

**COMPUESTOS BIOACTIVOS Y ACTIVIDAD
ANTIOXIDANTES DE FRUTOS SILVESTRES
ALTOANDINOS YANALI Y CAPACHU¹²²**

**BIOACTIVE COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT
ACTIVITY OF YANALI AND CAPACHU HIGH-
ANDEAN WILD FRUITS**

Rosa Huaraca Aparco¹²³

Fidelia Tapia Tadeo¹²⁴

María Del Carmen Delgado Laime¹²⁵

Fredy Taipe Pardo¹²⁶

Porfirio Ancco Rojas¹²⁷

Pares evaluadores: Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES.¹²⁸

¹²² Derivado del proyecto de investigación. Caracterización de compuestos bioactivos y actividad, antioxidantes en los frutos silvestres de la región Apurímac, Perú-UNAJMA

¹²³ Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional José María Arguedas, Doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Universidad Andina del Cusco, Docente, Universidad Nacional José María Arguedas, correo electrónico: synder_lia1@hotmail.com.

¹²⁴ Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Universidad Andina del Cusco. Docente, Universidad Nacional José María Arguedas, correo electrónico: ftapia@unajma.com.pe

¹²⁵ Bióloga, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Doctora en Biología ambiental Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, docente, Universidad Nacional José María Arguedas, correo electrónico: mdlgado@unajma.com.pe.

¹²⁶ Ingeniero alimentario, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Universidad Andina del Cusco, Docente, Universidad Nacional José María Arguedas, correo electrónico: ftaipe@unajma.com.pe.

¹²⁷ Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional José María Arguedas, Jefe de planta empresa Apu, correo electrónico: porfiliac@hotmail.com.

¹²⁸ Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES. www.rediees.org

14. COMPUESTOS BIOACTIVOS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTES DE FRUTOS SILVESTRES ALTOANDINOS YANALI Y CAPACHU¹²⁹

Rosa Huaraca Aparco¹³⁰, Fidelia Tapia Tadeo¹³¹, María Del Carmen Delgado Laime¹³², Fredy Taipe Pardo¹³³ y Porfirio Ancco Rojas¹³⁴

RESUMEN

Las frutas silvestres altoandinas comestibles son fuentes alimenticias con interés en la industria alimentaria debido a su composición y efectos positivos. El objetivo del estudio fue evaluar los compuestos bioactivos y la actividad antioxidante de los frutos de Yanali (*Citharexylum dentatum* D.) y Capachu (*Hesperomeles escalloniifolia* Schltld) frutos silvestres altoandinos, recolectados del bosque de Ccalhua distrito de Andarapa, región apurímac, Perú. El contenido de fenoles y antocianinas se determinó mediante el método de espectrometría, mientras que la actividad antioxidante se determinó a través del método del radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH) posteriormente se llevó a espectrofotometría. Se encontró que los frutos silvestres altoandinos Yanali (*Citharexylum dentatum* D. Don.) y Capachu (*Hesperomeles escalloniifolia* Schltld) presentaron altos contenidos en antocianinas y antioxidantes. En cuanto al contenido de antocianinas se encontró 215.26 (mg/100 g muestra) para la fruta Yanali (*Citharexylum dentatum* D.) y 207.98 (mg/100 g muestra) para la fruta Capachu (*Hesperomeles escalloniifolia* Schltld), en el contenido de compuestos fenoles se encontró 3,45 (mg GAE/ 100 g muestra) para Yanali y 2.25 (mg GAE/ 100 g muestra) para el fruto Capachu. La actividad antioxidante en ambas

129 Derivado del proyecto de investigación. Caracterización de compuestos bioactivos y actividad, antioxidantes en los frutos silvestres de la región Apurímac, Perú-UNAJMA

¹³⁰ Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional José María Arguedas, Doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Universidad Andina del Cusco, Docente, Universidad Nacional José María Arguedas, correo electrónico: synder_lia1@hotmail.com.

¹³¹ Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Universidad Andina del Cusco. Docente, Universidad Nacional José María Arguedas, correo electrónico: ftapia@unajma.com.pe

¹³² Bióloga, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Doctora en Biología ambiental Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, docente, Universidad Nacional José María Arguedas, correo electrónico: mdelgado@unajma.com.pe.

¹³³ Ingeniero alimentario, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Universidad Andina del Cusco, Docente, Universidad Nacional José María Arguedas, correo electrónico: ftaipe@unajma.com.pe.

¹³⁴ Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional José María Arguedas, Jefe de planta empresa Apu, correo electrónico: porfiliaac@hotmail.com.

frutas, mostraron una variación de 80,219 mg/g a 143,602 mg/g la fruta de Capahu y Yanali presentando una actividad antioxidante significativamente mayor en el fruto Yanali. Los frutos silvestres altoandinos mostraron altos contenidos en compuestos bioactivos y actividad antioxidante siendo una alternativa para la industria alimentaria y farmacéutica.

ABSTRACT

Edible high Andean wild fruits are food sources of interest in the food industry due to their composition and positive effects. The objective of the study was to evaluate the bioactive compounds and antioxidant activity of the fruits of Yanali (*Citharexylum dentatum* D.) and Capachu (*Hesperomeles escalloniifolia* Schltldl) wild high Andean fruits, collected from the Ccalhua forest, Andarapa district, Apurimac region, Peru. The content of phenols and anthocyanins was determined by the spectrometry method, while the antioxidant activity was determined by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil (DPPH) free radical method, and was subsequently carried out by spectrophotometry. High Andean wild fruits Yanali (*Citharexylum dentatum* D. Don.) And Capachu (*Hesperomeles escalloniifolia* Schltldl) were found to have high anthocyanin and antioxidant content. Regarding the anthocyanin content, 215.26 (mg / 100 g sample) was found for the Yanali fruit (*Citharexylum dentatum* D.) and 207.98 (mg / 100 g sample) for the Capachu fruit (*Hesperomeles escalloniifolia* Schltldl), in the content of compounds Phenols were found 3.45 (mg GAE / 100 g sample) for Yanali and 2.25 (mg GAE / 100 g sample) for the Capachu fruit. The antioxidant activity in both fruits showed a variation from 80,219 mg / g to 143,602 mg / g in the Capahu and Yanali fruit, presenting a significantly higher antioxidant activity in the Yanali fruit. High Andean wild fruits showed high content of bioactive compounds and antioxidant activity, being an alternative for the food and pharmaceutical industry.

PALABRAS CLAVE: Antioxidantes, antocianinas, frutos silvestres, compuestos bioactivos.

Keywords: Antioxidantes, antocianinas, frutos silvestres, compuestos bioactivos.

INTRODUCCIÓN

Las preocupaciones han llevado a un aumento de la demanda de productos alimenticios a partir de recursos alimentarios silvestres. Las propiedades de los frutos silvestres pueden explorarse como una dieta popular (Mahapatra A.K., 2016; Tuner L. 2011) ya que algunas de estas frutas contenían compuestos nutritivos, como carbohidratos, proteínas, aminoácidos, vitaminas, minerales y polifenoles que son esenciales para la salud humana (Sharma K.B., 2009; Pandey K.B., 2009). Además, estos compuestos juegan un papel vital como antioxidantes en el metabolismo fisiológico para encontrar los radicales libres asociados con enfermedades crónicas (Mir M.Y., 2014, Young I.S., 2001).

Las fuentes de antioxidantes naturales deben explorarse a partir de fuentes vegetales (Seal T., 2012). Las frutas comestibles silvestres exhibieron una mayor composición de compuestos nutricionales y antioxidantes en comparación a cultivos cultivados (Ruis R., Sánchez M. 2014). Sin embargo, hasta ahora, esta fruta comestible silvestre está inexplorada. Dado que las especies silvestres, bayas, tienen una alta concentración de componentes nutricionales y funcionales tales como solubles azúcares, ácidos orgánicos, minerales, vitaminas, antocianinas, polifenoles, flavonoides, polisacáridos y carotenoides (Liu et al., 2013; Wang et al., 2018a; Li et al., 2019; Liu et al., 2019),

De estos constituyentes, las antocianinas y los polisacáridos tienen una amplia gama de actividades fisiológicas y biológicas (Peng et al., 2014; Zhangetal., 2019; Chenetal., 2019).

Por lo tanto, el consumo de bayas silvestres fue muy alto recientemente y esta planta se ha convertido en una preocupación creciente en los campos de medicamentos y productos alimenticios (Wang et al., 2018a).

Mientras tanto, se estaba volviendo cada vez más frecuente e interesado en la investigación del desarrollo de componentes y productos de frutas a partir de las bayas silvestres encontrándose dentro de este grupo a las bayas de Capchu y Yanali. Además, hubo algunos estudios relacionados con el análisis de la composición nutricional y fitoquímica en LR silvestres (Nzeuwa et al., 2017; Li et al., 2019), y solo se han enfocado en una sola región de producción.

A pesar de su importancia como especies silvestres altoandinas y sus componentes alimentarias, las investigaciones en especies Yanali (*Citharexylum dentatum* D. Don.) y Capachu (*Hesperomeles escalloniifolia* Schltdl) con respecto a su composición bioactiva, actividad antioxidante, diversidad genética y propiedades biológicas son limitadas. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio ha sido analizar los compuestos bioactivos y actividad antioxidante de ambas especies que crecen en forma silvestre a gran altura de la región andina del Perú.

MATERIAL Y MÉTODOS

Materia prima y preparación de muestra. Se utilizaron Frutos maduros de Yanali (*Citharexylum dentatum* D.) y Capachu (*Hesperomeles escalloniifolia* Schltdl) recolectadas del bosque de Ccalhua de la zona altoandina del distrito de Andarapa ($13^{\circ}42'S.73^{\circ}24'O$ a una altitud media de 2935 msnm) perteneciente al distrito de San Jerónimo, Andahuaylas, Perú. Con clima Cwd de acuerdo con Koppens con precipitaciones media anual alrededor de 1000 mm/año, humedad relativa media de 50 % y temperatura de $-5^{\circ}C$ a $21^{\circ}C$, con moderada incidencia de heladas. Para el desarrollo del análisis se utilizaron aproximadamente 200 g de cada muestra de fruto maduro frescas, para medir y evaluar el contenido de antocianinas, fenoles y actividad antioxidante. Las muestras se secaron a una temperatura constante de $45^{\circ}C$ durante 72 horas y luego se molieron y pasaron por un tamiz de 45 mm. Cada experimento se realizó por triplicado.

Determinación del contenido fenólico. Se maceraron alrededor de 2 g de fruta en polvo con 20 mL de etanol al 80% a $65^{\circ}C$ durante 2 h. La suspensión se centrifugó a 885 por g durante 10 min a $25^{\circ}C$ (5810R, Eppendorf AG, Hamburgo, 162 Alemania). Los sobrenadantes se secaron durante la noche en un horno de aire caliente a $30^{\circ}C$ y se obtuvo un rendimiento de extracto de 3,15 g / 100 g de polvo de frutos secos. El extracto obtenido se disolvió en 5 mL con agua y se filtró a través de una membrana de PVDF.

El extracto etanólico al 80% (50 μ g) de fruta en polvo y ácido gálico (2, 4, 6, 8 y 10 μ g / mL) se completó hasta el volumen de 1 mL con agua. Posteriormente, se agregaron 0.5 mL de reactivo de fenol FolinCiocalteu (1 N) y 2.5 ml de solución de Na_2CO_3 (20%). Poco después de agitar con vórtex, la mezcla de reacción se colocó en la oscuridad durante 40 min

y la absorbancia se registró en un espectrofotómetro (SpectraMax M2, Molecular Devices, EE.UU.) a 725 nm. Los resultados se expresaron como equivalentes de ácido gálico (GAE).

Determinación de actividad antioxidante. Se tomó el extracto etanólico de la fruta y se agregaron 5 mL de DPPH (0.1 mM). Todas las mezclas de reacción se incubaron durante 20 min a 27 °C. La inhibición de los radicales DPPH por los extractos de frutas se midió a 517 nm utilizando un espectrofotómetro (SpectraMax M2, Molecular Devices, EE. UU.). Los resultados se expresaron como la concentración inhibidora al 50% de la depuración de DPPH por los extractos de frutas. Se empleó el método del radical 2,2-difenil-1-picrolhidrazilo (DPPH) con alguna modificación de acuerdo a lo planteado según (thaipong et al. 2006)

Análisis estadístico. Los análisis muestrales se realizaron por triplicado, para la evaluación estadística se utilizó un diseño completamente al azar (DCA); el análisis de varianza se trabajó con 0,05 de significancia; al encontrar diferencia significativa se procedió a realizar la prueba de comparaciones de medias de Fischer (LSD) a un nivel de $\alpha=0,05$. Los datos fueron procesados con la ayuda de los programas estadísticos de Centurion XVII y la hoja de cálculo Microsoft Excel 2016.

RESULTADOS

El contenido fenólico, actividad antioxidante y contenido de antocianina de las frutas de Yanali y Capachu. Se encontró que las especies difieren significativamente en pvalor $<0,05$, como se muestra en la Tabla 1. Donde, de acuerdo con esta tabla se obtuvo el valor de fenol más alto en frutos de Yanali. El valor de fenol más bajo fue obtenido en los frutos de Capachu. Una mayor actividad antioxidante se obtuvo en frutos de Capachu, mientras que el más bajo se obtuvo en los frutos de Capachu. El valor más alto de antocianinas se obtuvo en los frutos de Yanali, mientras que el valor más bajo se obtuvo en frutos de Capachu.

Tabla 1*Comparación de los compuestos en las frutas silvestres altoandinas*

Especies silvestres altoandinos	Compuestos fenólicos (mg GAE/100 g muestra)	Actividad antioxidante (mg/g muestra)	Antocianinas totales (mg/100 g muestra)
Yanali (Citharexylum dentatum D. Don)	3,45	80,219	215,26
Capachu (Hesperomeles escalloniifolia Schltl.)	2,25	143,6008	207,98

DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

En un estudio anterior, Okatan (2016) informó que el contenido fenólico total de grosellas rojas y grosellas negras varió entre 5,68 y 10,30 mg GAE · 100 gramos-1 FW y 5.27 y 17.17 mg GAE · 100 gramos-1 FW, respectivamente. Los investigadores determinaron previamente que el contenido de antioxidantes de grosellas rojas está entre 12,67 y 29,29 magnesio · 100 gramos-1 FW (Villano et al., 2007; Aneta et al., 2013). El valor de antocianinas de las grosellas rojas fue previamente encontrado como 7.5 mg · 100 gramos-1FW (Chiang et al., 2013).

Del mismo modo, Mikulic-Petkovsek et al. (2012) encontró que, la actividad antioxidante de las grosellas negras fue 73,55 magnesio · 100 gramos-1FW. En otro estudio, Rubinskiene et al. (2005) determinaron el valor del contenido de antocianinas entre 14,65 y 15,42 mg · 100 gramos-1. En otros estudios, se encontró actividad antioxidante de acuerdo con los hallazgos del presente estudio en frutos de frambuesa, mora y grosella (Wang y Lin, 2002; Barros et al., 2010; Bobinaitė et al., 2012; Laczkó-Zöldi et al., 2018; Chanyotha et al., 2019).

Siendo que estas frutas presentan valores próximos a las variedades de las frambuesas, así mismo, los investigadores determinaron los valores de antocianina en frambuesa (15.1–608,24 mg · 100 gramos-1 FW), mora (35,1-230,74 mg 100 · gramo-1 FW) y grosella espinosa (1,3-152,2 mg · 100 gramos-1) entre diferentes cantidades (Laleh et al., 2006; Buřičová et al., 2011; Narváez-Cuenca et al., 2014; Kostecka-Gugała et al., 2015).

La principal razón de las diferencias entre este estudio y otros estudios se debe a diferentes condiciones ecológicas. Los principales compuestos de ácido fenólico fueron notablemente diferenciados en todas las especies de las frutas silvestres estadísticamente a un pvalor $<0,05$.

En este estudio, los compuestos bioactivos de las especies de frutas silvestres se determinaron el contenido fenólico, antocianinas y actividad antioxidante siendo de importancia para la salud humana de acuerdo con su gran cantidad de componentes bioactivos. Presentando una mayor actividad antioxidante entre las especies frutales silvestres estudiadas. Las frutas silvestres altoandinas son muy valiosas ya que contienen altos niveles de sustancias bioactivas. Por lo tanto, el cultivo de estas especies debe ser extendidos, con una potencia en la industria y la farmacia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.K. Mahapatra, P.C. Panda, *Food Sec.* 4, 219–234 (2012)
- N.J. Turner, L.J. Luczaj, P. Migliorini, A. Pieroni, A.L. Dreon, L.E. Sacchetti, M.G. Paoletti, *Cri. Rev. Plant Sci.* 30, 198–225 (2011)
- I.P. Sharma, C. Kanta, S.C. Semwal, N. Goswami, *Int. J. Complement. Alt. Med.* 8, 00260 (2017)
- K.B. Pandey, S.I. Rizvi, *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2, 270–278 (2009)
- M.Y. Mir, *Int. J. Herbal Med.* 2, 11–18 (2014)
- I.S. Young, J.V. Woodside, *J. Clin. Pathol.* 54, 176–186 (2001)
- T. Seal, *Int. J. Nutr. Met.* 4, 51–56 (2012)
- B.M. Ruiz-Rodríguez, C. Sanchez-Moreno, B.D. Ancos, M. de Cortes Sanchez-Mata, V. Hernandez-Ruiz, M. Camara, J. Tardío, *Fruit* 69, 435–448 (2014)
- Liu, Z.G., Dang, J., Wang, Q.L., Yu, M.F., Mei, L.J., Shao, Y., Tao, Y.D., 2013. Optimization of polysaccharides from *Lycium ruthenicum* fruit using RSM and its antioxidant activity. *Int. J. Biol. Macromol.* 61, 127–134.
- Wang, Z.C., Yan, Y.Z., Nisar, T., Zou, L., Yang, X., Niu, P.F., Sun, L.J., Guo, Y.R., 2018b. Comparison and multivariate statistical analysis of anthocyanin composition in *Lycium ruthenicum* Murray from different regions to trace geographical origins: the case of China. *Food Chem.* 246, 233–241.
- Liu, Z.G., Liu, B.L., Kang, H.L., Yue, H.L., Chen, C., Jiang, L., Shao, Y., 2019. Subcritical fluid extraction of *Lycium ruthenicum* seed oil and its antioxidant activity. *Int. J. Food. Sci. Tech.* 54, 161–169.
- Peng, Q., Liu, H., Shi, S., Li, M., 2014. *Lycium ruthenicum* polysaccharide attenuates inflammation through inhibiting TLR4/NF- κ B signaling pathway. *Int. J. Biol. Macromol.* 67, 330–335.
- Zhang, G., Chen, S.S., Zhou, W., Meng, J., Deng, K., Zhou, H.N., Hu, N., Suo, Y.R., 2019. Anthocyanin composition of fruit extracts from *Lycium ruthenicum* and their protective effect for gouty arthritis. *Ind. Crop. Prod.* 129, 414–423.

- Chen, S.S., Zhou, H.N., Zhang, G., Meng, J., Deng, K., Zhou, W., Wang, H.L., Wang, Z.H., Hu, N., Suo, Y.R., 2019. Anthocyanins from *Lycium ruthenicum* Murr. ameliorated dgalactose-induced memory impairment, oxidative stress, and neuroinflammation in adult rats. *J. Agric. Food Chem.* 67, 3140–3149.
- Wang, H.Q., Li, J.N., Tao, W.W., Zhang, X., Gao, X.J., Yong, J.J., Zhao, J.J., Zhang, L.M., Li, Y.Z., Duan, J.A., 2018a. *Lycium ruthenicum* studies: molecular biology, phytochemistry and pharmacology. *Food Chem.* 240, 759–766.
- Nzeuwa, I.B.Y., Xia, Y., Qiao, Z., Feng, F., Bian, J., Liu, W., Qu, W., 2017. Comparison of the origin and phenolic contents of *Lycium ruthenicum* Murr. by high-performance liquid chromatography fingerprinting combined with quadrupole time-of-flight mass spectrometry and chemometrics. *J. Sep. Sci.* 40, 1234–1243.
- Li, Q.J., Tan, L., Gao, X.Z., Zhao, J., Ji, T., He, M.Z., 2019. Analysis and comparison of nutritional composition in wild *Lycium ruthenicum* from Qaidam. *Sci. Technol. Food Ind.* 40, 273–281.
- MetroikuliC-pagetkOvsek, METRO., sChmitzer, V., sIAtnArkansas, A., sapisonarArkansas, F., Y veBeric,R. (2012). Composicion deazúcares, ácidos orgánicos y fenoles totales en 25 o especies de bayas cultivadas. *Revista de ciencia de los alimentos*, 77(10), C1064 – C1070.
- RuBinskiene, METRO., viskelis, PAG., JAsutiene, I., viskeliene, R., Y Btransmisión exteriorenComo,C. (2005). Impacto de varios factoressobre la composición y estabilidad de la grosella negra antocianinas. *Internacional de Investigación Alimentaria*, 38(8–9), 867–871
- VenfermoAnO, D., Fernández-pagachón, SRA, metrooyá, ML, trOnCOsO, SOY, Y gramoArCíApArrilla, MC (2007). Capacidad de captación de radicales de polifenólicocompuestos hacia el radical libre DPPH. *Talanta*, 71(1), 230–235
- AnetoA, W., JUn, O., metroAgdAlenA, METRO., Y JOAnnA, W., (2013). Perfil fenólico, antioxidante yactividad antiproliferativa de grosellas negras y rojas (*Ribes* spp.) de orgánicos y convencionales cultivo. *Revista internacional de ciencia de los alimentos Y tecnología*, 48(4), 715–726

- MetroikuliC-pagetkOvsek, METRO., sChmitzer, V., slAtnArkansas, A., sapisonarArkansas, F., Y veBeric,R. (2012). Composicion deazúcares, ácidos orgánicos y fenoles totales en 25 o especies de bayas cultivadas. *Revista de ciencia de los alimentos*, 77(10), C1064 – C107
- Barros, L., CARvAlhO, SOY, metroOrAis, JS, Y FerrarA, CIIF, (2010). Madroño frutos de endrino y rosa: caracterización detallada en nutrientes y fitoquímicos con antioxidante propiedades. *Química de los alimentos*, 120, 247-254.
- BoBinaité, R., vikelis, pag., Y restoyHormigaComo-vensutEn" eso, pag. (2012). Variación de fenoles totales, antocianinas, ácido elágico y capacidad de captación de radicales en varias frambuesas (*Rubus spp.*) cultivares. *Comida Química*, 132, 1495–1501
- Lacko-zöldi, MI., kOmlósi, A., Ücomo, T., FOgArAs, MI., CrOit Oru, METRO., FÜlöp, I., DOmOkOs, MI., stefănescu, R., Y vArgA,E. (2018). Extractabilidad de polifenoles de grosella negra, grosella roja y grosella espinosa y su actividad antioxidante. *Acta Biologica Hungarica*, 69(2), 156-169.