



Efecto del extracto etanólico de *Chuquiraga spinosa* (huamanpinta) sobre el síndrome metabólico e hipercolesterolemia inducida en ratas

Martin Condorhuamán Figueroa¹; Luis Rojas Ríos¹; Amadeo Collado Pacheco¹; Jesús Lizano Gutierrez²; Eloisa Hernandez Fernandez²; Eliana Contreras Lopez²; Antonio Obregon La Rosa³; Ruth Cuba Mellado⁴; Edwin Enciso Roca⁵; José D. Quiñones Lozano⁶; Edgar R. Tapia⁷

Información del artículo

Historia del artículo

Recibido: 03/01/2019

Aprobado: 05/02/2019

Autor corresponsal

Yovani Martin Condorhuamán Figueroa

Dirección: Jr. Puno 1002 Lima

e-mail: marcofi71@yahoo.es

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Agradecimiento

Proyecto financiado por el VRI-UNMSM, Código de Proyecto 150401111

Contribución de autores

MCF, LRR, ACP, JLG, EHF, ECL, AOLR, RCM, EER, JQL y ETM intervinieron en la concepción, diseño y recolección de la información de este estudio. Todos los autores dieron su aprobación para el manuscrito final

Citar como

Condorhuamán Figueroa M; Rojas Ríos L; Collado Pacheco A; Lizano Gutierrez J; Hernandez Fernandez E; Contreras Lopez E; Obregon La Rosa A; Cuba Mellado R; Enciso Roca E; Quiñones Lozano JD; Tapia ER. Efecto del extracto etanólico de *Chuquiraga spinosa* (huamanpinta) sobre el síndrome metabólico e hipercolesterolemia inducida en ratas. Rev Peru Med Integrativa.2019;4(1):15-21.

Resumen

Objetivo: Determinar el efecto del extracto etanólico de *Chuquiraga spinosa* (huamanpinta) sobre el síndrome metabólico (SM) e hipercolesterolemia inducidas en ratas con fructosa y colesterol. **Materiales y Métodos:** Se indujo el SM con la administración vía oral de fructosa al 60% P/V durante 90 días y la inducción de hipercolesterolemia fue mediante la administración oral de solución de colesterol a una dosis diaria de 120 mg/kg suspendida en goma de tragacanto al 2%. Se formaron 06 grupos de 15 animales cada grupo, dividido en grupo blanco negativo (solución salina fisiológica) y positivo (fructosa más colesterol), extracto etanólico a dosis de 50, 250 y 500 mg/kg y un grupo atorvastatina más enalapril a 20 mg/kg (se administró fructosa más colesterol a todos los grupos). Los tratamientos respectivos se iniciaron en el día 31 posinducción y se continuó con la inducción coadministrando los tratamientos hasta los 90 días. Se determinó el perfil lipídico, glicemia y niveles de presión arterial. En la determinación de la toxicidad crónica se realizó la evaluación a nivel hematológico y bioquímico de todos los grupos que fueron inducidos y recibieron tratamiento. **Resultados:** Se obtuvo una disminución de los niveles de colesterol total, triglicéridos, glucosa, presión arterial y del peso corporal, así como una elevación de los niveles de HDL-colesterol, que fueron estadísticamente significativos ($p < 0,05$). En la determinación de la toxicidad crónica se observó que no hubo toxicidad y no se evidenció alteraciones anatomopatológicas. **Conclusiones:** El extracto etanólico de *Chuquiraga spinosa* presenta efecto positivo sobre los niveles de perfil lipídico, glucosa y presión arterial inducido en ratas, sin efectos tóxicos.

Palabras clave: Síndrome metabólico, hipercolesterolemia, toxicidad crónica, *Chuquiraga spinosa* (Fuente: DeCS)

Effect of ethanol extract of *Chuquiraga spinosa* (huamanpinta) on the metabolic syndrome and hypercholesterolemia induced in rats

Abstract

Objective: To determine the effect of ethanolic extract of *Chuquiraga spinosa* (huamanpinta) on the metabolic syndrome and hypercholesterolemia in rats induced with fructose and cholesterol. **Material and methods:** SM was induced in rats with oral administration of 60% fructose for 90 days and the induction of hypercholesterolemia was by oral administration of cholesterol solution at a daily dose of 120 mg/kg suspended in gum tragacanth 2 %. Six groups of 15 animals were formed in each group, divided into negative white group (physiological saline solution) and positive (fructose plus cholesterol), ethanolic extract at doses of 50, 250 and 500 mg/kg and one atorvastatin plus enalapril group at 20 mg/Kg. The respective treatments were initiated on day 31 postinduction and continued induction along with treatments up to 90 days. The lipid profile, glycemia and blood pressure levels were determined. In the determination of chronic toxicity, hematological and biochemical evaluation of all the groups that were induced and treated were performed. **Results:** There was a decrease in total cholesterol, triglycerides, glucose, blood pressure and body weight, as well as a rise in HDL-cholesterol levels, which were statistically significant ($p < 0.05$). In the determination of chronic toxicity, it was observed that there was no toxicity and no anatomopathological alterations were evidenced. **Conclusions:** The ethanolic extract of *Chuquiraga spinosa* has a positive effect on the metabolic syndrome and induced hypercholesterolemia in rats, without toxic effects.

Key words: Metabolic syndrome, hypercholesterolemia, chronic toxicity, *Chuquiraga spinosa* (Source: MeSH)

- 1 Instituto de Investigación en Ciencias Farmacéuticas y Recursos Naturales "Juan de Dios Guevara", Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- 2 Instituto de Investigación en Química Biológica, Microbiología y Biotecnología, "Marco Antonio Garrido Malo", Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- 3 Centro Latinoamericano de Enseñanza e Investigación en Bacteriología Alimentaria – CLEIBA.
- 4 Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- 5 Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.
- 6 Facultad de Odontología. Universidad Nacional Federico Villarreal.
- 7 Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica. Lima, Perú.

Introducción

El síndrome metabólico (SM) fue reconocido hace más de 80 años y recibió diversas denominaciones a través del tiempo, es una asociación de problemas que por sí solos generan un riesgo para la salud y que en su conjunto se potencializan ⁽¹⁾. El SM se caracteriza por la presencia de alteraciones como la resistencia a la insulina, que se manifiestan por hiperinsulinismo y por su asociación con obesidad, diabetes *mellitus* tipo 2, hipertensión arterial y dislipidemia. La presencia de este síndrome se relaciona con incremento en el riesgo de aparición de enfermedades cardiocerebrovasculares y consecuentemente aumento de la mortalidad ^(2, 3).

De acuerdo con un estudio realizado en el Perú, que usó los parámetros clínicos de la National Cholesterol Education Program ATP III (Adult Treatment Panel), en el departamento de Lambayeque, la prevalencia es de 28,3% de síndrome metabólico en mayores de 30 años (29,9% en el sexo femenino y 23,1% en el masculino), siendo esta diferencia estadísticamente significativa. En Lima Metropolitana, en una población urbana, de 30 a 92 años, se encontró la prevalencia de 14,4%, (16,3% en el sexo femenino y 10% en el masculino). Asimismo, en un estudio realizado en mujeres adultas con sobrepeso y obesidad, se comunicó una prevalencia de síndrome metabólico de 28 y 30%, respectivamente⁽¹⁾. El sobrepeso y la enfermedad cardiovascular continúan siendo las causas más comunes de muerte en los países industrializados, y la hipertensión arterial es el factor de riesgo tratable más frecuente. La prevalencia de hipertensión arterial en Europa está en promedio en 42,2%, siendo más alta en Alemania (55%), seguido por Finlandia (49%), España (47%), Inglaterra (42%), Suecia (38%) e Italia (37%), mientras que en Norte América se encontró que está en promedio en 27,6%. En la región de las Américas esta prevalencia se considera que oscila entre el 10 y 25% de los adultos. Según reportes de estudios realizados por la Sociedad Peruana de Cardiología para el 2011, en el Perú la prevalencia de la hipertensión arterial ha subido de 23.7% según el estudio TORNASOL I a 27,3% en el TORNASOL II ^(4, 5).

Los tallos, hojas y flores de *Chuquiraga spinosa* (*huamanpinta*) se usan como cicatrizante, sudorífico, antiinflamatorio, diurético, problemas renales, hepáticos y como antiséptico de las vías urinarias y próstata ⁽⁶⁾. Al evaluar las partes aéreas de la planta en forma de extracto metanólico y acuoso se evidenció efecto antioxidante y

antiinflamatoria *in vivo* e *in vitro*; así como también efecto antifúngico; los efectos estarían siendo explicados por la presencia de su alta concentración de compuestos fenólicos como los flavonoides y derivados del ácido fenólico⁽⁷⁾.

Por todo lo expuesto, la presente investigación farmacológica tuvo como objetivos determinar el efecto del extracto etanólico de *Chuquiraga spinosa* sobre el síndrome metabólico e hipercolesterolemia inducida en ratas, evaluar los niveles bioquímicos de glucosa, colesterol total, triglicéridos y HDL-colesterol, así como los niveles de presión arterial diastólica y sistólica; y determinar la toxicidad crónica de los animales de experimentación inducidos por 90 días.

Material y métodos

es una investigación experimental llevada a cabo en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Material biológico

Para el ensayo experimental se utilizaron 90 ratas albinas hembras de raza Holtzman de 12 semanas de edad, con un peso promedio de 200 ± 25 g. Los animales fueron colocados en jaulas, en donde recibieron un acondicionamiento previo de 7 días con agua *ad libitum* y alimento balanceado. Se le mantuvo a una temperatura ambiental controlada que osciló entre 22 a 26 °C y con un ciclo de luz/oscuridad de 12/12 h.

Recolección de la especie vegetal y obtención de extracto etanólico

Las partes aéreas de *Chuquiraga spinosa* fueron recolectados en el mes de abril en el distrito de Chupaca (12°04'S 75°17'O), provincia de Tambo, región Junín, que se secaron bajo sombra y estabilizadas a una temperatura no mayor a 40 °C, luego se pulverizó y, posteriormente, se almacenó en un frasco de vidrio ámbar. El extracto etanólico se obtuvo por el método de maceración, empleando como solvente etanol al 96%, una vez obtenido el extracto se procedió a evaporar el solvente hasta sequedad completa ⁽⁸⁾.

Determinación del efecto sobre el síndrome metabólico e hipercolesterolemia

Se indujo el síndrome metabólico en ratas con la administración vía oral de fructosa al 60% P/V durante 90

días⁽⁹⁾ y la inducción de hipercolesterolemia mediante la administración oral de solución de colesterol a una dosis diaria de 120 mg/kg suspendida en goma de tragacanto al 2% durante el mismo tiempo⁽¹⁰⁾. Se trabajó según el siguiente diseño experimental formando seis grupos de 15 animales cada uno: grupo blanco negativo (solución salina fisiológica 4 mL/kg) y positivo (fructosa más colesterol); extracto etanólico a dosis de 50, 250 y 500 mg/kg más fructosa y colesterol, y un grupo atorvastatina más enalapril a dosis de 20 mg/kg en combinación más fructosa y colesterol⁽¹¹⁾. Los tratamientos respectivos se iniciaron en el día 31 posinducción y se continuó la inducción junto con los tratamientos hasta completar los 90 días. Se realizó la determinación del perfil lipídico, glicemia y niveles de presión arterial (se empleó un medidor de presión arterial [Letica 5002] en forma incruenta en el tercio medio de la cola del animal).

Determinación de la toxicidad crónica

Se realizó la evaluación hematológica y bioquímica de todos los grupos experimentales que fueron inducidos con fructosa/colesterol y que recibieron tratamiento durante 90 días, así como de los grupos controles; finalmente, se realizó el examen anatomopatológico de hígado, riñón, cerebro, corazón y aorta abdominal⁽¹²⁾.

La determinación de la glucosa, perfil lipídico, urea, creatinina, TGP, y fosfatasa alcalina fue mediante métodos enzimáticos. La determinación de la SOD se efectuó por el método de Marklund *et al.*, basado en la autooxidación

del pirogalol en soluciones aeróbicas, el cual fue catalizado por el radical anión superóxido ($O_2^{\cdot-}$), dando lugar a la purpurogalina, compuesto amarillo marrón que absorbe la luz a 420 nm y resulta inhibido por la enzima SOD⁽¹³⁾. Para determinar los niveles de proteína C reactiva se emplearon analizadores VITROS de bioquímica y el sistema integrado VITROS 5600, para lo cual se le depositó 10 μ L de suero, que se distribuyó uniformemente desde la capa difusora a las capas subyacentes⁽¹⁴⁾.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el programa estadístico SPSS 13.0. Se realizó estadística descriptiva, prueba de Student (media y error estándar) y la prueba de Tukey para las comparaciones entre los grupos, considerándose estadísticamente significativo para un $p < 0,05$. Se calculó, para cada grupo experimental, la variación del perfil lipídico, glicemia, presión arterial y peso corporal comparando los valores con los grupos control.

Consideraciones éticas

Es importante señalar que todos los animales fueron tratados de acuerdo con normas éticas, en concordancia con la guía para el cuidado y uso de animales con propósitos científicos elaborada por la National Advisory Committee for Laboratory Animal Research⁽¹⁵⁾.

Resultados

Tabla 1. Análisis del perfil lipídico, glucosa y pesos de los animales de experimentación del extracto etanólico de *Chuquiraga spinosa*

Tratamiento	Colesterol mg/dL	HDL Colesterol mg/dL	Triglicéridos mg/dL	Glucosa mg/dL	Peso inicial (g)	Peso final (g)
Control (NaCl 0,9%)	145,8 $\pm$ 6,37	45,2 $\pm$ 3,03	101,1 $\pm$ 3,54	85,9 $\pm$ 3,01	203 $\pm$ 8,52	263,1 $\pm$ 5,48
Control fructosa/colesterol (f/c)	222,1 $\pm$ 11,96 ^a	31,5 $\pm$ 1,28 ^a	187,9 $\pm$ 4,82 ^a	111,7 $\pm$ 2,24 ^a	190,1 $\pm$ 9,95	338,5 $\pm$ 7,93 ^a
Extracto 50 mg/kg	172 $\pm$ 6,96	43,1 $\pm$ 1,25 ^c	138,4 $\pm$ 6,94	92,4 $\pm$ 2,93	202,3 $\pm$ 6,47	234,4 $\pm$ 12,84
Extracto 250 mg/kg	173,9 $\pm$ 9,01	45,8 $\pm$ 3,16 ^c	135,6 $\pm$ 4,16	91,4 $\pm$ 3,94	203 $\pm$ 8,52	271,6 $\pm$ 5,68 ^b
Extracto 500 mg/kg	157,1 $\pm$ 8,21	45,8 $\pm$ 1,69 ^c	130,6 $\pm$ 6,23	90,4 $\pm$ 2,64	212,7 $\pm$ 17,07	274,3 $\pm$ 10,55 ^b
Enalapril- atorvastatina 20 mg/kg-20mg/kg	149,13 $\pm$ 10,75	56,63 $\pm$ 3,08 ^c	152,75 $\pm$ 9,25 ^d	84,38 $\pm$ 3,59	201 $\pm$ 8,00	284,88 $\pm$ 10,03 ^b

Los valores son expresados como media $\pm$ error estándar. (a) Existe diferencia significativa entre el grupo control inducido con colesterol y fructosa con los otros grupos experimentales. (b) Existe diferencia significativa entre los grupos de extracto a dosis de 250 y 500 mg/kg y el grupo estándar de medicamentos con respecto al grupo de 50 mg/kg. (c) No existe diferencia significativa entre el grupo estándar de medicamentos y los grupos de extracto a dosis de 50, 250 y 500 mg/kg. (d) Existe diferencia significativa entre el grupo estándar de medicamentos y los grupos de extracto a dosis de 50, 250 y 500 mg/kg.

Tabla 2. Efecto del extracto etanólico de *Chuquiraga spinosa* sobre los niveles de presión arterial sistólica y diastólica

Tratamiento	PBS (mmHg)	PBD (mmHg)	PS2 (mmHg)	PD2 (mmHg)	PS3 (mmHg)	PD3 (mmHg)
Control (NaCl 0,9%)	104,5 ± 1,84	84,6 ± 2,65	105,6 ± 1,22	81,6 ± 2,55	110,3 ± 1,97	82 ± 3,18
Control fructuosa/ colesterol (f/c)	105,2 ± 1,48	83,6 ± 4,77	128,6 ± 1,36 ^a	105,4 ± 0,69 ^a	151,3 ± 2,72 ^a	118,4 ± 2,68 ^a
Extracto 50 mg/kg	103,9 ± 1,53	82,8 ± 2,36	111,4 ± 0,77	89,2 ± 6,18	126,2 ± 0,97	102,4 ± 0,78
Extracto 250 mg/kg	101,7 ± 1,23	80,3 ± 2,68	110,2 ± 2,54	81,8 ± 2,85	125,8 ± 1,89	101,8 ± 2,45
Extracto 500 mg/kg	104,5 ± 1,26	79,6 ± 3,52	108,8 ± 1,88	82,4 ± 3,65	108,4 ± 3,16 ^b	83,4 ± 4,63 ^b
Enalapril- atorvastatina 20 mg/kg-20mg/kg	103,2 ± 1,31	80,2 ± 2,52	107,4 ± 2,85	83,2 ± 4,65	111,4 ± 0,77 ^c	90,2 ± 6,32 ^c

Los valores son expresados como media ± error estándar. PBS = presión basal sistólica, PBD = presión basal diastólica, PS2 = presión sistólica a los dos meses, PD2 = presión diastólica a los dos meses, PS3 = presión sistólica al final del estudio, PD3 = presión diastólica al final del estudio. (a) Existe diferencia significativa entre las medias de los grupos experimentales con respecto al grupo control fructosa/colesterol ($p < 0,05$). (b) Existe diferencia significativa entre las medias con respecto al grupo de 50 y 250 mg/kg ($p < 0,05$). (c) No existe diferencia significativa entre las medias con respecto al grupo de 500 mg/kg y enalapril más atorvastatina ($p > 0,05$).

Tabla 3. Toxicidad crónica del extracto etanólico de *Chuquiraga spinosa* sobre los niveles bioquímicos y hematológicos

Tratamiento	Proteína C reactiva (mg/L)	SOD (UI/mL)	Hemoglobina g/dL	Hematocrito %	Leucocitos ($\times 10^9/\mu\text{L}$)
Control (NaCl 0,9%)	0,81 ± 0,08	307 ± 54,65	10,86 ± 0,24	33,7 ± 0,65	6350 ± 503,82
Control fructosa/colesterol	10,23 ± 0,88 ^a	525 ± 46,98 ^a	11,37 ± 0,62	35,8 ± 1,87	6750 ± 587,89
Extracto 50 mg/kg	0,93 ± 0,1	1096,3 ± 204,67	12,15 ± 0,28	36,7 ± 1,00	7220 ± 532,25
Extracto 250 mg/kg	1,02 ± 0,20	1421,8 ± 174,78	11,57 ± 0,59	35,8 ± 1,79	7730 ± 498,68
Extracto 500 mg/kg	0,95 ± 0,13	1494,4 ± 100,08 ^c	11,56 ± 0,48	35,7 ± 1,45	6790 ± 610,91
Enalapril - atorvastatina 20 mg/kg-20mg/kg	4,36 ± 0,64 ^b	1032,75 ± 164,81	12,39 ± 0,69	36,13 ± 2,62	7766,75 ± 389,45

Los valores son expresados como media ± error estándar. (a) Existe diferencia significativa entre el grupo control inducido con colesterol y fructosa con los otros grupos experimentales. (b) Existe diferencia significativa entre el grupo estándar de medicamentos y los grupos de extracto a dosis de 50, 250 y 500 mg/kg. (c) Existe diferencia significativa entre el grupo de extracto de 500 mg/kg y los grupos estándar de medicamentos y de extracto a dosis de 50 y 250 mg/kg.

Tabla 4. Toxicidad crónica del extracto etanólico de *Chuquiraga spinosa* sobre los niveles bioquímicos

Tratamiento	Urea mg/dL	Creatinina mg/dL	TGP U/L	Fosfatasa alcalina U/L
Control (vehículo)	16,4 ± 1,20	0,92 ± 0,08	11,1 ± 1,04	101,1 ± 3,39
Control fructosa/colesterol	24 ± 0,98	1,48 ± 0,09	33,6 ± 2,06	164,5 ± 6,25
Extracto 50 mg/kg ^a	17,6 ± 1,58	0,78 ± 0,13	23,1 ± 2,89	114,3 ± 9,14
Extracto 250 mg/kg ^a	18,1 ± 1,01	0,94 ± 0,14	28,1 ± 2,05	147,7 ± 5,52
Extracto 500 mg/kg ^a	18,5 ± 1,71	0,93 ± 0,14	20 ± 2,62	134,4 ± 9,33
Enalapril - atorvastatina 20 mg/kg-20mg/kg ^a	18,13 ± 1,06	0,69 ± 0,11	20,25 ± 1,33	127,25 ± 6,88

Los valores son expresados como media ± error estándar. (a) Existe diferencia significativa con relación al grupo control positivo fructosa/colesterol con los grupos experimentales.

Discusión

El síndrome metabólico (SM) es un conjunto de factores de riesgo para diabetes *mellitus* tipo 2 y enfermedad cardiovascular, caracterizada por la presencia de resistencia a la insulina e hiperinsulinismo compensador asociados con trastornos del metabolismo de los carbohidratos y lípidos, cifras elevadas de presión arterial y obesidad ⁽¹⁶⁾.

En la Tabla 1 se puede interpretar que el grupo control positivo (inducción de colesterol más fructosa sin tratamiento) presenta una elevación de los niveles de colesterol total, triglicéridos, glucosa y peso final, así como una disminución en los niveles de HDL-colesterol, lo que confirma que el método utilizado para la inducción de síndrome metabólico e hipercolesterolemia es una metodología adecuada para el presente trabajo de investigación. Al comparar los resultados del grupo control con los grupos experimentales, se observa que existe una disminución de los niveles bioquímicos de colesterol total, triglicéridos y glucosa, así como una disminución de los pesos finales, por lo que se demuestra que hubo efecto farmacológico sobre dichos niveles y que el extracto etanólico de *Chuquiraga spinosa* presentó efecto hipocolesteremiante e hipoglucemiante, y un aumento de los niveles de HDL-colesterol.

Finalmente, señalar que hubo una disminución de los pesos corporales de todas las ratas tratadas con el grupo control positivo, por lo que se evidencia que el extracto etanólico es eficaz para reducir los niveles bioquímicos evaluados, previniendo o tratando las dislipidemias mixtas e hiperglicemias, así como en la reducción del peso corporal, se comprobó que es eficaz en el tratamiento del síndrome metabólico e hipercolesterolemia, debido a que redujo los niveles de colesterol total, triglicéridos, glucosa y peso final; así como un aumento de los niveles de HDL-colesterol, cuyos resultado son estadísticamente significativos ($p < 0.05$). Con relación al peso final, en la Tabla 1 se observa que hubo mejor efecto farmacológico a la dosis de 50 mg/kg, que es estadísticamente significativos ($p < 0.05$). Con relación a los niveles de HDL-colesterol, en la Tabla 1 se observa que hubo mayor aumento de los niveles de HDL-colesterol en el grupo estándar de medicamentos (enalapril más atorvastatina), medicamentos comprobados para el uso de la hipercolesterolemia y la hipertensión arterial, que es estadísticamente significativos ($p < 0.05$). En cuanto los niveles de triglicéridos, en la Tabla 1 se observa que hubo una mayor disminución de los niveles de triglicéridos en las tres dosis, es decir, se observó mejor efecto farmacológico y que es estadísticamente significativos ($p < 0.05$).

Los probables mecanismos para explicar la reducción del colesterol y triglicéridos son la disminución de la absorción por el contenido de fibra, disminución de la síntesis del colesterol por algún componente químico que inhiba la HMG CoA-reductasa, incremento en la excreción de ácidos biliares por acción de la fibra que lleve a cabo a una mayor síntesis de sales biliares y menor formación de colesterol ⁽¹⁷⁾. Los flavonoides pueden tener efectos protectores contra la enfermedad cardiovascular debido a sus posibles acciones como son: la disminución de la oxidación de las LDL, el aumento de las concentraciones de HDL, la reducción de la liberación de mediadores a partir de mastocitos cardíacos y la disminución de la inflamación cardiovascular, así como la inhibición de la agregación plaquetaria y los daños vasculares derivados de la formación de trombos ⁽¹⁸⁾.

En la Tabla 2 se observan los resultados del efecto hipotensor del extracto etanólico. El grupo control presentó un mayor aumento de la presión sistólica y diastólica durante el experimento, con relación a la comparación de los resultados, se demuestra que el extracto presentó efecto hipotensor en todas las dosis y del grupo estándar (atorvastatina y enalapril); asimismo, se indica que hubo mejor efecto hipotensor a la dosis de 500 mg/kg ($p < 0.05$) y que esta dosis no tuvo diferencia significativa en su efecto farmacológico con el grupo estándar ($p > 0.05$).

El efecto reductor de los niveles elevados de la presión arterial, posiblemente se explicaría por el alto contenido de flavonoides, estos compuestos inducen relajación de los vasos sanguíneos al favorecer la presencia de algunas moléculas vasodilatadoras, como la acetilcolina, adenosín trifosfato (ATP) y adenosín difosfato (ADP), la sustancia P, bradiquinina, histamina, trombina, serotonina y otras ⁽¹⁹⁾. Asimismo, porque los flavonoides han demostrado inhibición de la proteínquinasa C (PKC), inhibición de otras quinasas -como la fosfodiesterasa (PDE), y el bloqueo de la entrada de calcio ⁽²⁰⁾; también por la inhibición de la enzima convertidora de angiotensina (IECA), inhibición de la síntesis de prostanoides e inducción de la relajación mediada por bradiquinas ⁽²⁰⁾, inhibición de la secreción de endotelina 1 (ET-1), potentes vasoconstrictores mucho más que la angiotensina II ⁽²¹⁾. Además, siendo el óxido nítrico el mediador de la relajación dependiente del endotelio, los flavonoides son capaces de incrementar la actividad del promotor de la síntesis del óxido nítrico endotelial (eNOS), así como el mensajero ARN (RNAm) de esta enzima, incrementando así la producción de óxido nítrico en cultivos celulares de células endoteliales humanas ⁽²²⁻²³⁾.

En las Tabla 3 y 4 se señalan los resultados del ensayo de toxicidad crónica en los niveles bioquímicos y

hematológicos; se observa que existe una disminución de los niveles de proteína C reactiva (mayor con el grupo estándar $p < 0,05$) y un aumento de la súper oxido dismutasa (mayor a la dosis de 500 mg/kg $p < 0,05$). En cuanto a los parámetros hematológicos, no se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) (Tabla 3). En la Tabla 4 se observa que, en los parámetros bioquímicos de urea, creatinina, TGP y fosfatasa alcalina existe una diferencia significativa ($p < 0,05$) de todos los grupos experimentales con el grupo control positivo. Asimismo, se observó que no hubo cambios histopatológicos en el hígado, riñón, cerebro, corazón y aorta abdominal en todas las muestras examinadas.

Los resultados han demostrado el potencial efecto protector y como posible tratamiento del extracto etanólico de *Chuquiraga spinosa* en el síndrome metabólico y la hipercolesterolemia. Las perspectivas de su aplicación y manejo dependerán de mayores estudios a nivel bioquímico y farmacológico.

En suma, el extracto etanólico de *Chuquiraga spinosa* presenta efecto positivo sobre el síndrome metabólico inducido en ratas, pues disminuye los niveles del perfil lipídico, glucosa y presión arterial, sin presentar efecto tóxico a las dosis de 50, 250 y 500 mg/kg en los aspectos bioquímico, hematológico y anatomopatológico.

Referencias bibliográficas

1. Pajuelo J, Sánchez J. El síndrome metabólico en adultos, en el Perú. Anales de la Facultad de Medicina. 2007; 68(1): 38 – 46. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/anales.v68i1.1237>.
2. Barrera M, Pinilla A, Cortés E, Mora G, Rodríguez M. Síndrome metabólico: una mirada interdisciplinaria. Revista colombiana de cardiología. 2008; 15(3): 111-26.
3. Comós JB, Murillo M. Obesidad y síndrome metabólico. [Protocolo en línea]. Publicado en 2011. [Consultado el 20 de septiembre de 2017] Protoc diagn ter pediatr. 2011; 1:228-35. Disponible en: http://seep.es/privado/protocolos/19_obesidad_y_sindrome_metabolico.pdf.
3. Segura L, Agustí R, Ruiz E. La hipertensión arterial en el Perú según el estudio TORNASOL II. [Revista en línea]. Publicado en 2011. [Consultado el 20 de septiembre de 2017]. Revista Peruana de Cardiología. 2011; XXXVII(1):19-27. Disponible en: <http://repebis.upch.edu.pe/articulos/rpc/v37n1/a3.pdf>.
4. Wolf-Maier K, Cooper R, Banegas J, Giampaoli S, Hense H, Joffres M, et al. Hypertension prevalence and blood pressure levels in 6 european countries, Canada and United State. JAMA. 2003; 2363-69. DOI: 10.1001/jama.289.18.2363.
5. Orrego F, Watson J, Flores A, Rojas G. Flores Silvestres de Chile. Flores del Norte Grande. Santiago de Chile: Quad/Graphics S.A; 2013.
6. Casado R, Landa A, Calvo J, García-Mina JM, Marston A, Hostettmann K, et al. Anti-inflammatory, antioxidant and antifungal activity of *Chuquiraga spinosa*. Pharm Biol. 2011; 49(6):620-6. DOI: 10.3109/13880209.2011.577436.
7. Sharapin N. Fundamento de Tecnología de productos Fitoterapéuticos. Santa Fe de Bogotá. Publicación del programa de Andrés Bello – Programa Iberoamericana de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. 2000.
8. Ferreira de Moura R, Ribeiro C, Aparecida de Oliveira J, Stevanato E, Rostom de Mello M. Metabolic syndrome signs in Wistar rats submitted to different high-fructose ingestion protocols. British Journal of Nutrition. 2009;101:1178-84. DOI: 10.1017/S0007114508066774.
9. Arroyo J, Ráez E, Rodríguez M, Chumpitaz V, Burga J, De la Cruz W, José Valencia. Reducción del colesterol y aumento de la capacidad antioxidante por el consumo crónico del maíz morado (*Zea mays* L) en ratas hipercolesterolémicas. Rev Peru Med Exp Salud Publica 2007; 24(2): 157 - 62. DOI: <http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2007.242.1100>.
10. Arroyo J, Rojas J, Chenguayen J. Manual de Modelos Experimentales de Farmacología. Lima: Publicaciones ASDIMOR; 2004.
11. Rojas J, Díaz D. Evaluación de la toxicidad del extracto metanólico de hojas de *Passiflora edulis* Sims (maracuyá), en ratas. An Fac med. 2009;70(3):175-80. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/anales.v70i3.937>.
12. Marklund S, Marklund G. Involvement of the superoxide anion radical in autoxidation of pyrogallol as convenient assay for superoxide dismutase. Eur J 1990; 47: 469-74.
13. VITROS Chemistry Products. Determinación cuantitativa de proteína C reactiva (PCR) en suero y plasma utilizando los analizadores VITROS 250. 2010:1-4.
14. National Advisory Committee for Laboratory Animal Research. Guideline on the care and use of animals for scientific purposes. [Monografía en internet]. Canadian; 2004 [Consultado el 13 de enero de 2015]. <http://www3.ntu.edu.sg/Research2/Grants%20Handbook/NACLAR-guide%20Lines.pdf>.

15. Pineda C. Síndrome metabólico: definición, historia, criterios. *Colomb Med*. 2008;39: 96-106.
16. Huamán J, Torres K, García J, Lino B, Méndez E, Mariños A, et al. Efecto del consumo de *Gentianella bicolor* o "Corpus Huay" sobre la tolerancia oral a la glucosa y el perfil lipídico en adultos jóvenes. *Rev. Med. Truj*. 2015;11(3):1-18.
17. Alvarez E, Orallo F. Actividad biológica de los flavonoides (II). Acción cardiovascular y sanguínea. *Offarm*. 2003;22(11):102-10.
18. Furchgott RF, Vanhoutte PM. Endothelium-derived relaxing and contracting factors. *FASEB J*. 1989;3(9): 2007-18.
19. Pimentel C, Machado R, Soares R, Luiz C, Lage S. Vasodilator activity of extracts of field *Alpinia purpurata* (Vieill) K. Schum and *A. zerumbet* (Pers.) Burt et Smith cultured in vitro. *Braz J Pharm Sci*. 2009;45(3). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-82502009000300017>.
20. Jiménez E, Hernández F, González M, Tortoriello J, Herrera M. Antihypertensive activity of *Salvia elegans* Vahl. (Lamiaceae): ACE inhibition and angiotensin II antagonism. *J Ethnopharmacol*. 2010;130:340-6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.05.013>.
21. Tenorio F, Del Valle L, Pastelín G. Los flavonoides y el sistema cardiovascular: ¿Pueden ser una alternativa terapéutica? Departamento de Farmacología. Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" (INCICH Juan Badiano Núm. 1, Col. Sección XV I, 14080, Tlalpan, México, D.F.). México 2006.
22. Syed A, Samir K, Waqar A, Niaz A. Spasmogenic, spasmolytic and antihypertensive activity of *Forsskalea tenacissima* L. *African J Pharm Pharmacol*. 2010;4(6):381-5.



Actividad antioxidante *in vitro*, de diferentes extractos del fruto de *Physalis peruviana* L. (aguaymanto)

Gina Chau Miranda¹; Oscar Herrera Calderón²; Martín Condorhuamán Figueroa³

Información del artículo

Historia del artículo

Recibido: 08/01/2019
Aprobado: 26/02/2019

Autor correspondal

Gina Paola Chau Miranda
Avenida Petit Thouars 1071
gina.chau@hotmail.com

Financiamiento

Autofinanciado

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Contribución de autores

GPCM, OHC y YMCF, intervinieron en la concepción, diseño y recolección de la información de este estudio. Todos los autores dieron su aprobación para el manuscrito final

Citar como

Gina Chau Miranda G; Herrera Calderón O; Condorhuamán Figueroa M. Actividad antioxidante *in vitro*, de diferentes extractos del fruto de *Physalis peruviana* L. (aguaymanto). Rev Peru Med Integrativa. 2019;4(1):22-7.

Resumen

Objetivo: Evaluar la actividad antioxidante *in vitro* de los diferentes extractos obtenidos del fruto de *Physalis peruviana* L. (aguaymanto) y fruto fresco mediante el método DPPH, ABTS; los componentes fitoquímicos cualitativamente y cuantificar el contenido ácido ascórbico (vitamina C). **Materiales y Métodos:** Se obtuvo el extracto acuoso y acuoso liofilizado a partir del fruto de *Physalis peruviana* L., y el zumo fresco del cual se determinó el screening fitoquímico preliminar, la captación del radical DPPH, ABTS y el contenido de ácido ascórbico. **Resultados:** En el screening fitoquímico se hallaron compuestos fenólicos, flavonoides, alcaloides, saponinas y aminoácidos. El fruto y los extractos evidenciaron moderada capacidad antioxidante frente al trolox y presentó un porcentaje de capacidad antioxidante menor al 50% frente al trolox. A partir del porcentaje de inhibición-concentración en el DPPH y mediante un análisis lineal se determinó la CI50; Se demostró que el extracto acuoso liofilizado posee mayor capacidad antioxidante (20,55 µg/mL) en comparación con el extracto acuoso y fruto fresco. Mediante el método del ABTS también se observó mayor capacidad antioxidante del extracto acuoso liofilizado ($2,48 \pm 0,04$ µmol trolox/g muestra), pero presentó menor cantidad de vitamina C en comparación con el extracto acuoso y fruto fresco. **Conclusiones:** El extracto acuoso liofilizado posee mayor capacidad antioxidante y menor cantidad de ácido ascórbico en comparación con el extracto acuoso y el fruto fresco y la mayor cantidad de vitamina C se encuentra en el fruto fresco..

Palabras clave: Antioxidante, DPPH, ABTS, Vitamina C, *Physalis peruviana* L. (Fuente: DeCS)

Antioxidant activity *in vitro* of different extracts from *Physalis peruviana* L. (aguaymanto) fruits

Abstract

Objective: To evaluate antioxidant activity *in vitro* of different extracts obtained from the fruit of *Physalis peruviana* L. (aguaymanto) by DPPH, ABTS method, the phytochemical components qualitatively and quantifying the content ascorbic acid (vitamin C). **Material and Methods:** The aqueous and lyophilized aqueous extract from the fruit of *Physalis peruviana* L. was obtained, and fresh juice which the preliminary phytochemical screening, recruitment of radical DPPH, ABTS and ascorbic acid content was determined. **Results:** Phytochemical screening in phenolic compounds, flavonoids, alkaloids, saponins and amino acids were found. The fruit and extracts showed moderate antioxidant capacity compared to Trolox and presented a lower percentage of antioxidant capacity by 50% compared to Trolox. From the % inhibition-concentration DPPH by a linear analysis and IC50 was determined; It was demonstrated that the lyophilized aqueous extract has a higher antioxidant capacity (20.55 µg / mL) compared with the aqueous extract and fresh fruit. By the method of ABTS higher antioxidant capacity lyophilized aqueous extract (2.48 ± 0.04 µmol Trolox / g sample) was also observed, but showed a lower amount of vitamin C as compared with the aqueous extract and fresh fruit. **Conclusions:** The lyophilized aqueous extract has a greater antioxidant capacity and a lower amount of ascorbic acid in comparison with the aqueous extract and the fresh fruit and the greater amount of vitamin C is found in the fresh fruit.

Keywords: Antioxidant, DPPH, ABTS, Vitamin C, *Physalis peruviana* L. (Source: Mesh)

¹ Unidad de Posgrado, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

² Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Ica, Perú

³ Instituto de Investigación en Ciencias Farmacéuticas y Recursos Naturales "Juan de Dios Guevara", Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Introducción

El desbalance entre oxidantes-antioxidantes está asociado a diversas enfermedades como la aterosclerosis, el cáncer, la enfermedad de Alzheimer, la diabetes *mellitus*, las enfermedades autoinmunes, lesiones inflamatorias crónicas, situaciones de lesión por isquemia y síndrome de distrés respiratorio ⁽¹⁾. Los antioxidantes primarios neutralizan los radicales libres mediante transferencia de un átomo de hidrógeno o electrón; mientras que los antioxidantes secundarios neutralizan catalizadores prooxidantes ⁽²⁾.

La familia Solanaceae es una de las más ricas en especies en la flora peruana, de ella se reconocen alrededor de 42 géneros y 600 especies, principalmente hierbas y arbustos ⁽³⁾. El aguaymanto es un fruto originario del Perú, descubierto en 1753 por el científico sueco Carl Nilsson Linnæus, quien lo clasificaría como *Physalis peruviana* L. Dicho fruto posee diferentes nombres comunes: tomatito silvestre, capulí, uchuva, uvilla, cereza de los andes, aguaymanto y bolsa de amor. Sus frutos son bayas carnosas, jugosas de color naranja-amarillo de forma globosa, con un diámetro entre 1,25 - 2,5 cm y que contiene numerosas semillas. Sus frutos son consumidos frescos o procesados en mermeladas, conservas, helado, yogures, pastelería, jugos y en la gastronomía peruana. Es un fruto con mucho potencial económico y gran demanda en el extranjero, debido a sus propiedades nutricionales y medicinales ⁽⁴⁾.

El aguaymanto presenta fenoles, glucósidos, esteroides, saponinas, taninos, alcaloides, compuestos fenólicos y flavonoides ⁽⁵⁾. Estos productos de origen natural demostraron potencial quimiopreventivo en bioensayos y modelos animales, los cuales, han sido asociados a la actividad antioxidante como suplementos dietéticos que protegen de los efectos nocivos de la oxidación y neutralizan los efectos adversos del estrés oxidativo ⁽⁶⁾.

El objetivo general de la presente investigación fue evaluar la actividad antioxidante *in vitro* de los diferentes extractos obtenidos de *Physalis peruviana* L. (aguaymanto) y fruto fresco mediante el método DPPH, ABTS; obtener los componentes fitoquímicos cualitativamente y cuantificar el contenido de ácido ascórbico (vitamina C).

Material y métodos

Investigación experimental realizada en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos;

la especie vegetal fue colectada en la ciudad de Cajamarca a 2719 m de altitud. Su clasificación taxonómica se realizó en el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos con número de constancia 147-USM-2016.

Obtención y preparación de los extractos acuoso y acuoso liofilizado

Se utilizaron 250 g de frutos frescos de *Physalis peruviana* L. maduros y en buen estado de conservación, lavados, desinfectados y fraccionados. Se suspendieron en un volumen de 250 mL de agua destilada, haciendo una decocción, enseguida se filtró y se colocó en estufa para su secado, denominándose al producto obtenido extracto acuoso. El extracto liofilizado fue obtenido mediante desecación a partir de un extracto hidroetanólico (agua-etanol 96%: 1:1) de frutos frescos maduros, colectado y procesado según Ramachandra y Srinivasa ⁽⁷⁾. Para el zumo se utilizó 250 g de fruto fresco, el cual se trituró y se obtuvo un líquido fresco que se filtró para separar los residuos.

Determinación fitoquímica preliminar

La determinación de las reacciones de identificación de metabolitos secundarios se realizó en el zumo del fruto fresco y los extractos, se obtuvo con 5 mL de solución y cinco gotas de reactivo según Lock (1994) ⁽⁸⁾.

Método de inhibición frente al radical libre 1,1-Difenil-2-picrilhidracilo (DPPH)

El método empleado para determinar la actividad antioxidante *in vitro* de los extractos y fruto fresco fue con la prueba de la inhibición del radical DPPH (1,1-Difenil-2-picrilhidracilo) de Mensor *et al.* ⁽⁹⁾ con modificaciones de solución etanólica al 96%. Expresado como IC₅₀ (μg de extracto/mL) que corresponde a la concentración del extracto que reduce en un 50% la coloración o absorbancia de una solución metanólica de DPPH a 517nm. Con una absorbancia inicial de 0,600. Se usó como estándar el reactivo trolox (6-hidroxi-2, 5, 7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid). La evaluación de la actividad antioxidante se expresó también como porcentaje y se determinó de acuerdo con la siguiente fórmula ⁽¹⁰⁾.

Método reacción con el radical 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonato de amonio) (ABTS)

El método empleado para determinar la actividad antioxidante total se realizó siguiendo el método descrito por Hazra *et al.* ⁽¹¹⁾.

Reacción del estándar Trolox con el radical ABTS.

De la solución preparada de Trolox 1 mM, se preparó en tubos de ensayo una serie de cuatro diluciones. Se tomaron 1960 µL de la solución ABTS y se mezclaron con 40 µL de Trolox. Se homogenizó por 1 min y se midió la absorbancia a 7 min de reacción, a 734 nm.

Reacción de la muestra: se pesó una cantidad de extracto y fruto que se disolvieron con metanol y se procedió a realizar la reacción por triplicado. Se tomó 1960 µL de la solución ABTS y se mezclaron con 40 µL del extracto diluido. Se homogenizó por 1 min y se midió la absorbancia a 7 min de reacción, a 734 nm, y se determinó la capacidad antioxidante equivalente a Trolox (TEAC)

Contenido de vitamina C

El contenido de ácido ascórbico (vitamina C) fue determinado de acuerdo con el método descrito por Lung *et al.* ⁽¹²⁾. Se extrajo 20 mg del extracto y fruto con 2 mL de ácido metafosfórico al 1% por 45 min a temperatura ambiente; al cabo de ese tiempo, se filtró. Se tomaron 100 µL de la solución anterior y se le agregaron 900 µL de una solución de 2,6-dicloroindofenol (cuya absorbancia estaba entre 0,30 y 0,35 para asegurar que la lectura de la muestra se encuentre dentro del rango de las de los estándares), luego de 1 min se midió la absorbancia a 515 nm. El contenido de ácido ascórbico se determinó a partir de la recta de regresión obtenida con el ácido ascórbico estándar en las concentraciones de 1, 5, 10, 20, 30,40 y 50 µg/mL. Todos los ensayos se realizaron por triplicado.

Análisis de datos

La descripción de variables se expresa en medias, desviación estándar, porcentaje de inhibición; IC₅₀ que es

la concentración efectiva media se determinó mediante regresión lineal.

Resultados

Al realizar el *screening* fitoquímico se identificó la mayor presencia de metabolitos secundarios en el fruto fresco siendo la única muestra en presentar taninos; además, junto con el extracto acuoso se presentaron alcaloides, aminoácidos libres, saponinas, compuestos fenólicos y flavonoides, a excepción del extracto liofilizado que solo presentó compuestos fenólicos, flavonoides y aminoácidos (Tabla 1).

En la evaluación de captación de radical DPPH, en el porcentaje de inhibición del efecto antioxidante se observa un efecto inhibición-concentración. El fruto y los extractos evidenciaron moderada capacidad antioxidante frente al Trolox al presentar un porcentaje de capacidad antioxidante menor al 50% frente al Trolox y vitamina C.

A partir del porcentaje de inhibición-concentración en el DPPH y mediante un análisis lineal se determinó la IC₅₀, demostrando que el fruto presentó menor efecto antioxidante (21,42 µg/mL), seguido del extracto acuoso (20,65 µg/mL) y extracto acuoso liofilizado (20,55 µg/mL) siendo ese mayor por representar una cantidad menor para inhibir el DPPH. Sin embargo, mediante el método del ABTS también se observó mayor capacidad del extracto acuoso liofilizado (2,48 ± 0,04 µmol trolox/g muestra) (Tabla 2). El fruto fresco evidenció mayor contenido de vitamina C (0,931 mg vit C/ g muestra) en comparación al extracto acuoso y extracto acuoso liofilizado.

Tabla 1. *Screening* fitoquímico de los diferentes extractos de *Physalis peruviana* L.

Metabolito secundario	Reacción	Evidencia	Fruto fresco	Extracto acuoso	Extracto acuoso liofilizado
Compuestos fenólicos	FeCl ₃	Verde oscuro	+	+	+
Taninos	Sol gelatina	Precipitado	+	-	-
Flavonoides	Shinoda	Rojo	+	+	+
Alcaloides	Dragendorff	Precipitado rojo ladrillo	+	+	-
	Wagner	Precipitado marrón	+	+	-
	Mayer	Precipitado blanco	+	+	-
Triterpenos y esteroides	Liebermann-Burchard	Verde oscuro	-	-	-
Saponinas	Espuma	Espuma persistente	+	+	-
Aminoácidos	Ninhidrina	Violeta	+	+	+
Quinonas	Bornträger	Rojo	-	-	-

(+) Presencia, (-) Ausencia

Tabla 2. Determinación de la capacidad antioxidante in vitro y vitamina

Muestra	DPPH IC ₅₀ (µg/mL)	ABTS TEAC (µmol trolox/g muestra)	Vitamina C (mg vit C/ g muestra)
Extracto acuoso	20,65 ± 3,5	1,25 ± 0,02	0,389
Extracto liofilizado	20,55 ± 2,5	2,48 ± 0,04	0,237
fruto	21,42 ± 3,0	0,62 ± 0,01	0,931
Trolox	4,40 ± 0,05	-	

Discusión

Los resultados evidencian la presencia de metabolitos secundarios que confieren capacidad antioxidante; los compuestos fenólicos, presentes en el fruto fresco, extracto acuoso y extracto liofilizado; actúan como interruptores de radicales libres o quelantes de metales, provocando un efecto antioxidante ⁽¹³⁾.

El extracto acuoso liofilizado posee mayor actividad antioxidante con respecto al extracto acuoso y el fruto fresco, posiblemente porque el producto liofilizado es una concentración de mayor cantidad de muestra de aguaymanto, pero con menor cantidad de vitamina C, lo que evidenciaría que la actividad antioxidante se deba a los compuestos fenólicos presentes en el extracto liofilizado, además que se ha demostrado en un estudio de Ramadan *et al.* que la pulpa de la fruta contiene compuestos fenólicos, carotenoides, vitamina E y vitamina C ⁽¹⁴⁾. La presencia de saponinas, flavonoides, alcaloides y aminoácidos libres contribuye a alcanzar altos potenciales de inhibición mediante el método de DPPH y ABTS ⁽¹⁵⁾. En el presente estudio el contenido de vitamina C en el extracto no fue concluyente para relacionar la actividad antioxidante.

Los flavonoides presentes en los extractos, además de su actividad antioxidante, pueden afectar la carcinogénesis

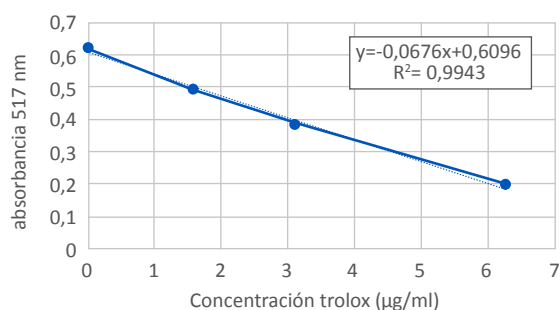
induciendo la fragmentación del ADN, deteniendo el ciclo celular, activando caspasas efectoras de muerte celular e induciendo apoptosis ⁽¹⁶⁾.

La actividad antioxidante en frutos es un atributo que puede favorecer la disminución en la incidencia del cáncer, propiedad atribuida a las vitaminas C, E, A, el selenio y compuestos flavonoides y fenólicos por su capacidad antioxidante o de remoción de las especies reactivas del oxígeno (ROS), con efecto directo en la disminución del daño celular ^(17, 18).

Carrasco *et al.* demostraron que el fruto fresco de aguaymanto en comparación con diferentes grados de maduración presentó mayor contenido de ácido ascórbico (43,3 mg/100g), contenido de carotenoides (2,64 mg -caroteno/100 g) y la mayor capacidad antioxidante medida por el método del ABTS; además, el estado de madurez influye en forma directamente proporcional al contenido de compuestos bioactivos, los que, a su vez, generan una mayor capacidad antioxidante en el fruto mientras más maduro esté. En cuanto al contenido de minerales, este fruto tiene un alto contenido de potasio ⁽¹⁹⁾. En el presente estudio obtuvimos una mayor concentración de vitamina C.

Footo *et al.* y Ramadan *et al.* evidenciaron que el aguaymanto posee 22 tipos de carotenoides, principalmente todo-trans-β-Caroteno que corresponden al 76,8% de esta clase de moléculas, pigmentos liposolubles que se presentan como α, β-, γ, Δ y ε-carotenos que son considerados agentes antioxidantes puesto que protegen los lípidos de la peroxidación por radicales libres ^(20, 21).

El extracto acuoso liofilizado posee solo flavonoides, compuestos fenólicos y aminoácidos (Tabla 1) que demostraron capacidad antioxidante, pero con una ligera disminución del contenido de vitamina C en comparación con el fruto fresco y extracto acuoso, que puede ser debido al proceso de liofilización, lo que llevó a una pérdida considerable del contenido de estos, pero no influyendo en la actividad antioxidante. Hugo *et al.* y Repo *et al.* evidenciaron que el extracto acuoso liofilizado contiene

**Figura 1.** Curva de calibración del estándar trolox (µg/mL).

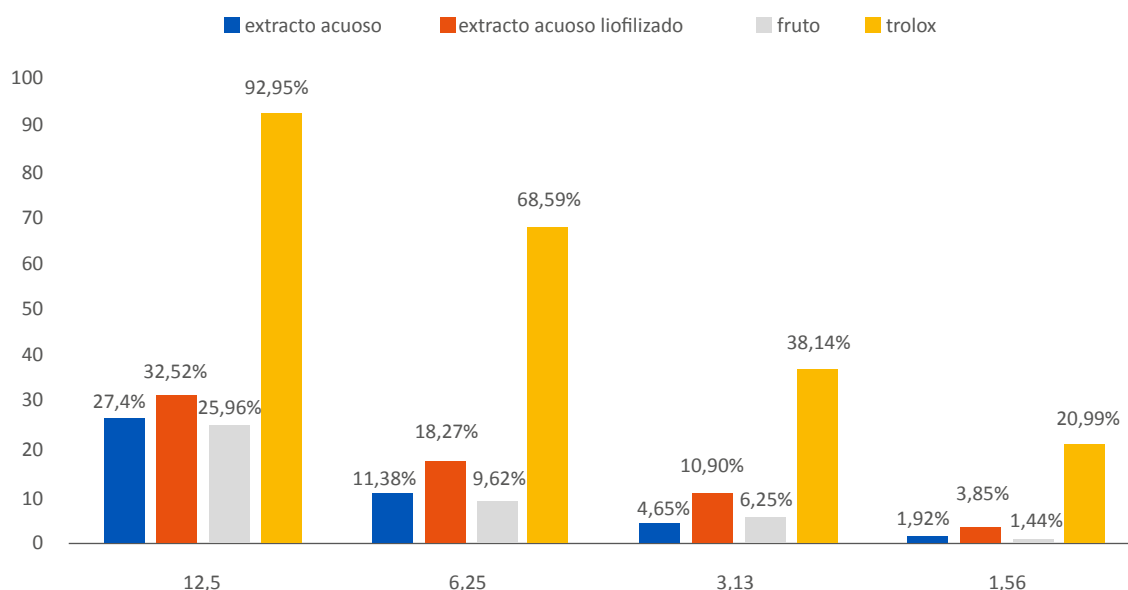


Figura 2. Comparación de los porcentajes de actividad antioxidante a concentraciones (ug/mL) fijas.

importantes cantidades de carotenoides ⁽²²⁾. Además de poseer un efecto antioxidante en similitud con estudios ya realizados ⁽²³⁾ esto coincide con nuestros resultados, los cuales alcanzaron efectos antioxidantes similares mediante el método DPPH.

La protección y extracción de metabolitos secundarios es determinante, pues la liofilización permite preservar la actividad biológica ⁽⁷⁾. Saeidnia *et al.* señalan que de todos los metabolitos secundarios y los compuestos fenólicos muestran una correlación lineal entre la concentración y la capacidad antioxidante expresada en equivalentes Trolox y ácido ascórbico, en especial los flavonoides; asimismo, los fitoesteros como el β -sitosterol poseen también dicho efecto leve o moderado *in vitro*, reduciendo el estrés oxidativo causado por la administración de

1,2-dimetilhidracina durante la inducción de carcinogénesis en colon de ratas ⁽²⁴⁾.

Otros estudios demostraron que el extracto etanólico de *Physalis peruviana* exhibe una mayor actividad antioxidante que el extracto acuoso, efecto que ha sido evaluado determinando la formación de especies reactivas al ácido tiobarbitúrico, utilizando el sistema de homogenizado de hígado, mientras que su potente capacidad para captar anión superóxido se realizó utilizando el sistema xantina/xantina oxidasa, donde los responsables de la actividad antioxidante fueron los polifenoles (0,69 g ácido gálico/100 g peso seco) y flavonoides (10,84 mg catequina/100 g peso seco) ⁽²⁵⁾.

Por lo expuesto, es necesario mencionar que el aporte científico de este estudio dará a la población mayor seguridad en el uso del fruto de esta especie vegetal como medicina tradicional, siendo la forma liofilizada con mayor actividad antioxidante pero menor cantidad de vitamina C. El presente estudio de acuerdo con la metodología empleada no presentó limitaciones para la obtención de los objetivos planteados.

Se concluye que el extracto acuoso liofilizado posee mayor capacidad antioxidante y menor cantidad de ácido ascórbico en comparación con el extracto acuoso y el fruto fresco; además, se evidencia la presencia de flavonoides, compuestos fenólicos y aminoácidos. Se logró demostrar que la mayor cantidad de vitamina C se encuentra en el fruto fresco.

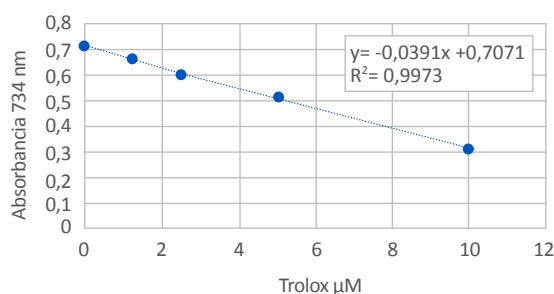


Figura 3. Determinación de la recta de regresión lineal del estándar Trolox frente al radical ABTS

Referencias bibliográficas

1. Mayor R. Estrés oxidativo y sistema de defensa antioxidante. R Inst Med Trop. 2010; 5(2):23-39.
2. Embuscado M. Handbook of antioxidants for food preservation. A volume in Woodhead publishing Series in Food Science. UK: Technology and Nutrition. 2015; 251-83.
3. Knapp S, Spooner D, León B. Solanaceae endémicas del Perú. Rev Perú Biol. 2006; 13(2):612-43.
4. Hassanien MFR. *Physalis peruviana*: a rich source of bioactive phytochemicals for functional foods and pharmaceutical. Food Reviews International. 2011;27(3):259-73.
5. Ahmed LA. Renoprotective effect of Egyptian cape Gooseberry fruit (*Physalis peruviana* L.) against acute renal injury in Rats. Scientific World Journal. 2014; 1-7.
6. Demiri T, Özgün M, Hameş-kocabaş E. Antioxidant and cytotoxic activity of *Physalis peruviana*. Medicinal Plant Research. 2014;4(4):30-4.
7. Ramachandra CT. y Srinivasa Rao P. Processing of *Aloe vera* leaf gel: A review. American Journal of Agricultural and Biological Sciences. 2008;3(2):502-10.
8. Lock O. Investigación Fitoquímica. Métodos en el Estudio de Productos Naturales. 2da ed. Lima: Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú. 1994:33-5.
9. Mensor L, Menezes F, Leitao G, Reis A, Santos T, Coube C, et al. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. Phytother Res. 2001; 15: 127-30.
10. Doroteo V, Terry C, Díaz C. Compuestos fenólicos y actividades antioxidante, antielastasa, anticlagenasa y fotoprotectora *in vitro* de *Myrciaria dubia* (camu camu) y *Caesalpinia spinosa* (tara). Rev Soc Quím Perú. 2012;78(2): 254-63.
11. Hazra B, Biswas S, Mandal N. Antioxidant and free radical scavenging activity of *Spondias pinnata*. BMC Complement. Altern. Med. 2008; 8(63): 1-10.
12. Lung M, Chang Y. Antioxidant properties of the edible Basidiomycete *Armillaria mellea* in submerged cultures. Int. J. Mol. Sci. 2011; 12(10): 6367-84.
13. Arroyo J, Ruez E, Rodríguez M, Chumpitaz V, Burga J, De la Cruz W. Reducción del colesterol y aumento de la capacidad antioxidante por el consumo crónico de maíz morado (*Zea mays* L) en ratas hipercolesterolémicas. Rev Perú Med Exp Salud Pública. 2007;24(2):157-62.
14. Ramadan MF, Moersel JT. Impact of enzymatic treatment on chemical composition, physicochemical properties and radical scavenging activity of golden berry (*Physalis peruviana* L.) juice. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2007; 87:452-60.
15. Patricia R, Ospina L, Aragon D. Inhibitory effects of an extract of fruits of *Physalis peruviana* on some intestinal carbohydrases. Rev Colomb Cienc Quím Farm. 2015; 44(1):72-89.
16. Ramos S. Effects of dietary flavonoids on apoptotic pathways related to cancer chemoprevention. J Nutr Biochem. 2007; 18(7):427-42.
17. De Kok TM, Van Breda SG, Manson MM. Mechanisms of combined action of different chemopreventive dietary compounds: a review. Eur J Nutr. 2008; 47 Suppl 2:51-9.
18. Rajesh R, Sihna R. Apoptosis: molecular mechanisms and pathogenicity. EXCLI J. 2009; 8:155-81.
19. Carrasco R, Encina C. Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. Rev Soc Quím Perú. 2008; 74(2):108-24.
20. Foote CS, Denny RW. Chemistry of singlet oxygen. VII. Quenching by β -carotene. J Am Chem Soc. 1968; 90:6233-35.
21. Ramadan MF. *Physalis peruviana*: A rich source of bioactive phytochemicals for functional foods and pharmaceuticals. Food Rev Int. 2011; 27:259-73.
22. Repo R, René C, Zelada E. Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. Rev Soc Quím Perú. 2008; 74(2):108-24.
23. Hugo V, Díaz C, Terry C, Rojas R. Compuestos fenólicos y actividad antioxidante *in vitro* de 6 plantas peruanas. Rev Soc Quím Perú. 2013; 79:1-9.
24. Saeidnia S, Manayi A, Gohari A, Abdollahi M. The story of beta-sitosterol-a review. Eur J Med Plants. 2014; 4(5):590-609.
25. Enciso J, Pérez J, Poma E, Fukusaki J. Actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de cuatro plantas medicinales y estimulación de la proliferación de fibroblastos. Rev Soc Quím Perú. 2010; 76(1):73-9.