



Cinética Antioxidante de Extractos Etanólicos y Fracciones Fenólicas de Productos Nutraceuticos de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*)

Antioxidant Kinetics of Ethanolic Extracts and Phenolic Fractions of Nutraceutical Products from Yacón (*Smallanthus sonchifolius*)

Danna MONTERROZA¹, Yeiner MEJÍA¹, José Gregorio OROZCO¹, Dary MENDOZA^{1*}

¹ Grupo de Productos Naturales y Bioquímica de Macromoléculas, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia. *darymendoza@mail.uniatlantico.edu.co

Presentación Oral 13:

ABSTRACT

Smallanthus sonchifolius (Asteraceae) is an ancient plant that has been part of the Andean indigenous diet. Nutraceutical products derived from the tubers and leaves of yacon are used to regulate blood sugar levels, promote weight loss, and balance the intestinal microbiome ^[1]. Several studies attribute antioxidant (AA), anti-inflammatory, and vascular endothelial protective activities to yacon's phenolic compounds (PCs) ^[2]. This study aimed to analyze the AA kinetics of ethanolic extracts (EE) and phenolic fractions (FFs) from yacon infusions. The sample underwent preliminary phytochemical characterization, and EE was obtained by reflux extraction of 5 g of the infusion with absolute ethanol. FFs were separated by column chromatography using Sephadex® LH20 and eluted with water (AG) and ethanol at different concentrations (EtOH-20, EtOH-50, and EtOH-90% v/v). The total phenolic content in the fractions was determined by the Folin-Ciocalteu assay and expressed as micrograms of gallic acid equivalents per milliliter (µg GAE/mL). AA in EE was assessed by singlet oxygen extinction kinetics using the rubrene method ^[3]. At the same time, AA in FFs was evaluated through a 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH•) reduction assay, with kinetics modeled using Copasi v.4.44 software ^[4]. FFs with the highest AA were analyzed by UHPLC-ESI+ ORBITRAP-HRMS chromatography. Phytochemical analysis confirmed the presence of PCs, flavonoids, tannins, saponins, triterpenes, and sesquiterpene lactones. The fractions with the highest phenolic content were: EtOH-20 (311.394 µg GAE/mL) > AG (281.527 µg GAE/mL) > EtOH-50 (189.225 µg GAE/mL) > EtOH-90 (99.225 µg GAE/mL). The singlet oxygen quenching percentage for EtOH was 47%, compared to 6% in the absence of extract, suggesting that



yacon contains reactive oxygen species (ROS)-inhibitory metabolites. The stoichiometric-kinetic model applied to the DPPH• neutralization reaction indicated that all FFs (2e-5 µg GAE/mL) follow first-order kinetics, where k_1 describes the primary reaction between antioxidants (AOHs) and DPPH•, followed by a slower secondary reaction (k_2) between transient radicals (AO•) and another DPPH• molecule. The fractions eluted with EtOH-50% ($k_1 = 1079.5 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$, $k_2 = 10.0 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$) and EtOH-20% ($k_1 = 854.8 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$, $k_2 = 9.9 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$) exhibited the fastest AA, with EtOH-20% showing the highest stoichiometric factor ($n = 1.63$), which correlates with antioxidant capacity based on active functional groups. Identified AOHs in the EtOH-20% fraction included caffeic acid (0.5 mg/kg), rosmarinic acid (2.5 mg/kg), epigallocatechin gallate (0.2 mg/kg), and trans-cinnamic acid (0.4 mg/kg). These findings suggest that yacon metabolites can neutralize both non-radical (singlet oxygen) and radical ($\text{O}_2^{\bullet-}$ and $\text{OH}^{\bullet}$) ROS. Future studies will aim to confirm this hypothesis through enzymatic assays.

Key words:

Yacon, nutraceutical, phenolic compounds, antioxidants, singlet oxygen quenching

RESUMEN

Smallanthus sonchifolius (familia Asteraceae), es una planta milenaria que hace parte de la dieta de pueblos indígenas andinos. Productos nutraceuticos a base de tubérculos y hojas de *S. sonchifolius* (yacón) son usados para regular la glucemia, favorecer la pérdida de peso y equilibrar el microbioma intestinal ^[1]. Diversos estudios atribuyen la actividad antioxidante (AA), antiinflamatoria y protectora del endotelio vascular a compuestos fenólicos (CFs) del yacón ^[2]. El propósito de la investigación fue estudiar la cinética de AA en extractos etanólicos (EE) y fracciones fenólicas (FFs) de infusiones de yacón. La muestra se caracterizó mediante análisis fitoquímico preliminar. El EE se obtuvo por reflujo a partir de 5 g de las infusiones y etanol absoluto. Las FFs fueron separadas por cromatografía de columna con Sephadex® LH20, usando como eluyente: Agua (AG) y Etanol (EtOH-20; EtOH-50 y EtOH-90 % v/v). El contenido total del CFs en las fracciones obtenidas se determinó mediante el ensayo de Folin-Ciocalteu, los resultados se expresaron en microgramos equivalentes de ácido gálico/mL de extracto (µg EAG/mL). La AA del EE se determinó por ensayo cinético de extinción del oxígeno singlete usando el método del Rubreno ^[3]; mientras que la AA de las FFs se determinó mediante ensayo cinético de reducción del radical 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH•); la cinética de esta reacción se modeló en el software Copasi v.4.44 ^[4]. Las FFs con mayor AA se analizaron mediante cromatografía UHPLC-ESI+ ORBITRAP-HRMS. El análisis fitoquímico demostró presencia de CFs, flavonoides, taninos, saponinas, triterpenos y lactonas sesquiterpénicas en las infusiones. Las FFs con mayor contenido de CFs fueron: EtOH20 (311.394 µg EAG/mL) > AG (281,527 µg EAG/mL) > EtOH50 (189,225 µg EAG/mL) > EtOH90 (99,225 µg EAG/mL). El porcentaje de extinción del oxígeno singlete del EE fue del 47 %, mientras que en ausencia del extracto fue de 6 %, esto sugiere que el



Yacón posee metabolitos inhibidores de especies reactivas del oxígeno (EROS). El modelo estequiocinético aplicado a la reacción de neutralización del DPPH• mostró que todas las FFs (2e-5 ug EAG/mL) siguen una cinética de primer orden, con una k_1 que describe la reacción principal entre los antioxidantes (AOHs) y DPPH• seguido de una segunda reacción (k_2) más lenta entre radicales transitorios (AO•) y otra molécula de DPPH•. Las FFs eluidas con EtOH-50% ($k_1 = 1079,5 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$ y $k_2 = 10,0 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$) y EtOH-20 % ($k_1 = 854,8 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$ y $k_2 = 9,9 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$) fueron los antioxidantes más rápidos; no obstante, EtOH-20 % presentó el factor estequiométrico más alto ($n = 1,63$), este factor está relacionado con la capacidad antioxidante ligada a los grupos funcionales activos en las moléculas. En la fracción EtOH-20 % se identificaron AOHs como el ácido cafeico (0,5mg/Kg), ácido rosmarinico (2,5mg/Kg), epigallocatequina galato (0,2mg/Kg) y ácido trans-cinámico (0,4 mg/Kg). Estos resultados sugieren que metabolitos presentes en hojas y tubérculos de yacón tienen la capacidad de neutralizar EROS no radicalarias (oxígeno singulete) y radicalarias ($\text{O}_2^{\bullet-}$ y $\text{OH}^{\bullet}$). Estudios futuros estarán dirigidos a comprobar esta hipótesis mediante ensayos enzimáticos.

Palabras clave:

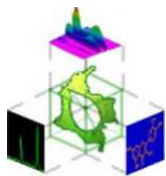
Yacón, nutraceutico, compuestos fenólicos, antioxidantes, extinción de oxígeno singulete

Agradecimientos/Acknowledgements

Esta investigación es financiada por la “Cuarta Convocatoria Interna para la consolidación y fortalecimiento de los Grupos de Investigación de la Universidad del Atlántico, 2022”. Agradecemos la asesoría técnica del Grupo de Fotoquímica y Fotobiología de la Universidad del Atlántico.

Referencias/References

- [1] Yan, M., Chessum, K., Nand, S., Terzaghi, B., & Kam, R. (2023). Yacon Prebiotic Functional Drinks, the Sensory and Antioxidant Profiles: Dietotherapy Applications of Yacon Concentrate. Medical Sciences Forum, 18(1), 2. [\[DOI\]](#)
- [2] Luo M, Zheng Y, Tang S, Gu L, Zhu Y, Ying R, Liu Y, Ma J, Guo R, Gao P, Zhang C. (2023). Radical oxygen species: an important breakthrough point for botanical drugs to regulate oxidative stress and treat the disorder of glycolipid metabolism. Front Pharmacol, 14:1166178. [\[DOI\]](#)
- [3] Diaz CE, Oliveros G, Muñoz-Acevedo A, Vallejo Lozada W. (2016) Kinetic study of the quenching of singlet oxygen by naringin isolated from peels of the fruit of bitter orange (*Citrus aurantium L.*). Rev cuba plant med, 21(3). [\[DOI\]](#)



REVISTA PRODUCTOS NATURALES

ISSN 1916-2413



Vol. 6 Núm. 1 (2025): I Congreso Colombiano de Productos Naturales

Disponible en línea en

<https://www.nozomiscience.org/index.php/rpn/issue/view/587>

doi: <https://doi.org/10.3407/rpn.v6i1po13>



-
- [4] Angeli L, Imperiale S, Ding Y, Scampicchio M, Morozova K. A Novel Stoichio-Kinetic Model for the DPPH• Assay: The Importance of the Side Reaction and Application to Complex Mixtures. Antioxidants (Basel). 2021 Jun 24;10(7):1019. [[DOI](#)]