

Revalorizando los recursos de la biodiversidad de la Chiquitania boliviana: una mirada científica hacia el fortalecimiento de las comunidades locales

Revaluing the Biodiversity Resources of the Bolivian Chiquitania: A Scientific Perspective on Strengthening Local Communities

*José Alberto Limpia Hurtado**
*Valeria Paz Silva***
*Agustina Flores Rodríguez****
*Jacob Valera Aspetty*****
*Rodrigo Coca Montaño******
*Natalia Montellano Durán******

* Ingeniero en Biotecnología por la Universidad Católica Boliviana “San Pablo” Regional Santa Cruz. Adscrito a la carrera de Ingeniería en Biotecnología de la misma universidad.

Contacto: josealbertolimpia@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9039-5768>

** Ingeniera en Biotecnología por la Universidad Católica Boliviana “San Pablo”, con experiencia en investigación de biopolímeros y compuestos bioactivos.

Contacto: mvaleriapazsilva12@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3828-8528>

*** Estudiante de Ingeniería en Biotecnología en la Universidad Católica Boliviana “San Pablo”.

Contacto: agustinafrgt@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9241-9109>

**** Estudiante de Ingeniería en Biotecnología en la Universidad Católica Boliviana “San Pablo”.

Contacto: jacobvalera0410@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8112-9257>

***** Estudiante de Ingeniería de Bioprocessos y Biotecnología en la Universidad Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” (UNESP).

Contacto: rodricocam27@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4010-9994>

*****Doctora en Ciencias Biológicas por la Universidad Nacional de Rosario, especializada en estructura y función de proteínas alimentarias. Actualmente, directora de las carreras de Ingeniería en Biotecnología, Nutrición Clínica y Dietética e Ingeniería en Agroindustria Alimentaria en la Universidad Católica Boliviana “San Pablo”, sede Santa Cruz.

Contacto: natalia.montellano@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2094-8694>

RESUMEN*****

La biodiversidad boliviana constituye una de las mayores riquezas del país y una oportunidad estratégica para el desarrollo sostenible. En este estudio se evaluó el contenido de compuestos fenólicos y flavonoides en frutos tropicales de la Chiquitanía. Los resultados evidenciaron concentraciones variables de bioactivos, destacando la Solanaceae sp. y las cáscaras de varios frutos como las fracciones con mayor potencial antioxidante. Se observó una correlación positiva entre fenoles y flavonoides. Estos hallazgos subrayan la importancia de revalorizar subproductos comúnmente desechados, promover su aprovechamiento y reconocer a la biodiversidad como un patrimonio estratégico para Bolivia.

Palabras clave: Biodiversidad boliviana; Chiquitanía; compuestos bioactivos; revalorización sostenible.

ABSTRACT

Bolivian biodiversity constitutes one of the country's greatest assets and a strategic opportunity for sustainable development. In this study, the content of phenolic compounds and flavonoids was evaluated in tropical fruits from the Chiquitanía. The results revealed variable concentrations of bioactive compounds, with Solanaceae sp. and the peels of several fruits standing out as the fractions with the highest antioxidant potential. A positive correlation between phenolics and flavonoids was observed. These findings highlight the importance of revalorizing commonly discarded by-products, promoting their utilization, and recognizing biodiversity as a strategic heritage for Bolivia.

Keywords: Bolivian biodiversity; Chiquitanía; bioactive compounds; sustainable revaluation.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Bicentenario y biodiversidad en Bolivia

Bolivia llega a su bicentenario con un legado cimentado en su diversidad cultural y biológica. A lo largo de estos 200 años, la riqueza natural ha sido un pilar de identidad nacional, expresada en sus ecosistemas, en la diversidad

*****Este artículo presenta parte del proyecto de investigación “Tropical fruits study: organoleptic and nutritional characteristics (sensory, physicochemical and textural) and biological properties (antioxidant, antibacterial and bioactive compounds)”, financiado por OWSD-UNESCO y IDRC. Agradecemos el financiamiento otorgado a la Dra. Montellano por el Grant 4500406712 (IDRC 108392-001) de OWSD-UNESCO.

agrícola y en la abundancia de flora y fauna, albergando aproximadamente el 40% de la diversidad biológica mundial, atribuida a su compleja topografía y ubicación geográfica (Ibisch y Mérida, 2003).

Es por eso que Bolivia se reconoce como un país megadiverso, situado entre los quince con mayor riqueza biológica del planeta. Aunque representa apenas el 0.2% de la superficie terrestre, concentra una variedad excepcional de especies y ecosistemas distribuidos en doce ecorregiones principales y veintitrés subecorregiones (Estado Plurinacional de Bolivia, 2015). Entre ellas destacan los Yungas, que albergan más de un tercio de la diversidad nacional, y el Bosque Seco Chiquitano, la única ecorregión endémica del país y uno de los bosques secos tropicales más diversos a escala global (Ibisch y Mérida, 2003).

1.2. La Chiquitania como territorio clave

En este contexto, la región chiquitana se presenta como un territorio clave de reflexión. Alberga entre 200 y 400 especies de árboles y serranías que incluyen bosques prácticamente siempre verdes, inselbergs y palmares con cusi (balbasú, *Attalea speciosa*). Su clima, con temperaturas promedio de 21 a 28 °C, precipitaciones de 600 a 2.300 mm y entre 3 y 8 meses áridos, genera una heterogeneidad de hábitats que favorece la diversidad biológica. La Chiquitania también cuenta con áreas protegidas que contribuyen a la conservación de su riqueza natural (Ibisch y Mérida, 2003).

En estos ecosistemas, los frutos silvestres comestibles destacan como un recurso estratégico. Se estima que cada comunidad aprovecha en promedio unas 50 especies, utilizadas principalmente para autoconsumo y con un aporte nutricional clave, en particular en la dieta infantil y como alimentos de emergencia (Coimbra Molina, 2014). Si bien su aporte económico aún es limitado, estas frutas concentran compuestos con efectos beneficiosos, presentes no solo en la pulpa sino también en fracciones habitualmente desechadas, como cáscaras o semillas. La revalorización de estos subproductos representa una vía para diversificar su aprovechamiento sostenible.

1.3. Relevancia de los compuestos bioactivos

Este potencial de la biodiversidad de la flora está estrechamente vinculado al contenido de compuestos bioactivos: sustancias químicas presentes en productos de origen natural con capacidad de regular procesos metabólicos. Éstos se clasifican en distintos grupos según su estructura química, que también afecta su actividad biológica celular y en los organismos. Dichas moléculas

pueden prevenir o retrasar el daño celular inducido por especies reactivas, como los radicales libres (Dincheva et al., 2023; Galanakis, 2017; Mamari, 2021; Prenzler *et al.*, 2021).

Para el análisis y cuantificación de los compuestos bioactivos *in vitro* se emplean métodos espectrofotométricos basados en la medición de absorbancia en el rango UV-Vis, que permiten determinar la concentración de sustancias específicas. Entre las moléculas de interés se encuentran los compuestos fenólicos, que son los más abundantes e incluyen ácidos fenólicos y flavonoides, entre otros, y destacan por su notable capacidad antioxidante. El método de Folin-Ciocalteu se utiliza para determinar el contenido total de compuestos fenólicos, produciendo complejos azules tras su reducción por fenolatos en condiciones alcalinas (Sánchez-Rangel *et al.*, 2013). De manera complementaria, el método del cloruro de aluminio se aplica para la cuantificación de flavonoides, aprovechando su capacidad de formar quelatos amarillos con iones Al (III) (Shraim *et al.*, 2021).

En América Latina se ha documentado un amplio grupo de frutos tropicales y subtropicales como fuentes valiosas de nutrientes y compuestos bioactivos, especialmente flavonoides y compuestos fenólicos, asociados a múltiples beneficios para la salud. Entre los más estudiados destacan el açaí, el maracuyá, la guayaba, la piña, el mango, el aguacate, el tamarindo, el cacao, la acerola y el camu-camu, los cuales concentran metabolitos con propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antidiabéticas y anticancerígenas, además de efectos positivos en la salud cardiovascular, metabólica y en la prevención de enfermedades crónicas. Tanto la pulpa como las cáscaras y semillas han mostrado potencial de aprovechamiento, lo que no solo refuerza su valor nutricional y terapéutico, sino también sus posibilidades de aplicación en la industria alimentaria, farmacéutica y nutracéutica (Sayago-Ayerdi *et al.*, 2021).

2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVO

Latinoamérica ha desarrollado estudios sobre frutas tropicales, pero Bolivia todavía carece de información sistemática sobre sus especies locales y el potencial de éstas. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es explorar el contenido de compuestos fenólicos y flavonoides en diferentes tejidos de frutos tropicales de la Chiquitanía boliviana, para reflexionar sobre su potencial biológico y la revalorización de estos recursos para promover la soberanía alimentaria y abrir nuevas perspectivas de desarrollo sostenible.

3. METODOLOGÍA

3.1. Toma de muestras y preparación de extractos

Se recolectaron muestras de frutos maduros de pitón (*Talisia esculenta*), glegatea (*Jacaratia spinosa*), guayabilla (*Psidium guineense*), lúcuma (*Pouteria lucuma*) y una especie no identificada (Solanaceae sp.) (foto 1), entre diciembre y febrero de 2023, en la Reserva Privada del Patrimonio Natural “Arubai”. Siempre que fue posible, se separó la cáscara de la pulpa o arilo y se prepararon extractos etanólicos por separado (EE, 70%) en proporción 1:2 fruto:solvente (m/V), usando peso fresco (fw) de las muestras. Los tejidos estudiados y la descripción de los frutos se presentan en la Tabla 1.

3.2. Cuantificación de fenoles totales y flavonoides totales

Para determinar el contenido de fenoles totales (TPC) se utilizó el método de Folin–Ciocalteu (F-C), siguiendo la metodología de Chandra et al. (2014), con algunas modificaciones. Se preparó una recta de calibración usando ácido gálico en concentraciones de 50 a 225 $\mu\text{g}/\text{mL}$. Para cada muestra, se mezclaron 60 μL de extracto, 12 μL de reactivo de Folin 2 N y 1128 μL de agua destilada, seguido de 60 μL de carbonato de sodio al 20%. Finalmente, se ajustó el volumen total a 1500 μL con agua destilada. La mezcla se incubó 60 min en oscuridad y se midió la absorbancia a 725 nm. Los resultados se expresaron como mg EAG/g de fruta (fw).

El método colorimétrico del cloruro de aluminio permitió determinar el contenido de flavonoides totales (TFC). Se siguió el protocolo de Papoti et al. (2011), con algunas modificaciones. Se elaboró una recta de calibración con quercentina en concentraciones de 20 a 120 $\mu\text{g}/\text{mL}$. Para cada muestra se mezclaron 75 μL de extracto, 30 μL de AlCl_3 al 5% y 150 μL de NaOH 1M, completando el volumen final a 1500 μL con etanol 70%. La mezcla se incubó 30 min en oscuridad y la absorbancia se registró a 420 nm. Los resultados se expresaron como mg EQ/g de fruta (fw).

3.3. Análisis de datos

Los experimentos se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron como promedios \pm desviación estándar. Se utilizó el software Graphpad Prism para realizar un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, seguido por un test de Tukey, y se midieron las diferencias significativas ($p<0,05$) entre las todas las muestras en cuanto a su contenido de fenoles totales y flavonoides totales.

También se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para la determinación de la correlación entre el contenido de fenoles totales y flavonoides totales.

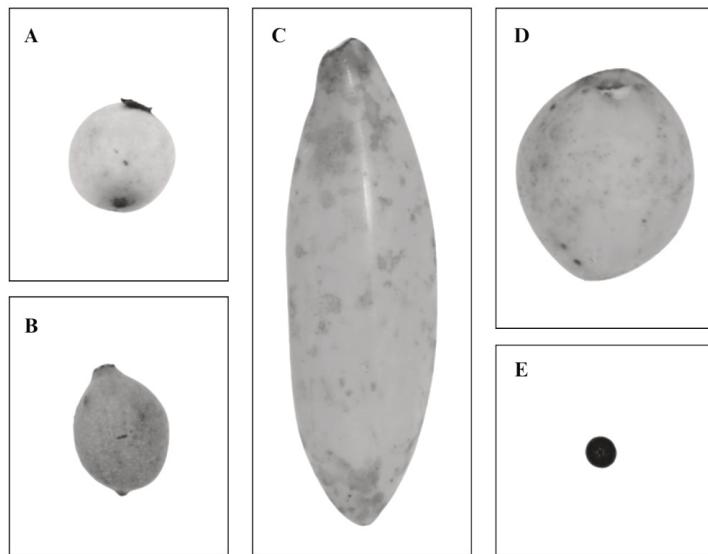


Foto 1: Frutos maduros estudiados: guayabilla (A), pitón (B), gargatea (C), lúcumo (D) y Solanaceae sp. (E).

Tabla 1
Especies frutales estudiadas: tejido analizado, descripción y usos reportados

Espece	Tejido analizado	Muestra	Descripción	Usos
Guayabilla (<i>Psidium guineense</i>)	Cáscara Pulpa	M1 M2	Fruto globoso, 2-3 cm de diámetro. Corona en el extremo opuesto al tallo. Cáscara verdosa a amarilla. Pulpa crema, ácida, perfumada, con muchas semillas duras. Planta en arbusto pequeño o ejemplares de 2-4 m. Los ejemplares grandes dan menos frutos, pero de mayor tamaño.	Frutos consumidos al natural. También usados en mermeladas y refrescos. Gran potencial para investigación y cultivo por su sabor, fragancia y rusticidad. Hojas utilizadas en infusión contra la tos.
Lúcumo (<i>Pouteria lucuma</i>)	Cáscara Ariño	M3 M4	Frutos en grupos, ovalados. Cáscara rígida, café claro o amarillenta al madurar, con sonido característico al abrirse. Una semilla rosada por fruto. Pulpa delgada, blanquecina o rosada, transparente, de sabor ácido-dulce y aroma agradable.	Consumo principal al natural. Uno de los pocos frutos nativos con cierto nivel de comercialización. Plantas abundantes en patios de comunidades. Experiencias de extracción e industrialización de pulpa para elaborar refrescos. Árbol productivo, con rendimiento estable y poco afectado por variaciones climáticas.

Espezie	Tejido analizado	Muestra	Descripción	Usos
Gargatea	Cáscara Pulpa	M5 M6	Frutos pequeños, gruesos y algo ovalados, tamaño similar a un plátano pequeño. Cáscara lechosa cuando está verde, anaranjada al madurar. Pulpa con color, olor y sabor similar a la papaya, especie emparentada.	Consumo poco frecuente al natural; se prefieren asados para neutralizar la resina de la cáscara. Árbol considerado valioso para la fauna silvestre. Como árbol ornamental, es muy atractivo.
Lúcumo (<i>Pouteria lucuma</i>)	Pulpa	M7	Frutos de forma variable: globosos, achatados, ovalados con punta. Cáscara muy delgada, amarillo-verdosa al madurar. Pulpa harinosa, amarilla, con consistencia y color similar a la yema de huevo cocida, sabor dulce y fragante. Semilla, una o dos por fruto, grandes, color café claro brillante, con cicatriz lateral opaca y áspera.	Frutos consumidos directamente, sabor algo empalagoso. Usados en helados y horneados dulces. Semillas empleadas en trabajos artesanales.
Sin identificar (Solanaceae sp)	Pulpa	M8	Fruto globoso, pequeño (0.5-1 cm de diámetro). Color azul oscuro al madurar. Cáscara fina y brillante. Pulpa jugosa, sabor ligeramente ácido. Semillas pequeñas y numerosas, adheridas a la pulpa. Planta herbácea, típica de la familia Solanaceae	Los frutos maduros de esta Solanaceae sp. podrían consumirse ocasionalmente. Sin embargo, al no estar identificada con certeza la especie, se recomienda cautela en su aprovechamiento.

Nota. La información de esta tabla fue resumida y adaptada a partir de Coimbra Molina (2014).

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados se presentan en la figura 1. El contenido TPC varió entre 76,37-476,37 mg EAG/100 g fw (figura 1a), mientras que el contenido de TFC osciló entre 0,85-221,73 mg EQ/100 g fw (figura 1b). Para TPC, los valores más bajos se observaron en M2 y M6, mientras que para TFC las concentraciones más bajas correspondieron a M2, M5 y M6. Por el contrario, M8 presentó los valores más altos de ambos compuestos. Además, se detectó una correlación positiva entre TPC y TFC ($R^2= 0,7093$), lo que indica que, en general, gran parte de los compuestos fenólicos presentes eran flavonoides.

Comparando con otros frutos tropicales, el contenido de TPC en las frutas evaluadas se encuentra dentro del rango reportado por Contreras-Calderón et al. (2011), quienes analizaron 24 especies frutales amazónicas y registraron valores entre 15,7-1018 mg EAG/100 g fw en la pulpa de cajú (Sicana odorifera) y en la pulpa/semilla de curuba quiteña (*Passiflora tarminiana*), respectivamente. Los valores más altos obtenidos en M7 (lúcumo) y M8

(Solanaceae sp.) fueron comparables a los reportados para marañón (*Anacardium occidentale*), mientras que los valores más bajos, como en la pulpa de guayabilla (M2), se aproximan a los descritos para badea (*Passiflora quadrangularis*) y cocona (*Solanum sessiliflorum*). Las diferencias observadas podrían atribuirse tanto a la variabilidad intrínseca entre especies y tejidos analizados como a la técnica de extracción utilizada, ya que el tipo de solvente, su polaridad y las condiciones empleadas influyen en la cantidad y tipo de compuestos fenólicos recuperados (Patra *et al.*, 2022).

En el caso de la gargatea, se observó una concentración muy baja de TFC, mientras que el contenido relativamente alto de TPC sugiere la presencia predominante de ácidos fenólicos. Estudios previos en frutas con cáscara de papaya reportaron la presencia de ácidos fenólicos, como ácido gálico, naftárico, p-hidroxibenzoico, siríngico y ferúlico, así como flavonoides como epicatequina, queracetina y kaempferol (García-Villegas *et al.*, 2022). Además, la concentración de bioactivos no está directamente relacionado con su diversidad química, por lo que se recomienda que en futuras investigaciones se identifiquen los tipos específicos de compuestos presentes para caracterizar con mayor precisión la composición química de los frutos.

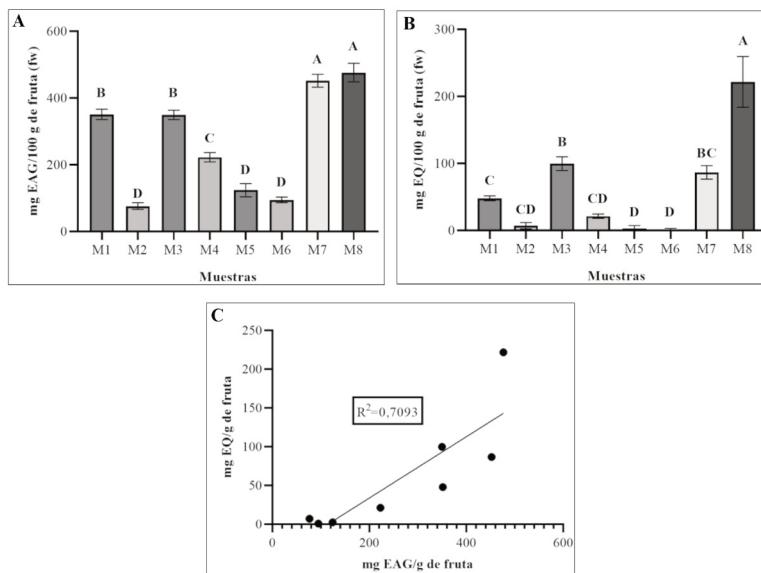


Figura 1: Contenido de fenoles totales (A), flavonoides totales (B) y correlación entre ambas variables (C). Diferentes letras (A, B, C, D) indican diferencias significativas entre los EE de manera general de acuerdo a la prueba de Tukey ($p<0,05$).

La especie sin identificar, Solanaceae sp. (M8), destacó por su elevada concentración de compuestos bioactivos y su coloración oscura. Esta característica suele estar asociada con una mayor acumulación de polifenoles y antocianinas, compuestos que contribuyen de manera decisiva al color, aroma y sabor de los frutos. Por ejemplo, las moras oscuras son reconocidas como una de las fuentes más ricas de polifenoles dietarios y son ampliamente estudiadas por sus beneficios farmacocinéticos en relación con la absorción, digestión, metabolismo y excreción en el organismo humano (Higbee *et al.*, 2022).

Por otra parte, algunas frutas, debido a su sabor dulce, presentan una alta concentración de azúcares. Aunque en este estudio se empleó etanol como solvente de extracción, los azúcares reductores presentes pueden reaccionar con el reactivo de F-C y generar complejos de color azul, provocando así una posible sobreestimación del contenido real de TPC (Sánchez-Rangel *et al.*, 2013), por lo que para futuras investigaciones se recomienda el uso de mezclas de solventes más efectivas para minimizar las interferencias.

Si bien se observó el cambio de color característico por la reacción de los flavonoides con el AlCl₃, la elección del estándar pudo influir significativamente en la cuantificación. Estudios muestran que diferentes flavonoides presentan variaciones en la absorbancia a las longitudes de onda utilizadas, lo que puede generar sobreestimaciones o subestimaciones del TFC. En este caso, el uso de quercetina como estándar en lugar de catequina y la ausencia de nitrito en la reacción podrían haber afectado en los resultados obtenidos (Shraim *et al.*, 2021).

Las cáscaras (M1, M3, M5) presentaron una mayor concentración de TPC y TFC que sus respectivas pulpas/arilos (M2, M4, M6), lo que resalta la importancia de estos tejidos para su revalorización. En general, los residuos de frutas, como cáscaras, semillas y bagazo, representan un desafío ambiental, pero constituyen una fuente potencial de compuestos bioactivos que pueden ser aprovechados. Estas partes suelen contener mayores concentraciones de flavonoides que la pulpa, constituyendo un recurso renovable de bajo costo para la producción de ingredientes funcionales y aditivos naturales, aportando valor agregado y reduciendo el impacto ambiental de la industria frutícola (León-Roque *et al.*, 2023).

En Bolivia, a pesar de algunos esfuerzos por valorizar frutos silvestres, la mayoría no ha logrado consolidarse industrial ni comercialmente. Iniciativas recientes

demuestran que estos recursos pueden aprovecharse para generar valor agregado y oportunidades económicas (Lloret Céspedes, 2019; Swisscontact, 2024). En particular, en la Chiquitanía se desperdician abundantes fuentes naturales como frutos silvestres y sus residuos, a pesar de su potencial como reservorios de compuestos bioactivos y recursos alimentarios. Esto refleja la ausencia de políticas de valorización, la limitada conciencia sobre su valor económico y cultural, y las prácticas tradicionales de manejo (Angulo *et al.*, 2021).

Una política de valorización podría generar oportunidades concretas: desarrollo de productos funcionales y nutracéuticos, producción de aditivos naturales y bioproductos con valor agregado, así como impulso a emprendimientos locales y mercados sostenibles. La investigación local juega un rol central, articulando ciencia, educación y territorio mediante la caracterización de especies nativas, optimización de métodos de extracción y estrategias de uso sostenible. Además, la participación activa de actores locales en el procesamiento y las cadenas comerciales mejora la equidad, el bienestar y contribuye a la conservación ecológica (Morsello *et al.*, 2012).

La riqueza biológica de Bolivia, reflejada en más de 15.700 especies de plantas, altos niveles de endemismo y el papel del país como centro de origen diversos cultivos, constituye un patrimonio estratégico para el futuro (Estado Plurinacional de Bolivia, 2015). Sin embargo, pese al compromiso gubernamental para investigar, preservar y difundir este patrimonio, persisten desafíos importantes relacionados con su conservación, la mitigación de amenazas y el aprovechamiento sostenible de los recursos. La integración de este conocimiento al ámbito científico continúa siendo una tarea pendiente para el Estado Plurinacional (Ávila y Kunstek-Salinas, 2025; Escobar-Mamani y Capurro, 2021).

El aprovechamiento de recursos derivados de la biodiversidad exige transformar las prácticas tradicionales para que no solo generen beneficios económicos, sino que además promuevan la conservación de los ecosistemas. Esto implica desafíos como articular de manera efectiva el mercado con la conservación, diseñar cadenas de valor viables y asegurar que las utilidades obtenidas se reinviertan en la regeneración de los recursos. En este marco, las empresas comunitarias emergen como alternativas de desarrollo, pero requieren apoyo en organización, financiamiento e incubación para alcanzar una “triple utilidad”: social, ecológica y financiera. La generación de conocimiento sobre los recursos biológicos también demanda reconocer el liderazgo local,

garantizar la equidad de género y promover la transparencia en los procesos organizativos, además de integrar conocimiento científico y saberes tradicionales en planes de manejo costo-efectivos y culturalmente pertinentes.

Los principales obstáculos de la industrialización son estructurales, como el financiamiento limitado, el equipamiento insuficiente y las dificultades para mantener líneas de investigación y desarrollo continuas. Superarlos requiere políticas públicas que fortalezcan capacidades locales, incentiven investigación aplicada y promuevan colaboración interinstitucional.

5. CONCLUSIONES

Los frutos tropicales estudiados de la región de la Chiquitanía presentan niveles apreciables de compuestos fenólicos y flavonoides, especialmente concentrados en sus cáscaras, lo que los posiciona como fuentes promisorias de antioxidantes naturales, aprovechando sus residuos. Entre las especies analizadas, Solanaceae sp. destacó por su mayor contenido de bioactivos, asociando su coloración oscura con una elevada acumulación de polifenoles, por lo que se recomendaría estudiar más este fruto por su potencial.

Los residuos frutales, tradicionalmente considerados desechos, se perfilan como una alternativa concreta para el desarrollo de ingredientes funcionales, nutracéuticos y aditivos naturales de bajo costo, con beneficios potenciales para la salud humana y para la reducción del impacto ambiental. En este sentido, la caracterización bioquímica de especies nativas constituye una vía estratégica para fortalecer la valorización científica y económica de la biodiversidad boliviana, articulando la conservación de los ecosistemas con el desarrollo sostenible.

Para avanzar en este propósito, resulta imprescindible el fortalecimiento del conocimiento científico básico y de políticas públicas que impulsen la investigación aplicada, la articulación con comunidades locales y el establecimiento de cadenas productivas basadas en biocompuestos, contribuyendo así a la consolidación de un modelo de progreso sostenible para Bolivia en el marco del bicentenario.

Recibido: agosto de 2025

Aceptado: septiembre de 2025

Referencias

1. Angulo, A.R., Benneker, C., Ascarrunz, N.L. y Gómez Cerveró, H. (eds.). (2021). *Productos forestales no maderables en Bolivia: experiencias de comercialización*. IBIF. Santa Cruz,
2. Ávila, T. y Kunstek-Salinas, L.C. (2025). Una aproximación a la divulgación de la ciencia en Bolivia. *Revista Punto Cero*, 30(50), 137-150. <https://doi.org/10.35319/puntocero.202550269>
3. Bolivia. Ministerio de Relaciones Exteriores, Ministerio de Medio Ambiente y Agua (2015). *V Informe Nacional. Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica: Vivir Bien en armonía con la Madre Tierra*.
4. Chandra, S., Khan, S., Avula, B., Lata, H., Yang, M.H., ElSohly, M. y Khan, I.A. (2014). Assessment of Total Phenolic and Flavonoid Content, Antioxidant Properties, and Yield of Aeroponically and Conventionally Grown Leafy Vegetables and Fruit Crops: A Comparative Study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014(19). <https://doi.org/10.1155/2014/253875>
5. Coimbra Molina, D.J. (2014). *Guía de frutos silvestres comestibles de la Chiquitanía*. Santa Cruz: FCBC.
6. Contreras-Calderón, J., Calderón-Jaimes, L., Guerra-Hernández, E. y García-Villanova, B. (2011). Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. *Food Research International*, 44(7), 2047-2053. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.11.003>
7. Dincheva, I., Badjakov, I. y Galunska, B. (2023). New Insights into the Research of Bioactive Compounds from Plant Origins with Nutraceutical and Pharmaceutical Potential. *Plants*, 12(2), 258. <https://doi.org/10.3390/plants12020258>
8. Escobar-Mamani, F. y Capurro, V.P. (2021). Biodiversidad y científicos viajeros: una visión desde los Andes. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 23(1), 5-9. <https://doi.org/10.18271/ria.2021.238>
9. Galanakis, C.M. (ed.). (2017). "Chapter 1-Introduction". En *Nutraceutical and Functional Food Components* (pp. 1-14). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805257-0.00001-6>

10. García-Villegas, A., Rojas-García, A., Villegas-Aguilar, M. del C., Fernández-
Moreno, P., Fernández-Ochoa, Á., Cádiz-Gurrea, M. de la L., Arráez-
Román, D. y Segura-Carretero, A. (2022). Cosmeceutical Potential of
Major Tropical and Subtropical Fruit By-Products for a Sustainable
Revalorization. *Antioxidants*, 11(2), 203. <https://doi.org/10.3390/antiox11020203>
11. Higbee, J., Solverson, P., Zhu, M. y Carbonero, F. (2022). The emerging
role of dark berry polyphenols in human health and nutrition. *Food
Frontiers*, 3(1), 3-27. <https://doi.org/10.1002/fft2.128>
12. Ibisch, P.L. y Mérida, G. (eds.). (2003). *Biodiversidad: la riqueza de Bolivia.
Estado de conocimiento y conservación*. Santa Cruz: Editorial FAN.
13. León-Roque, N., Romero Guzmán, B.M., Oblitas, J., Hidalgo-Chávez,
D.W. y Romero Guzmán, B.M. (2023). Identification of flavonoids by
HPLC-MS in fruit waste of Latin America: A systematic review. *Scientia
Agropecuaria*, 14(1), 153-163. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2023.014>
14. Lloret Céspedes, R. (8 de mayo de 2019). Chiquitanas rescatan frutos
silvestres y se convierten en microempresarias. *La Región*. <https://www.laregion.bo/chiquitanas-rescatan-frutos-silvestres-y-se-convierten-en-microempresarias/>
15. Mamari, H.H.A. (2021). Phenolic Compounds: Classification, Chemistry,
and Updated Techniques of Analysis and Synthesis. En Farid A. Badria
(ed.), *Phenolic Compounds-Chemistry, Synthesis, Diversity, Non-Conventional
Industrial, Pharmaceutical and Therapeutic Applications*. IntechOpen.
<https://doi.org/10.5772/intechopen.98958>
16. Morsello, C., Ruiz-Mallén, I., Diaz, M.D.M. y Reyes-García, V. (2012).
The effects of processing non-timber forest products and trade partnerships
on people's well-being and forest conservation in Amazonian societies.
PloS One, 7(8), e43055. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043055>
17. Papoti, V.T., Xystouris, S., Papagianni, G. y Tsimidou, M.Z. (2011). "Total
flavonoid" content assessment via aluminum [Al(III)] complexation
reactions. What we really measure? *Italian Journal of Food Science*, 23(1),
252-259.
18. Patra, A., Abdullah, S. y Pradhan, R.. (2022). Review on the extraction
of bioactive compounds and characterization of fruit industry by-products.

- Bioresources and Bioprocessing*, 9(1), 14. <https://doi.org/10.1186/s40643-022-00498-3>
19. Prenzler, P.D., Ryan, D. y Robards, K. (2021). Chapter 1: Introduction to Basic Principles of Antioxidant Activity. En P.D. Prenzler, D. Ryan y K. Robards, *Handbook of Antioxidant Methodology: Approaches to Activity Determination*, (pp. 1-62). The Royal Society of Chemistry. <https://books.rsc.org/books/edited-volume/903/chapter/693594/Introduction-to-Basic-Principles-of-Antioxidant>
 20. Sánchez-Rangel, J.C., Benavides, J., Heredia, J.B., Cisneros-Zevallos, L. y Jacobo-Velázquez, D.A. (2013). The Folin-Ciocalteu assay revisited: Improvement of its specificity for total phenolic content determination. *Analytical Methods*, 5(21), 5990-5999. <https://doi.org/10.1039/C3AY41125G>
 21. Sayago-Ayerdi, S., García-Martínez, D.L., Ramírez-Castillo, A.C., Ramírez-Concepción, H.R. y Viuda-Martos, M. (2021). Tropical Fruits and Their Co-Products as Bioactive Compounds and Their Health Effects: A Review. *Foods*, 8, 1952. <https://doi.org/10.3390/foods10081952>
 22. Shraim, A.M., Ahmed, T.A., Rahman, M.M. y Hijji, Y.M. (2021). Determination of total flavonoid content by aluminum chloride assay: A critical evaluation. *LWT*, 150, 111932. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111932>
 23. Swisscontact (3 de diciembre de 2024). “*Chiquitanía Viva*” promueve la conservación del bosque chiquitano y el desarrollo sostenible a través de la comercialización de productos elaborados con frutos silvestres [Noticia]. Swisscontact. <https://www.swisscontact.org/es/noticias/chiquitania-viva-jasaye>