

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO ACUOSO DEL FRUTO MICRO PULVERIZADO DE *Solanum melongena* L. “berenjena” (Solanaceae)

Milagritos-Roxana Pérez-Alvarez^a, Jorge Arroyo-Acevedo^b, Eva Ramos-Llica^a,
Mónica-Guadalupe Retuerto-Figueroa^a

RESUMEN

Solanum melongena L. “berenjena” se encuentra entre las diez mejores hortalizas con capacidad de absorción de radicales de oxígeno debido a sus constituyentes fenólicos. El objetivo de este estudio fue evaluar la actividad antioxidante del extracto acuoso del fruto micro pulverizado de *Solanum melongena* L. “berenjena”, proveniente del distrito de Cieneguilla – Lima, mediante el método de inhibición frente al radical libre 1,1-difenil-2-picrilhidracilo (DPPH).

El análisis cualitativo para la determinación de los constituyentes químicos dio como resultado la presencia de: grupos aminos libres, compuestos fenólicos, alcaloides, flavonoides y saponinas, destacando en importancia la presencia de compuestos fenólicos y flavonoides de reconocida actividad antioxidante. La “berenjena” en concentración de 50 µg/mL por el método de DPPH, brindó una actividad antioxidante de (79,0% ± 2,5) y una concentración inhibitoria media IC₅₀ (30,4 µg/mL ± 2,0), que comparado con el ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico (Trolox), hizo (99.3% ± 0,4) y un IC₅₀ (2,20 µg/mL ± 0,3), permitiendo concluir que el extracto acuoso del fruto micro pulverizado de *Solanum melongena* L. “berenjena”, tiene una aceptable actividad antioxidante, que confirma su uso como alimento funcional en beneficio de la salud.

Palabras clave: actividad antioxidante, tamizaje fitoquímico, compuestos fenólicos, DPPH, *Solanum melongena* L.

^a Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor San Marcos, Jr. Puno 1002, Lima 1-Perú.
miliperez0566@gmail.com

^b Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor San Marcos, Av Grau 755, Lima 1-Perú.

EVALUATION OF THE ANTIOXIDANT ACTIVITY OF THE AQUEOUS EXTRACT OF THE MICRO-POWDERED FRUIT OF *Solanum melongena* L. “berenjena” (Solanaceae)

ABSTRACT

Solanum melongena L “berenjena” is among the top ten vegetables with the ability to absorb oxygen radicals due to its phenolic constituents, The objective of this study was to evaluate the antioxidant activity of the aqueous extract of the micropulverized fruit of *Solanum melongena* L “berenjena”, from the district of Cieneguilla – Lima, by means of the inhibition method against the free radical 1,1-diphenyl 1-2-picrilhydracil (DPPH).

The qualitative analysis for the determination of the chemical constituents resulted in the presence of free amino groups, phenolic compounds, alkaloids, flavonoids and saponins, highlighting in importance the presence of phenolic and flavonoid compounds of recognized antioxidant activity. The “berenjena” in a concentration of 50 ug/mL by the DPPH method, provided an antioxidant activity of (79,0% ± 2,5), and a mean inhibitory concentration IC₅₀ (30,4 µg/mL ± 2,0), which compared to 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid (Trolox), made (99.3% ± 0,4) and an IC₅₀ (2,20 µg/mL ± 0,3), allowing to conclude that the aqueous extract of the micro-pulverized fruit of *Solanum melongena* L “berenjena” has an acceptable antioxidant activity, which confirms its use as a functional food for the benefit of health.

Keywords: antioxidant activity, phytochemical screening, phenolic compounds, DPPH, *Solanum melongena* L.

INTRODUCCIÓN

Solanum melongena L. “berenjena”, es una planta de la familia Solanaceae, originaria de la india y cuyos frutos son ampliamente utilizados en la alimentación humana, encontrándose entre las diez mejores hortalizas con capacidad de absorción de radicales de oxígeno, debido a sus constituyentes fenólicos^{1,2}, hecho corroborado en el estudio desarrollado por Lutz et al. “impacto de la deshidratación en el contenido de polifenoles (TPC) y la capacidad antioxidante (AC) por el método de DPPH y ORAC”, que ubicó a la berenjena sin pedúnculo, *Solanum melongena* cv. blacknite, en un cuarto lugar de importancia después de la mora, el arándano y la zanahoria³.

Llanes, afirma que esta especie presenta un alto contenido de ácido clorogénico, considerado como uno de los compuestos fenólicos más abundantes en los vegetales; asimismo precisa que el color (morado) externo del fruto, se debe a la presencia de flavonoides del tipo antocianinas, constituyentes fitoquímicos que han mostrado importante efecto antioxidante y cuya acción es mayor en el ácido clorogénico⁴.

Estudios de metabolómica, así como ensayos enzimáticos y de expresión génica, han revelado que el fruto de berenjena (*Solanum melongena* L.), es protegido después de ser retirada de la planta por su contenido de enzimas antioxidantes⁵.

Heras postula que contiene ácido ascórbico⁶. Y, todos los autores coinciden que *Solanum melongena* L. “berenjena” tiene importantes beneficios para la salud como alimento funcional en la prevención y tratamiento de enfermedades crónicas no transmisibles (ENT) tales como: obesidad, dislipidemia y diabetes⁷; por lo que el presente trabajo ha permitido demostrar el efecto antioxidante del extracto acuoso del fruto micro pulverizado de la especie vegetal *Solanum melongena* L. “berenjena”, procedente del distrito de Cieneguilla, Lima-Perú.

PARTE EXPERIMENTAL

Material vegetal: La muestra fue recolectada en el mes de julio del año 2016, en el distrito de Cieneguilla – Lima, ubicado a 300 m s. n. m., el cual fue clasificado taxonómicamente en el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Preparación del extracto acuoso: Se utilizaron 3 kg del fruto de *Solanum melongena* L. “berenjena”, siendo lavados por inmersión en agua con unas gotas de lejía y enjuagados con agua potable y secados; luego el fruto con cáscara fue recortado en finas láminas y colocados en el horno a una temperatura de 60 °C hasta su deshidratación, para luego ser pulverizado en molino eléctrico y almacenado en bolsas de polietileno. El extracto acuoso se obtuvo por infusión, para lo cual se ha utilizado 0,75 kg del micro pulverizado en 1,5 L de agua hervida (100°C), dejando en reposo por espacio de 25 minutos, para luego proceder a filtrar y ser colocado en la estufa para evaporar el solvente acuoso a temperatura de 40°C hasta peso constante. Una vez obtenido el extracto seco, fue almacenado en un frasco ámbar en refrigeración a 4°C para su posterior utilización.

Tamizaje fitoquímico: El análisis cualitativo para la determinación de los constituyentes químicos del extracto acuoso del fruto micropulverizado de *Solanum melongena* L. “berenjena” fue realizado mediante pruebas colorimétricas y de precipitación según Lock de Ugaz, haciendo uso de los reactivos específicos y cuyos resultados se expresaron como presencia o ausencia del constituyente químico⁸.

Determinación de la actividad antioxidante frente al radical DPPH: Se ha evaluado la actividad antioxidante del extracto acuoso del fruto micropulverizado de *Solanum melongena* L. “berenjena” mediante el método de DPPH, descrita por Brand and Williams et al., (método de inhibición frente al radical libre 1,1-difenil-2-picrilhidracilo)⁹, cuyo resultado fue expresado como IC₅₀ (concentración del extracto que reduce en un 50%), que corresponde a la absorbancia de una solución metanólica de DPPH a 517 nm con una absorbancia inicial de 0,600 y cuyo resultado se ha expresado en µg del extracto/mL. Como patrón de referencia, se ha utilizado el reactivo Trolox (ácido 6-hidroxi-2, 5, 7, 8-tetrametilcromo-2 ácido carboxílico), un antioxidante estándar, expresándose los resultados como valores de porcentaje de actividad antioxidante y de concentración inhibitoria media (IC₅₀).

La fórmula utilizada para determinar la actividad antioxidante expresada como porcentaje fue:

$$AA\% = 1 - \frac{AbsMP - Abm}{Acontrol} \times 100\%$$

Donde: AA% = Porcentaje de la actividad antioxidante.

AbsMP = Absorbancia de la muestra problema.

Abm = Absorbancia del blanco de la muestra.

Acontrol = Absorbancia del reactivo DPPH.

Preparación de las soluciones:

Preparación del radical DPPH:

Se preparó una solución metanólica de DPPH 0,01 mM, luego se llevó a comprobar que la absorbancia a 517 nm se encuentre entre 0,600 y 0,700. El matraz aforado fue cubierto con papel aluminio para protección frente a la luz.

Preparación del Trolox:

Se preparó una solución stock 1 mM ó 250 µg/mL de ácido 6-hidroxi-2,5, 7,8-tetrametilcromo 2- carboxílico 97% (Trolox).

Reacción del Trolox para establecer la curva de calibración:

De la solución preparada de Trolox se prepararon 5 diluciones en tubos de ensayo por triplicado respectivamente por cada una de las concentraciones, para ello se hizo reaccionar 100 µL de Trolox y 1900 µL de DPPH. Se mantuvo en la oscuridad por 30 minutos a temperatura ambiente, para después realizar la lectura en el espectrofotómetro T80+ UV/VIS Spectrometer a 517 nm.

Reacción de la muestra:

Determinación de la IC50:

- Se hicieron diluciones del extracto de *Solanum melongena* L. “berenjena” a las diferentes concentraciones: 50, 25, 12,5, 6,2 y 3,1 µg/mL.
- Se tomaron 100 µL de muestra de cada una de las diferentes diluciones y se hizo reaccionar con 1900 µL de DPPH.
- Todas las muestras fueron preservadas en la oscuridad por 30 minutos a temperatura ambiente, para luego proceder a realizar la lectura en el espectrofotómetro T80+ UV/VIS Spectrometer a 517 nm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Tamizaje fitoquímico del extracto acuoso del fruto micropulverizado de *Solanum melongena* L. “berenjena”.

Constituyente químico	Reacción	Resultados
Grupos aminos libres	Ninhidrina	(+)
Taninos	Gelatina	(-)
Compuestos fenólicos	Cloruro férrico (FeCl ₃)	(+)
Alcaloides	Dragendorff	(+)
Alcaloides	Wagner	(+)
Alcaloides	Mayer	(+)
Flavonoides	Shinoda	(+)
Quinonas	Borntrager	(-)
Triterpenos y esteroides	Lieberman Burchard	(-)
Saponinas	Prueba de la espuma	(+)

Leyenda: Presencia (+), Ausencia (-)

En la tabla 1, de acuerdo al tamizaje fitoquímico realizado en el extracto acuoso del fruto micro pulverizado de *Solanum melongena* L. “berenjena” (prueba cualitativa que indica la presencia de constituyentes químicos mediante la formación de precipitados o cambios de coloración), ha dado como resultado la presencia de: grupos aminos libres, compuestos fenólicos, alcaloides, flavonoides y saponinas, resultados comparables a los realizados por Llanes y Carvalho et al. que confirman la presencia de saponinas, compuestos fenólicos, flavonoides y glicocalcoides, recalcando en relación a las antocianinas, que son las que le dan a la cáscara un color púrpura y se consideran los compuestos responsables de las propiedades antioxidantes atribuibles al fruto^{4,7}. Scorssatto et al., trabajaron con harina de berenjena, confirmando igualmente la presencia de compuestos fenólicos solubles totales y saponinas¹⁰.

Tabla 2. Porcentaje de captación de radicales libres por el método de DPPH del extracto acuoso del fruto micro pulverizado de *Solanum melongena* L. “berenjena” comparado con el Trolox.

Concentración ($\mu\text{g/mL}$)	Berenjena (<i>Solanum melongena</i> L.) (%AA \pm DE)	Trolox (%AA \pm DE)
50	79,0 \pm 2,5	99,3 \pm 0,4
25	43,9 \pm 3,0	98,8 \pm 0,5
12,5	23,6 \pm 1,5	97,1 \pm 2,5
6,2	13,1 \pm 1,0	92,8 \pm 2,5
3,1	7,4 \pm 0,5	68,6 \pm 2,0
0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0

%AA = Porcentaje de actividad antioxidante.

DE = Desviación estándar.

En la tabla 2, se puede apreciar que al haberse comparado el porcentaje de actividad antioxidante del extracto acuoso de *Solanum melongena* L. “berenjena” (79,0% \pm 2,5) con el estándar Trolox (99,3% \pm 0,4) entre los rangos de dilución de 3,1 a 50 $\mu\text{g/mL}$, permite afirmar que el extracto de berenjena tiene una aceptable actividad antioxidante.

Respecto de la actividad antioxidante obtenido en el presente trabajo, puede ser atribuible a diversos factores, como lo precisado por Jurado-Teixeira et al.,¹¹ aludiendo a la variedad de la planta, las condiciones en las que se ha desarrollado el experimento y el gran número de variables que influyen en la extracción de estos compuestos, ya que se ha procesado el fruto con cáscara a 60°C, y el extracto acuoso fue obtenido por infusión a 100°C. La presente investigación no obstante haber utilizado temperatura en la preparación del extracto ha logrado evidenciar efecto antioxidante aceptable, en contraposición por los expuesto por Heras et al.⁶, Scorsatto et al.¹⁰. Otro factor de interés a considerar es lo sustentado por Lo-Scalzo et al., quienes evaluaron los cambios bioquímicos en extractos de la piel o cáscara del fruto de cuatro genotipos de berenjena (*Solanum melongena* L.) a lo largo de sus diversas etapas de desarrollo, demostrando en uno de sus ensayos que la capacidad antioxidante monitoreada por peroxilo (atribuible a los polifenoles), fue similar en todas sus etapas de desarrollo, a diferencia del análisis de Fremy, donde evidenciaron una ligera disminución de los polifenoles en la maduración fisiológica completa del fruto¹².

Tabla 3. Concentración inhibitoria media IC₅₀ ($\mu\text{g/mL}$) de las sustancias evaluadas.

Sustancias evaluadas	IC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$) \pm DE
Extracto acuoso del fruto micro pulverizado de <i>Solanum melongena</i> L. “berenjena”	30,4 \pm 2,0
Trolox	2,20 \pm 0,3

IC₅₀ = Concentración inhibitoria media.

DE = Desviación estándar.

En la tabla 3, se puede apreciar que para el ensayo de DPPH se ha obtenido un valor mayor de IC₅₀ para el Trolox (2,20 µg/mL ± 0,3), que al ser comparado con el IC₅₀ del extracto acuoso *Solanum melongena* L. “berenjena” (30,4 µg/mL ± 2,0), nos permite ratificar como aceptable su actividad antioxidante; dado que el IC₅₀ es definido como la concentración necesaria de la muestra para disminuir en un 50% la concentración inicial de los radicales libres (DPPH), teniendo en cuenta que a menor valor de IC₅₀, es mayor la actividad antioxidante³.

Al ser comparado con otras especies de la familia *Solanaceae* como el trabajo realizado por Jurado-Teixeira et al.¹¹, quienes evaluaron la cantidad de polifenoles totales y la capacidad antioxidante del extracto alcohólico del fruto de *Physalis peruviana* L. “aguaymanto” y cuyo valor de IC₅₀ fue 1,86 mg/mL para el fruto proveniente de la ciudad de Huánuco. Dicho valor resultó menor al obtenido en la presente investigación, esto posiblemente atribuible al tipo de extracción efectuado. Zhañay¹³, llevo a cabo los ensayos de extracción de compuestos fenólicos totales en los frutos secos y triturados de *Solanum crinitipos* “pungal” utilizando diferentes solventes y condición térmica: metanol 70% a 30°C, etanol 20% a 30°C, acetona 75% a 30°C y agua 90°C, mostrando que el agua tuvo mejor resultado, lográndose obtener 18.95% de compuestos fenólicos totales, modelo de extracción comparable al realizado en el presente trabajo con una variante de temperatura (100°C).

CONCLUSIONES

El tamizaje fitoquímico en el extracto acuoso del fruto micro pulverizado de *Solanum melongena* L. “berenjena”, revela la presencia de grupos aminos libres, compuestos fenólicos, alcaloides, flavonoides y saponinas, siendo de reconocida actividad antioxidante los compuestos fenólicos y los flavonoides.

La actividad antioxidante evidenciada con el método de DPPH comparado con el Trolox lleva a concluir que el extracto acuoso del fruto micro pulverizado de *Solanum melongena* L. “berenjena” tiene aceptable actividad antioxidante que confirma su uso como alimento funcional en beneficio para la salud.

AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Oscar Herrera Calderón por su apoyo inicial en el presente trabajo de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Zambrano-Moreno EL, Chavez-Jauregui RN, Plaza ML, Wessel-Beaver L. Phenolic content and antioxidant capacity in organically and conventionally grown eggplant (*Solanum melongena*) fruits following thermal processing. *Food Sci Technol*. 2015; 35(3): 414-420.
2. Gonçalves MdCR, Melo-Diniz, MFF, Dantas AHG, Borba JDC. Modesto efeito hipolipemiante do extrato seco de Berinjela (*Solanum melongena* L.) em mulheres com dislipidemias, sob controle nutricional. *Rev Bra Farmacogn*. 2006;16:656-63.
3. Lutz M, Hernández J, Henriquez C. Phenolic content and antioxidant capacity in fresh and dry fruits and vegetables grown in Chile. *CyTA – J Food*. 2015;13(4):541-547.
4. Llanes Echevarría JR. Alimentos hipolipemiantes que mejoran la salud cardiovascular. *Rev Cuba Cardiol Cir Cardiovasc*. [internet]. 2017 [citado 31 Ago 2021]; 23(4). Disponible en: <http://www.revcardiologia.sld.cu/index.php/revcardiologia/article/view/708>
5. Liu X, Zhang A, Shang J, Zhu Z, Li Y, Wu X, Zha D. Study on browning mechanism of fresh-cut eggplant (*Solanum melongena* L.) based on metabolomics, enzymatic assays and gene expression. *Sci Rep*. 2021;11(1):6937.
6. Heras I, Alvis A, Arrazola, G. Optimización del Proceso de Extracción de Antocianinas y Evaluación de la Capacidad Antioxidante de Berenjena (*Solana melonera* L.). *Inf Tecnol*. 2013; 24(5): 93-102.
7. Carvalho MS, Lino LLA. Avaliação dos fatores que caracterizam a berinjela (*Solanum melongena* L.) como um alimento funcional. *Nutrire: Rev Soc Bras Alim Nutr*. 2014; 39(1): 130-143.
8. Lock O. Investigación fitoquímica. Métodos en el estudio de productos naturales. 2da. Ed. Lima: Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú: 1994. P. 1-7.
9. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Sci Technol*. 1995; 28 (1): 25 -30.
10. Scorsatto M, Castro-Pimentel A, Ribeiro da Silva AJ, Sabally K, Glorimar R, Moraes de Oliveira GM. Assesment of bioactive compounds, physicochemical composition, and in vitro antioxidant activity of Eggplant flour. *Int J Cardiovasc Sci*. 2017; 30 (3): 235-242.
11. Jurado-Teixeira B, Aparcana-Ataurima IM, Villarreal-Inca LS, Ramos-Llica E, Calixto-Cotos MR, Hurtado-Manrique PE, Acosta-Alfaro MC. Evaluación del contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos de los frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) de diferentes lugares del Perú. *Rev Soc Quím Perú*. 2016; 82(3):272-279.
12. Lo-Scalzo R, Florio F, Fibiano M, Speranza G, Rabuffetti M, Gattolin S, Toppino L, Rotino G. Scrapped but not neglected: Insights into the composition, molecular modulation and antioxidant capacity of phenols in peel of eggplant (*Solanum melongena* L.) fruits at different developmental stages. *Plant Physiol Biochem*. 2021; 167:678-690.
13. Zhañay-Andrade MA. Relación entre la actividad antioxidante, y concentración de compuestos fenólicos contenidos en el fruto del pungal (*Solanum crinitipes*). Ecuador 2012. [Tesis para optar el título de Bioquímico Farmacéutico]. Riobamba: Escuela Politécnica de Chimborazo; 2013.