

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

E.A.P. DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

**Evaluación de la capacidad antioxidante de los extractos
etanólicos del fruto de *Physalis peruviana* “aguaymanto”
de diferentes lugares geográficos del Perú**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico

AUTOR

Isabel Mercedes Aparcana Ataurima

Leydi Steffani Villarreal Inca

Asesora

Bertha Jurado Teixeira

Lima – Perú

2014



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado Examinador y Calificador de la Tesis titulada:

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LOS EXTRACTOS ETANÓLICOS DEL FRUTO DE PHYSALIS PERUVIANA "AGUAYMANTO" DE DIFERENTES LUGARES GEOGRÁFICOS DEL PERÚ

que presentan las Bachilleres en Farmacia y Bioquímica:

**ISABEL MERCEDES APARCANA ATATURIMA, Y
LEYDI STEFFANI VILLARREAL INCA**

Que reunidos en la fecha se llevó a cabo la **SUSTENTACIÓN** de la **TESIS**, y después de las respuestas satisfactorias a las preguntas y objeciones formuladas por el Jurado, y practicada la votación ha obtenido la siguiente calificación:

18 - Dieciocho - Sobresaliente

en conformidad con el Art. 34.º del Reglamento para la obtención del Grado Académico de Bachiller en Farmacia y Bioquímica y Título Profesional de Químico Farmacéutico de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Lima, 6 de noviembre del 2014

Dr. AMÉRICO JORGE CASTRO LUNA
Presidente

Dr. MARIO CARHUAPOMA YANCE
Miembro

Mgtr. KARIM LIZETH JIMÉNEZ ALIAGA
Miembro

Q.F. OMAR HUGO SANTA MARÍA CHÁVEZ
Miembro

"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"

DEDICATORIA

Dedico este logro en especial a Dios

A mi madre Basilia por inculcarme la fé en
Dios y brindarme su apoyo incondicional
durante todos los años de vida universitaria

A mi padre Carlos, quién con sus sabios
consejos me orientó por el sendero de la vida

A mis hermanos, porque con su apoyo,
comprensión y cariño, me ayudaron a ser una
gran profesional.

Leydi

Dedico este trabajo principalmente a Dios

A mi madre María Antonia, por su amor, guía,
paciencia y su constante apoyo incondicional

A mi familia, por sus consejos y por su
colaboración constante

A mis amigos más cercanos por su
amabilidad y su disposición de ayudarme.

Isabel

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y a la Facultad de Farmacia y Bioquímica, Alma Mater de nuestra profesión por formarnos y orientarnos a ser buenos profesionales de la salud.

A nuestra asesora de tesis, **Q.F. Bertha Jurado Teixeira**, docente de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UNMSM, por su generosidad y la oportunidad de realizar este proyecto en el laboratorio de Farmacognosia, y compartir su amplia experiencia y conocimientos en un marco de confianza y amistad para culminar el presente trabajo.

A nuestra co-asesora, **Q.F. Eva Ramos LLica**, docente de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UNMSM, por sus valiosos aportes científicos basados en su gran experiencia en el campo de Recursos Vegetales, que hicieron posible la realización del trabajo.

A la **Q.F. María Calixto Cotos**, docente de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial por su colaboración y sus aportes de conocimiento para el presente trabajo.

Al Presidente(a) y a los miembros del Jurado Examinador y Calificador, nombrado por la Facultad de Farmacia y Bioquímica.

RESUMEN

Physalis peruviana L. “aguaymanto” es una planta nativa del Perú, utilizada en medicina tradicional por sus innumerables beneficios para la salud humana y su importante valor nutricional. La presencia de ciertos compuestos antioxidantes como los polifenoles, le atribuye la capacidad de neutralizar la acción oxidante de los radicales libres. El objetivo del presente trabajo fue valorar y comparar el contenido de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu y la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos del fruto de aguaymanto, provenientes de Ancash, Junín, Cajamarca y Huánuco, por los métodos del DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo) y ABTS (ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico). El fruto de *Physalis peruviana* L. procedente de Huánuco presentó mayor contenido de compuestos fenólicos expresados como $149,3 \pm 1,62$ mg/Eq de ácido gálico/100 g de fruto por el método de Folin-Ciocalteu. Asimismo, se obtuvo mayor capacidad antioxidante determinado por el método del DPPH obteniendo como concentración inhibitoria IC_{50} 1,86 mg/mL y por el método del ABTS obteniendo como concentración inhibitoria IC_{50} 1,29 mg/mL. El fruto proveniente de Huánuco presentó mayor capacidad antioxidante comparado con los frutos provenientes de Junín, Cajamarca y Ancash; por lo que resultaría una buena fuente de consumo en beneficio para la salud.

Palabras clave: *Physalis peruviana* L., polifenoles, antioxidante.

SUMMARY

Physalis peruviana L. "golden berry" is a native plant of Perú, used in traditional medicine for its countless benefits to human health and its important nutritional value. The presence of certain antioxidant compounds such as the polyphenols attributed the ability to neutralize the oxidative action of free radicals. The objective of the present work was to evaluate and compare the total polyphenol content by Folin-Ciocalteu method and the antioxidant capacity of the ethanol extracts of the fruit of golden berry, from Ancash, Junín, Cajamarca y Huánuco, by the methods of DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl-hidrazilo) and ABTS (acid 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzotiazolin-6-sulfonic acid). The fruit of *Physalis peruviana* L. from Huánuco had highest content of phenolic compounds expressed as $149,3 \pm 1,62$ mg mg/Eq of gallic acid /100 g of fruit by Folin-Ciocalteu method. As well, increased antioxidant capacity determined by the DPPH method obtaining as inhibitory concentration IC_{50} 1, 86 mg / mL and by the ABTS method obtaining as inhibitory concentration IC_{50} 1, 29 mg / mL. The fruit from Huánuco had highest antioxidant capacity compared with the fruits from Junín, Cajamarca and Ancash; and it would be good source consumption for human health benefit.

Key words: *Physalis peruviana* L., polyphenols, antioxidant.

ÍNDICE

RESUMEN

SUMMARY

I. INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
II. GENERALIDADES	
2.1. Antecedentes	4
2.2. Origen e historia	5
2.3. Taxonomía	6
2.4. Descripción botánica.....	7
2.5. Composición fisicoquímica.....	10
2.6. Composición nutricional	10
2.7. Normas de calidad del fruto de <i>Physalis peruviana</i> L.....	12
2.8. Propiedades medicinales	15
2.9. Componentes bioactivos de defensa antioxidante de <i>Physalis peruviana</i> L.....	18
2.10. Determinación de actividad antioxidante	
2.10.1. Medición de la actividad antioxidante	24
2.10.1.1. Método del DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo).....	25
2.10.1.2. Método del ABTS (Ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolin- 6-sulfónico).....	26
2.10.1.3. Contenido de fenoles totales por el reactivo de	

Folin-Ciocalteu (RFC).....	27
----------------------------	----

III. PARTE EXPERIMENTAL

3.1. Reactivos	28
3.2. Material vegetal	28
3.3. Análisis preliminar del fruto fresco	
3.3.1. Análisis organoléptico	28
3.3.2. Análisis fisicoquímico	29
3.4. Preparación del extracto etanólico	30
3.5. Marcha de solubilidad.....	31
3.6. Estudio fitoquímico.....	31
3.7. Cromatografía en capa fina.....	31
3.8. Determinación de la cantidad de fenoles totales mediante el reactivo de Folin-Ciocalteu.....	32
3.9. Determinación de la actividad antioxidante	
3.9.1. Método de captación del radical DPPH	33
3.9.2. Método de captación del radical ABTS.....	35

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis organoléptico y rendimiento.....	38
4.2. Análisis fisicoquímico.....	39
4.3. Marcha de solubilidad	39
4.4. Estudio fitoquímico.....	39
4.5. Cromatografía en capa fina.....	41
4.6. Cuantificación de fenoles totales.....	44

4.7. Actividad antioxidante	
4.7.1. Método de captación del radical DPPH ⁺	45
4.7.2. Método de captación del radical ABTS ⁺	51
V. DISCUSIÓN.....	57
VI. CONCLUSIONES.....	61
VII. RECOMENDACIONES.....	62
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
IX. ANEXOS	

I. INTRODUCCIÓN

El Perú es un país privilegiado con enorme variedad de productos naturales. Como representante tenemos, un diminuto fruto proveniente de la serranía de nuestro país de no más de dos centímetros, de color amarillo e impregnado de una brillantez y fragancia envidiable, dulce regalo de la naturaleza llamado aguaymanto. Su pequeñez discrepa con su grandeza nutricional. El aguaymanto posee grandes propiedades, entre ellas, su efectivo poder antioxidante, el cual previene el envejecimiento¹.

En la actualidad, los consumidores están muy interesados en los beneficios potenciales de la ayuda alimenticia para el control o prevención de enfermedades a través de una dieta saludable². En particular, el aguaymanto contiene compuestos bioactivos asociados con una fuerte actividad antioxidante; esto juega un papel importante en la nutrición humana debido a las actividades de captación de radicales libre y donación de átomos de hidrógeno o de electrones. Los compuestos fenólicos se han asociado con beneficios para la salud derivados del consumo de frutas y vegetales³.

Los compuestos fenólicos constituyen uno de los más numerosos y representativos grupos de metabolitos secundarios de las plantas y su relevancia radica en su participación en la fisiología y el metabolismo celular como morfología, crecimiento, reproducción, defensa contra plagas y depredadores, y procesos germinativos, entre otros. Estos compuestos están presentes en la mayoría de los productos naturales consumidos por el hombre y en estudios

recientes se ha demostrado una significativa actividad antioxidante, que evidencia su potencial benéfico sobre la salud humana⁴.

La presente investigación se ha realizado en la especie vegetal doméstica *Physalis peruviana* L. proveniente de diferentes lugares geográficos del Perú: Cajamarca, Ancash, Huánuco y Junín, conocida comúnmente como “aguaymanto”, el cual posee una gran cantidad de metabolitos primarios y secundarios, que le permiten a la planta crecer, multiplicarse, defenderse y sobrevivir, evidenciándose su actividad antioxidante mediante los métodos del DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo) y ABTS (ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico)⁵.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Determinar la concentración de compuestos fenólicos y la actividad antioxidante de los extractos etanólicos del fruto de *Physalis peruviana* L. de diferentes lugares geográficos del Perú.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la concentración de compuestos fenólicos del extracto etanólico del fruto de *Physalis peruviana* L. de diferentes lugares geográficos del Perú.
2. Evaluar la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos del fruto de *Physalis peruviana* L., recolectadas en diferentes lugares geográficos del Perú.
3. Comparar la concentración de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante en los diferentes extractos etanólicos del fruto de *Physalis peruviana* L.

II. GENERALIDADES

2.1. Antecedentes

Physalis peruviana L., es una planta originaria de los Andes Sudamericanos, específicamente de Perú. Hoy se encuentra en casi todos los altiplanos de los trópicos, incluyendo Malasia, China, África y el Caribe. Pertenece a la familia de las Solanáceas, el género *Physalis* y posee distintas y varias denominaciones comunes, en Chile se conoce por “capulí”, en Colombia “uchuva”, en Ecuador “uvilla”, en Perú “aguaymanto”, en España “alquequenje” y en Sudáfrica “cape gooseberry”. A nivel del mercado internacional el nombre más común es golden berry⁶.

Cuenta con más de ochenta variedades que se encuentran en estado silvestre y que se caracterizan porque sus frutos están encerrados dentro de un cáliz o cápsula. Una planta de *Physalis* puede producir cerca de 300 frutos, cada fruto es una baya jugosa en forma de globo u ovoide. Posee un diámetro variable entre 1,25 a 2,5 cm y un peso de 4 a 10 g, contiene unas 100 a 300 semillas, su piel es delgada y lustrosa y está recubierta con un cáliz de 5 sépalos que le otorga protección natural⁷.

Numerosas publicaciones confieren a la especie propiedades beneficiosas para el ser humano, tanto medicinales como nutricionales. Ayuda a purificar la sangre, tonifica el nervio óptico y es benéfica para diabéticos, entre otros. El fruto es una excelente fuente de provitamina A (3.000 IU de caroteno por 100 g) y vitamina C, y también contiene algunos complejos de vitamina B. Además, la fibra (4,8%),

proteína (0,3%) y fósforo (55%) contenido de esta baya son excepcionalmente altos para una fruta. Los extractos de *Physalis peruviana* L. muestran una actividad antioxidante, actividad anti-inflamatoria y anti-hepatotóxico y efectos antiproliferativos sobre las células de hepatoma⁸⁻¹⁰.

En un estudio se evaluó el contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de *Physalis peruviana* L., encontrándose mayor cantidad de estos compuestos, según el método de Folin-Ciocalteu, en un extracto etanólico que en un extracto acuoso, reportando valores en un rango desde 57,9 mg/Eq de ácido gálico/100g de fruto hasta 90,80 mg/Eq de ácido gálico/100g de fruto⁸.

2.2. Origen e historia

Es originaria de los Andes peruanos, se determinó una zona más amplia para el origen de *Physalis peruviana* L. que incluye a los Andes Ecuatorianos. Su historia traspasa los períodos incaicos y pre-incaicos a lo largo de América del Sur, siendo el Valle Sagrado de los Incas el lugar donde se producía¹¹.

Tradicionalmente había sido considerada como maleza y se la eliminaba. Recién desde los años 80 empieza a tener un valor económico como cultivo, por sus características de buen aroma, sabor dulce y bondades medicinales¹¹.

En la época precolombina crecía de manera silvestre en la zona andina donde era un alimento tradicional. En Colombia en tiempos más recientes fue descrita en la zona de Tierra dentro del departamento de Cauca donde inició su cultivo a escala semicomercial, en la actualidad es cultivada en una extensa porción del país, que

incluye los departamentos de Nariño, Cauca, Huila, Antioquia, Cundinamarca y Boyacá¹².

2.3. Taxonomía

La clasificación botánica del fruto *Physalis peruviana* L. se encuentra bien definida, y se presenta a continuación en la tabla 1.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de *Physalis peruviana* L.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Scrophulariales
Familia	Solanaceae
Género	<i>Physalis</i>
Especie	<i>Physalis peruviana</i> L.
Nombre común	Aguaymanto

Fuente. Museo de Historia Natural. UNMSM 2014

El nombre científico del género viene de la raíz griega *physis*, que significa vejiga o ampolla y la especie es en honor al Perú, su país de origen¹³.

2.4. Descripción botánica

Physalis peruviana L. es una planta perenne, herbácea y semiarbusciva y fuertemente ramificada, en condiciones normales puede crecer entre 1,10 y 1,50 metros¹⁴.

Raíz: El aguaymanto es una planta que posee una raíz fibrosa (raíz anomorfa), pivotante, de la que salen raíces laterales y fibrosas (la mayoría de raíces se encuentran en unos 10 a 15 cm de profundidad), formando un conjunto de raíces que puede tener un radio hasta de 0,60m; posee una coloración amarillo pálido de consistencia succulenta y semileñosa en sus primeros estados de vida monopódica y luego se ramifica simpódicamente¹⁵.

Tallo: El tallo es herbáceo cubierto de vellosidades suaves de color enteramente verde. Antes de completar su crecimiento, desarrollan las ramas laterales (la forma de crecimiento es muy similar a la del tallo principal), que luego crecen más que el tallo principal, agrandando lateralmente a la planta (este tipo de crecimiento ayuda en la protección del suelo contra la erosión)¹⁵.

Hojas: Las hojas son simples, enteras y acorazonadas, se las considera cordiformes, dispuestas en forma alterna en la planta, el limbo es entero y presenta vellosidades que lo hace suave al tacto¹⁵.

Flor: La corola de la flor es circular (20 mm de diámetro), hermafrodita solitaria y pedunculada con cinco pequeños picos (figura 1). El cáliz de la flor llega a un tamaño de 5cm de largo, es acrecente como un farol colgante y encierran un pequeño fruto que es una baya de 8 a 20 mm de diámetro. El cáliz se mantiene

verde hasta madurar la fruta, luego se vuelve pardo translúcido y el fruto se pone amarillo¹⁵.



Figura 1. Flor de *Physalis peruviana* L.

Fruto: El fruto es una baya carnosa, el color y aroma del fruto varía según los ecotipos, encontrándose desde el color verde limón hasta el amarillo dorado cuando está maduro (figura 2). La corteza es ligeramente amarga. La pulpa amarilla y jugosa es muy agradable por su sabor azucarado, así como la materia mucilaginosa que rodea las semillas. El diámetro o calibre del fruto es bastante variable, que va desde 1,25 a 2,30 cm con un promedio de 1,80 cm; el peso de los frutos varían grandemente de acuerdo a los ecotipos, desde 1,70 g a 8,10 g con un promedio de 5,30 g. La fruta contiene muchas semillas. Cuando ha completado la madurez, el cáliz y la fruta caen a la tierra juntas (por efecto de la gravedad), el fruto se desarrolla durante 60 a 80 días¹⁵.



Figura 2. Producción del fruto de *Physalis peruviana* L.

Semillas: Las semillas son muy pequeñas (desprovistas de hilos placentarios), ovaladas, achatadas, miden de 1,5 a 3,0 mm de largo, de ancho un promedio aproximado de 1,0 mm; siendo el número muy variable en cada fruto que van desde 150 a 320 semillas por fruto; la semilla es de color amarillo grisáceo o amarillo parduzco como se observa en la figura 3 ¹⁵.



Figura 3. Desarrollo vegetativo de *Physalis peruviana* L.

2.5. Composición fisicoquímica

Numerosas investigaciones reportan la caracterización fisicoquímica de *Physalis peruviana* L. "aguaymanto" (Tabla 2), las cuales coinciden en valores aproximados para parámetros como sólidos solubles como °Brix, con contenidos que van entre 12,5 y 14,3; el porcentaje de acidez expresado como % de ácido cítrico oscila entre 2 y 2,4. En los frutos maduros el pH y los °Brix decrecen, lo que lleva a un aumento de la acidez de un 2,0 a 2,1%¹⁶.

Tabla 2. Reportes de la composición fisicoquímica de *Physalis peruviana* L. por 100g de fruto

Parámetro fisicoquímico	(Mendoza Ch, Rodríguez de S, & Millán, 2012)	(Martín A, Cortés R, & Montoya C, 2010)	(Márquez C, Trillos G, Cartagena V, & Cotes T, 2009)	(Restrepo Duque, Cortés R, & Márquez C, 2009)
Actividad del agua	0,998	0,998	-----	-----
Acidez (%)	2	2,05	2,4	2,1
°Brix	13	14,3	12,5	13,8
Densidad (Kg/m ³)	1,1031	1,038	-----	-----
pH	3,72	3,39	3,56	3,39

2.6. Composición nutricional

El fruto del aguaymanto contiene valores destacables de nutrientes como vitamina A, fibra, proteína, potasio, fósforo, hierro y zinc¹⁷. Después del agua, los carbohidratos son los compuestos presentes en mayor proporción en la pulpa,

vale destacar también los azúcares, las pectinas y almidones. También se encuentran varios ácidos que le dan el carácter ácido y contribuyen a sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales, a continuación se muestra la composición nutricional del aguaymanto en la tabla 3¹⁸.

Tabla 3. Composición nutricional de *Physalis peruviana* L. por 100 g de producto

PARÁMETRO NUTRICIONAL	RANGO
Humedad	79,8 – 85,5%
Proteína	0,3 – 1,5g
Grasa	0,15 – 0,5g
Carbohidratos	11,0 – 19,6g
Fibra	0,4 – 4,9g
Cenizas	0,7 – 1,0g
Carotenos	16 mg
Tiamina	0,1 – 0,18 mg
Riboflavina	0,03 – 0,18 mg
Niacina	0,8 – 1,7 mg
Vitamina C	20 – 43 mg
Potasio	210 – 467 mg
Magnesio	7 – 19 mg
Calcio	2 – 28 mg
Fósforo	27 – 55,3 mg
Hierro	0,3 – 1,2 mg
Zinc	0,28 – 0,40 mg

Adaptado por (Erkaya, Dağ demir, & Şengül, 2012)¹⁸

2.7. Normas de calidad del fruto de *Physalis peruviana* L.

De acuerdo al tamaño de los frutos y grado de madurez, la norma técnica de estándares de calidad de alimentos (ICONTEC) ¹⁹, establece la siguiente clasificación según la tabla 4.

Tabla 4. Clasificación de *Physalis peruviana* L. de acuerdo al tamaño de fruto

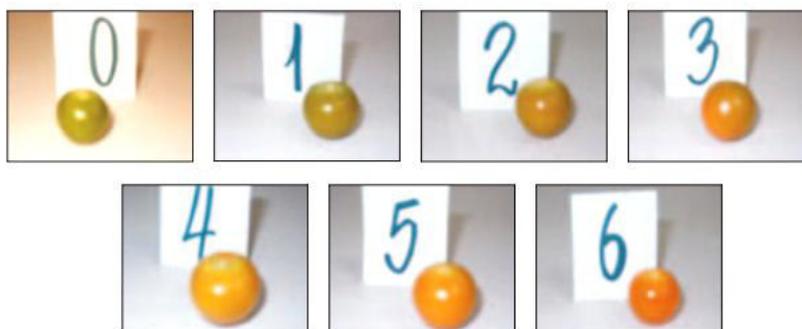
Diámetro (mm)	Calibre
≤ 15,0	A
15,1 – 18,0	B
18,1 – 20,0	C
20,1 – 22,0	D
≥ 22,1	E

La maduración de los frutos envuelve una serie de reacciones bioquímicas tales como la hidrólisis de almidón, la síntesis de carotenoides, polifenoles y compuestos volátiles. Esto conlleva a cambios fisicoquímicos y su capacidad antioxidante durante la maduración. Se evaluó el comportamiento de variables físico-químicas y contenido de β -caroteno en aguaymanto procedente de Colombia de diferentes grados de maduración, encontrando cambios crecientes en sólidos solubles totales, pH y contenido de β -caroteno a medida que incrementan los estados de madurez²⁰.

ÍNDICE DE MADUREZ

La madurez ha sido definida como la transición entre el desarrollo y la senescencia de los frutos. El índice de madurez (IM) determina el grado de maduración de los frutos como resultante de la relación entre los SST (°Brix) y el porcentaje de acidez de los frutos. Un fruto tropical como el aguaymanto, es su óptima madurez, muestra la mayor cantidad de carbohidratos y a su vez presenta la menor concentración de acidez, es decir, el índice de madurez tiene una relación directa con la cantidad de azúcares en el fruto, mientras que con la acidez ocurre lo contrario, en la medida en que la fruta madura la acidez va disminuyendo²¹.

Según la norma técnica Colombiana NTC 4580¹⁹, indica una clasificación objetiva relacionando el contenido de grados Brix y la acidez en la materia prima, se observa en la figura 4 y en la tabla 5 los estados de madurez cero, uno, dos-tres, cuatro, cinco y seis. Asimismo, se observa en la (tabla 6) como influye el estado de madurez en el contenido de los compuestos bioactivos presentes en el fruto.



Fuente. Repo y Encina (2008)

Figura 4. Estado de madurez del fruto de *Physalis peruviana* L.

Tabla 5. Características del aguaymanto en diferentes estados de madurez

Estado	Aspecto externo del fruto	° Brix mínimo	% de ácido cítrico	Índice de madurez (°Brix/% ácido)
Cero	Fisiológicamente desarrollado, color verde oscuro	9,4	2,69	3,5
Uno	Color verde un poco más claro	11,4	2,7	4,2
Dos	Color verde se manifiesta en las zonas cercanas al cáliz y hacia el centro del fruto aparecen unas tonalidades anaranjadas.	13,2	2,56	5,2
Tres	Color anaranjado claro con visos verdes hacia la zona del cáliz	14.1	2,34	6,0
Cuatro	Color anaranjado claro	14,5	2,03	7,1
Cinco	Color anaranjado	14,8	1,83	8,1
Seis	Color anaranjado intenso	15,1	1,68	9,0

Tabla 6. Análisis de los compuestos bioactivos del aguaymanto cuantificados en distintos estados de madurez

Componente			Contenido según estado de madurez					
			cero	uno	Dos-tres	Cuatro	cinco	seis
Ácido ascórbico (mg/ 100g)			3,23± 0,08	12,89± 1,02	28,55± 0,1	35,9± 0,84	45,23± 1,24	51,65± 0,91
Carotenos totales (mg de β- caroteno/ 100g)			0,12± 0,08	0,78± 0,12	1,77± 0,02	1,95± 0,11	2,02± 0,06	2,34± 0,04
Capacidad antioxidante (µg Eq. Trolox/g)	D							
	P	Fase	56,32±	126,68±	249,23±	324,1±	438,92±	489,05±
	P	hidrofílica	3,46	5,82	8,01	9,54	14,42	11,02
	H							
	A	Fase	61,28±	151,22±	288,95±	381,54±	475,81±	520,72±
	B	hidrofílica	5,92	2,68	3,62	4,32	8,92	6,82
	T							
	S	Fase lipofílica	64,86± 8,22	165,54± 8,42	297,51± 4,23	395,34± 12,32	498,32± 9,64	590,84± 8,28

2.8. Propiedades medicinales

El fruto de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) contiene entre otros nutrientes, compuestos bioactivos como el ácido ascórbico, β-caroteno (provitamina A), compuestos fenólicos, entre otras vitaminas que podrían proporcionar un efecto fisiológico beneficioso en la salud, mayor que el proporcionado por los nutrientes sencillos que contiene ²².

El ácido ascórbico (presente en el fruto alrededor de 28,55 mg/100g) es requerido para el crecimiento y reparación de tejidos en todas las partes del cuerpo. Es necesario para formar el colágeno, el tejido cicatricial, los tendones, los ligamentos y los vasos sanguíneos. El ácido ascórbico es un antioxidante y como tal es un nutriente que bloquea parte del daño causado por los radicales libres²².

De todas las sustancias, el β -caroteno (presente en el aguaymanto hasta en 1,77 mg/100g) ha sido uno de los más estudiados, numerosas investigaciones han mostrado que aquellas personas que siguen una dieta rica en β -caroteno, tiene menos disposición a enfermedades cardiovasculares y cáncer. El β -caroteno es un importante agente anti-radical libre siendo muy útil en el tratamiento de diferentes tipos de cáncer²³.

Los compuestos fenólicos son de gran importancia en la dieta humana, debido a la gran variedad de actividades biológicas que estos presentan: entre ellas inhibición de enzimas hidrolíticas y oxidativas (fosfolipasa A₂, cicloxigenasa, lipoxigenasa), efectos antibacteriales, actividad antiinflamatoria y antioxidante. Puesto que estos actúan como antioxidantes; ayudan a contrarrestar o disminuir el riesgo de cáncer, enfermedades cardiovasculares y estrés oxidativo²⁴.

Se le han atribuido propiedades medicinales tales como antiasmático, diurético, antiséptico, sedante, analgésico, fortifica del nervio óptico, alivia problemas de garganta, elimina parásitos intestinales. Además, se le conoce propiedades antidiabéticas y antioxidantes²⁵.

Antiinflamatorio

La actividad antiinflamatoria del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.), fue evaluada mediante extracción de compuestos bioactivos con CO₂ supercrítico, con el que obtuvieron altos contenidos de flavonoides 234 mg/g y fenoles 90 mg/g. Los extractos en concentraciones de 0,1 a 30 µg/mL presentaron un potente efecto inhibidor de la xantina oxidasa contribuyendo con la actividad antioxidante de los flavonoides. La concentración de 30 µg/mL, previno significativamente la concentración de los lipopolisacáridos, formación de óxido nítrico y la liberación de prostaglandinas, importante mediador en el proceso inflamatorio⁸.

Antihepatotóxico

Se evaluó la actividad antiohepatotóxica en ratas (inducida por tetracloruro de carbono CCl₄), usando extractos en agua, etanol y hexano en concentraciones de 500 mg/Kg de peso corporal. La administración del extracto en ratas mostró un aumento de Glutación Hepático Reducido (GHR) y una disminución de Malondialdehído (MDA), lo que convierte al aguaymanto en un alimento potencial para el tratamiento de enfermedades que afectan el hígado²⁶.

Antidiabético

Un estudio realizado en el 2007 en el laboratorio de Análisis Clínicos y Microbiológicos KRISMARC de tipo experimental prospectivo con diseño de prueba cruzada, mostró que la ingesta de *Physalis peruviana* L. reduce en adultos jóvenes la glicemia postprandial, a los 90 y 120 minutos²⁷.

Un trabajo de investigación adelantado en la Universidad Nacional de Colombia publicado en el 2012, fue el primero en buscar una propuesta metodológica para obtener metabolitos a partir de los frutos de *Physalis peruviana* L. como marcadores en un extracto con actividad hipoglicemiante ²⁸.

2.9. Componentes bioactivos de defensa antioxidante de *Physalis peruviana* L.

Compuestos fenólicos:

Los compuestos fenólicos presentan un número variable de grupos hidroxilo fenólicos y excelentes propiedades de quelación del hierro y otros metales de transición, lo que les confiere una gran capacidad antioxidante, por ello desempeñan un papel esencial en la protección frente a los fenómenos de daño oxidativo y tienen efectos terapéuticos en un elevado número de patologías, incluyendo la aterosclerosis o el cáncer²⁷. Estos pueden ser separados, cuantificados e identificados a través de técnicas de HPLC acoplada a detectores UV, masas, o resonancia magnética nuclear (RMN) ²⁴.

Vitaminas (A, C y E):

El aguaymanto es considerado nutritivo por el alto contenido de vitamina A, B y C (figura 5). La vitamina A está asociada al crecimiento y desarrollo, juega un papel importante en la diferenciación celular y tiene efecto inmunoestimulante. Los carotenoides están asociados con la actividad antioxidante. La vitamina C es una vitamina hidrosoluble, presenta muchas actividades biológicas en el cuerpo humano; se ha encontrado que ésta puede reducir los niveles de proteína C-

reactiva, un marcador de la inflamación y posiblemente un anunciador de enfermedades del corazón. Cumple funciones que van desde el mantenimiento y crecimiento de tejidos, hasta la respuesta del sistema inmune y actividad antioxidante ¹⁶.

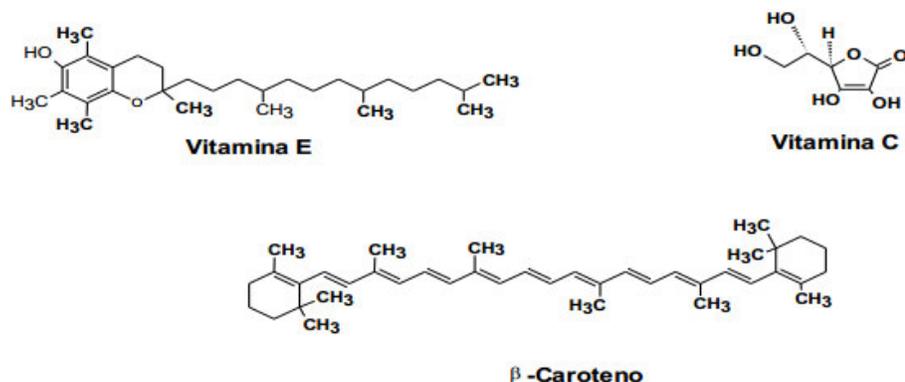


Figura 5. Estructura química de las vitaminas E, C y componente activo de la vitamina A

La vitamina E pertenece a los antioxidantes liposolubles, su actividad biológica incluye tocoferoles, tocotrienoles, especialmente α -tocoferol. La cantidad de vitamina E presente en el fruto de *Physalis peruviana* L. es 86,30 g por Kg de lípidos totales, mayor contenido comparado con las semillas que alcanzan 29,70 g por Kg de lípidos, la cual tiene funciones antioxidantes, como el α -tocoferol que elimina las especies reactivas de oxígeno ¹⁶. La reacción predominante responsable de la actividad antioxidante del tocoferol es la donación de átomos de hidrógeno, donde se forma el radical tocoperoxil, como se muestra en la figura 6.

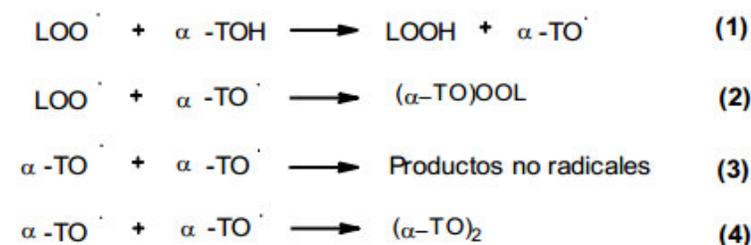
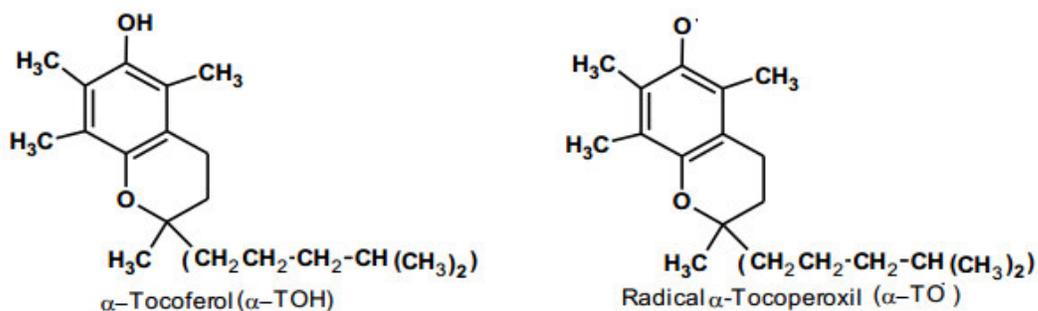


Figura 6. Reacción del tocoferol para formar el radical peroxil (Webster, 1999)

Fisalinas

Son moléculas estructuralmente complejas porque además de presentar la lactona típica de witaesteroides, tienen una γ -lactona fusionada al anillo D. Son sustancias inmunosupresoras utilizadas para evitar respuesta del sistema inmune por ejemplo, cuando se hacen trasplantes de órganos, cuando se presentan alergias y enfermedades autoinmunes. Los principales compuestos activos en el aguaymanto son las fisalinas A, B, D, F y glucósidos (figura 7) ¹⁶.

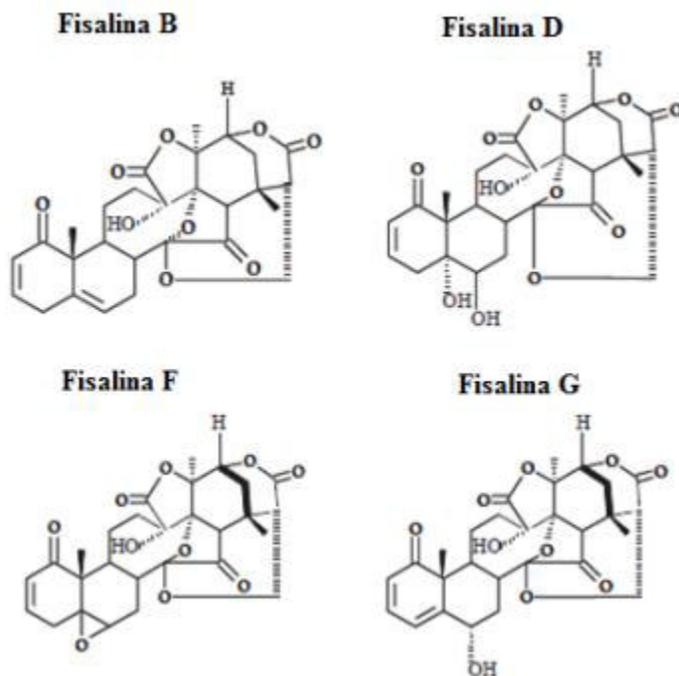


Figura 7. Estructura química de las fisalinas

Witanólidos

Son compuestos witaesteroides más reportados para la especie *Physalis peruviana* L., estos provienen de metabolitos secundarios específicos de algunos taxones de las solanáceas, pero son sin duda los más abundantes y más reconocidos en esta familia. A los witanólidos les han atribuido propiedades biológicas y farmacológicas; repelente de insectos, hepatoprotector, inmunomodulador, antiinflamatorio, antitumoral, actividad citotóxica y la protección contra la hepatotoxicidad inducida por tetracloruro de carbono CCl_4 ²⁹. La figura 8 muestra la estructura de los witanólidos aislados de *Physalis peruviana* L.

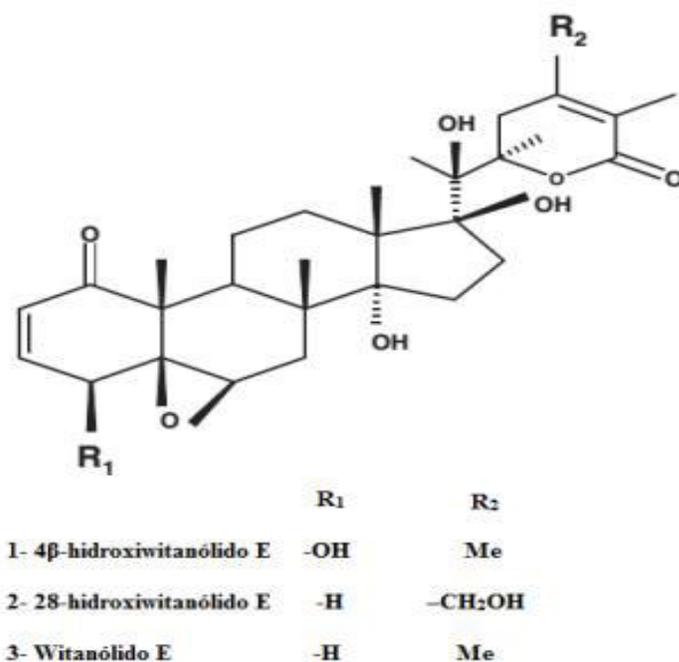


Figura 8. Estructura de los witanólidos aislados de *Physalis peruviana* L.

Carotenoides

Los carotenoides son triterpenoides que se caracterizan por tener una cadena larga isoprénica. Son componentes activos de la vitamina A, específicamente los α -caroteno, β -caroteno y β -criptoxantina, siendo el más común el β -caroteno (figura 9 y 10)²⁷. Se determinó estos compuestos mediante el empleo de la técnica analítica de cromatografía líquida de alta resolución, con detector con arreglo de fotodiodos y espectrometría de masas en fruto de *Physalis peruviana* L.³⁰. Estos compuestos en su estructura presentan enlaces dobles conjugados, los cuales tienen un papel principal en la determinación de las propiedades antioxidantes. Dichas propiedades están asociadas a la capacidad para depurar radicales y bloquear el oxígeno singlete³⁰.

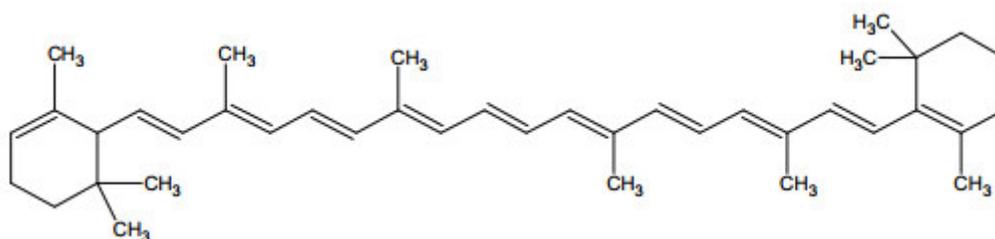


Figura 9. Estructura del β -caroteno

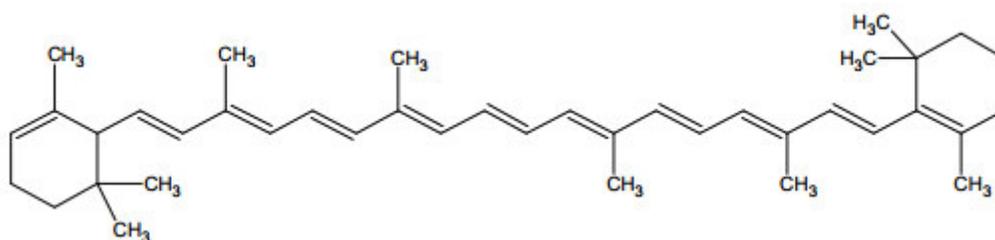


Figura 10. Estructura del α -caroteno

Flavonoides

Los flavonoides constituyen el grupo más importante dentro de los polifenoles, siendo los más hallados en las plantas, con bajo peso molecular que comparten el esqueleto común de difenil piranos. Dentro de todos ellos, las flavonas (p.e. apigenina, luteolina y diosmetina) y los flavonoles (p.e. quercetina, mirecetina, kampferol) son los más abundantes en los vegetales ³¹ (figura 11).

La actividad antioxidante de los flavonoides resulta de una combinación de sus propiedades quelantes de hierro y secuestradoras de radicales libres ^{32,33}, por lo que rutina y quercetina se comportan como los secuestradores más fuertes de O₂ generado enzimáticamente en el fruto de *Physalis peruviana* L. Se determinó el contenido de rutina en el fruto de aguaymanto mediante la técnica de

Cromatografía líquida de alta performance (HPLC), obteniéndose como resultado 5,93 $\mu\text{g/g}$ de fruto ³⁴.

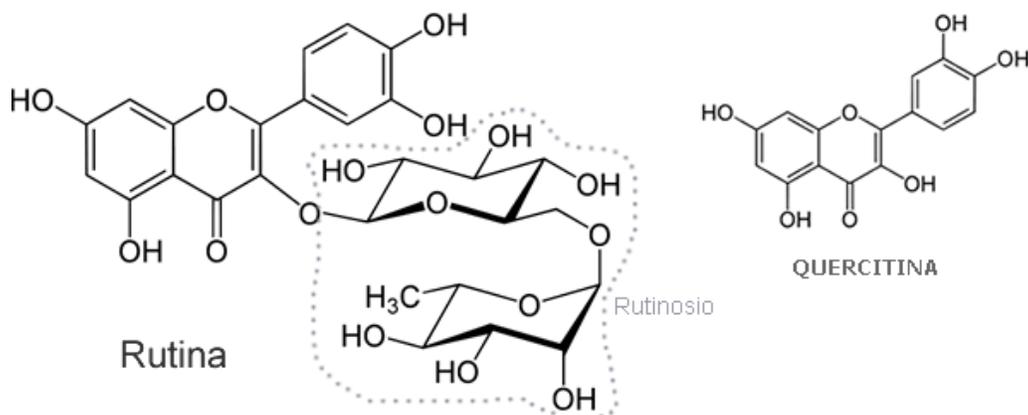


Figura 11. Estructura de la quercetina y rutina.

2.10. Determinación de la actividad antioxidante

2.10.1. Medición de la actividad antioxidante

La actividad antioxidante no puede ser medida directamente, pero puede determinarse por los efectos del compuesto antioxidante en un proceso de oxidación controlada. En la medición de una muestra oxidante, pueden usarse intermediarios o productos finales para valorar la actividad antioxidante ³⁵.

En los últimos años se han adoptado un amplio rango de ensayos espectrofotométricos para medir la capacidad antioxidante de los alimentos, muestras biológicas y extractos vegetales. Usualmente los ensayos antioxidantes *in vitro* utilizan un captador de radicales libres y son relativamente sencillos de realizar. Entre los ensayos de captación de radicales libres, el método del DPPH es el más rápido, simple y de menor costo en comparación con otros modelos. Por

otro lado, el ensayo de decoloración ABTS⁺ se puede aplicar a antioxidantes hidrofílicos y lipofílicos. Por lo anterior, estos dos métodos son los más utilizados³⁰.

2.10.1.1. Método del DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo)

La molécula 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH⁺) es uno de los pocos radicales orgánicos estables, presenta una coloración violeta, es comercialmente disponible y no tiene que ser generado *in situ* como el ABTS⁺. El método fue propuesto por Brand-Williams³⁰ y se basa en la medición de la capacidad antioxidante para estabilizar el radical DPPH⁺. Cuando la solución de DPPH reacciona con el sustrato antioxidante que puede donar un átomo de hidrógeno, el color violeta se desvanece. El cambio de color es monitoreado espectrofotométricamente y es utilizado para la determinación de los parámetros para las propiedades antioxidantes requerido para alcanzar el estado estacionario y completar la reacción redox³⁶.

La mayoría de los estudios expresan los resultados como el valor de la concentración máxima de la media inhibitoria (IC₅₀), definido como la cantidad de antioxidante necesario para disminuir la concentración inicial de DPPH⁺ al 50%. Este valor se calcula graficando el porcentaje de captación contra la concentración del extracto. Para extractos de plantas o compuestos puros el valor IC₅₀ cambia de acuerdo a la concentración final del DPPH⁺ usado.

El método del DPPH tiene algunas ventajas entre las que se encuentran³⁷:

- Es un método rápido y reproducible en comparación con otros métodos para la determinación de la actividad antioxidante.

- Es simple (no incluye muchos pasos durante el proceso).
- Es el de menor costo en comparación con otros modelos.

2.10.1.2. El método del ABTS (Ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico):

La generación del radical $ABTS^+$ constituye la base de uno de los métodos espectrométricos que han sido aplicados para medir la actividad antioxidante total de soluciones o sustancias puras y mezclas acuosas. El método original de $ABTS^+$ estaba basado en la activación de la metilmioglobina con peróxido de hidrógeno en presencia de ABTS para producir un radical catión, en presencia o ausencia de antioxidantes. Éste fue criticado debido a que la reacción rápida de los antioxidantes, contribuye a la reducción del radical ferrilmioglobina. Un formato más apropiado para el ensayo consiste en la técnica de decoloración, en la cual el radical es generado directamente en una forma estable antes de la reacción con los antioxidantes

La técnica mejorada para la generación del radical catión $ABTS^+$, implica la producción directa del cromóforo $ABTS^+$ verde-azul a través de la reacción entre ABTS y el persulfato de potasio ($K_2S_2O_8$). Éste presenta tres máximos de absorción a las longitudes de onda de 645 nm, 734 nm y 815 nm. La adición de los antioxidantes al radical pre-formado lo reduce a ABTS. De esta manera el grado de decoloración como porcentaje de captación del radical catión $ABTS^+$ está determinado en función de la concentración y el tiempo; así como del valor correspondiente usando el Trolox como estándar, bajo las mismas condiciones³⁷.

2.10.1.3. Contenido de fenoles totales por el reactivo de Folin-Ciocalteu (RFC)

El método de Folin-Ciocalteu (F-C) es comúnmente utilizado en el área de agroquímica e industrias alimentarias, por su simplicidad, por la disponibilidad comercial del reactivo y por ser un procedimiento ya estandarizado.

El reactivo de F-C utiliza un mecanismo de reacción de oxidación/reducción, que no es específico para fenoles. De hecho, el método de F-C, mide la capacidad para reducir el reactivo de ácido fosfomolibdico/fosfotúngstico a un complejo azul que es monitoreado espectrofotométricamente, donde el molibdeno es reducido en el complejo y se da la reacción de transferencia de electrones entre el Mo (VI) y el reductor³⁸.

El método implica la oxidación de fenoles en solución alcalina por el heteropolianión molibdotungstosfosfórico amarillo y la medición colorimétrica de molibdotungstosfosfórico azul resultante. Este complejo azul tiene su máxima absorción dependiendo de su composición fenólica, además del pH de las soluciones implicadas, a continuación se representa la reacción del reactivo de F-C en presencia de un antioxidante:



III. PARTE EXPERIMENTAL

3.1. Reactivos

Estándares de quercetina y rutina (Sigma-Aldrich, USA), vitamina C (Sigma-Aldrich, USA), Trolox (Sigma-Aldrich, USA), ácido 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (Sigma-Aldrich, USA), ácido 2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzotiazolin-6-sulfónico) (Sigma-Aldrich, USA), ácido gálico (Merck) y reactivo de Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich, USA).

3.2. Material vegetal

Los frutos de *Physalis peruviana* L. se recolectaron de diferentes regiones del Perú: Ancash, Junín, Cajamarca y Huánuco; en época de verano. La identificación de la planta fue realizada por el biólogo José Campos De la Cruz (C.B.P. 3796) en el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM).

Este trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de Farmacognosia de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UNMSM.

3.3. Análisis preliminar del fruto fresco

3.3.1. Análisis organoléptico

Se realizó el análisis del sabor, del color del cáliz y fruto y de la textura de las cuatro muestras de *Physalis peruviana* L.

3.3.2. Análisis fisicoquímico

Los siguientes análisis se realizaron en el jugo de los frutos frescos obtenidos por estrujado.

- pH: Se realizó con el uso del papel indicador.
- Humedad: Se realizó por el método gravimétrico, se fundamenta en la pérdida de peso de la muestra, usando la estufa Memmert a 110°C por tres horas hasta peso constante según AOAC ⁴¹. Los cálculos para hallar el porcentaje de humedad fueron:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(\text{Peso muestra húmeda} - \text{peso muestra seca})}{\text{peso muestra húmeda}} \times 100$$

- Sólidos solubles o grados Brix: Se realizó siguiendo el método descrito por la AOAC ⁴², utilizando un refractómetro Mettler.
- Acidez: Se realizó por titulación de neutralización, según el método AOAC⁴¹, utilizando fenolftaleína como indicador e hidróxido de sodio 0.1N como solución titulante. Para determinar el porcentaje de ácidos totales se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ ácidos totales} = \frac{(A \times B \times C)}{D} \times 100$$

Dónde:

A= Normalidad del NaOH

B= Peso mili equivalente del ácido predominante (ácido cítrico= 0,192 g /mEq)

C= Volumen en mililitros del álcali usado

D= Peso de la muestra en gramos.

- Índice de madurez (I.M): Es la relación entre los sólidos solubles totales (SST) y el porcentaje de acidez total titulable (ATT) ⁴³. Se realizó de acuerdo a la norma técnica Colombiana 4580 ¹⁹.

3.4. Preparación del extracto etanólico

Se seleccionaron los frutos sanos y firmes, se procedió a lavarlos con agua destilada y luego se homogenizaron en una licuadora durante cinco minutos.

Se pesó aproximadamente 850 g de cada muestra, luego se maceró con 850 mL de etanol al 96% en un frasco de vidrio ámbar. Se procedió a mezclar el extracto etanólico de *Physalis peruviana* L. mediante agitación mecánica durante 15 minutos y luego se almacenó los cuatro extractos a temperatura ambiente en oscuridad durante siete días, agitando cada día por cinco minutos para favorecer la extracción.

Luego del tiempo de maceración, los extractos se filtraron con papel filtro Whatman 40 y se concentraron en una estufa a 40°C por tres días. Se calculó el rendimiento de los extractos de la siguiente manera:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Peso extracto seco}}{\text{Peso de los frutos}} \times 100$$

3.5. Marcha de solubilidad

En una serie de tubos, se colocó una alícuota del extracto seco etanólico de *Physalis peruviana* L. y se agregó a cada uno aproximadamente 3 mL de cada solvente con diferentes polaridades en el siguiente orden: Éter etílico, cloroformo, acetona, etanol, metanol y agua desionizada, luego se procedió a agitar vigorosamente.

3.6. Estudio fitoquímico

Se realizó en el extracto etanólico de los frutos de *Physalis peruviana* L. con la finalidad de determinar la composición general de metabolitos, mediante pruebas de color y precipitación según Gorriti et al⁴⁴.

3.7. Cromatografía en capa fina

Se utilizaron cromatofolios con Silicagel₂₅₄ de 2 mm de espesor (fase estacionaria), se sembraron los extractos etanólicos previamente solubilizados en agua desionizada en una proporción de 1 en 5, de la misma manera se procedió con los estándares de quercetina y rutina, utilizando capilares nuevos; posteriormente fueron colocados en cubetas, previamente saturadas con el sistema de solvente de N-butanol, ácido acético y agua destilada en la proporción de 4:1:5 respectivamente (fase móvil).

Después de aproximadamente 30 minutos cada placa fue revelada con los siguientes reactivos: Rvo. Tricloruro de aluminio (flavonoides) y luz UV a 254 nm (al mismo tiempo) y vapores de amoníaco. Para comparar nuestros valores de Rf

utilizamos los estándares de quercetina y rutina. El valor de Rf depende de las condiciones en las cuales se corre la muestra (tipo de eluyente, temperatura, condiciones de la placa, etc.). El Rf se define como:

$$R_f = \frac{\text{Distancia recorrida de la muestra}}{\text{Distancia recorrida por la fase móvil}}$$

3.8. Determinación de la cantidad de fenoles totales mediante el reactivo de Folin-Ciocalteu

a) Fundamento

Los compuestos fenólicos reaccionan con el reactivo de Folin-Ciocalteu (RFC), cuyo principal constituyente es el ácido fosfomolibdotúngstico, en el cual, el molibdeno se encuentra en estado de oxidación VI, de color amarillo, que al ser reducido en un medio básico por los compuestos fenólicos (figura 12), da un complejo de color azul intenso, cambiando el estado de oxidación del metal de VI a V; susceptible de una determinación espectrofotométrica a 760 nm^{45} .

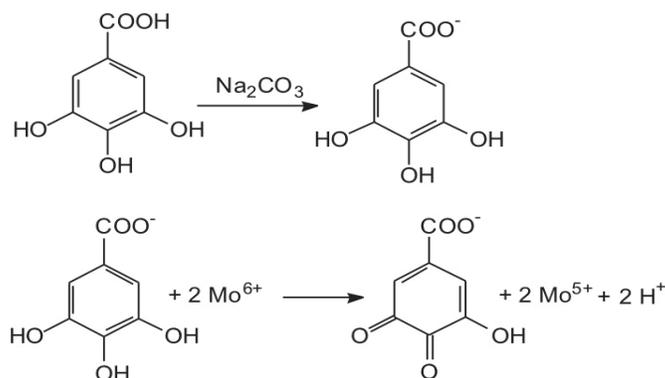


Figura 12. Reacción del ácido gálico con el reactivo de Folin-Ciocalteu

b) Procedimiento

Se realizó una curva de calibración de ácido gálico con las siguientes concentraciones: 1; 3; 5 y 7,5 µg/mL diluidas en agua bidestilada.

Se preparó una solución de 0,9 mg/mL de cada extracto etanólico (muestra).

Se colocó en un tubo 0,3 mL de la solución muestra, se adicionó 0,45 mL del RFC y se dejó reposar durante cinco minutos, luego se adicionó 0,45 mL de Na₂CO₃ 20%, se añadió agua bidestilada hasta un volumen final de 3mL. Se mezcló y se dejó reposar durante 30 minutos a temperatura ambiente. Transcurrido el tiempo la absorbancia se leyó a 760 nm en un espectrofotómetro UV-Visible (Spectroquant Pharo Merck).

El valor de fenoles totales fue expresado en mg/Equivalentes de ácido gálico/ g de extracto seco y en mg/Equivalentes de ácido gálico / 100 g de fruto fresco.

3.9. Determinación de la actividad antioxidante

3.9.1. Método de captación del radical DPPH⁺

a) Fundamento

La molécula 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH) es conocida como un radical libre estable debido a la deslocalización de un electrón desapareado sobre la molécula completa. La deslocalización del electrón también intensifica el color violeta intenso típico del radical, el cual absorbe en metanol a 517 nm. Cuando la solución de DPPH reacciona con el sustrato antioxidante que puede donar un átomo de hidrógeno, el color violeta cambia al color amarillo o transparente, como se muestra en la figura 13. El cambio de color es monitoreado

espectrofotométricamente y es utilizado para cuantificar la actividad antioxidante que poseen distintas sustancias.

Los resultados se pueden expresar como coeficiente de inhibición (IC_{50}), % de captación y mg /Equivalentes de Trolox o vitamina C (cuando es comparado con estándares)³⁰.

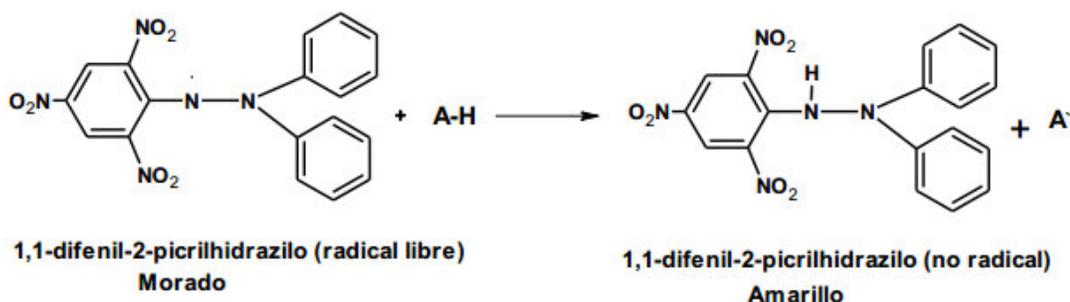


Figura 13. Estructura del DPPH antes y después de la reacción con el antioxidante

b) Procedimiento

Se preparó una solución del radical libre 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo ($DPPH^+$) a una concentración 20 mg/L en metanol grado analítico. El volumen a preparar dependió de la cantidad de muestra a evaluar y subsiguientemente se cubrió con papel aluminio para evitar su rápida degradación.

Se preparó una solución de los extractos secos de *Physalis peruviana* L. en agua bidestilada, a una concentración inicial de 12 mg/mL, a partir de ésta solución madre, se prepararon diferentes diluciones dando concentraciones finales de cada muestra de 4; 3,2; 2,4; 1,6 y 0,8 mg/mL.

Luego se procedió a preparar la muestra en un tubo con 0,8 mL de solución de los extractos de *Physalis* peruviana L. con 1,6 mL de la solución de DPPH. En otro tubo se colocó 0,8 mL de metanol con 1,6 mL de DPPH.

Para la preparación de los estándares de Trolox y vitamina C, se procedió de la misma forma, es decir, se colocó en un tubo 0,8 mL de la solución estándar con 1,6 mL de la solución de DPPH.

También se preparó el blanco espectro con 4 mL de metanol y 2 mL de agua bidestilada, a una proporción 2:1; se taparon todos los tubos con parafilm, se agitaron y se dejaron reposar por 30 minutos en la oscuridad. Se leyeron en el espectrofotómetro a 517 nm.

A partir de las absorbancias obtenidas se determinó el porcentaje de actividad antioxidante con la ecuación que se presenta a continuación.

$$\% \text{ Capacidad antioxidante} = \frac{[1 - ((\text{Abs. Muestra con DPPH}) - \text{Abs. Blanco muestra})]}{\text{Abs. DPPH}^+} \times 100$$

Los resultados se expresaron como valores de porcentaje de capacidad antioxidante y de concentración media inhibitoria (IC₅₀).

3.9.2. Método de captación del radical ABTS⁺

a) Fundamento: Este método fue reportado inicialmente por Miller y colaboradores³⁸, y se fundamenta en la capacidad de un antioxidante para estabilizar el radical catión coloreado ABTS⁺, el cual es formado previamente por la oxidación del ABTS (ácido 2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzotiazolin-6-

sulfónico)) por mioglobina, peróxido de hidrógeno y persulfato de potasio, como se puede apreciar en la figura 14.

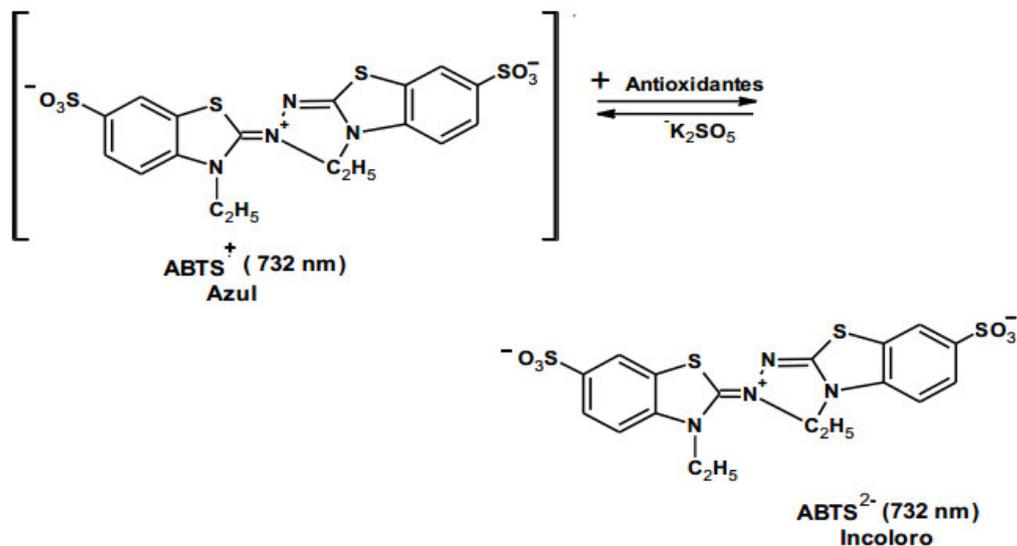


Figura 14. Estructura del ABTS⁺ antes y después de la reacción con el antioxidante

b) Procedimiento

Se preparó el radical catión ABTS⁺ a partir de su precursor el ácido 2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzotiazolin-6-sulfónico) (ABTS) 7 mM, el cual fue reaccionado con una solución de persulfato de potasio 2,25 mM, según la metodología desarrollada por Re et al.³⁹ y descrita por Kuskoski et al.⁴⁰, la reacción se llevó a cabo a temperatura ambiente (± 25 °C), en ausencia de la luz, en un tiempo de 16 h.

Una vez formado el radical ABTS⁺ que es un compuesto de color verde-azulado, se diluyó con agua bidestilada hasta obtener un valor de absorbancia 0,7 ($\pm 0,1$) a 734 nm en un espectrofotómetro.

Se preparó una solución madre de cada uno de los extractos de *Physalis peruviana* L. en agua bidestilada, a una concentración inicial de 200 mg/mL, a partir de esta solución se prepararon diferentes diluciones dando concentraciones finales de 2,4; 1,9; 1,4; 0,9 y 0,4 mg/mL.

Luego se procedió a preparar la muestra en un tubo con 20 µL de solución de los extractos y 980 µL de la solución del ABTS⁺. En otro tubo se preparó el control del ABTS⁺ con 20 µL de agua bidestilada y 980 µL de la solución de ABTS⁺.

Las muestras se cubrieron con parafilm, se mezclaron y se dejaron reposar por 7 minutos en la oscuridad. Se leyeron en el espectrofotómetro a 734 nm. El porcentaje de actividad antioxidante se determinó siguiendo la ecuación que se presenta a continuación.

$$\% \text{ Capacidad antioxidante} = \frac{[\text{Abs. Control} - (\text{Abs. Muestra con ABTS} - \text{Abs. Blanco de la muestra})]}{\text{Abs ABTS}^+} \times 100$$

Los resultados se expresaron como valores de porcentaje de capacidad antioxidante e IC₅₀. También se compararon los resultados con el estándar de vitamina C, cuyos valores se expresaron en µM / Equivalentes de vitamina C.

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis organoléptico y rendimiento.

Los frutos de aguaymanto según el análisis organoléptico (tabla 7) presentaron una piel lustrosa y lisa cubiertos por un cáliz, con sabor en la mayoría de ellos generalmente agridulce. Similares resultados reportados por Wills et al. mostraron que el color característico de los frutos se encuentra en los cromoplastos, los cuales contienen carotenoides que son los pigmentos amarillo-anaranjados de las frutas. Durante la maduración varía de color amarillo a naranja y su sabor va desde ácido hasta muy agrio⁴⁶.

Tabla 7. Características organolépticas de los frutos de *Physalis peruviana L.*

Características	Procedencia			
	Huánuco	Junín	Ancash	Cajamarca
Color	Anaranjado	Amarillo anaranjado claro	Amarillo anaranjado	Amarillo anaranjado
Sabor	Agridulce	Agridulce	Agridulce	Ácido
Color de cáliz	Pardo oscuro	Pardo	Pardo claro	Pardo
Textura	Lisa	Lisa	Lisa	Lisa

Con respecto al rendimiento del extracto etanólico del fruto de *Physalis peruviana* L. se calculó un porcentaje de rendimiento de 10.

4.2. Análisis fisicoquímico

Como se puede observar en la tabla 8, los frutos presentaron un alto contenido de humedad ($\geq 80\%$), pH ácido, valor no muy elevado de °Brix, porcentaje de acidez moderadamente bajo y un índice de madurez entre 5,1 y 5,6 ; lo que revela un estado de madurez idóneo para consumo humano.

Tabla 8. Análisis fisicoquímico de los frutos de *Physalis peruviana* L.

Pruebas	Procedencia			
	Huánuco	Junín	Ancash	Cajamarca
pH	4,0	4,0	4,0	4,0
Humedad (%)	80,95	80,0	81,81	80,04
°Brix	13,5	14,0	14,2	14,3
Acidez (%)	2,4	2,59	2,64	2,8
Índice de madurez	5,6	5,40	5,38	5,11

4.3. Marcha de solubilidad

En este estudio se observó una mayor solubilidad de los extractos etanólicos en agua bidestilada por sus características polares y una menor solubilidad con los solventes de cloroformo y éter.

4.4. Estudio fitoquímico

Los resultados del estudio fitoquímico del extracto etanólico de los frutos de *Physalis peruviana* L. (tabla 9), demostraron que tiene elevada cantidad de azúcares reductores y triterpenoides o esteroides; moderada presencia de

compuestos fenólicos, taninos, flavonoides y alcaloides y leve presencia de saponinas.

Tabla 9. Estudio fitoquímico de los extractos etanólicos de *Physalis peruviana* L.

Reactivo	Metabolitos	Procedencia			
		Huánuco	Junín	Ancash	Cajamarca
Molish	Carbohidratos	+++	+++	+++	+++
Cl₃Fe	Compuestos fenólicos	++	++	++	++
Gelatina	Taninos	++	+	+	++
Ninhidrina	Aminoácidos libres y grupos aminos	-	-	-	-
Shinoda	Flavonoides	++	++	++	++
Lieberman- Buchardat	Triterpenoides y esteroides	+++	+++	+++	+++
Borntrager	Naftoquinonas, antronas y antranonas	-	-	-	-
Dragendorff	Alcaloides	++	+	+	++
Mayer	Alcaloides	-	-	-	-
Rosenheim	Antocianinas y flavonoides	++	++	++	++
Hidroxilamina	Grupo carbonilo	-	-	-	-
Agua destilada	Saponinas	+	+	+	+

Ausencia (-), Trazas (+), Positivo (++) , Abundante (+++)

4.5. Cromatografía en capa fina.

En el análisis cromatográfico realizado al extracto etanólico desecado, se demostró una reacción positiva frente a los reveladores de tricloruro de aluminio junto a la luz UV y vapores de amoníaco, evidenciándose entre dos y tres manchas en cada cromatograma (foto 1, 2, 3, 4, 5 y 6), posterior a la revelación con cada reactivo y se calcularon los valores de Rf para las manchas de cada muestra (Tabla 10).

Tabla 10. Valores de Rf de la cromatografía en capa fina de los diferentes extractos etanólicos de *Physalis peruviana* L.

Reveladores	Estándares y muestras	Valores de Rf			
		Junín	Huánuco	Cajamarca	Ancash
AlCl₃ y luz UV	Quercetina	0,96	0,96	0,98	0,98
	Rutina	0,6	0,52	0,41	0,51
	Mancha 1	0,7	0,5	0,41	0,45
	Muestra problema Mancha 2	0,52	0,38	0,23	0,36
	Mancha 3	0,14	0,22	0,32	0,21
Amoníaco	Quercetina	0,96	0,96	0,94	0,93
	Rutina	0,5	0,56	0,48	0,43
	Muestra problema	0,6	0,65	0,38	0,42

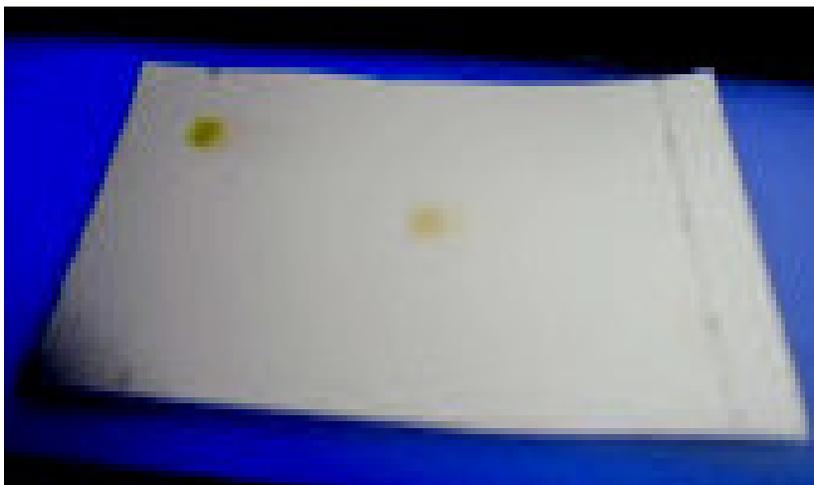


Foto 1. Cromatografía en capa fina revelada con vapores de amoníaco del extracto etanólico de *Physalis peruviana* L. proveniente de Huánuco

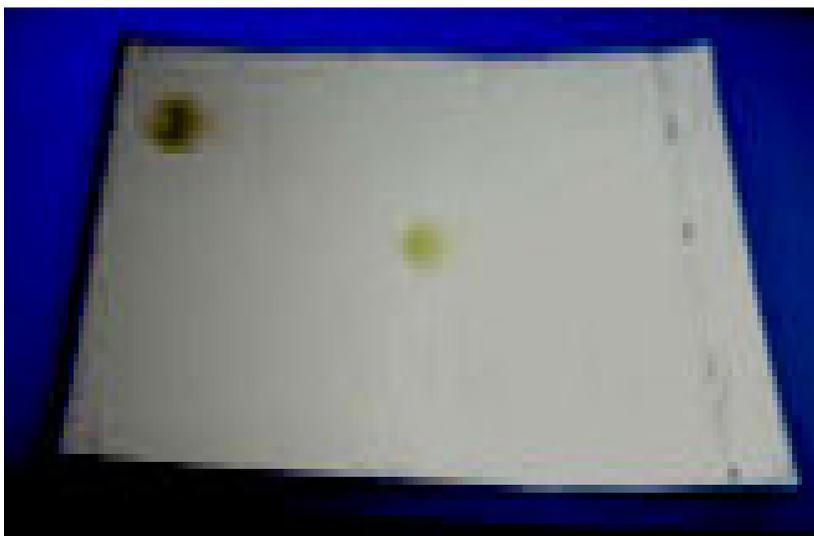


Foto 2. Cromatografía en capa fina revelada con vapores de amoníaco del estándar de rutina.



Foto 3



Foto 4

Foto 3 y 4. Cromatografía en capa fina revelada con AlCl_3 y Luz UV del extracto etanólico de *Physalis peruviana* L. de Junín y Huánuco.



Foto 5



Foto 6

Foto 5 y 6. Cromatografía en capa fina revelada con AlCl_3 y Luz UV del extracto etanólico de *Physalis peruviana* L. de Ancash y Cajamarca.

4.6. Cuantificación de los fenoles totales

En la figura 15 se observa la curva de calibración del ácido gálico utilizado como patrón de referencia para la cuantificación de fenoles.

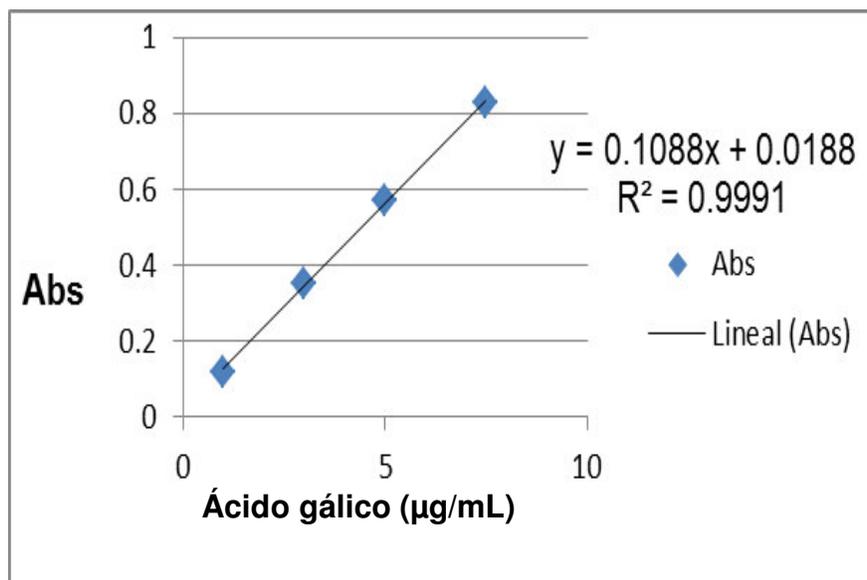


Figura 15. Curva de calibración del ácido gálico para la determinación de fenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu

El contenido de fenoles totales en las muestras estudiadas, se presenta en la tabla 11, se observó que los extractos de Huánuco y Junín tienen entre 4,33 y 2,14 mg/ Eq. ácido gálico más que los extractos de Ancash y Cajamarca.

Tabla 11. Contenido de fenoles totales en los diferentes extractos secos y en fruto fresco de *Physalis peruviana* L.

Extracto seco de <i>Physalis peruviana</i> L. proveniente de:	Fenoles totales (mg/Eq. ácido gálico/ g extracto seco)	Fenoles totales (mg/Eq. ácido gálico/100g de fruto)
Huánuco	14,93 ± 0,16	149,3 ± 1,62
Junín	14,44 ± 0,1	144,4 ± 0,97
Ancash	12,79 ± 0,08	127,9 ± 0,79
Cajamarca	10,6 ± 0,05	106 ± 0,48

4.7. Actividad antioxidante

4.7.1. Método de captación del radical DPPH⁺

Como se puede observar en la tabla 12 y 13, los extractos etanólicos de los frutos proveniente de Huánuco y Junín mostraron mayor porcentaje de captación al radical libre DPPH y mayor actividad antioxidante expresados en mg/Eq. vit. C/ 100g fruto y en mg/Eq. Trolox/100 g de fruto.

Tabla 12. Porcentaje de captación de radicales libres por el método DPPH

Conc. mg/mL	% Captación de radicales libres de <i>Physalis peruviana</i> L.			
	Huánuco	Junín	Ancash	Cajamarca
4	100 ± 1,72	93,26 ± 0,61	86,86 ± 0,28	82,51 ± 1,72
3,2	96,98 ± 0,76	85,64 ± 0,53	83,57 ± 0,18	78,27 ± 1,02
2,4	77,03 ± 0,85	73,56 ± 0,45	72,81 ± 0,46	56,81 ± 0,37
1,6	67,59 ± 1,67	58,86 ± 0,28	58,68 ± 1,56	37,47 ± 0,95
0,8	42,22 ± 1,13	30,95 ± 0,11	37,16 ± 0,12	25,55 ± 1,92

Tabla 13. Porcentajes de captación expresadas en función a los miligramos equivalentes de vitamina C y Trolox.

Extracto de <i>Physalis peruviana</i> L. (2,4mg/ mL)	Porcentaje de captación (%)	mg/Eq. vit. C /100g de fruto*	mg/Eq. Trolox /100g de fruto*
Huánuco	77,03 ± 0,85	14,57 ± 0,19	15,07 ± 0,19
Junín	73,56 ± 0,45	14,1 ± 0,1	14,6 ± 0,1
Ancash	72,81 ± 0,46	13,63 ± 0,09	14,1 ± 0,1
Cajamarca	56,81 ± 0,37	10,4 ± 0,06	10,53 ± 0,09

*Para valores expresados en mg/Eq. vit. C y mg/Eq. Trolox se utilizaron las curvas patrones de vitamina C y Trolox por el método DPPH.

En las figuras 16, 17, 18 y 19 se observan las curvas de calibración de la capacidad antioxidante de la vitamina C y de Trolox y sus respectivos porcentajes de captación del radical libre DPPH⁺.

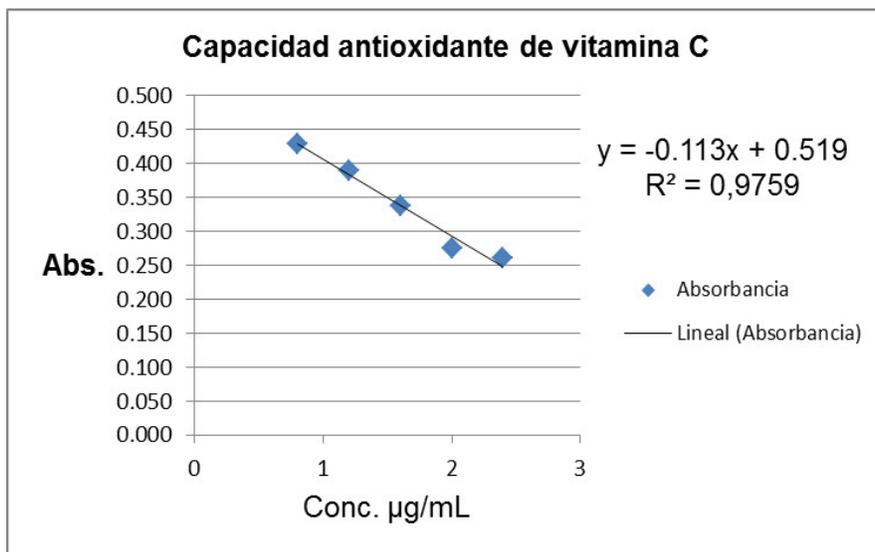


Figura 16. Capacidad antioxidante de vitamina C por el método del DPPH

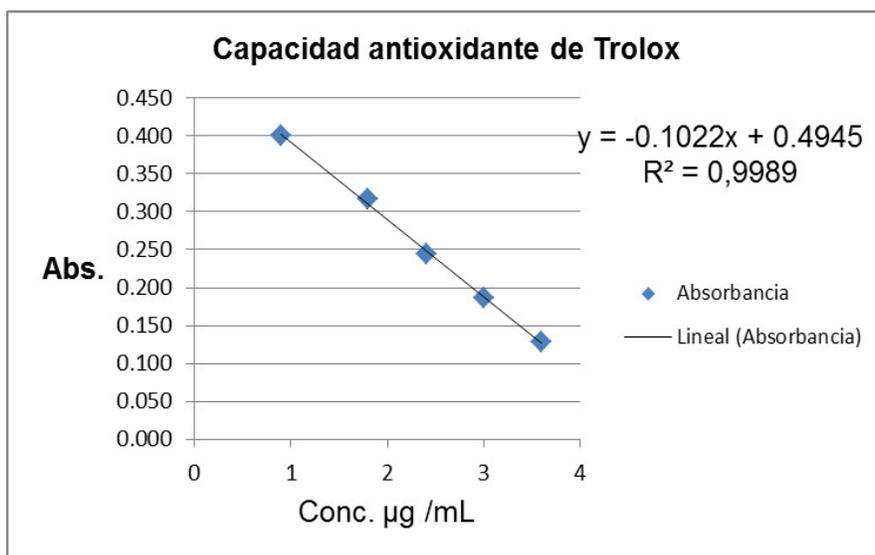


Figura 17. Capacidad antioxidante de Trolox por el método del DPPH

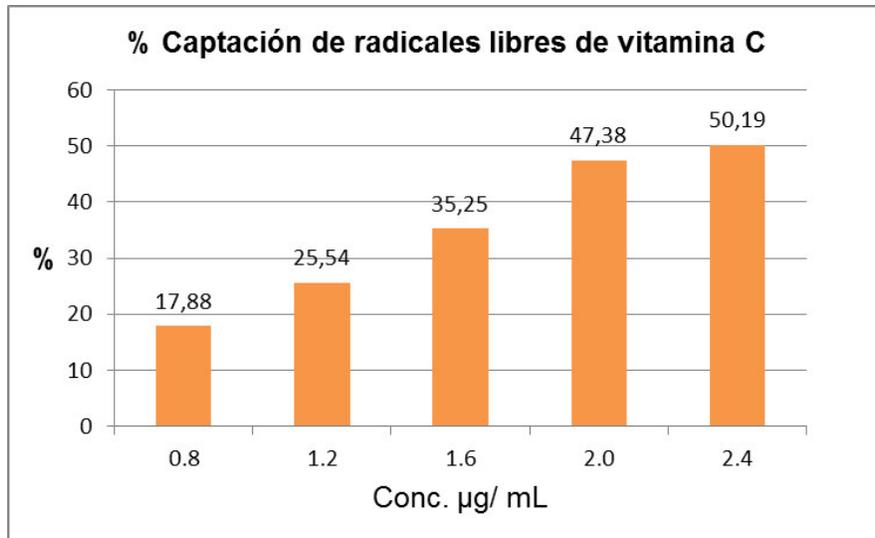


Figura 18. Porcentaje de captación de radicales libres por el método DPPH de la vitamina C.

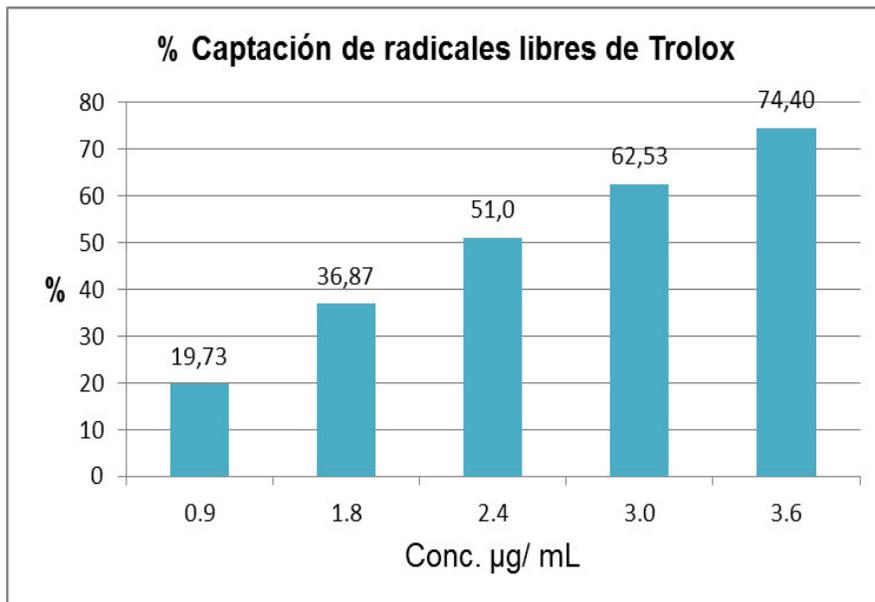


Figura 19. Porcentaje de captación de radicales libres por el método del DPPH del Trolox

En las figuras 20, 21, 22 y 23 se observan las curvas de absorbancia vs concentración de la capacidad antioxidante de *Physalis peruviana* L. de Huánuco, Junín, Ancash y Cajamarca por el método del DPPH.

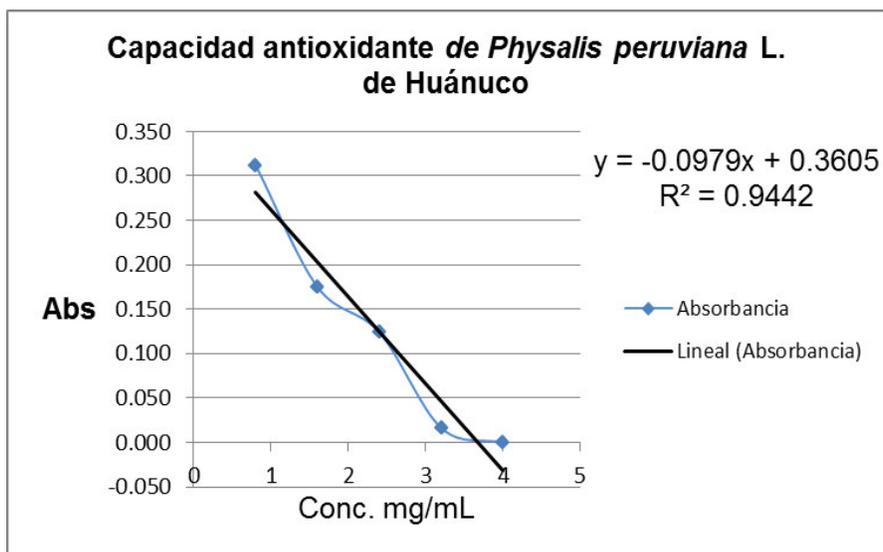


Figura 20. Capacidad antioxidante de *Physalis peruviana* L. proveniente de Huánuco por el método del DPPH

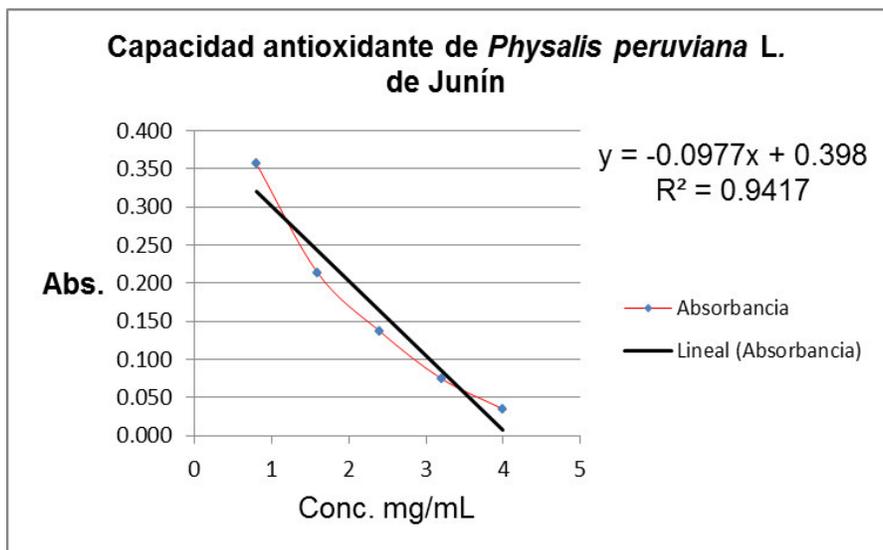


Figura 21. Capacidad antioxidante de *Physalis peruviana* L. proveniente de Junín por el método del DPPH

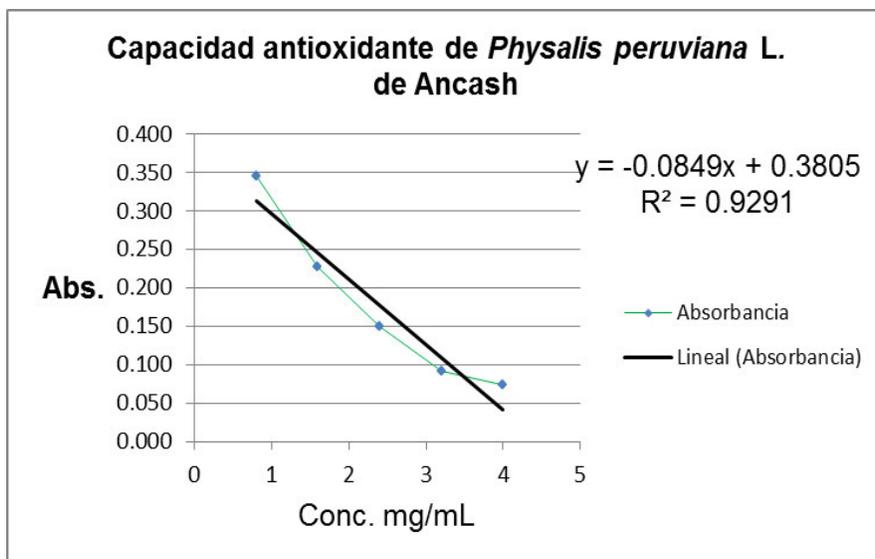


Figura 22. Capacidad antioxidante de *Physalis peruviana* L. proveniente de Ancash por el método del DPPH

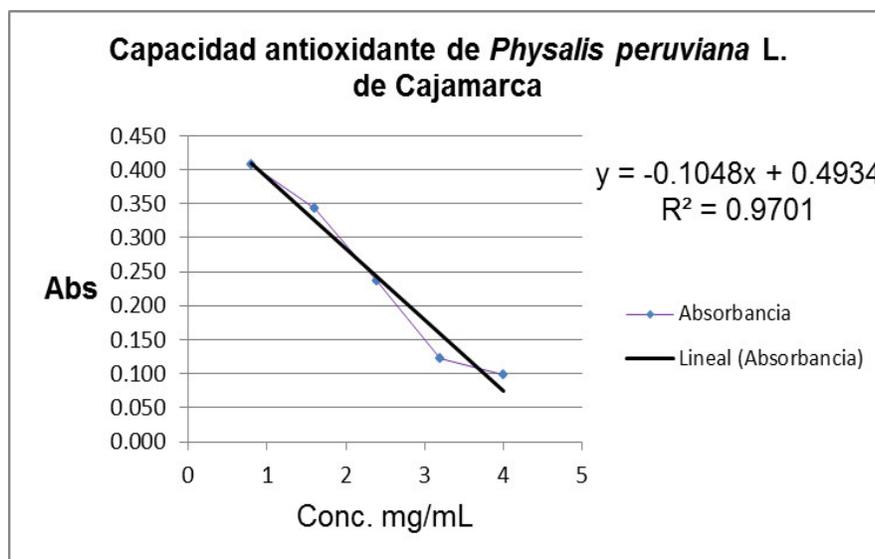


Figura 23. Capacidad antioxidante de *Physalis peruviana* L. proveniente de Cajamarca por el método del DPPH

4.7.2. Método de captación del radical ABTS⁺

Con respecto a la captación del radical libre ABTS⁺, las muestras provenientes de Huánuco y Junín mostraron un mayor porcentaje de captación (tabla 14) y una mayor actividad antioxidante expresado en $\mu\text{M}/\text{Eq. Vit. C}$ (tabla 15).

Tabla 14. Porcentaje de captación de radicales libres del ABTS⁺ de *Physalis peruviana* L. proveniente de Huánuco, Cajamarca, Junín y Ancash.

Conc. mg/mL	% Captación de radicales libres del ABTS ⁺ de <i>Physalis peruviana</i> L.			
	Huánuco	Cajamarca	Junín	Ancash
2,4	87,9 \pm 0,17	77,3 \pm 0,16	88,4 \pm 0,16	74,77 \pm 0,54
1,9	61,7 \pm 0,5	64,43 \pm 0,38	78,78 \pm 0,62	57,51 \pm 0,29
1,4	52,4 \pm 0,17	50,14 \pm 0,16	63,43 \pm 0,62	44,25 \pm 1,12
0,9	34,3 \pm 0,25	35,24 \pm 0,62	46,53 \pm 0,39	35,95 \pm 0,31
0,4	15,8 \pm 0,08	19,33 \pm 0,86	24,76 \pm 0,55	11,3 \pm 0,29

Tabla 15. Comparación de los porcentajes de captación expresadas en función a los micromoles equivalentes de vitamina C.

Extracto de <i>Physalis peruviana</i> L. (2,4 mg/ mL)	Porcentaje de captación (%)	µM/ Eq. Vit. C/ g extracto*
Huánuco	87,9 ± 0,17	11,35 ± 0,02
Junín	88,4 ± 0,16	10,51 ± 0,02
Ancash	74,77 ± 0,54	9,8 ± 0,07
Cajamarca	77,3 ± 0,16	9,13 ± 0,02

*Para valores expresados en µg/ Eq. vit. C se utilizaron las curvas patrones de vitamina C por el método ABTS.

En las figuras 24 y 25 se observa la curva de calibración de la capacidad antioxidante de la vitamina C y sus porcentajes de captación del radical libre ABTS⁺.

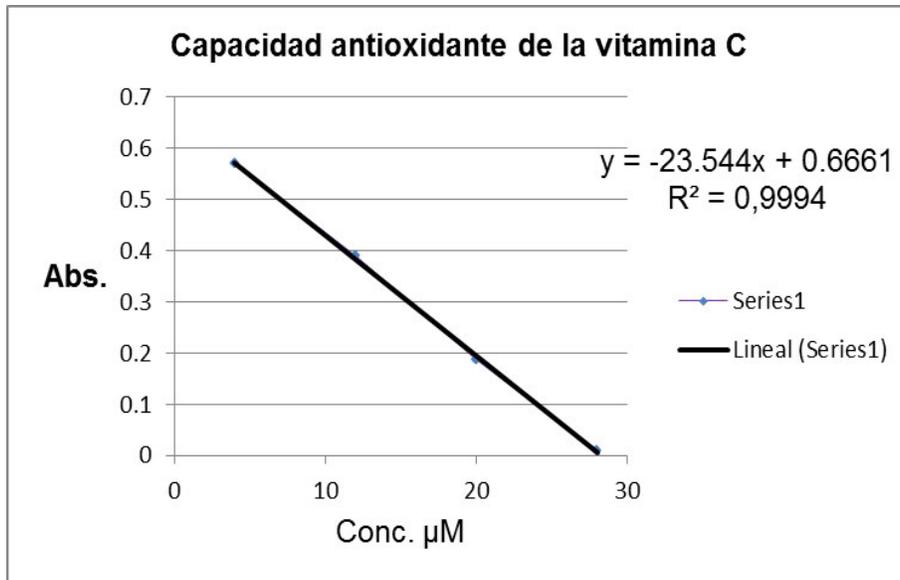


Figura 24. Capacidad antioxidante de la vitamina C por el método del ABTS

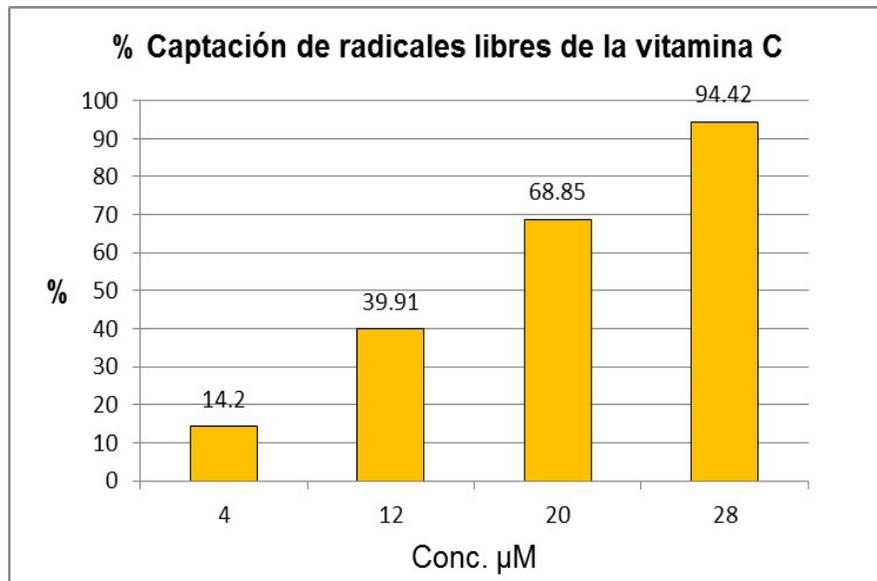


Figura 25. Porcentaje de la captación de radicales libres de la vitamina C por el método del ABTS

En las figuras 26, 27, 28 y 29 se observan las curvas de absorbancia vs concentración de la capacidad antioxidante de *Physalis peruviana* L. de Huánuco, Junín, Ancash y Cajamarca por el método del ABTS.

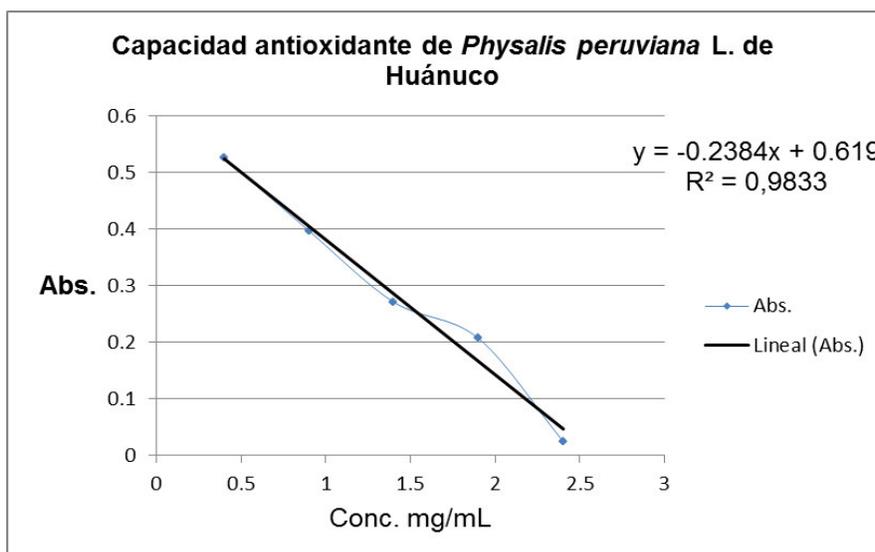


Figura 26. Capacidad antioxidante de *Physalis peruviana* L. proveniente de Huánuco por el método del ABTS

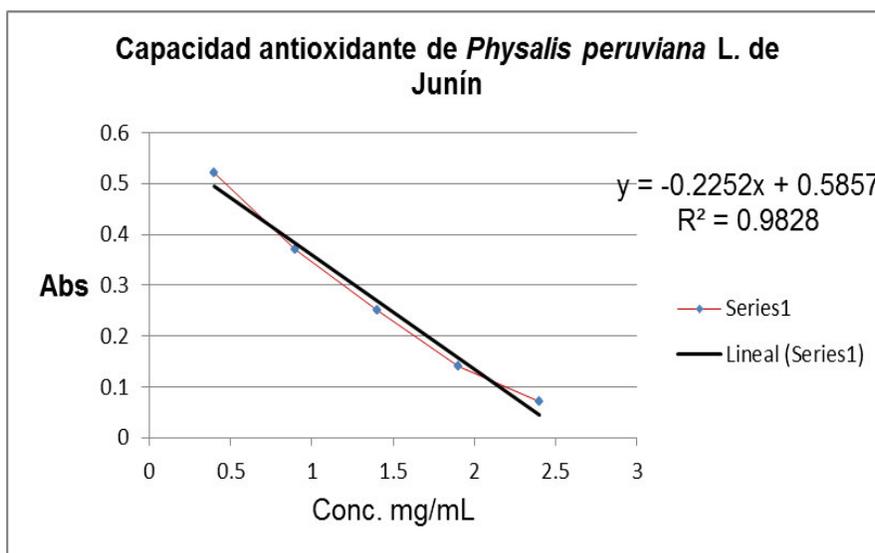


Figura 27. Capacidad antioxidante de *Physalis peruviana* L. proveniente de Junín por el método del ABTS

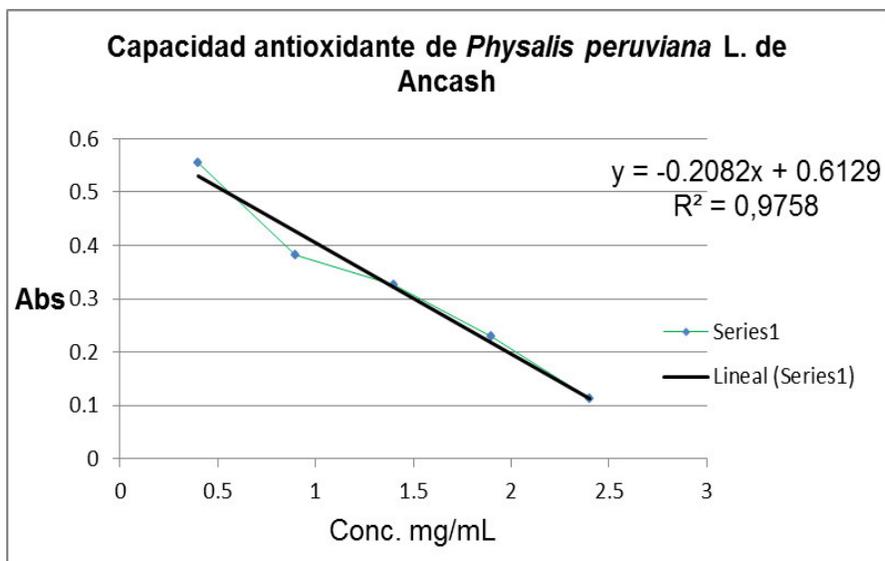


Figura 28. Capacidad antioxidante de *Physalis peruviana* L. proveniente de Ancash por el método del ABTS

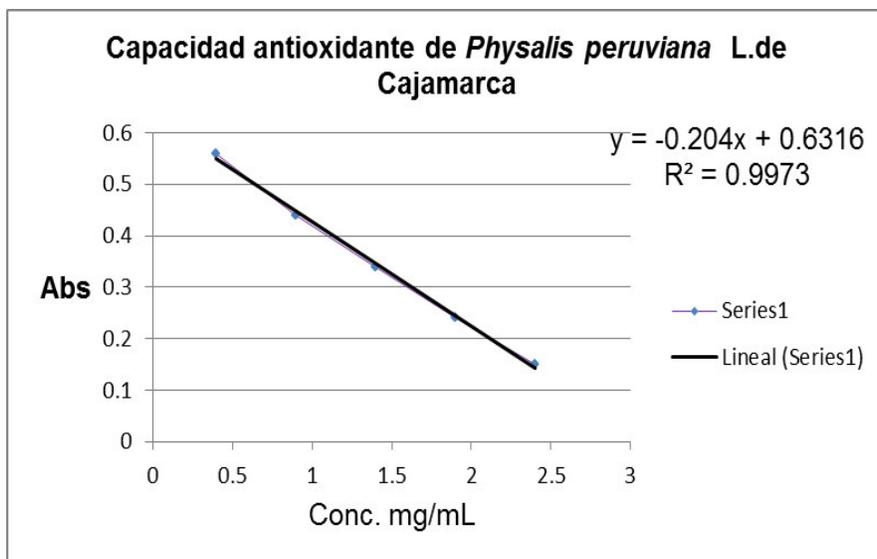


Figura 29. Capacidad antioxidante de *Physalis peruviana* L. de Cajamarca por el método del ABTS

4.8. Determinación de los valores de IC₅₀ por los métodos DPPH y ABTS.

La capacidad antioxidante de los extractos de *Physalis peruviana* L. frente a los radicales libres del DPPH y ABTS medida en IC₅₀, mostraron valores más bajos de IC₅₀ a las muestras, con mayor capacidad antioxidante (Huánuco y Junín) y a la vez se observó que a mayor cantidad de compuestos fenólicos expresados en mg/Eq. ácido gálico existe una mayor actividad antioxidante (tabla 16)

Tabla 16. Comparación de los valores del IC₅₀ por el método DPPH y ABTS con los valores expresados en miligramos equivalentes de ácido gálico.

<i>Physalis</i> <i>peruviana</i> L.	IC ₅₀		mg /Eq. ácido gálico / 100 g fruto
	Método de DPPH	Método de ABTS	
Huánuco	1,86 mg/mL	1,29 mg/mL	149,3 ± 1,62
Junín	2,04 mg/mL	1,30 mg/mL	144,4 ± 0,97
Ancash	2,24 mg/mL	1,55 mg/mL	127,9 ± 0,79
Cajamarca	2,36 mg/mL	1,49 mg/mL	106 ± 0,48

V. DISCUSIÓN

Según los resultados del análisis organoléptico (tabla 7), las cuatro muestras de los frutos de *Physalis peruviana* L. no presentaron diferencias significativas para las variables de sabor, textura, color, que hicieran un fruto superior en calidad sensorial a otro. La evaluación sensorial es una disciplina científica mediante el cual se evalúan las propiedades organolépticas a través del uso de uno o más de los sentidos humanos, es la forma más directa de medir la calidad de un producto alimenticio⁴⁷.

En el estudio fitoquímico de los extractos etanólicos de *Physalis peruviana* L. (tabla 9) mostraron una elevada presencia de glucósidos y esteroides, moderada presencia de alcaloides, taninos, compuestos fenólicos y flavonoides y leve presencia de saponinas. Bernal y correa (1998), reportaron que los constituyentes químicos encontrados en el fruto de *Physalis peruviana* L; en donde se destacan principalmente compuestos del tipo witaesteroides (un conjunto de esteroides), glucósidos, alcaloides y flavonoides⁴⁸, los cuales suelen aislarse de los extractos obtenidos con disolventes más polares, como metanol y etanol.

Con respecto al estudio fisicoquímico de los frutos de aguaymanto, presentaron niveles de humedad altos propios de los vegetales frescos; y un bajo contenido de sólidos solubles totales como se observa en la tabla 8, con resultados promedios de 80,7 % de humedad, similar al 78,9% (Wills et al. 1984)⁴⁶; 14 de °Brix y 4 de pH, similares a los reportados de 14,5 y 3,6 respectivamente por Giraldo et al. (2005) y por Castro et al. (2008), la acidez de 2,6 reportada como porcentaje de

ácido cítrico muy similar a $1,9 \pm 0,3$ (Restrepo et al. 2009). En el aguaymanto, la mayor proporción de los ácidos la constituye el ácido cítrico, con un 85%⁴⁹⁻⁵¹.

El índice de madurez es la relación entre los SST y ATT (SST/ATT), la cual aumenta proporcionalmente de acuerdo con el crecimiento del fruto, según nuestros resultados el índice de madurez, está entre el estado de madurez dos y tres según la norma técnica Colombiana NTC 4580¹⁹, como se muestra en la figura 4 y tabla 5.

Respecto al extracto etanólico de los frutos de *Physalis peruviana* L. se obtuvo un rendimiento de 10% v/p, que estaría sujeto a factores como el tamaño de la muestra, el tipo de fruto, el tiempo de almacenamiento y el proceso de secado.

El contenido de fenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu (tabla 11) indicó un contenido fenólico promedio expresado en miligramos de ácido gálico por cada 100 g de fruto, entre $106 \pm 0,48$ y $149,3 \pm 1,62$ mg/Eq. AG/ 100g fruto, valor inferior al reportado por Repo y Encina (2008)⁵² de 154 mg/Eq. AG / 100 g y por Mier et al. (2011)²⁰ de 240,16 mg/Eq. AG / 100 g, esto podría deberse a que ellos han trabajado con frutos completamente maduros; y el estado de madurez influye directamente en el contenido de compuestos fenólicos del aguaymanto. En el fruto de *Physalis peruviana* L. la quercetina es el principal compuesto fenólico seguido de miricetina y Kaempferol⁵³.

La capacidad antioxidante de un alimento se debe al efecto sinérgico entre los compuestos bioactivos como los flavonoides, carotenos, witanólidos, fisalinas, tocoferol y ácido ascórbico presentes en el aguaymanto²⁹.

El porcentaje de capacidad antioxidante del extracto etanólico a una concentración 1,6mg/mL va desde $37,47 \pm 0,95$ hasta $67,59 \pm 1,67$ por el método del DPPH, valor similar al reportado por Repo y Encina (2008).⁵² de 52 % de captación del radical del DPPH⁺, para el fruto proveniente de Huánuco.

El porcentaje de capacidad antioxidante por el método ABTS a una concentración 1,4 mg/mL de extracto etanólico seco, va desde $15,8 \pm 0,08$ hasta $87,9 \pm 0,19$, valor similar al reportado por Repo y Encina (2008)⁵², de 38 % de captación del radical del ABTS, dato que se asemeja al obtenido por el fruto proveniente de Huánuco.

La maduración influye en la capacidad antioxidante. Estudios demuestran que hay un mayor contenido de compuestos bioactivos en el aguaymanto para un estado de “madurez 5 ó 6 (tabla 6), con un valor de 51,65 mg ácido ascórbico/100 g muestra; 2,34 mg de α -caroteno/100g muestra; capacidad antioxidante según el método del DPPH de 489,05 mg equivalente Trolox/g de tejido y capacidad antioxidante medido por el método del ABTS de 520,72 mg equivalente Trolox/g de tejido ⁵³.

El IC₅₀ mide la efectividad de un compuesto para inhibir una actividad biológica y/o bioquímica ⁵⁴.En esta investigación se midió la concentración de los extractos vegetales necesarios para disminuir en un 50% la concentración inicial de los radicales libres (DPPH⁺ y ABTS⁺), teniendo en cuenta que a menor valor de IC₅₀ es mayor la actividad antioxidante⁵⁵.

Según un estudio del fruto de *Physalis peruviana* L. en dos estados de maduración, se determinó la capacidad antioxidante según el método del ABTS y DPPH del fruto de *Physalis peruviana* L., obteniendo resultados que se expresaron como IC₅₀ según método DPPH como 2,07 mg/mL, valor cercano al obtenido por la presente investigación que fue 2,04 mg/mL, fruto proveniente de Junín (tabla 16)⁵⁶.

El fruto proveniente de Huánuco presentó una alta capacidad antioxidante con el método del ABTS (tabla 14) y con el método del DPPH (tabla 12), que muestra una buena correlación entre estos dos métodos indicando que son practicables para la determinación de la capacidad antioxidante de las materias primas evaluadas. El contenido de carotenos, correlacionó negativamente con la capacidad antioxidante indicando que a mayor contenido de carotenos la capacidad antioxidante disminuye⁵².

VI. CONCLUSIONES

- ✓ Los extractos etanólicos de *Physalis peruviana* L. de Huánuco, Junín, Ancash y Cajamarca evaluados por el método del DPPH, expresaron un IC₅₀ de 1,86; 2,04 ; 2,24 y 2,36 mg/mL respectivamente; asimismo, por el método del ABTS expresado en IC₅₀ fue de 1,29; 1,30; 1,47 y 1,55 mg/mL; correspondiendo el de mayor capacidad antioxidante al extracto etanólico de Huánuco.
- ✓ La determinación de fenoles totales fue de 149,3 ± 1,62; 144,4 ± 0,97; 127,9 ± 0,79 y 106 ± 0,48 mg/Eq. AG/100 g fruto; correspondiendo estos a Huánuco, Junín, Ancash y Cajamarca respectivamente, mostrándose el extracto etanólico de Huánuco con mayor cantidad de fenoles totales.
- ✓ La comparación de los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante por los métodos DPPH y ABTS, demostraron que existe una relación directa en ambos.

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Ampliar el estudio de la capacidad antioxidante de *Physalis peruviana* L., con otros métodos y a diferentes concentraciones del extracto.
- ✓ Profundizar el estudio de otras variables o factores que puedan afectar la capacidad antioxidante del fruto de *Physalis peruviana* L.
- ✓ Realizar análisis de la composición química de los frutos de *Physalis peruviana* L. que mostraron mayor actividad antioxidante.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carlos Avalos. Fruto Peruano que conquista el mundo. Generación [Internet]. Ago 2010 [consultado 4 de septiembre 2014]; 1: 1-5. Disponible en: <http://www.generacion.com/magazine/383/fruto-peruano-que-conquista-mundo>
2. Hassanien MFR. Physalis peruviana: A rich source of bioactive phytochemicals for functional foods and pharmaceuticals. Food Rev. Int [Internet]. Mayo 2011 [consultado 20 de agosto 2014]; 27: 259-273. Disponible en: <http://www.pjps.pk/wp-content/uploads/pdfs/27/3/Paper-12.pdf>
3. Balasundram N, Sundram K, Samman S. Phenolic compounds in plant and agri-industrial by products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. Food Chem [Internet]. Julio 2006. [consultado 10 de julio 2014]; 99: 191-203. Disponible en: <http://www.deepdyve.com/lp/elsevier/phenolic-compounds-in-plants-and-agri-industrial-by-products-tN0pt6gz2B>
4. Vidal A, Motidome M, Mancini J, Fallarero A, Midori M, et al. Actividad antioxidante y ácidos fenólicos del alga marina Bryothamnion triquetrum (S.G.Gmelim). Rev. Brasileira de Ciencias Farmacéuticas. Sep 2001; 37 (3): 373-82.
5. Wu S, Huang Y, Lin D, Wang S, et al. Antioxidant activities of *Physalis peruviana* L. Biol Pharm Bull [Internet]. Junio 2005 [consultado 12 de agosto 2014]; 28(6): 963-966. Disponible en: <http://www.pjps.pk/wp-content/uploads/pdfs/27/3/Paper-12.pdf>
6. Cruzat R, Honorato C. Resultados y lecciones en Cultivo de Golden berry (*Physalis peruviana* L.) en la zona central de Chile. Fundación para la Innovación Agraria (FIA). Julio 2010; 90: 1-58.

7. Valencia M L. Anatomía del fruto de la uchuva. Acta Biológica Colombiana. Sep 1985; 1: 63-69.
8. Wu S J, Tsai J, Chang S P, Lin D L, Wang S, Huang S N, et. al. Supercritical carbon dioxide extracts exhibits enhanced antioxidant and anti-inflammatory activities of *Physalis peruviana* L. Journal of Ethnopharmacology. Diciembre 2006; 108: 407-413.
9. Franco L A, Matiz G E, Calle J, Pinzón R, Ospina L F, et. al. Anti-inflammatory activity of extracts and fractions obtained from *Physalis peruviana* L. calyces. Biomédica 1. Feb 2007; 1: 110-5. Disponible en:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572007000100010&lng=en&nrm=iso&tlng=en
10. Pardo J M, Fontanilla M R, Ospina L F, Espinosa L. Determining the pharmacological activity of *Physalis peruviana* L. fruit juice on rabbit eyes and fibroblast primary cultures. Invest Ophthalmol Vis Sci. Julio 2008; 7(7): 3074-3079. DOI: 10.1167/iovs.07-0633.
11. Brito D. Agro exportación de productos no tradicionales. Productores de uvilla para exportación. Fundación Aliñambi. Junio 2002; 10 p.
12. Madriñan P C. Caracterización morfológica de accesiones de *Physalis peruviana* L. del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira [Tesis de Maestría]. Palmira: Universidad Nacional de Colombia 2010, 70 p.
13. Angulo R. Frutales exóticos de clima frío. Edición Bayer CropScience S.A. Bogotá. 2003; 100p.
14. Almanza P, Fischer G. Fisiología del cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.), Universidad Nacional de Bogotá [Internet]. Abril 2012 [consultado 20 de junio 2014]; 1: 1-15. Disponible en:
<http://fruticultura.cav.udesc.br/wp->

content/uploads/2012/04/pedro_jose_almanza_merchan_y_gerhard_fischer2.pdf

15. Trujillo J P. Aplicación de Elementos Intermitentes y Otros Coadyuvantes a la Conservación Frigorífica de Aguaymanto [Tesis Doctoral]. Madrid: Universidad Politécnica de Valencia, Facultad de Ciencias. 2007. 115 p.
16. Puente L A, Pinto-Muñoz C A, Castro E S, y Cortés M. *Physalis peruviana* L. Multiple properties of a highly functional fruit. Food Research International [Internet]. 2011 [consultado 10 de agosto 2014]; 44(7): 1733-1740. Disponible en: http://www.captura.uchile.cl/bitstream/handle/2250/14392/PUENTE_2011.pdf?sequence=1
17. Restrepo Duque A M. Nuevas perspectivas de consumo de frutas: Uchuva (*Physalis peruviana* L.) y fresa (*Fragaria vesca* L.) mínimamente procesadas fortificadas con vitamina E [Tesis de Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos]. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. 2008. 107 p.
18. Torres, Jorge. Elaboración del néctar de uvilla (*Physalis peruviana* L.), utilizando sacarina, dos concentraciones de estabilizante y dos tiempos de pasteurización [Tesis en Ingeniería Agroindustrial]. Ibarra: Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. 2011. 110 p.
19. ICONTEC. Frutas frescas. Uchuva. Especificaciones. Norma Técnica Colombiana NTC 4580. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá. 1999.
20. H J Mier G, G Cáez G. Contenido de polifenoles, carotenos y capacidad antioxidante en frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en relación a su estado de maduración [Internet]. 2^{da} Ed. Vol 11. Calí: Universidad de la Sabana. Sep 2011 [consultado 1 de septiembre 2014]. Disponible en: books.google.com.pe/books?id=52kTsiE5s7YC
21. Octavio L., Gonzalo V., Gerhard F., Nidia C. V., Hugo G. Comportamiento de la uchuva/*Physalis peruviana* L.) en poscosecha bajo condiciones de atmósfera

modificada activa. Rev. Corpoica [Internet]. Julio 2007 [consultado 01 de septiembre 2014]; 8(1):61-68. Disponible en:

<http://www.corpoica.org.co/sitioweb/archivos/revista/8.comportamientodelauchuva.pdf>.

22. Encina, C. Influencia del descerado y composición del almíbar en la optimización del tratamiento térmico de la conserva de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) para la mayor retención de ácido ascórbico [Tesis de Maestría en scientiae]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2006. 98 p.
23. Auroma O. En *Phytochemicals and Phythopharmaceuticals*. 2da ed. Champaign, Illinois: AOCS; 1999. Chapter 4, Conceptualization of the Prooxidant and Antioxidant Actions of Plant Food Chemicals; 32-46.
24. Andersen Q M, Markhan K R. *Flavonoids-chemistry, biochemistry and applications*. Tailor and Francis Group [Internet]. 2006 [consultado 10 de junio 2014]. 1012 p. Disponible en:
<http://blogs.cimav.edu.mx/daniel.glossman/data/files/Libros/Flavonoids%20-%20Chemistry,%20Biochemistry%20and%20Applications.pdf>
25. Rodríguez U Sheila L, Rodríguez U Erika M. Efecto de la ingesta de *Physalis peruviana* L. (aguaymanto) sobre la glicemia postprandial en adultos jóvenes. *Revista Med. Vallejana*. 2007; 4 (1): 43 – 53.
26. Arun M, Asha V. Preliminary studies on antihepatotoxic effect of *Physalis peruviana* L. (Solanaceae) against carbon tetrachloride induced acute liver injury in rats. *Journal of Ethnopharmacology*. 2007; 111(1): 110-114. Citado en: Pubmed; PIMD: 17161567

27. Rodríguez S L, Rodríguez E M. Efecto de la ingesta de *Physalis peruviana* L. (aguaymanto) sobre la glicemia postprandial en adultos jóvenes. Rev. Med. Vallejana. 2007; 4(1): 43-53. Disponible en: <http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/rmv/v04n1/pdf/a05v4n1.pdf>
28. Medina D P. Implementación de una metodología para la obtención de marcadores de frutos de *Physalis peruviana* L., y evaluación de actividad hipoglicemiante [Tesis de Maestría en Ciencias Farmacéuticas]. Bogotá: Universidad Nacional de. 2012. 137 p.
29. Ramadan M F. Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). Food Research International. 2011; 44(7): 1830-1836. DOI: 10.1016/j.foodres.2010.12.042.
30. Brand-Williams W, Cuvelier M, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Food Sci Technol. 1995; 20: 25-30.
31. Pryor W A. Free Radicals in biology. Academia Press. New York.1976;1-3.
32. Bravo L. Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. Rev. Nutr. Noviembre 1998; 56: 317-333. Citado en: Pubmed; PIMD: 9838798.
33. Decker E A. Phenolics: Prooxidants or antioxidants. Nutritional Reviews. Noviembre 1997; 55: 396-398. Citado en: Pubmed; PIMD: 9420450
34. Zavaleta J, Muñoz A M, Blanco T, Alvarado-Ortiz C, Loja B. Capacidad antioxidante y principales ácidos fenólicos y flavonoides de algunos alimentos. Revista Horizonte Médico [Internet]. 2005 [consultado 10 de junio 2014]; 2(5): 29-38. Disponible en: http://usmp.edu.pe/medicina/horizonte/2005_II/Art4_Vol5_N2.pdf

35. Clarkson P M. Antioxidants and physical performance. *Rev Food Sci Nutr.* Junio 1995; 35: 131-41. Citado en: Pubmed; PIMD: 7748472.
36. Vicente A R, Manganaris G A, Sozzi G O, Crisosto C H, Wojciech J F, Robert L S, et al. In *Postharvest Handling*. 2nd Edition. San Diego: Cornell University; 2009. Chapter 5 - Nutritional Quality of Fruits and Vegetables. 35-78 p.
37. Ojha H, Mishra K, Chaudhury N K. Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH assay: A critical review and results. *Food Chemistry.* Feb 2012; 130: 1036-1043. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.07.127.
38. Miller N. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clinical science.* London. 1993; 84: 407-412. Citado en: Pubmed; PIMD: 8482045.
39. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Panala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.* Mayo 1999; 26: 1231- 1237. Citado en: Pubmed; PIMD: 10381194
40. Kuskoski E M, Asuero A G, Troncoso A M, Garcia-Parilla M C, Fett R. Actividad antioxidante de pigmentos antocianicos. *Rev. Bras. Cienc. Tecnol. Alim [Internet].* Diciembre 2004 [consultado 2 de agosto 2014]; 24: 691- 693. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612004000400036&script=sci_arttext
41. AOAC. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis.* Gaithersburg. 2001; 968: 28-44.
42. AOAC. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Solids (soluble) in fruits and fruit products. Refractometer Method.* Washington. 1980; 932:12.

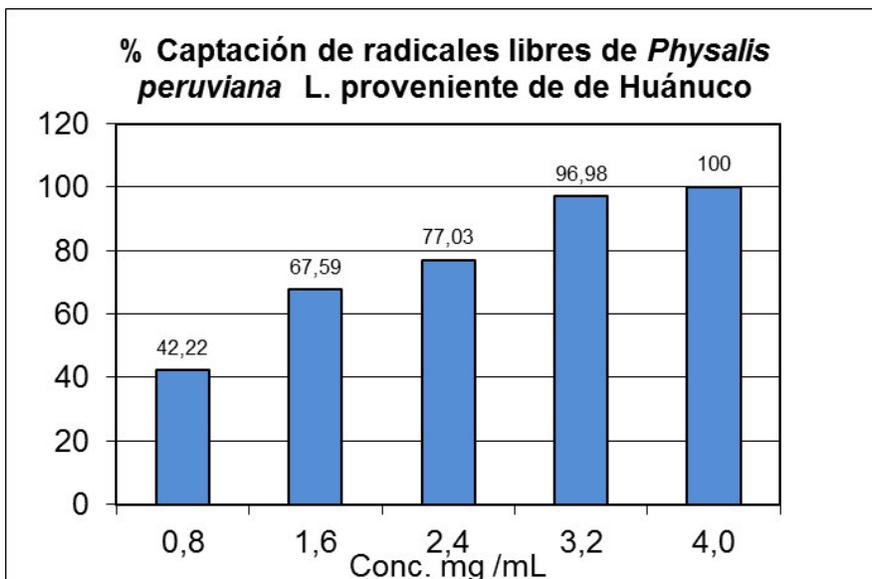
43. Fischer G, Martínez O. Calidad y madurez de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en relación con la coloración del fruto. *Agronomía Colombiana* [Internet]. 1999 [consultado 26 de julio 2014]; 16: 35-39. Disponible en:
<http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/25079>
44. Gorriti A, Jurado B, Quispe F. Manual de Laboratorio I y II. 1era ed. Lima. UNMSM Facultad de Farmacia y Bioquímica. Cátedra de Farmacognoscia y Medicina Tradicional. 2004. 25 p.
45. Singleton V L, Rossi J A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal Enology Viticulture* [Internet]. Diciembre 1965 [consultado 4 mayo del 2014]; 16:144-158. Disponible en:
<http://garfield.library.upenn.edu/classics1985/A1985AUG6900001.pdf>
46. Wills R, Lee T, Graham D, McGlasson W, Hall E. Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas post recolección [Internet]. Zaragoza. Acribia editorial; 1984 [consultado 21 de junio 2014]. 192 p. Disponible en:
http://books.google.com.pe/books/about/Fisiolog%C3%ADa_y_manipulaci%C3%B3n_de_frutas_y.html?id=trahPAAACAAJ&redir_esc=y
47. Espinosa M J. Evaluación sensorial de los alimentos [Internet]. La Habana. Ministerios de educación superior. 2007 [consultado 01 Sep del 2014]. 116 p. Disponible en:
<file:///C:/Documents%20and%20Settings/Administrador/Mis%20documentos/Downloads/LIBRO+ANALISIS+SENSORIAL-1+MANFUGAS.pdf>.
48. Bernal H, Correa J. Especies vegetales promisorias de los países del convenio Andrés Bello [Internet]. Bogotá. Editora Guadalupe Ltda. 1998 [consultado 24 de julio 2014]. 441 p. Disponible en:

http://books.google.com.pe/books/about/Especies_vegetales_promisorias_de_los_pa.html?id=jFRgAAAAMAAJ&redir_esc=y

49. Castro A, Rodríguez M, Vargas E. Secado de Uchuva (*Physalis peruviana* L.) por aire caliente con pretratamiento de osmodeshidratación. Revista VITAE. Abril 2008; 15(2): 226-231.
50. Giraldo G, Duque A, Mejía C. La deshidratación osmótica como pretratamiento en la conservación de mora (*Rubus glaucus* L.) y uchuva (*Physalis peruviana* L.). Revista VITAE. 2005; 12(1): 15-22.
51. Restrepo A, Cortés M, Márquez C. Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) minimally processed fortified with vitamin E. Vitae-Revista de la Facultad de Química Farmacéutica [Internet]. Abril 2009 [consultado 2 de agosto 2014]; 16(1): 19-30. Disponible en:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-40042009000100003
52. Repo R, Encina C. Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. Rev. Soc. Quím. 2008; 74(2): 108-124.
53. Hakkinen S H ,Sirpa O ,Heinonen M, Mykkanen H M, Torronen R. Content of the flavonols quercetin, myricetin and Kaempferol in 25 edible berries. J.Agric Food Chem. 1999; 48: 2960-2965. Citado en: Pubmed; PIMD: 10734622
54. Joshi S, Verma A, Mathela C. Antioxidant and antibacterial activities of the leaf essential oils of Himalayan Lauraceae species. Food and Chemical Toxicology. 2010; 48: 37-40. Citado en: Pubmed; PIMD: 19766161
55. Zhu K-X, Lian C-X, Guo X-N, Zhou H-M. Antioxidant activities and total phenolic contents of various extracts from defatted wheat germ. Food Chemistry. Jun 2011; 126: 122-1126. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.11.144.

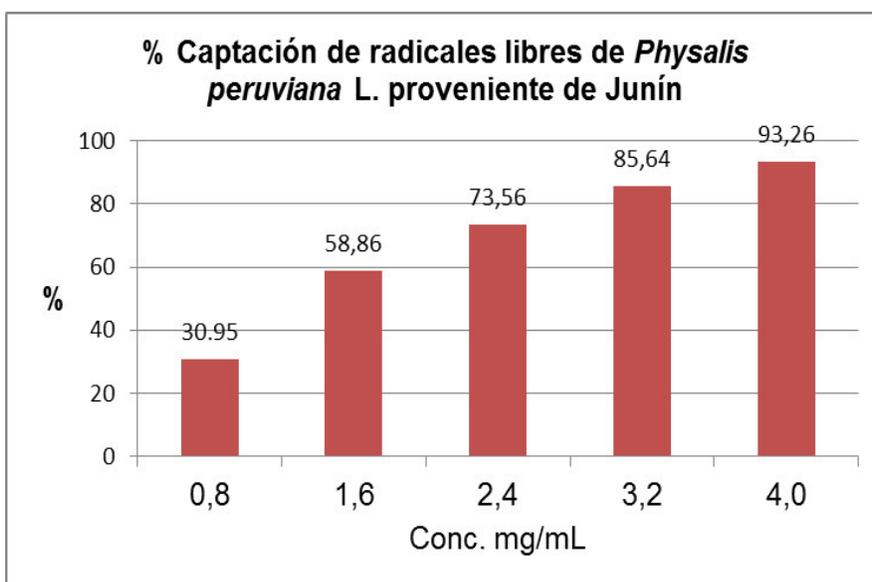
56. Licodiedoff S, Deitos L A, Hoffmann R. Flavonols and antioxidant activity of *Physalis peruviana* L. fruit at two maturity stages. Redalyc [Internet]. Apr.-Jun 2013 [consultado 10 de septiembre 2014]; 35(2): 393-399. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303229362025>

IX. ANEXOS



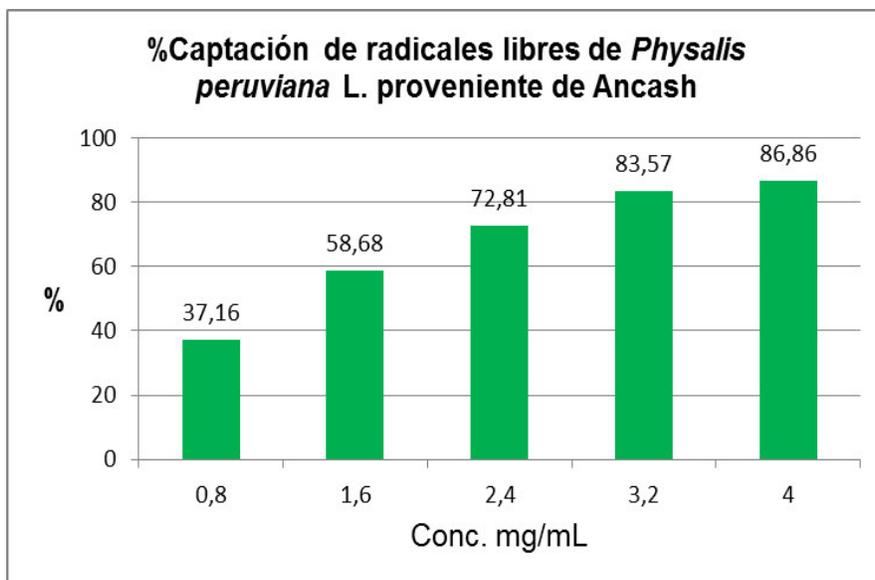
Anexo 1. Porcentaje de captación de radicales libre de *Physalis peruviana* L.

proveniente de Huánuco por el método del DPPH

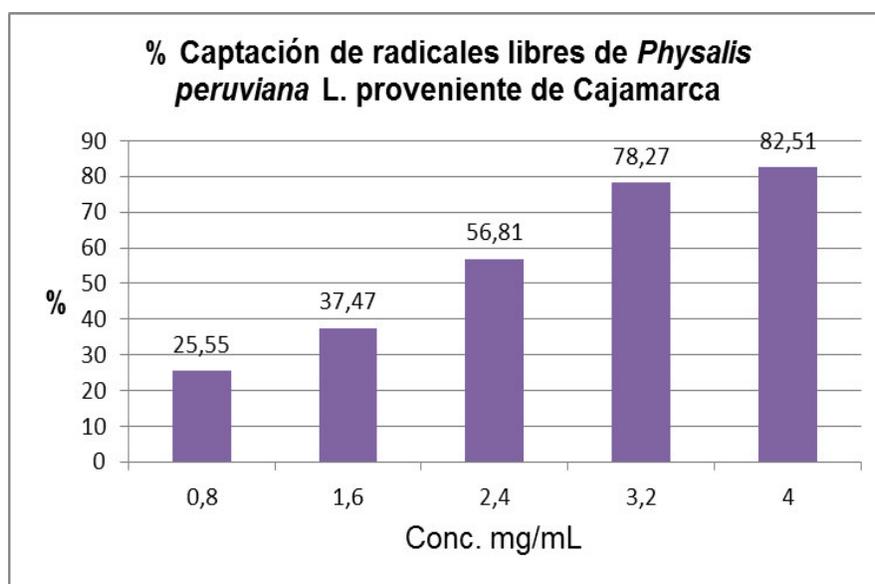


Anexo 2. Porcentaje de captación de radicales libres de *Physalis peruviana* L.

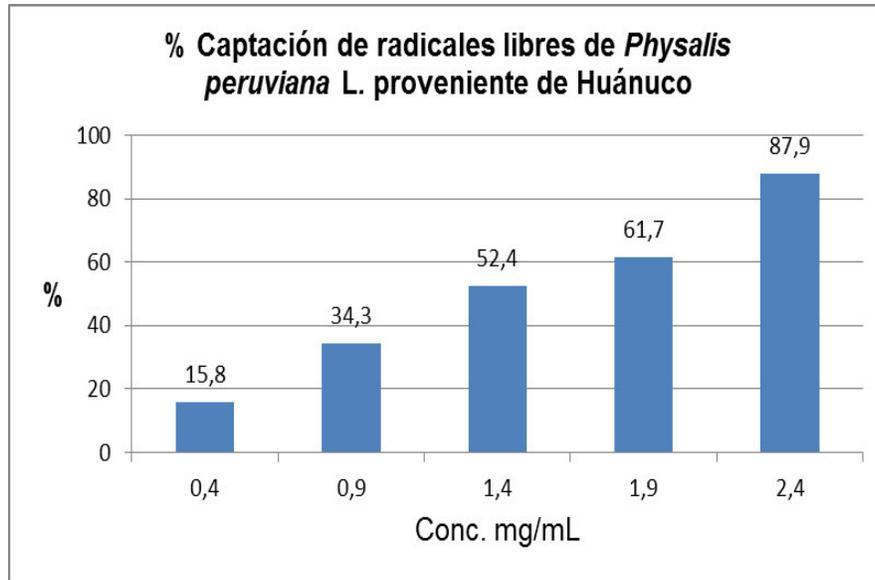
proveniente de Junín por el método del DPPH



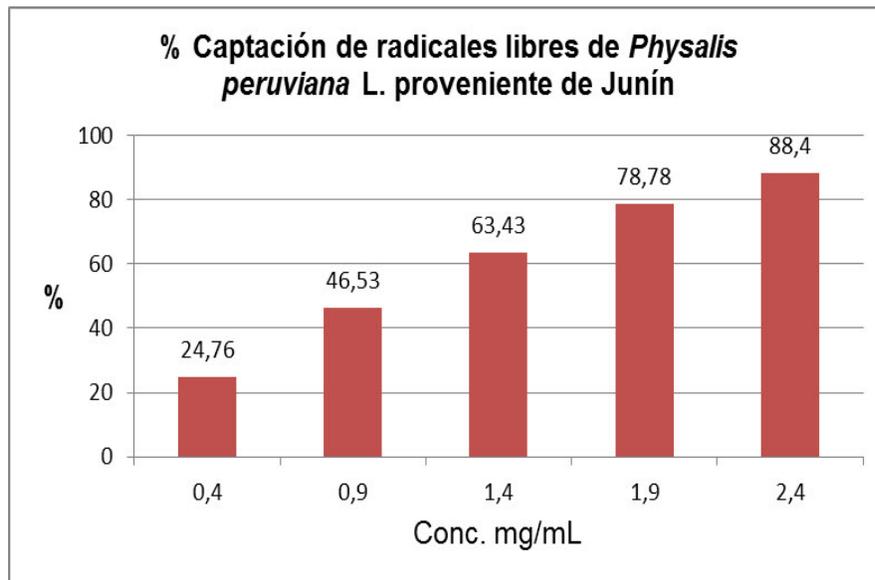
Anexo 3. Porcentaje de captación de radicales libres de *Physalis peruviana* L. proveniente de Ancash por el método del DPPH



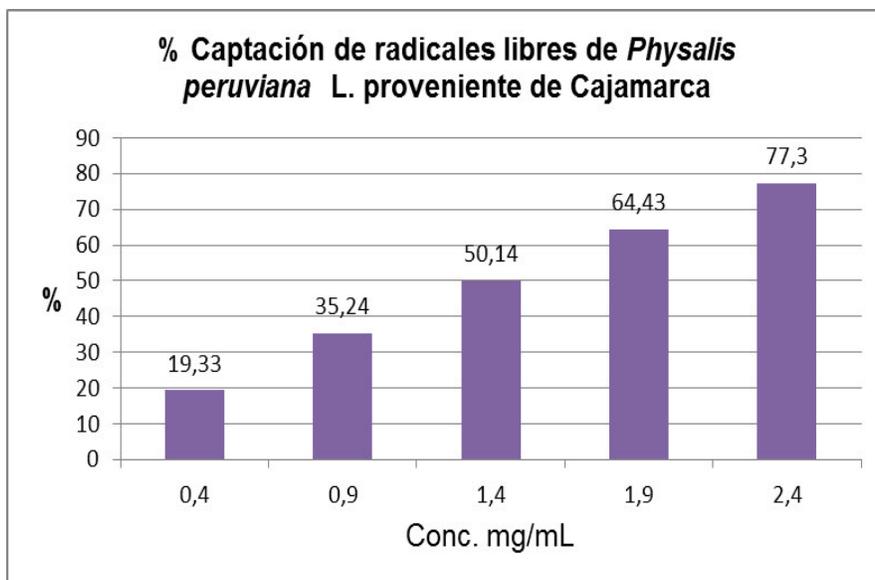
Anexo 4. Porcentaje de captación de radicales libres de *Physalis peruviana* L. proveniente de Cajamarca por el método del DPPH



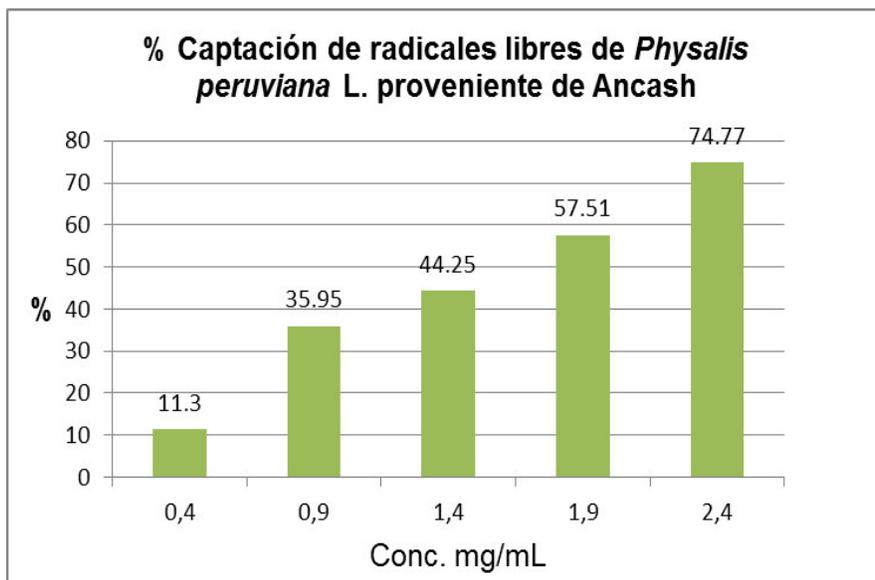
Anexo 5. Porcentaje de captación de radicales libres de *Physalis peruviana* L. proveniente de Huánuco por el método del ABTS



Anexo 6. Porcentaje de captación de radicales libres de *Physalis peruviana* L. proveniente de Junín por el método del ABTS



Anexo 7. Porcentaje de captación de radicales libres de *Physalis peruviana* L. proveniente de Cajamarca por el método ABTS



Anexo 8. Porcentaje de captación de radicales libres de *Physalis peruviana* L. proveniente de Ancash por el método ABTS

Anexo 9: ABREVIATURAS

I.M	Índice de madurez
IC₅₀	Concentración Inhibitoria al 50%
GHR	Glutación Hepático Reducido
MDA	Malondialdehído
RFC	Reactivo de Folin-Ciocalteu
F-C	Folin-Ciocalteu
HPLC	Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia
RMN	Resonancia Magnética Nuclear
DPPH	1,1-difenil-2-picril-hidrazilo
ABTS	Ácido 2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzotiazolin-6-sulfónico)
Eq. AG	Equivalentes de ácido gálico
SST	Sólidos solubles totales
ATT	Acidez total titulable
AOAC	Association of Official Analytical Chemists

Anexo 10: ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de <i>Physalis peruviana</i> L.....	6
Tabla 2. Reportes de la composición fisicoquímica de <i>Physalis peruviana</i> L. por 100g de fruto.....	10
Tabla 3. Composición nutricional de <i>Physalis peruviana</i> L. por 100 g de producto,.....	11
Tabla 4. Clasificación de <i>Physalis peruviana</i> L. de acuerdo al tamaño de fruto.....	12
Tabla 5. Características del aguaymanto en diferentes estados de madurez.....	14
Tabla 6. Análisis de los compuestos bioactivos del aguaymanto cuantificados en distintos estados de madurez.....	15
Tabla 7. Características organolépticas de los frutos de <i>Physalis peruviana</i> L.....	38
Tabla 8. Análisis fisicoquímico de los frutos de <i>Physalis peruviana</i> L.....	39
Tabla 9. Estudio fitoquímico de los extractos etanólicos de <i>Physalis peruviana</i> L.....	40

Tabla 10. Valores de Rf de la cromatografía en capa fina de los diferentes extractos etanólicos de <i>Physalis peruviana</i> L.....	41
Tabla 11. Contenido de fenoles totales en los diferentes extractos secos y en frutos de <i>Physalis peruviana</i> L.....	45
Tabla 12. Porcentaje de captación de radicales libres por el método DPPH.....	46
Tabla 13. Porcentajes de captación expresadas en función a los miligramos equivalentes de vitamina C y Trolox.....	46
Tabla 14. Porcentaje de captación de radicales libres del ABTS ⁺ de <i>Physalis peruviana</i> L. proveniente de Huánuco, Cajamarca, Junín y Ancash.....	51
Tabla 15. Comparación de los porcentajes de captación expresadas en función a los micromoles equivalentes de vitamina C.....	52
Tabla 16. Comparación de los valores del IC ₅₀ por el método DPPH y ABTS con los valores expresados en miligramos equivalentes de ácido gálico.....	56

Anexo 11: ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flor de <i>Physalis peruviana</i> L.....	8
Figura 2. Producción de fruto de <i>Physalis peruviana</i> L.....	9
Figura 3. Desarrollo vegetativo de <i>Physalis peruviana</i> L.....	9
Figura 4. Estado de madurez del fruto de <i>Physalis peruviana</i> L.....	13
Figura 5. Estructura química de las vitaminas E, C y componente activo de la vitamina A.....	19
Figura 6. Reacción del tocoferol para formar el radical peroxil.....	20
Figura 7. Estructura química de las fisalinas.....	21
Figura 8. Estructura de los witanólidos aislados de <i>Physalis peruviana</i> L.....	22
Figura 9. Estructura del β -caroteno	23
Figura 10. Estructura del α -caroteno	23
Figura 11. Estructura de la rutina y quercetina.....	24
Figura 12. Reacción del ácido gálico con el reactivo de Folin-Ciocalteu.....	32
Figura 13. Estructura del DPPH antes y después de la reacción con el antioxidante.....	34

Figura 14. Estructura del ABTS ⁺ antes y después de la reacción con el antioxidante.....	36
Figura 15. Curva de calibración del ácido gálico para la determinación de fenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu.....	44
Figura 16. Capacidad antioxidante de vitamina C por el método del DPPH.....	47
Figura 17. Capacidad antioxidante de Trolox por el método del DPPH.....	47
Figura 18. Porcentaje de captación de radicales libres por el método DPPH de la vitamina C.....	48
Figura 19. Porcentaje de captación de radicales libres por el método del DPPH del Trolox.....	48
Figura 20. Capacidad antioxidante de <i>Physalis peruviana</i> L. proveniente de Huánuco por el método del DPPH	49
Figura 21. Capacidad antioxidante de <i>Physalis peruviana</i> L. proveniente de Junín por el método del DPPH.....	49
Figura 22. Capacidad antioxidante de <i>Physalis peruviana</i> L. proveniente de Ancash por el método del DPPH.....	50
Figura 23. Capacidad antioxidante de <i>Physalis peruviana</i> L. proveniente	

de Cajamarca por el método del DPPH.....	50
Figura 24. Capacidad antioxidante de la vitamina C por el método del ABTS.....	53
Figura 25. Porcentaje de la captación de radicales libres de la vitamina C por el método del ABTS.....	53
Figura 26. Capacidad antioxidante de <i>Physalis peruviana</i> L. proveniente de Huánuco por el método del ABTS	54
Figura 27. Capacidad antioxidante de <i>Physalis peruviana</i> L. proveniente de Junín por el método del ABTS.....	54
Figura 28. Capacidad antioxidante de <i>Physalis peruviana</i> L. proveniente de Ancash por el método del ABTS.....	55
Figura 29. Capacidad antioxidante de <i>Physalis peruviana</i> L. proveniente de Cajamarca por el método del ABTS.....	55



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



"Año de la Promoción de la Industria Responsable y del Compromiso Climático"

CONSTANCIA N° 32-USM-2014

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (fruto), recibida de **Isabel APARCANA ATATURIMA**; de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos; ha sido estudiada y clasificada como: ***Physalis peruviana L.***; y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación de Cronquist (1981):

DIVISION: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

SUB-CLASE: ASTERIDAE

ORDEN: SCROPHULARIALES

FAMILIA: SOLANACEAE

GENERO: Physalis

ESPECIE: *Physalis peruviana L.*

Nombre vulgar: "Aguaymanto".
Determinado por: Blgo. Severo Baldeón.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para fines de estudios.

Lima, 20 de febrero de 2014



JOSÉ RICARDO CAMPOS DE LA CRUZ
CONSULTOR BOTÁNICO
C. B. P. Nº 3796
Tel: 5362006 - rpm 963689079
RD Nº 0311-2013- MINAGRI-DGFFS-DGEFFS.



CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACION BOTÁNICA

JOSÉ R. CAMPOS DE LA CRUZ. BIÓLOGO COLEGIADO- Nº 3796 – INSCRITO CON EL Nº 36 EN EL REGISTRO DE PROFESIONALES QUE REALIZAN CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE ESPECÍMENES Y PRODUCTOS DE FLORA - RESOLUCIÓN DIRECTORAL Nº 0311-2013- MINAGRI-DGFFS-DGEFFS.

Certifica:

Que, las Bachilleres en Farmacia y Bioquímica: **Aparcana Ataurima, Isabel Mercedes y Villarreal Inca, Leydi Esteffani**; con fines de investigación científica, han solicitado la determinación y certificación botánica de la planta conocida con el nombre vulgar de “**aguaymanto**”, procedente de la localidad de Celendín - provincia de Celendín - Dpto. Cajamarca. La muestra se ha determinado como ***Physalis peruviana* L.** Y en el Sistema de clasificación de Cronquist, ocupa las siguientes categorías sistemáticas

DIVISIÓN : Magnoliophyta
CLASE : Magnoliidae
SUBCLASE : Asteridae
ORDEN : Solanales
FAMILIA : Solanaceae
GENERO : *Physalis*
ESPECIE : *Physalis peruviana* L.

Nombre vulgar: “**aguaymanto**”

Se expide la presente certificación para fines que se estime conveniente.

Lima, 21 de enero del 2014



José R. Campos de la Cruz
José R. Campos de la Cruz
BIÓLOGO
C.B.P. 3796

JOSÉ RICARDO CAMPOS DE LA CRUZ
CONSULTOR BOTÁNICO
C. B. P. Nº 3796
Tel: 5362006 - rpm 963689079
RD Nº 0311-2013- MINAGRI-DGFFS-DGEFFS.



CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACION BOTÁNICA

JOSÉ R. CAMPOS DE LA CRUZ. BIÓLOGO COLEGIADO- Nº 3796 – INSCRITO CON EL Nº 36 EN EL REGISTRO DE PROFESIONALES QUE REALIZAN CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE ESPECÍMENES Y PRODUCTOS DE FLORA - RESOLUCIÓN DIRECTORAL Nº 0311-2013- MINAGRI-DGFFS-DGEFFS.

Certifica:

Que, las Bachilleres en Farmacia y Bioquímica: **Aparcana Ataurima, Isabel Mercedes y Villarreal Inca, Leydi Esteffani**; con fines de investigación científica, han solicitado la determinación y certificación botánica de la planta conocida con el nombre vulgar de **"aguaymanto"**, procedente de la localidad de Tingo María -provincia de Leoncio Prado - Dpto. Huánuco. La muestra se ha determinado como ***Physalis peruviana* L.** Y en el Sistema de clasificación de Cronquist, ocupa las siguientes categorías sistemáticas

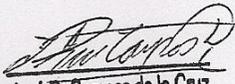
DIVISIÓN : Magnoliophyta
CLASE : Magnoliidae
SUBCLASE : Asteridae
ORDEN : Solanales
FAMILIA : Solanaceae
GENERO : *Physalis*
ESPECIE : *Physalis peruviana* L.

Nombre vulgar: **"aguaymanto"**

Se expide la presente certificación para fines que se estime conveniente.

Lima, 21 de enero del 2014




José R. Campos de la Cruz
BIÓLOGO
C.B.P. 3796

JOSÉ RICARDO CAMPOS DE LA CRUZ
CONSULTOR BOTÁNICO
C. B. P. Nº 3796
Tel: 5362006 - rpm 963689079
RD Nº 0311-2013- MINAGRI-DGFFS-DGEFFS.



CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACION BOTÁNICA

JOSÉ R. CAMPOS DE LA CRUZ. BIÓLOGO COLEGIADO- Nº 3796 – INSCRITO CON EL Nº 36 EN EL REGISTRO DE PROFESIONALES QUE REALIZAN CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE ESPECÍMENES Y PRODUCTOS DE FLORA - RESOLUCIÓN DIRECTORAL Nº 0311-2013- MINAGRI-DGFFS-DGEFFS.

Certifica:

Que, las Bachilleres en Farmacia y Bioquímica: **Aparcana Ataurima, Isabel Mercedes y Villarreal Inca, Leydi Esteffani**; con fines de investigación científica, han solicitado la determinación y certificación botánica de la planta conocida con el nombre vulgar de “**aguaymanto**”, procedente de la localidad de Huaraz - provincia de Huaraz - Dpto. Ancash. La muestra se determinó como ***Physalis peruviana* L.** Y en el Sistema de clasificación de Cronquist, ocupa las siguientes categorías sistemáticas

DIVISIÓN : Magnoliophyta
CLASE : Magnoliidae
SUBCLASE : Asteridae
ORDEN : Solanales
FAMILIA : Solanaceae
GENERO : *Physalis*
ESPECIE : *Physalis peruviana* L.

Nombre vulgar: “**aguaymanto**”

Se expide la presente certificación para fines que se estime conveniente.

Lima, 15 de enero del 2014



José R. Campos de la Cruz
José R. Campos de la Cruz
BIOLOGO
C.B.P. 3796

JOSÉ RICARDO CAMPOS DE LA CRUZ
CONSULTOR BOTÁNICO
C. B. P. N° 3796
Tel: 5362006 - rpm 963689079
RD N° 0311-2013- MINAGRI-DGFFS-DGEFFS.



CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACION BOTÁNICA

JOSÉ R. CAMPOS DE LA CRUZ. BIÓLOGO COLEGIADO- N° 3796 – INSCRITO CON EL N° 36 EN EL REGISTRO DE PROFESIONALES QUE REALIZAN CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE ESPECÍMENES Y PRODUCTOS DE FLORA - RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0311-2013- MINAGRI-DGFFS-DGEFFS.

Certifica:

Que, las Bachilleres en Farmacia y Bioquímica: **Aparcana Ataurima, Isabel Mercedes y Villarreal Inca, Leydi Esteffani**; con fines de investigación científica, han solicitado la determinación y certificación botánica de la planta conocida con el nombre vulgar de “**aguaymanto**”, procedente de la localidad de San Martín - Provincia de Chanchamayo – Dpto. Junín. La muestra se determinó como ***Physalis peruviana* L.** Y en el Sistema de clasificación de Cronquist, ocupa las siguientes categorías sistemáticas

DIVISIÓN : Magnoliophyta
CLASE : Magnoliidae
SUBCLASE : Asteridae
ORDEN : Solanales
FAMILIA : Solanaceae
GENERO : *Physalis*
ESPECIE : *Physalis peruviana* L.

Nombre vulgar: “**aguaymanto**”

Se expide la presente certificación para fines que se estime conveniente.

Lima, 15 de enero del 2014



José R. Campos de la Cruz
José R. Campos de la Cruz
BIÓLOGO
C.B.P. 3796