABTS.³⁷

3.5.3. Determinación del poder antioxidante reductor del hierro (FRAP).

Se siguió la técnica descrita por Benzie y Strain³⁹, modificado por Thaipong *et al.*³⁶ Se preparó el extracto a la concentración de 1mg/mL y la determinación se realizó con 6 repeticiones. Los resultados se expresaron como μ moles equivalentes de trolox por gramo de extracto (μ mol ET/ g extracto) frente a una curva de calibración de trolox (Anexos 15 y 16).

3.6. ANÁLISIS DE DATOS

Los resultados se expresaron como la media \pm desviación estándar del contenido de fenoles totales, flavonoides y la capacidad antioxidante de los ensayos DPPH, ABTS y FRAP. Todos los ensayos se realizaron a seis repeticiones.

Las diferencias entre los tres periodos de fermentación (30, 60 y 90 días) fueron evaluadas mediante el análisis de varianza y la prueba de comparaciones múltiples de Scheffé. Las diferencias fueron significativas cuando $p < 0,05$.

Así mismo, se determinó la correlación entre el contenido de fenoles totales, flavonoides y la capacidad antioxidante de los ensayos de DPPH, ABTS y FRAP; la cual se presentó como una matriz correlacional.

IV. RESULTADOS

Tabla 4. Fenoles totales y flavonoides de tocosh de *Solanum tuberosum* L. “papa” en diferentes tiempos de fermentación.

Compuesto fenólico	Tiempo de fermentación (días)			<i>p</i>
	30	60	90	
Fenoles totales (mg EAG/g extracto)	28,39 ± 0,59 ^a	26,11 ± 0,59 ^b	16,19 ± 0,34 ^c	0,0001
Flavonoides (mg EQ/g extracto)	21,53 ± 1,76 ^a	12,46 ± 0,67 ^b	10,12 ± 0,51 ^c	0,0001

ANVA $p < 0,05$

Prueba de Scheffé. En las filas, las letras diferentes indican diferencias estadísticas

Tabla 5. Porcentaje de inhibición del radical libre DPPH y ABTS del tocosh de *Solanum tuberosum* L. "papa" en diferentes tiempos de fermentación.

Radical libre	Tiempo de fermentación (días)			<i>p</i>
	30	60	90	
DPPH(ET/g de extracto)	19,65 ± 0,24 ^a	19,12 ± 0,73 ^a	15,47 ± 0,84 ^b	0,0001
ABTS(ET/g de extracto)	56,39 ± 0,35 ^a	45,83 ± 0,61 ^b	15,83 ± 0,93 ^c	0,0001

ANVA $p < 0,05$

Prueba de Scheffé. En las filas, las letras diferentes indican diferencias estadísticas.

Tabla 6. Poder antioxidante reductor del hierro (FRAP) del tocosh de *Solanum tuberosum* L. “papa” en diferentes tiempos de fermentación.

FRAP	Tiempo de fermentación (días)			<i>p</i>
	30	60	90	
μmoles ET/g de extracto	372,09 ± 5,58 ^a	345,73 ± 6,063 ^b	297,85 ± 2,0 ^c	0,0001

ANVA $p < 0,05$

Prueba de Scheffé. En las filas, las letras diferentes indican diferencias estadísticas.

Tabla 7. Concentración mínima inhibitoria (CI₅₀) de DPPH y ABTS del tocosh de *Solanum tuberosum* L. "papa" en diferentes tiempos de fermentación.

Radical libre	Tiempo de fermentación (días)		
	30	60	90
DPPH (ET/g de extracto)	4,78	4,89	5,81
ABTS (ET/g de extracto)	1,85	2,36	11,56

Tabla 8. Matriz correlacional entre el contenido de fenoles totales, flavonoides y su capacidad antioxidante

		Actividad secuestradora de DPPH	Actividad secuestradora de ABTS	Poder antioxidante reductor del Fe
Flavonoides	Correlación de Pearson	0,692**	0,810**	0,851**
Fenoles totales	Correlación de Pearson	0,951**	0,992**	0,973**

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

V. DISCUSIÓN

En la actualidad se conoce claramente el perfil fenólico y antioxidante de cada región anatómica de los tubérculos de *Solanum tuberosum*; desde el peridermo o cáscara, de gran valor para el sector nutracéutico^{40,41}, la pulpa⁴² e incluso el jugo, un subproducto de la industria del almidón⁴³. Sin embargo, poco se ha informado sobre el contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de este tubérculo bajo determinadas condiciones de conservación o procesamiento, como en el caso de la papa fermentada, el tocosh.

Es sabido que en todo el mundo las técnicas de fermentación se han utilizado durante siglos para conservar alimentos, mejorar su seguridad, aumentar su valor nutricional y añadirle sabores específicos empleando recursos mínimos.^{44,45} En nuestro país, el tocosh es el resultado de la fermentación tradicional de la papa, que consiste en someter dicho tubérculo a estrés hídrico *in situ*,⁴⁶ sin considerar los aspectos sanitarios.²

Para el desarrollo de este estudio se llevó a cabo el proceso de fermentación de los tubérculos bajo condiciones controladas a temperatura ambiente (Anexo 3). De hecho, la producción de tocosh en corto tiempo, bajo condiciones higiénicas y controladas de laboratorio, garantizaría un alimento funcional e inocuo⁴⁷, aspecto clave cuando se trata de un alimento fermentado cuyo interés de los consumidores es impulsado, en gran parte, por sus beneficios nutricionales sugeridos.⁴⁸ En efecto, recordemos que en nuestro país el consumo del tocosh se mantiene vigente porque aporta beneficios a la salud.

La Tabla 4 muestra el contenido de fenoles totales y flavonoides de tocosh en diferentes tiempos de fermentación. Se observó que los compuestos fenólicos disminuyeron de manera significativa ($p < 0,05$) a medida que dicho proceso se prolongaba en el tiempo, así mismo, esto es corroborado estadísticamente por la prueba de comparaciones múltiples de Scheffé (Anexos 21 y 22). Cualitativamente esta diferencia también es notoria, ya que se observó variaciones de color *in vitro*

(Anexos 17, 18 y 19). Considerando que el tocosh es básicamente la harina proveniente de la pulpa, y que la pulpa de la papa blanca fresca no fermentada contiene hasta 30 µg de flavonoides por 100 g⁷, este perfil fenólico pudo verse modificado por factores biológicos, físicos o químicos.

De acuerdo con varias investigaciones sobre alimentos fermentados, este bioproceso promueve la generación de compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes como los polifenoles⁴⁹, así como su capacidad antioxidante⁵⁰, tal es el caso de la fermentación de la harina, cereales y leguminosas⁵¹; sin embargo, contrario a esta observación, también existe evidencia de que durante el proceso de fermentación algunos compuestos fenólicos naturales, que por lo general se presentan como glucósidos, son metabolizados por la microbiota presente a compuestos más simples y biológicamente más activos³, es decir, los fitoquímicos, como los polifenoles, son transformados en formas más bioactivas y biodisponibles⁵². En este sentido, la disminución de los compuestos fenólicos observada en nuestro estudio también podría ser el resultado de la biotransformación por microorganismos presentes durante la fermentación.

Los procesos de fermentación involucran cambios fisicoquímicos que, como los ocurridos durante la fermentación de la papa, favorecen el crecimiento de microorganismos aerobios mesófilos, mohos, levaduras y bacterias ácido lácticas.¹³ Para el caso del tocosh, desde el punto de vista microbiológico, sólo se han realizado estudios preliminares que demuestran que este producto resulta de la fermentación microbiana, principalmente por *Lactobacillus sakei* y *Leuconostoc mesenteroides* como las principales especies de bacterias ácido lácticas.¹ Se sabe que los *lactobacillaceae* se encuentran entre los principales microorganismos en la mayoría de las fermentaciones de alimentos.⁵³ Estos microorganismos son capaces de provocar cambios en la acidez durante la fermentación, con la producción de ácidos orgánicos, como el ácido láctico y acético, a través del metabolismo de los carbohidratos.⁵⁴ Este cambio, a su vez, podría haber ejercido un efecto sobre las propiedades químicas del tocosh, vale decir, sobre su composición fenólica. De hecho, se sabe que cepas micromicetos y hongos filamentosos, como del género *Aspergillus* y *Penicillium*, que son capaces de utilizar compuestos fenólicos como única fuente de carbono.⁵⁵

En este sentido, podríamos afirmar que la reducción del contenido de compuestos fenólicos a medida que el tiempo de fermentación transcurría pudo haber ocurrido por la acción de los lactobacilos que metabolizan fenoles mediante reductasas,

descarboxilasas y glucosidasas. Los glucósidos de los compuestos fenólicos, incluidos los flavonoides, habrían sido metabolizados por las glucosidasas, algunas de las cuales tienen preferencia por los glucósidos de los fitoquímicos vegetales en lugar de los oligosacáridos⁵³. En este proceso se forma una amplia gama de metabolitos cuyas vías metabólicas, bioactividad y su cuantificación están muy poco investigadas⁵⁶.

De otro lado, dado que el proceso de fermentación de la papa fue de tipo sumergido, es decir, en un medio líquido (agua), por eso la denominación de estrés hídrico, pudo haber ocurrido reacciones químicas hidrolíticas tal como se han reportado en estudios previos que afirman que las disminuciones en los niveles de fenoles totales, flavonoides y taninos totales se podrían atribuir a la degradación e hidrólisis de los compuestos fenólicos.⁵

Un estudio mostró la reducción no significativa de compuestos bioactivos como ácido p-cumárico, elágico, benzoico, enoteína B y miricetina y de manera significativa de quercetina ($8,75 \pm 0,04$ a $7,48 \pm 0,04$) en dos tiempos de fermentación de hojas de *Chamerion angustifolium* (L.) Holub. Sin embargo, a pesar de sus hallazgos, el autor afirma que no existe información de consenso sobre el efecto de la fermentación sobre el contenido de compuestos fenólicos⁵⁷.

Sánchez – García et al.⁵⁸, al estudiar los cambios en las propiedades nutricionales y antioxidantes de la lenteja y quinua mediante fermentación fúngica en estado sólido con *Pleurotus ostreatus*, observó un perfil decreciente del contenido de fenoles totales a medida que avanzaba la fermentación en los sustratos de lenteja, con un mayor contenido en la harina que en grano. Resultados concordantes durante la fermentación del sorgo fueron reportados por Xu et al.⁵⁹, quien observó una correlación negativa entre el contenidos de fenoles totales del maíz y sorgo con el tiempo de fermentación. Estos resultados son coincidentes con los observados en nuestro estudio.

Respecto a la capacidad antioxidante, hasta antes de llevar a cabo este estudio, teóricamente, las propiedades terapéuticas del tocosh se atribuían a los compuestos fenólicos y a su capacidad antioxidante que se verían incrementados durante la fermentación. Sin embargo, nuestro estudio demuestra que estos disminuyen y que los mecanismos terapéuticos se podrían explicar desde otra perspectiva. En este sentido, debido a que el contenido de compuestos fenólicos totales o flavonoides en las plantas no refleja necesariamente la actividad antioxidante total de la planta, se deben considerar comparaciones cuantitativas

de la actividad antioxidante de cada compuesto fenólico.⁶⁰

Los porcentajes de inhibición de los radicales libres DPPH y ABTS también experimentaron una marcada disminución (Tabla 5). Esto se explica porque la capacidad antioxidante observada está en relación directa, con el contenido de los compuestos fenólicos presentes (Tabla 8), siendo, en este caso, mayor a los 30 días de fermentación y menor a los 90; esta diferencia es estadísticamente significativa ($p < 0,05$) según el análisis de varianza (Anexo 20). El mismo comportamiento se observó al evaluar la capacidad antioxidante reductora del Fe (Tabla 6), con menor capacidad reductora del Fe a medida que transcurre la fermentación, siendo significativa ($p < 0,05$) la diferencia entre un tiempo y otro. Estas diferencias de actividad antioxidante son estadísticamente significativas en cada tiempo de fermentación (Anexos 23, 24 y 25).

Cuéllar - Alvarez et al.⁶¹, evaluaron el efecto del tiempo de fermentación sobre el contenido fenólico y la actividad antioxidante de los granos de *Theobroma grandiflorum*. El análisis del contenido fenólico y la actividad antioxidante mostró una disminución después de 6 días de fermentación, por lo que recomendaron no continuar la fermentación después de este período debido a la influencia negativa del proceso fermentativo sobre el contenido de sustancias bioactivas (catequinas) y la reducción de la capacidad de inhibición de los radicales libres que presentan los granos.

Dado que la reducción del contenido de compuestos fenólicos es progresiva a través del tiempo, el tocosh producido artesanalmente por más de tres meses contendría principalmente y de forma mayoritaria, una microbiota con propiedades funcionales benéficas para la salud. En vista de ello podríamos plantear la hipótesis de que los beneficios del tocosh en el tratamiento de enfermedades gástricas se debe a la presencia de principios antimicrobianos producidos por *Penicillium* sp., cuya biomasa, según lo reportado por Vilca³⁰, se incrementa de manera importante a partir de los 30 días de fermentación a temperatura ambiente. Al mismo tiempo, los compuestos fenólicos podrían jugar un papel secundario pero lo suficientemente potente para ejercer los efectos terapéuticos atribuidos por la medicina tradicional.

En la Tabla 7, se muestran los resultados de la determinación del CI_{50} de los extractos de tocosh. Se observa que a medida que transcurre el tiempo de fermentación el CI_{50} se incrementa, lo que quiere decir que se necesita mayor cantidad de compuestos antioxidantes para reducir en un 50% la concentración

inicial de los radicales libres DPPH y ABTS. En este sentido, teniendo en cuenta que a menor valor de CI_{50} es mayor la actividad antioxidante³⁷, podemos afirmar que a los 30 días de fermentación, el tocosh tuvo mayor porcentaje de captación de radicales libres DPPH y ABTS, con mínimos valores CI_{50} : 4,78 y 1,85 mg/mL, respectivamente.

Finalmente, se demostró que el tocosh elaborado artesanalmente tiene mejor contenido de fenoles totales y flavonoides a los 30 días de fermentación, así como mejor capacidad antioxidante, por lo tanto, como fuente de antioxidantes, es recomendable el tocosh de 30 días de fermentación.

VI. CONCLUSIONES

1. La capacidad antioxidante del tocosh disminuye por efecto del proceso de fermentación a través del tiempo, siendo las CI_{50} mínimas al día 30 para DPPH (4,78 ET/g de extracto), ABTS (1,85 ET/g de extracto), mientras que, para FRAP se obtuvo $372,09 \pm 5,58$ ET/g de extracto, lo que indica mayor capacidad antioxidante en dicho tiempo de fermentación.
2. El contenido de fenoles totales del tocosh a los 30 días de fermentación fue $28,39 \pm 0,59$ mg EAG/g de extracto, superior a los de 60 y 90 días, cuyos contenidos fueron $26,11 \pm 0,59$ y $16,19 \pm 0,34$ mg EAG/g de extracto, respectivamente.
3. El contenido de flavonoides del tocosh a los 30 días de fermentación fue $21,53 \pm 1,76$ mg EQ/g de extracto, superior a los de 60 y 90 días, cuyos contenidos fueron $12,16 \pm 0,67$ y $10,12 \pm 0,51$ mg EQ/g de extracto, respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

1. Identificar los compuestos fenólicos presentes después de 90 días de fermentación.
2. Identificar las enzimas involucradas en la disminución de compuestos fenólicos del tocosh.
3. Identificar los factores y esclarecer los mecanismos que afectan el contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante durante la elaboración del tocosh de *Solanum tuberosum* L., “papa”.
4. Realizar estudios experimentales de optimización de la obtención del tocosh de *Solanum tuberosum* L., “papa”, con el más alto contenido de compuestos fenólicos y la mejor capacidad antioxidante.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jiménez E, Yépez A, Pérez-Cataluña A, Ramos Vásquez E, Zúñiga Dávila D, Vignolo G, et al. Exploring diversity and biotechnological potential of lactic acid bacteria from tocosh - traditional Peruvian fermented potatoes - by high throughput sequencing (HTS) and culturing. *LWT*. 2018;87:567-74.
2. LeBlanc JG, Vignolo G, Todorov SD, de Giori GS. Indigenous fermented foods and beverages produced in Latin America. En: *Food Intake: Regulation, Assessing and Controlling*. 2013; p. 35-58.
3. Muñoz R, de las Rivas B, López de Felipe F, Reverón I, Santamaría L, Esteban-Torres M, et al. Chapter 4 - Biotransformation of Phenolics by *Lactobacillus plantarum* in Fermented Foods. En: Frias J, Martínez-Villaluenga C, Peñas E, editores. *Fermented Foods in Health and Disease Prevention*. Boston: Academic Press; 2017; p. 63-83.
4. Hur SJ, Lee SY, Kim YC, Choi I, Kim GB. Effect of fermentation on the antioxidant activity in plant-based foods. *Food Chem*. 2014;160:346-56.
5. Adebo OA, Gabriela Medina-Meza I. Impact of Fermentation on the Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Whole Cereal Grains: A Mini Review. *Molecules*. enero de 2020;25(4):927.
6. Mayta-Tovalino F, Sedano-Balbin G, Romero-Tapia P, Alvéz-Temoche D, Álvarez-Paucar M, Gálvez-Calla L, et al. Development of new experimental dentifrice of peruvian *Solanum tuberosum* L. (tocosh) fermented by water stress: Antibacterial and cytotoxic activity. *J Contemp Dent Pract*. 2019;20(10):1206-11.
7. Brown CR. Antioxidants in potato. *Am J Potato Res*. 2005;82(2):163-72.
8. Albuquerque R B, A. Heleno S, P. Oliveira MBP, Barros L, R. Ferreira ICF. Phenolic compounds: current industrial applications, limitations and future challenges. *Food Funct*. 2021;12(1):14-29.
9. Bhanja Dey T, Chakraborty S, Jain KK, Sharma A, Kuhad RC. Antioxidant phenolics and their microbial production by submerged and solid state fermentation process: A review. *Trends Food Sci Technol*. 2016;53:60-74.
10. Caleja C, Andreia R, Maria FB, Isabel CFRF. Phenolic Compounds as Nutraceuticals or Functional Food Ingredients. *Curr Pharm Des*. 2017;23(19):2787-806.
11. Velasco-Chong JR, Herrera-Calderón O, Rojas-Armas JP, Hañari-Quispe RD, Figueroa-Salvador L, Peña-Rojas G, et al. tocosh flour (*Solanum tuberosum* L.): A Toxicological Assessment of Traditional Peruvian Fermented Potatoes. *Foods*. 2020;9(6):719.
12. Brizzolari A, Brandolini A, Glorio-Paulet P, Hidalgo A. Antioxidant capacity and heat damage of powder products from South American plants with functional properties. *Ital J Food Sci*. 2019;31(4):731-48.
13. Yábar VEFY, Cruz VRD la, Vásquez JC. Evaluación de la actividad antioxidante y antibacteriana del tocosh de papa (*Solanum tuberosum* L.). *J Agri-Food Sci*. 2019;1(1):47-52.

14. Sandoval Vegas MH, Tenorio Mucha J, Tinco Jayo A, Loli Ponce RA, Calderón Pinillos S. Efecto antioxidante y citoprotector del tocosh de *Solanum tuberosum* L. 'papa' en la mucosa gástrica de animales de experimentación. *An Fac Med.* 2015;76(1):15-20.
15. Hinostroza, F. M J. Botánica y morfología de la papa. Boletín INIA - Instituto Nacional de investigaciones Agropecuarias N° 193; 2009.
16. Sahair A, Ts G, Karthikeyan M, Gnanasekaran A, Gk C, Basalingappa K, *et al.* *Solanum tuberosum* L: Botanical, Phytochemical, Pharmacological and Nutritional Significance. *Int J Phytomedicine.* 2018;
17. Akyol H, Riciputi Y, Capanoglu E, Caboni MF, Verardo V. Phenolic Compounds in the Potato and Its Byproducts: An Overview. *Int J Mol Sci.* 27 de mayo de 2016;17(6):835.
18. Deußer H, Guignard C, Hoffmann L, Evers D. Polyphenol and glycoalkaloid contents in potato cultivars grown in Luxembourg. *Food Chem.* 2012;135(4):2814-24.
19. Ramos CL, Schwan RF. Technological and nutritional aspects of indigenous Latin America fermented foods. *Curr Opin Food Sci.* 2017;13:97-102.
20. Ccapa Pila E. Estudio del mercado del tocosh (tuqush) (*solanlim andigenum* fermentado – putrefacto) y comercialización en la ciudad de Arequipa. 2018.
21. Lechuga-Gilt H, Salas-Ramírez HI. Estudio para la instalación de una planta productora de mazamorra de tocosh con maca, quinua y leche. *Ing Ind.* 2013;(31):115-40.
22. Naupari, G., Arias, A., Amarillo, G. Estudio químico bromatológico y de la actividad antimicrobiana del tocosh. 1993;59 (2):87-92.
23. Enciso S, Medina J, Mauricio F, Mauricio-Vilchez C, Alvitez-Temoche D, Vilchez L, *et al.* Antibacterial Effectiveness of Four Concentrations of the Hydroalcoholic Extract of *Solanum tuberosum* L. (Tocosh) against *Streptococcus mutans* ATCC 25175TM: A Comparative *In Vitro* Study. *Int J Dent.* 2020:e8856382.
24. Coaquira Machaca S, Quispe Mamani RV. Estudio comparativo del efecto antibacteriano de tres marcas del tocosh (*Solanum tuberosum* L.) frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 Arequipa-2019. *Repos Univ Priv Autónoma Sur.* 2020
25. Escudero Araujo LA, Alvarez Chiri PR. Efecto gastroprotector del extracto acuoso del tocosh de *Solanum tuberosum* L. en úlceras gástricas en ratas albinas. *Repos Inst - UIGV.* 2018
26. Rojas Limache GE. Efecto del esferificado de la suspensión de harina de tocosh de *Solanum tuberosum* L. (Papa) sobre el tejido gástrico dañado por etanol en ratas. *Univ Nac Mayor San Marcos.* 2020
27. Hilario Chuquillanqui YY. Efecto de la administración del esferificado de la suspensión de harina de tocosh de *Solanum tuberosum* L. 'papa' en la gastroprotección en ratas. *Univ Nac Mayor San Marcos.* 2020.
28. Ponce RAL, Vegas MHS, Quispe RC, Pérez LAM. Tratamiento regenerativo de la mucosa gástrica con la mazamorra de tocosh de

- papa, en animales de experimentación. *Theorēma Lima Segunda Época En Línea*. 2016;(4):091-7.
29. Fernández Vargas RR. Evaluación del efecto inmunomodulador de la administración oral de “tocosh” de papa (*Solanum tuberosum* L.) en ratones BALB/c inmunosuprimidos con metilprednisolona. Repos Tesis - UNMSM. 2016.
 30. Vilca Renojo L. Evaluación de la concentración de *Penicillium* en el tocosh de papa (*Solanum tuberosum* L.) de la variedad yungay en diferentes tiempos de fermentación. Universidad Nacional de Huancavelica; 2014.
 31. Kumar, M., Pratap, V., Nigam, A. K., Sinha, B. K., Kumar, M., & Singh, J. K. G. Plants as a Source of Potential Antioxidants and Their Effective Nanoformulations. *Journal of Scientific Research*. 65(3):57-72.
 32. López L. A, Fernando A. C, Lazarova Z, Bañuelos V. R, Sánchez R. SH. Antioxidantes, un paradigma en el tratamiento de enfermedades. *Rev ANACEM Impresa*. 2012;48-53.
 33. De Oliveira NKS, Almeida MRS, Pontes FMM, Barcelos MP, de Paula da Silva CHT, Rosa JMC, *et al.* Antioxidant Effect of Flavonoids Present in *Euterpe oleracea* Martius and Neurodegenerative Diseases: A Literature Review. *Cent Nerv Syst Agents Med Chem*. 2019;19(2):75-99.
 34. Palombini SV, Claus T, Maruyama SA, Gohara AK, Souza AHP, Souza NE de, *et al.* Evaluation of nutritional compounds in new amaranth and quinoa cultivars. *Food Sci Technol*. 2013;33:339-44.
 35. Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem*. 1999;64(4):555-9.
 36. Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Cisneros-Zevallos L, Hawkins Byrne D. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *J Food Compos Anal*. 2006;19(6):669-75.
 37. Nuñez, W., Quispe, R., Ramos, N., Castro, A., & Gordillo, G. Actividad antioxidante y antienzimática *in vitro* y antiinflamatoria *in vivo* del extracto hidroalcohólico de *Caesalpinia spinosa* “tara”. *Ciencia e Investigación*. 2016;19(1):35-42.
 38. Arnao MB, Cano A, Acosta M. The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chem*. 2001;73(2):239-44.
 39. Benzie IFF, Strain JJ. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. *Anal Biochem*. 1996;239(1):70-6.
 40. Deo SK, K SB. Phytochemical analysis and *in vitro* antioxidant activity of *Solanum tuberosum* peel using High-Resolution Liquid Chromatography Mass Spectrometry (HR-LCMS) and FTIR *Deo S. K. and Sakhale B.K. *Sustain Agri Food Environ Res*. 2025
 41. Singh B, Singh J, Singh JP, Kaur A, Singh N. Phenolic compounds in potato (*Solanum tuberosum* L.) peel and their health-promoting activities. *Int J Food Sci Technol*. 2020;55(6):2273-81.

42. Valcarcel J, Reilly K, Gaffney M, O'Brien NM. Antioxidant Activity, Total Phenolic and Total Flavonoid Content in Sixty Varieties of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Grown in Ireland. *Potato Res.* 2015;58(3):221-44.
43. Kowalczewski PŁ, Olejnik A, Świtek S, Bzducha-Wróbel A, Kubiak P, Kujawska M, *et al.* Bioactive compounds of potato (*Solanum tuberosum* L.) juice: from industry waste to food and medical applications. *Crit Rev Plant Sci.* 2022;41(1):52-89.
44. Sun W, Shahrajabian MH, Lin M. Research Progress of Fermented Functional Foods and Protein Factory-Microbial Fermentation Technology. *Fermentation.* 2022;8(12):688.
45. Jimenez ME, O'Donovan CM, Ullivarri MF de, Cotter PD. Microorganisms present in artisanal fermented food from South America. *Front Microbiol.* 2022
46. Núñez-González FA, Millones-Gómez P. Tocosh: Penicilina natural de los andes y sus beneficios en la salud general. *Med Natur.* 2023;17(2):5-7.
47. Cruz VJRDL, Villanueva EFY. Aislamiento y uso de bacterias ácido lácticas nativas en la elaboración de tocosh en condiciones naturales y controladas. *J Agri-Food Sci.* 2022;3(1):44-52.
48. Marco ML, Sanders ME, Gänzle M, Arrieta MC, Cotter PD, De Vuyst L, *et al.* The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on fermented foods. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol.* 2021;18(3):196-208.
49. Ormaza AM, Díaz FO, Rojano BA, Ormaza AM, Díaz FO, Rojano BA. Efecto del Añejamiento del Café (*Coffea arabica* L. var. Castillo) sobre la Composición de Fenoles Totales, Flavonoides, Ácido Clorogénico y la Actividad Antioxidante. *Inf Tecnológica.* 2018;29(3):187-96.
50. Leonard W, Zhang P, Ying D, Adhikari B, Fang Z. Fermentation transforms the phenolic profiles and bioactivities of plant-based foods. *Biotechnol Adv.* 2021;49:107763.
51. Garrido-Galand S, Asensio-Grau A, Calvo-Lerma J, Heredia A, Andrés A. The potential of fermentation on nutritional and technological improvement of cereal and legume flours: A review. *Food Res Int.* 2021;145:110398.
52. Shiferaw Terefe N, Augustin MA. Fermentation for tailoring the technological and health related functionality of food products. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2020;60(17):2887-913.
53. Gaur G, Gänzle MG. Conversion of (poly)phenolic compounds in food fermentations by lactic acid bacteria: Novel insights into metabolic pathways and functional metabolites. *Curr Res Food Sci.* 2023;6:100448.
54. Bartkiene E, Rimša A, Zokaityte E, Starkute V, Mockus E, Cernauskas D, *et al.* Changes in the Physicochemical Properties of Chia (*Salvia hispanica* L.) Seeds during Solid-State and Submerged Fermentation and Their Influence on Wheat Bread Quality and Sensory Profile. *Foods.* 2023;12(11):2093.

55. Krastanov A, Alexieva Z, Yemendzhiev H. Microbial degradation of phenol and phenolic derivatives. *Eng Life Sci.* 2013;13(1):76-87.
56. Huynh NT, Van Camp J, Smagghe G, Raes K. Improved Release and Metabolism of Flavonoids by Steered Fermentation Processes: A Review. *Int J Mol Sci.* 2014;15(11):19369-88.
57. Lasinskas M, Jariene E, Vaitkeviciene N, Hallmann E, Najman K. Effect of Different Durations of Solid-Phase Fermentation for Fireweed (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub) Leaves on the Content of Polyphenols and Antioxidant Activity *In Vitro*. *Molecules.* 2020;25(4):1011.
58. Sánchez-García J, Asensio-Grau A, García-Hernández J, Heredia A, Andrés A. Nutritional and antioxidant changes in lentils and quinoa through fungal solid-state fermentation with *Pleurotus ostreatus*. *Bioresour Bioprocess.* 2022;9(1):51.
59. Xu LN, Guo S, Zhang S. Effects of solid-state fermentation with three higher fungi on the total phenol contents and antioxidant properties of diverse cereal grains. *FEMS Microbiol Lett.* 2018;365(16):fny163.
60. Lee LS, Choi EJ, Kim CH, Sung JM, Kim YB, Seo DH, et al. Contribution of flavonoids to the antioxidant properties of common and tartary buckwheat. *J Cereal Sci.* 2016;68:181-6.
61. Cuellar Alvarez L, Cuellar Alvarez N, Galeano Garcia P, Suárez Salazar JC. Effect of fermentation time on phenolic content and antioxidant potential in Cupuassu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng. K.Schum.) beans. 2017.

ANEXOS

Anexo 1. Constancia de identificación botánica

CONSTANCIA

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

Que, la Bachiller en Farmacia y Bioquímica, **Srta. Karen, ORÉ VARGAS** ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de tesis.

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

DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	MAGNOLIOPSIDA
SUB CLASE	:	ASTERIDAE
ORDEN	:	SOLANALES
FAMILIA	:	SOLANACEAE
GÉNERO	:	Solanum
ESPECIE	:	<i>Solanum tuberosum L.</i>
VARIEDAD	:	Yungay
N. V..	:	"papa yungay "

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 10 de Agosto del 2023


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

Anexo 2. Comercialización de papa (*Solanum tuberosum* L.) y del "suero de tocosh" artesanal en el mercado de "Nery García" - Ayacucho.



Comercialización de papa.



Comercialización del "suero de tocosh".

Anexo 3. Elaboración de tocosh.



a) Frascos 30, 60 y 90 días



b) Fermentación



c) Tocosh



d) Harina de Tocosh

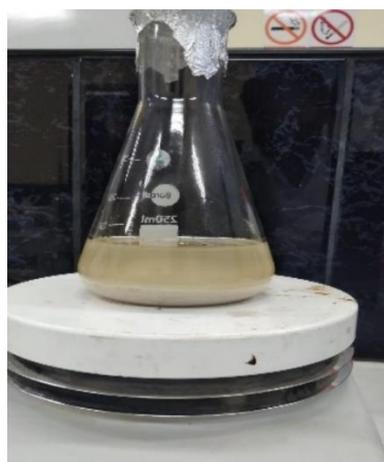


e) Envasado y conservación

Anexo 4 Obtención del extracto metanólico del tocosh



a) Extracción dinámica.



b) Agitador magnético.



c) Concentración.

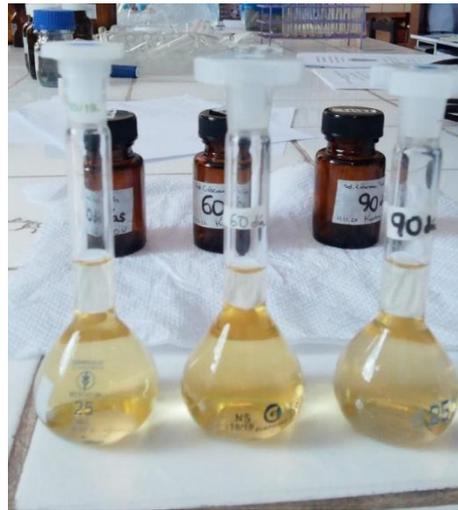


d) Envasado y conservación.

Anexo 5. Determinación de fenoles totales.



a) Extracto seco

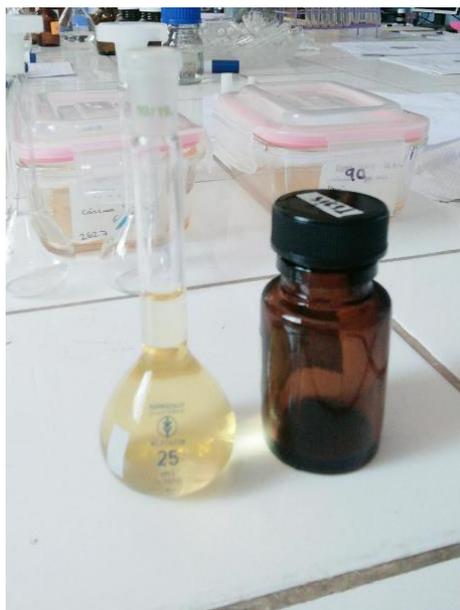


b) Solución metanólica



c) Preparación de reactivos

Anexo 6. Determinación de flavonoides



a) Extracto metanólico



b) Preparación de reactivos

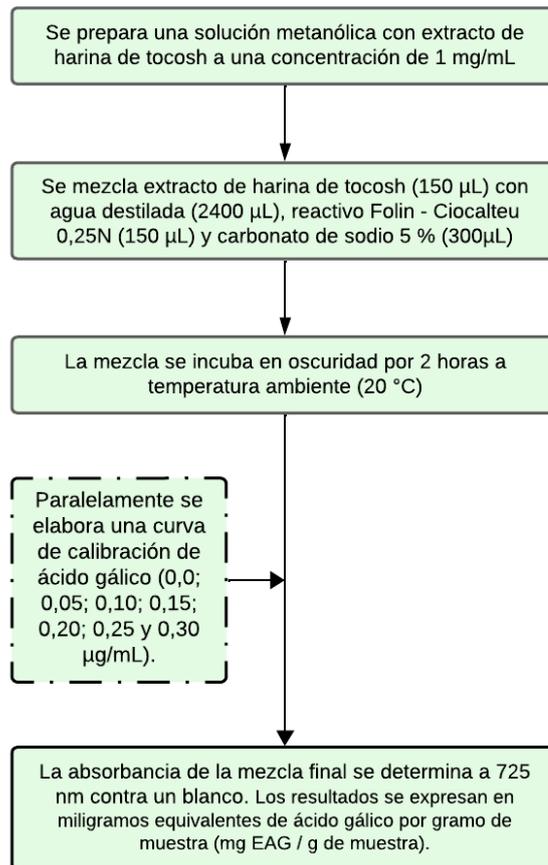


c) Centrifugar

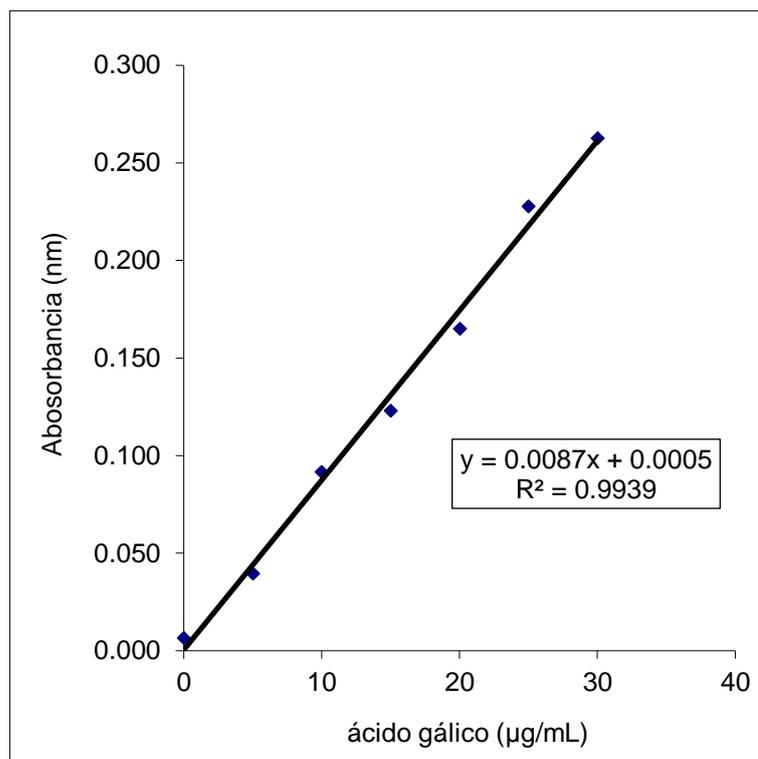


d) Lectura

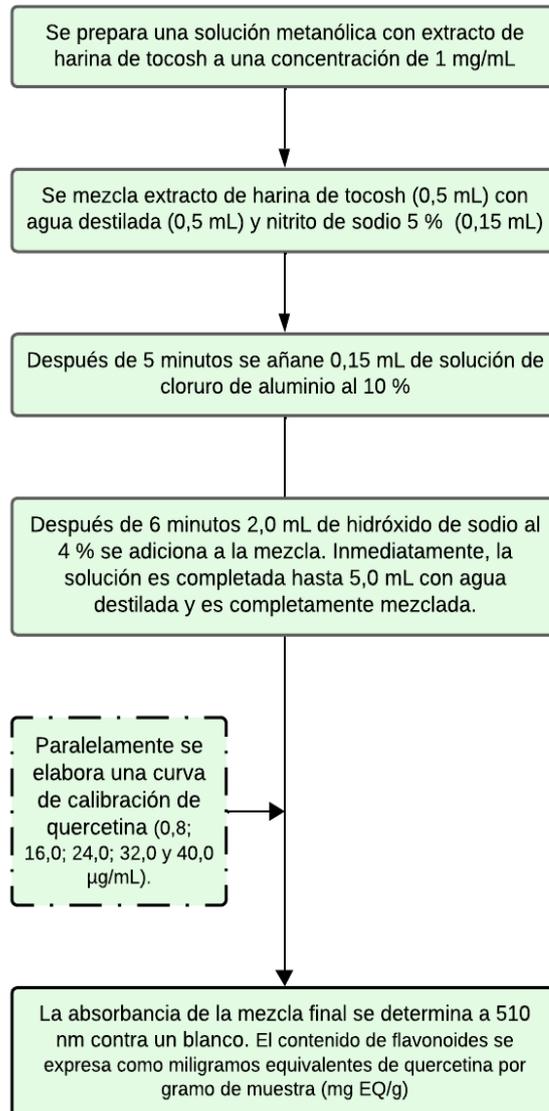
Anexo 7. Procedimiento para la cuantificación de fenoles totales.



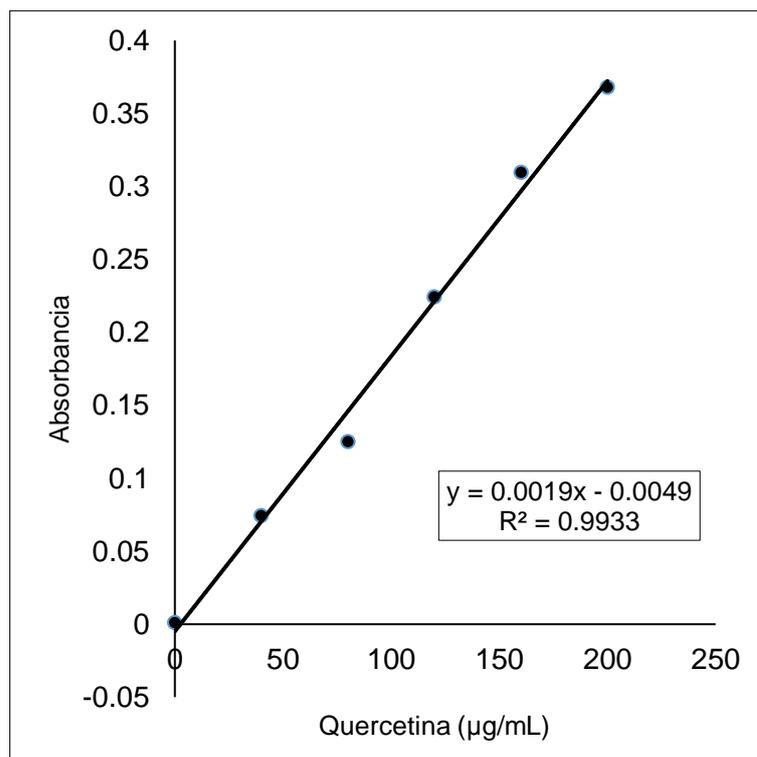
Anexo 8. Curva de calibración de ácido gálico.



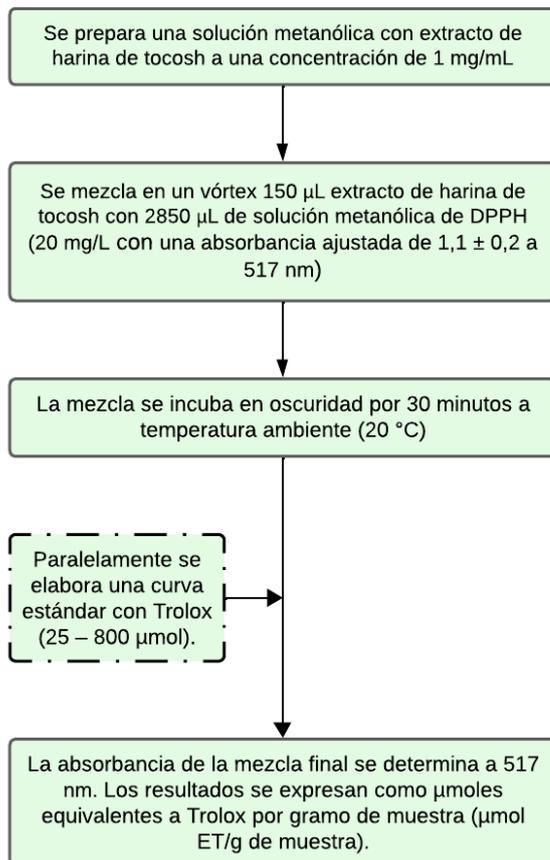
Anexo 9. Procedimiento para la cuantificación de flavonoides.



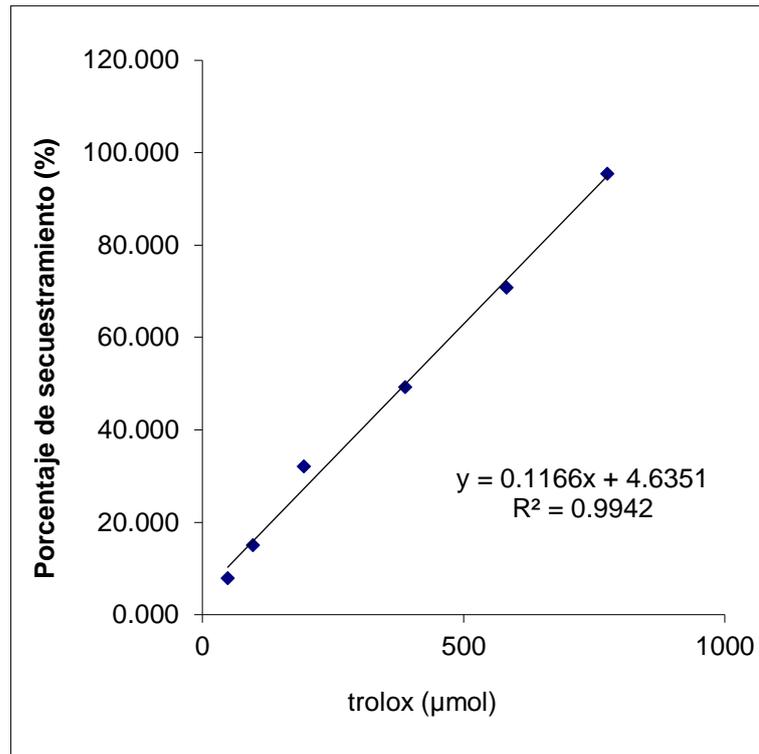
Anexo 10. Curva de calibración de quercetina.



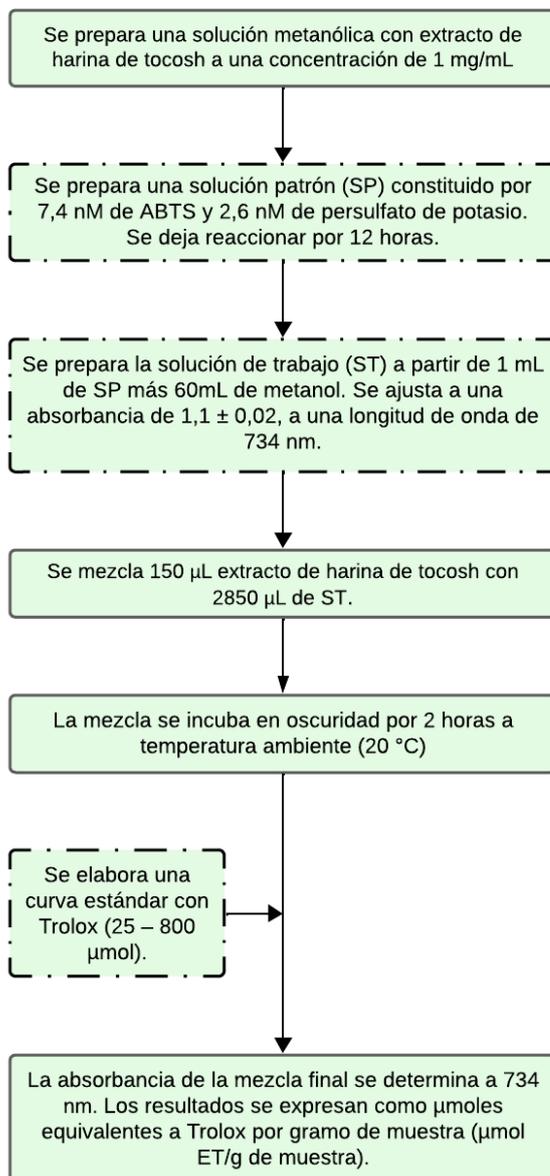
Anexo 11. Procedimiento para determinación de la actividad secuestradora del DPPH.



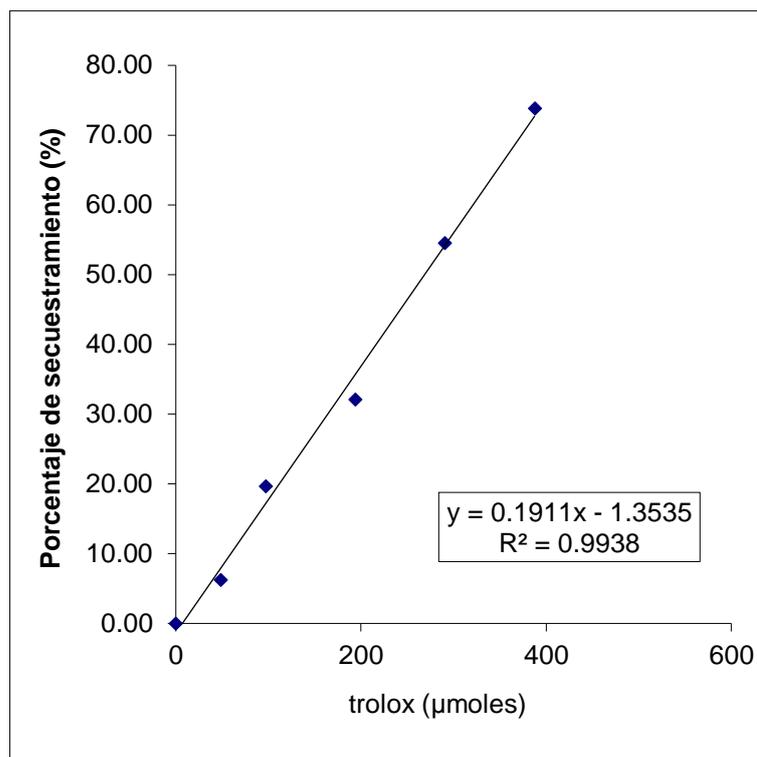
Anexo 12. Curva de calibración de trolox



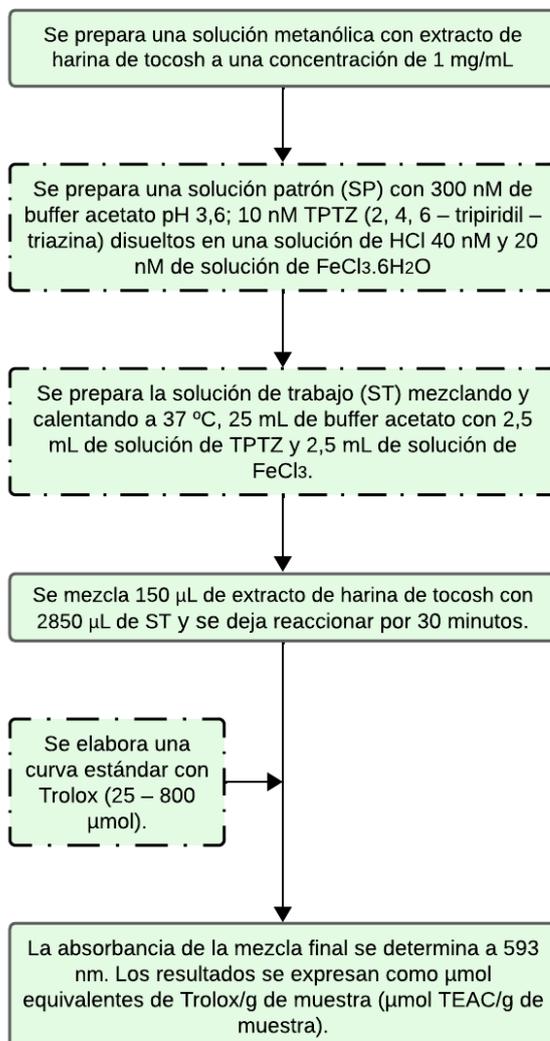
Anexo 13. Procedimiento para la determinación de la actividad secuestradora del ABTS.



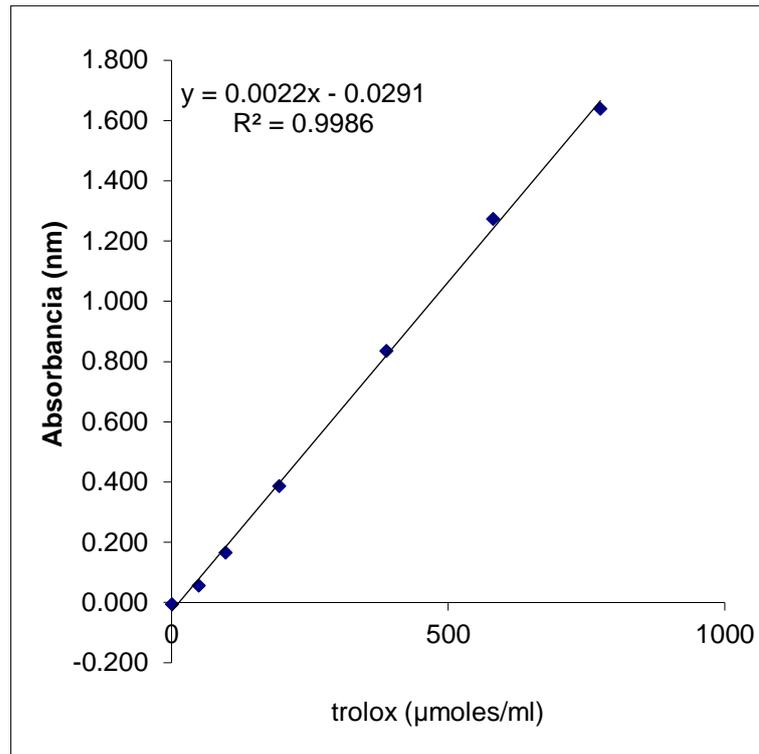
Anexo 14. Curva de calibración con trolox.



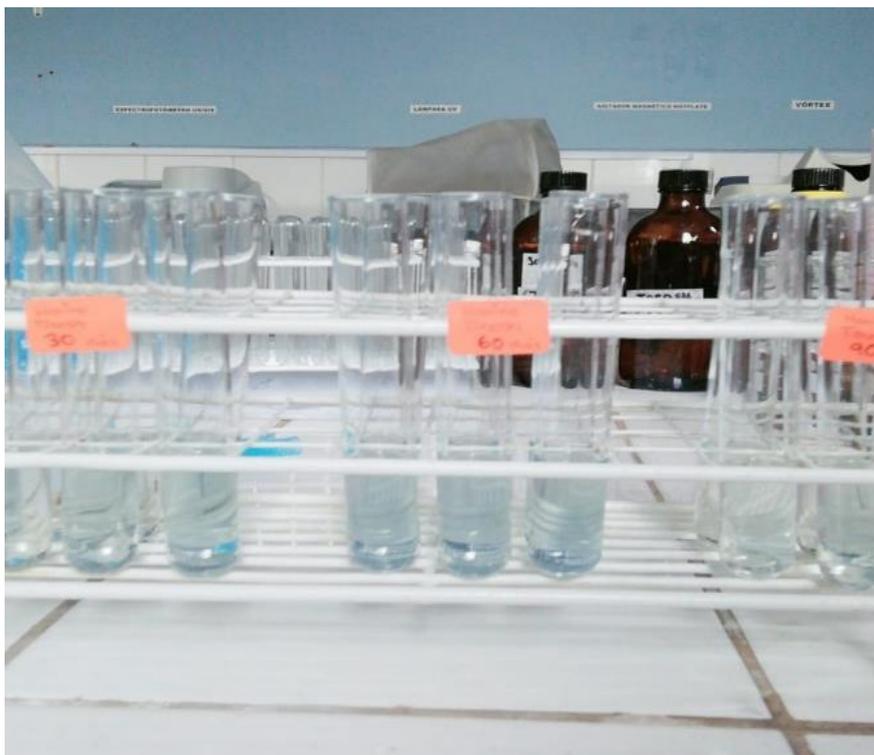
Anexo 15. Procedimiento para la determinación del poder antioxidante reductor del hierro (FRAP).



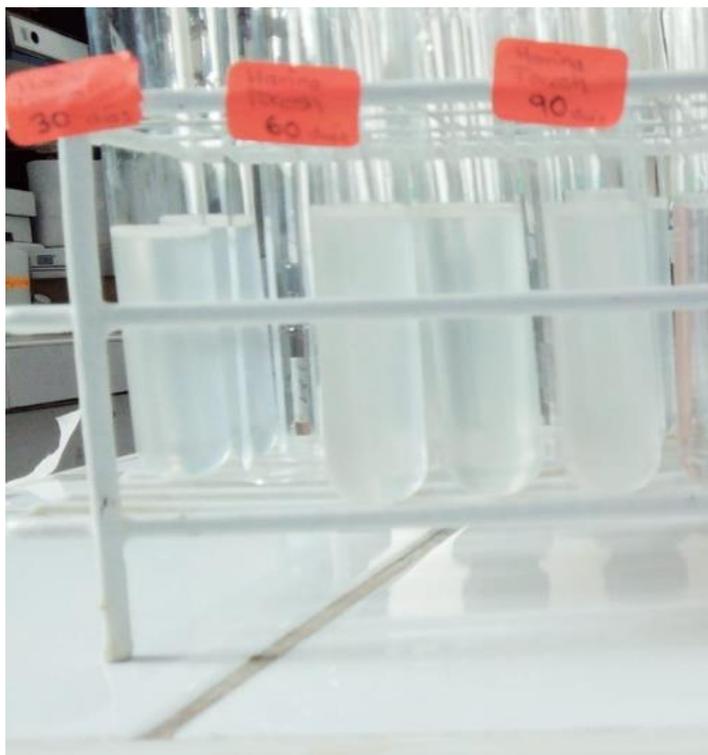
Anexo 16. Curva de calibración de trolox.



Anexo 17. Determinación del contenido de fenoles totales.



Anexo 18. Determinación del contenido de flavonoides.



Anexo 19. Determinación de la capacidad antioxidante.



a) DPPH



b) ABTS



c) FRAP

Anexo 20. Análisis de varianza del contenido de fenoles totales, flavonoides, porcentaje de actividad secuestradora de DPPH, ABTS y poder antioxidante reductor del hierro (FRAP).

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Fenoles totales	Entre grupos	505,281	2	252,641	933,118	0,000
	Dentro de grupos	4,061233	15	0,271		
	Total	509,342	17			
Flavonoides	Entre grupos	435,539	2	217,770	171,268	0,000
	Dentro de grupos	19,073	15	1,272		
	Total	454,612	17			
Porcentaje de actividad secuestradora de DPPH	Entre grupos	62,047	2	31,024	72,145	0,000
	Dentro de grupos	6,450	15	0,430		
	Total	68,497	17			
Porcentaje de actividad secuestradora de ABTS	Entre grupos	5313,514	2	2656,757	5802,989	0,000
	Dentro de grupos	6,867	15	0,458		
	Total	5320,381	17			
Porcentaje de reducción del Fe	Entre grupos	16997,700	2	8498,850	354,604	0,000
	Dentro de grupos	359,508	15	23,967		
	Total	17357,207	17			

Anexo 21. Prueba de comparaciones múltiples de Scheffé para el contenido de fenoles totales.

Scheffé^a

Tiempo de fermentación (días)	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
90	6	16,1850		
60	6		26,1083	
30	6			28,3900
Sig.		1,000	1,000	1,000

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6.000.

Anexo 22. Prueba de comparaciones múltiples de Scheffé para el contenido de flavonoides.

Scheffé^a

Tiempo de fermentación (días)	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
90	6	10,1217		
60	6		12,4633	
30	6			21,5283
Sig.		1,000	1,000	1,000

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6.000.

Anexo 23. Prueba de comparaciones múltiples de Scheffé para DPPH.

Scheffe^a

Tiempo de fermentación (días)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		a	b
90	6	15,4717	
60	6		19,1183
30	6		19,6483
Sig.		1,000	,398

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6.000.

Anexo 24. Prueba de comparaciones múltiples de Scheffé para ABTS.

Scheffe^a

Tiempo de fermentación (días)	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
90	6	15,8250		
60	6		45,8283	
30	6			56,3850
Sig.		1,000	1,000	1,000

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6.000.

Anexo 25. Prueba de comparaciones múltiples de Scheffé para FRAP

Scheffe^a

Tiempo de fermentación (días)	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
90	6	297,8500		
60	6		345,7283	
30	6			372,0900
Sig.		1,000	1,000	1,000

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6.000

Anexo 26. Matriz de consistencia.

Título: Capacidad antioxidante del tocosh de *Solanum tuberosum* L. “papa” en diferentes tiempos de fermentación. Ayacucho – 2021.

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
¿Cuál será la capacidad antioxidante del tocosh de <i>Solanum tuberosum</i> L. “papa” en diferentes tiempos de fermentación?	<p>O. general: Evaluar la capacidad antioxidante del tocosh de <i>Solanum tuberosum</i> L. “papa” en diferentes tiempos de fermentación.</p> <p>O. específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la capacidad antioxidante del tocosh de <i>Solanum tuberosum</i> L. “papa” en diferentes tiempos de fermentación, mediante los ensayos de DPPH, ABTS y FRAP. • Cuantificar los fenoles totales en el tocosh de <i>Solanum tuberosum</i> L. “papa” en diferentes tiempos de fermentación. • Cuantificar los flavonoides en el tocosh de <i>Solanum tuberosum</i> L. “papa” en diferentes tiempos de fermentación. 	El tocosh de <i>Solanum tuberosum</i> L. “papa” en diferentes tiempos de fermentación presenta diferencias en el contenido de compuestos fenólicos, flavonoides y en su capacidad antioxidante.	<p>Independiente: Contenido de compuestos fenólicos de tocosh de <i>Solanum tuberosum</i> L. “papa”. Indicadores: - Fenoles totales (mgEAG/g) - Flavonoides (mgEQ/g)</p> <p>Dependiente: Capacidad antioxidante del tocosh de <i>Solanum tuberosum</i> L. “papa”. Indicadores: - Actividad secuestradora del radical DPPH. - Actividad secuestradora del radical ABTS. - Potencial antioxidante reductor del hierro (FRAP).</p>	<p>Tipo de investigación Básico experimental</p> <p>Muestra 100 g de tocosh de <i>Solanum tuberosum</i> L. “papa”.</p> <p>Procedimiento metodológico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recolección y selección de <i>Solanum tuberosum</i> L. “papa” variedad “yungay”. • Elaboración del tocosh de “papa” • Obtención del extracto metanólico de tocosh. • Determinación del contenido de fenoles totales. • Determinación del contenido de flavonoides. • Determinación de la capacidad antioxidante <ul style="list-style-type: none"> - Actividad secuestradora del radical libre DPPH - Actividad secuestradora radical libre ATBS - Determinación del poder antioxidante reductor de hierro (FRAP). <p>Análisis de datos Los resultados se expresaron como la media \pm desviación estándar. Las diferencias estadísticas entre los tres periodos de fermentación (30, 60 y 90 días) fueron evaluadas mediante el análisis de varianza y la prueba de comparaciones múltiples de Scheffé. Las diferencias fueron significativas cuando $p < 0,05$.</p>

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

RESOLUCIÓN DECANAL N°1018-2023-UNSCH-FCSA-D

BACHILLER: ORÉ VARGAS KAREN

En la ciudad de Ayacucho, siendo las 2:30 tarde del día veintidós del mes de diciembre del año dos mil veintitrés, se reunieron en el auditorium de la Facultad de Ciencias de la Salud los docentes miembros del jurado evaluador, para el acto de sustentación de trabajo de tesis titulado: "**Capacidad antioxidante del tocosh de *Solanum tuberosum* L. "papa" en diferentes tiempos de fermentación. Ayacucho-2021**", presentado por la bachiller **ORÉ VARGAS KAREN** para optar el título profesional de Químico Farmacéutico. El jurado evaluador está conformado por:

Presidente : Prof. José A. Yarlequé Mujica (Decano)

Miembros : Prof. Emilio Ramírez Roca

: Prof. Stephany M. Barbarán Vilcatoma

Prof. Osmar H. Huaraca Cárdenas

Asesor : Prof. Enrique J. Aguilar Felices

Secretaria Docente : Prof. Tania Mendoza Almeida

En mérito del Memorando N°1416-2023-UNSCH-FCSA/D, de fecha 20 de diciembre del presente año, se dispone que el profesor Emilio Ramírez Roca asuma la presidencia del acto de sustentación.

Con el quorum de reglamento se dio inicio la sustentación de tesis, como acto inicial el presidente de la comisión pide a la secretaria docente dar lectura a la RESOLUCIÓN DECANAL N° 1018-2023-UNSCH-FCSA-D, de fecha 18 de diciembre de 2023, también manifiesta que los documentos presentados por la recurrente no tienen ninguna observación, dando algunas indicaciones a la sustentante.

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

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

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FINAL

Bachiller: **ORÉ VARGAS, KAREN**

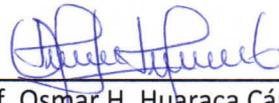
JURADOS	Texto	Exposición	Preguntas	P. Final
Prof. Emilio Ramírez Roca	16	16	16	16
Prof. Stephany M. Barbarán Vilcatoma	17	17	17	17

Prof. Osmar H. Huaraca Cárdenas	16	16	14	15
PROMEDIO FINAL				16

De la evaluación realizada por los miembros del jurado calificador, llegaron al siguiente resultado: Aprobar a la Bachiller **ORÉ VARGAS, KAREN**; quien obtuvo la nota final de dieciséis (16) para la cual los miembros del jurado evaluador firman al pie del presente, siendo la 3:30 de la tarde, se da por concluido el presente acto académico.



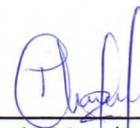
Prof. Stephany M. Barbarán Vilcatoma
Jurado



Prof. Osmar H. Huaraca Cárdenas
Jurado



Prof. Emilio Ramírez Roca
Presidente - Jurado



Prof. Tania Mendoza Almeida
Secretaria docente

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

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

CONSTANCIA

DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A Karen Oré Vargas, Bachiller de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Salud, en mérito a que la tesis titulada: “Capacidad antioxidante del tocosh de *Solanum tuberosum*L. “papa” en diferentes tiempos de fermentación. Ayacucho - 2021”, ha alcanzado un índice de similitud de 18 % (dieciocho); cumpliendo satisfactoriamente lo establecido en el Art. 13 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga mediante el uso del SOFTWARE TURNITIN.

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

Ayacucho, 26 de octubre de 2023.

 Firmado digitalmente por
Marco R. Aronés
Jara
Fecha: 2023.10.26
10:07:07 -05'00'

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



UNSCH

FACULTAD DE
CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE
FARMACIA Y BIOQUÍMICA



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD SEGUNDA INSTANCIA:
TESIS DE PREGRADO

(C°43-2023-EPFB-UNSCH)

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

Capacidad antioxidante del tocosh de *Solanum tuberosum* L. "papa" en diferentes tiempos de fermentación. Ayacucho - 2021

Bach. ORE VARGAS, Karen

Ha sido sometido al análisis mediante el sistema TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de **17% de índice de similitud.**

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

Ayacucho, 03 de noviembre del 2023



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

Mg. Maricela López Sierralta
DIRECTORA
Docente. Instructor
Segunda instancia

cc.
Archivo.

Capacidad antioxidante del tocosh de *Solanum tuberosum* L. “papa” en diferentes tiempos de fermentación. Ayacucho - 2021

por Karen ORE VARGAS

Fecha de entrega: 03-nov-2023 05:57p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2216754892

Nombre del archivo: TESIS_KAREN_ORE_VARGAS.pdf (1.59M)

Total de palabras: 10091

Total de caracteres: 56501

Capacidad antioxidante del tocosh de Solanum tuberosum L. "papa" en diferentes tiempos de fermentación. Ayacucho - 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	3%
3	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	2%
5	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	purl.org Fuente de Internet	1%
7	1library.co Fuente de Internet	1%
8	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	1%

9

revistas.uncp.edu.pe

Fuente de Internet

1 %

10

"Food Wastes and By-products", Wiley, 2020

Publicación

1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo