

EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA PARTE COMESTIBLE DE CUATRO VARIEDADES DE ANNONAS SPP Y SUS SUBPRODUCTOS

EVALUATION OF THE CONTENT OF PHENOLIC COMPOUNDS AND THE ANTIOXIDANT ACTIVITY OF THE EDIBLE PART OF FOUR SPECIES OF *ANNONAS SPP* AND THEIR BY-PRODUCTS

González-Galán Abel^{1*} Verdi-Torrez Lizeth¹ Vacapereira-Ghirghi Luciana¹ Uriona-Valverde Veronica¹ Jaldín-Crespo Limberg¹

¹Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas (II-FCFB), Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

***Correspondencia:** abelgonzales@uagrm.edu.bo <https://orcid.org/0009-0008-6815-6833>

RESUMEN

Se investigó el contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante en la fruta: pulpa, semilla y cáscara de distintas variedades de *Annonas* (*A. reticulata*, *A. cherimola* Mill. umbonata, *A. cherimola* Mill. impresa y *A. squamosa*), n=10 con tres replicas por técnica, mediante dos metodologías: el reactivo de Folin-Ciocalteu para el análisis de fenoles totales, expresado en mg de ácido tánico/100 g (mg TAE/100 g) de muestra, y el método de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) para evaluar las capacidades antioxidantes a una longitud de onda de 515 nm con tiempo de reacción de 10 min empleando como

solvente metanol al 50 %, según la capacidad antioxidante expresado en µg/mL de Trolox e IC50. Los resultados mostraron que la cáscara de *A. reticulata* presenta la mayor capacidad de inhibición de radicales DPPH ($92,38 \pm 0,18$ %), la porción de semilla de *A. cherimola* Mill. impresa contiene la mayor cantidad de compuestos fenólicos ($3,52 \pm 0,08$) y la cáscara de *A. reticulata* presenta la mayor capacidad antioxidante ($IC_{50} = 9,55 \pm 0,23$). Estos hallazgos destacan el probable valor nutricional y funcional de los frutos de *Annona* y sus subproductos, sugiriendo su potencial para el desarrollo de alimentos ricos en antioxidantes y productos naturales

promotores de la salud (Khairnar *et al.*, 2024). Investigaciones adicionales podrían explorar su aplicación en nutraceuticos y alimentos funcionales.

Palabras clave: compuestos fenólicos; antioxidantes; Annonaceae; frutas tropicales; subproductos

ABSTRACT

The content of phenolic compounds and antioxidant capacity was investigated in different parts (pulp, seed, and peel) of various *Annona* varieties (*A. reticulata*, *A. cherimola* Mill. umbonata, *A. cherimola* Mill. impresa, and *A. squamosa*), with n=10 and three replicates per technique. Two methodologies were employed: the Folin-Ciocalteu reagent for the analysis of total phenols, expressed in mg of tannic acid/100 g (mg TAE/100 g) of sample, and the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) method to assess antioxidant capacity at a wavelength of 515 nm with a 10-minute reaction time, using 50 % methanol as the solvent. Antioxidant capacity was expressed in µg/mL of Trolox and IC50. The results showed that the peel of *A. reticulata* exhibited the highest DPPH radical inhibition capacity ($92.38 \% \pm 0.18$), the seed portion of *A. cherimola* Mill. impresa contained the highest amount of phenolic

compounds (3.52 ± 0.08), and the peel of *A. reticulata* displayed the greatest antioxidant capacity ($IC_{50} = 9.55 \pm 0.23$). These findings highlight the potential nutritional and functional value of *Annona* fruits and their byproducts, suggesting their suitability for the development of antioxidant-rich foods and natural health-promoting products. Further research could explore their application in nutraceuticals and functional foods. The phenolic compound content and antioxidant capacity of the fruit –pulp, seed, and peel– of various *Annona* species (*A. reticulata*, *A. cherimola* Mill. umbonata, *A. cherimola* Mill. impresa, and *A. squamosa*) were investigated using two methodologies: the Folin-Ciocalteu reagent to analyze total phenols, expressed in mg of tannic acid/100 g of sample, and the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) method to evaluate antioxidant capacities at a wavelength of 515 nm with a reaction time of 10 min, using methanol 50 % as a solvent, according to the expressed antioxidant capacity-in µg/mL of Trolox and IC50 values. Results indicated that the seed portion of *A. cherimola* Mill. impresa contained the highest concentration of phenolic compounds, while the peel of *A. reticulata* exhibited the greatest antioxidant capacity ($IC_{50}=9.55$). These findings

underscore the nutritional and functional potential of *Annona* fruits and their by-products, suggesting their value in the development of antioxidant-rich foods and natural health-promoting products. Further research could explore their application in nutraceuticals and functional foods.

Keywords: phenolic compounds; antioxidants; Annonaceae; tropical fruits; by-products

Recepción: 14/12/2024

Aceptación: 16/05/2025

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se llevan a cabo numerosas investigaciones en busca de antioxidantes naturales para su uso en la industria alimentaria, cosmética y de la salud, con el objetivo de prevenir, aliviar y tratar los procesos degenerativos derivados de la actividad de los radicales libres (R.L.) en nuestro organismo (Maheswari *et al.*, 2020; Rufino *et al.*, 2010). Los antioxidantes son conocidos como moléculas que actúan antes o durante una reacción en cadena de R.L., ya sea en las etapas de iniciación, propagación, terminación, descomposición o en la oxidación posterior de los productos (Gulcin, 2020). Los R.L. se generan mediante eventos fisiológicos normales como el metabolismo celular, la defensa inmune, la exposición a toxinas y la radiación energética (Chaudhary *et al.*, 2023). Los R.L. desempeñan un papel significativo en nuestra salud y afectan a los alimentos debido a su naturaleza biológica. Al respecto, los polifenoles, metabolitos secundarios derivados de las vías de la pentosa fosfato, el shikimato y el fenilpropanoide en las plantas, son importantes captadores de R.L. (Ortiz *et al.*, 2021). Además, cumplen funciones esenciales: transportan sabores, fragancias y colorantes, son componentes

estructurales y de construcción, y actúan como sustancias defensivas (Meremäe *et al.*, 2024). En la industria alimentaria y en salud, los polifenoles son conocidos por sus propiedades como antioxidante alimentarios, agentes preventivos contra el envejecimiento celular y enfermedades como el cáncer, asociado el consumo de compuestos fenólicos derivados de frutas y verduras con beneficios importantes para la salud en general (Guimarães *et al.*, 2021; Meremäe *et al.*, 2024; Mitra *et al.*, 2022).

La familia Annonaceae, reconocida por sus frutas tropicales, tiene una presencia relevante en los valles mesotérmicos de Bolivia y en la provincia de Vallegrande (18°40'01"S 64°00'00"W) altitud 2030 msnm y Florida (18°33'53"S 63°22'50"W) altitud 1650 msnm de la ciudad de Santa Cruz, donde las condiciones de altitud intermedia y clima subtropical templado favorecen su cultivo (Echenique *et al.*, 2020). Estas frutas no solo se adaptan de manera óptima al entorno, sino que también representan una fuente de ingresos importante para los agricultores locales. En los últimos años, el interés por estos cultivos ha aumentado, impulsado por la demanda de productos con propiedades funcionales y bioactivas. Tanto la pulpa, la cáscara y las semillas de estas frutas

exóticas desempeñan un papel importante en la salud debido a su valor nutricional, su capacidad antioxidante y la presencia de compuestos bioactivos como los polifenoles (Silva *et al.*, 2021).

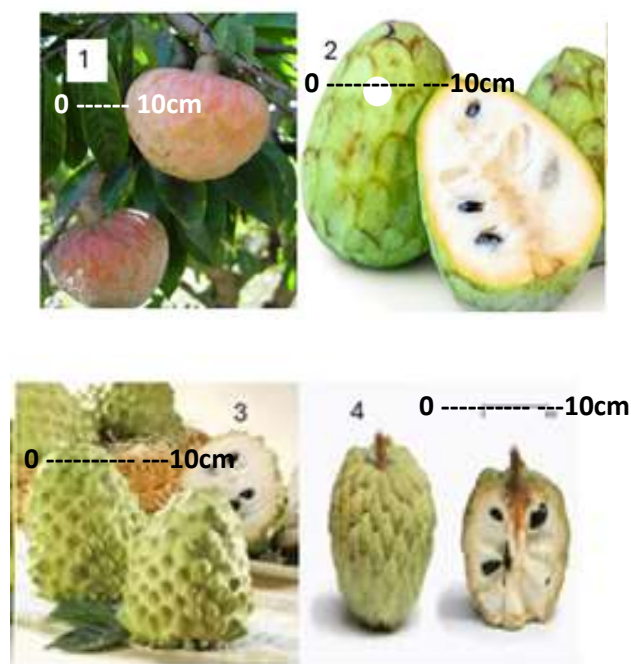


Figura 1. Variedad de anonas utilizadas en el estudio. 1. *A. reticulata*, 2. *A. cherimola* Mill. impresa, 3. *A. cherimola* Mill. umbonata, 4. *A. squamosa* (licencia CC0).

A pesar de los esfuerzos en el estudio de las anonáceas, persiste una importante brecha en el conocimiento sobre el contenido de polifenoles en variedades poco exploradas. El género *Annona* incluye aproximadamente 175 variedades de árboles, arbustos y, raramente, lianas (Rabêlo *et al.*, 2015). Por esta razón, nos propusimos investigar cuatro variedades de anonáceas (*Annona reticulata*, *Annona cherimola* Mill. umbonata, *Annona*

cherimola Mill. impresa y *Annona squamosa*), divididas en tres partes: una comestible (pulpa del fruto) y dos no comestibles o subproductos (cáscara y semilla).

El principal objetivo de esta investigación fue evaluar el contenido total de fenoles y la capacidad antioxidante de los extractos de pulpa, cáscara y semillas de estas cuatro variedades de annonáceas provenientes de Santa Cruz, Bolivia. La pulpa y los subproductos de estas variedades fueron recolectados de mercados populares y de producción casera. Se diseñaron métodos y experimentos clásicos para comprender las interrelaciones entre los fenoles totales y su actividad antioxidante correspondiente. Además, resulta interesante analizar el potencial de estas variedades de annonáceas, ya que las frutas tropicales poco exploradas están ganando importancia comercial al mejorar el valor nutricional y, a la vez, sus subproductos representan fuentes potenciales de compuestos bioactivos con aplicaciones en las industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética (López Martínez *et al.*, 2022).

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras

Se recolectaron muestras de cuatro variedades de *Annona* en el mercado popular “Abasto” y en producciones orgánicas caseras de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia (17° 47' 21" S, 63°10'56"W), durante los meses de diciembre y enero. La identificación taxonómica fue realizada en base a estudios descritos por Pino A.; Cordeiro M.; De Andrade S.; Ferreira F.R.; Filgueiras H.A. de C.; Alves R. E. and Kinpara D. I, 2005. Para los distintos análisis, la cáscara y las semillas de las muestras frescas fueron separadas manualmente y secadas en un horno de circulación de aire a 65 °C durante 72 horas para así conservar los compuestos fenólicos (Qian *et al.*, 2024). Posteriormente, las muestras fueron trituradas en un molino analítico y almacenadas en contenedores adecuados hasta su uso. La pulpa fue analizada en su estado natural debido a la rápida pérdida de sus características durante el proceso de secado.

Extracción de la fracción polar de las muestras de chirimoya

Para extraer la fracción polar se empleó extracción sólido-líquido. Brevemente, se

pesó 1 g de muestra y se transfirió a un matraz de fondo redondo de 250 mL junto con 50 mL de metanol al 50 %. El matraz se conectó a un sistema de reflujo, agregando núcleos de ebullición, y se colocó en una placa calefactora a una temperatura aproximada de 80 °C. Una vez alcanzada la ebullición, se mantuvo bajo control durante 15 a 20 minutos, luego se retiró y se dejó enfriar. Posteriormente, el extracto se filtró, y al sobrenadante se le añadieron otros 50 mL de metanol al 50 %, repitiendo el procedimiento dos veces más. Una vez obtenidos los extractos, se atemperaron y se midió un volumen de 25 mL en un tubo de ensayo. La extracción se realizó en triplicado, y los extractos obtenidos se almacenaron a -18 °C hasta su análisis.

Determinación del contenido de fenoles totales

La cantidad total de fenoles en los extractos de las plantas se determinó utilizando el reactivo Folin-Ciocalteu, de acuerdo con el método reportado por (Ainsworth *et al.*, 2007). Este método colorimétrico mide la cantidad de fenoles, ácido tánico, taninos, ligninas y otros compuestos basándose en la reducción de ácido fosfomolibdico por fenoles en un medio líquido alcalino, formando un complejo de color azul que se cuantifica por espectrofotometría visible. El

contenido total de fenoles se midió a 765 nm en un espectrofotómetro Perkin-Elmer (Norwalk, CT), utilizando ácido tánico como compuesto estándar. Los resultados se expresan en mg TAE/100 g de material de fruta. El análisis se realizó en triplicado.

Determinación de la capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante, también conocida como actividad antirradicalaria, se evaluó en función de la capacidad de captura de R.L. mediante el método DPPH (Brand-Williams *et al.*, 1995). Se prepararon diferentes concentraciones de extractos (0, 10, 20, 30, 40, 50 y 60 µg/mL) con metanol 50 %. A continuación, se añadieron 100 µL de solución de extracto y 3,9 mL de DPPH (0,1 mM) y se incubaron durante 10 minutos. La absorbancia del estándar y las muestras se midió a 515 nm utilizando metanol a 50 % como blanco. Antes de calcular el valor de IC50, se determinó la actividad antirradicalaria (%) de los extractos a distintas dosis usando la siguiente fórmula:

$$\text{Actividad antirradicalaria (\%)} = \frac{\text{Abs. Control} - \text{Abs. Muestra}}{\text{Abs. Control}} * 100\%$$

La concentración de extracto necesaria para alcanzar el 50% de inhibición (IC50) se

calculó a partir de la gráfica obtenida al representar los valores de actividad antirradicalaria (%) frente a la concentración del extracto. Los resultados se expresaron como IC50 en µg/mL. El análisis se realizó en triplicado.

Las Ecuaciones (1 y 2), representan la curva de calibración del ácido tánico (mg/mL) para la determinación de polifenoles totales y la curva de trolox (µg/mL) para la determinación de la capacidad antioxidante. Así mismo, los coeficientes de determinación (R^2) indican un buen ajuste de los datos al modelo de regresión.

$$Y = 19,108 x + 0,0377 \quad R^2 = 0,993 \quad \text{Ecuación 1}$$

$$Y = 0,005 x + 0,0004 \quad R^2 = 0,998 \quad \text{Ecuación 2}$$

Análisis estadístico

Para la presentación de los datos analizados, se muestran las medias de dos lotes de la misma variedad. En cuanto a la prueba estadística, se realizó un estudio completamente aleatorizado utilizando el programa de análisis estadístico SISVAR® versión 5.6 (Ferreira, 2019), a través del cual se obtuvieron datos de desviación estándar, coeficiente de variación y análisis de varianza (ANOVA), post-hoc Tukey, con

una diferencia significativa al nivel de probabilidad del 5 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de la pulpa, cáscara y semilla presentes en el fruto íntegro para las cuatro variedades en estudio se presenta en la Tabla 1 (n=10).

Tabla 1. Descripción de las cuatro variedades de *Annona* en estudio (Las medias seguidas de letras diferentes en la columna muestran diferencias significativas al nivel de significancia del 5 % según la prueba de Tukey)

Annona Species	Fruto entero (g)	Cáscara (%)	Semilla (%)	Pulpa (%)
<i>A. reticulata</i>	473,87 ± 94,77 a	25,91 ± 3,80 c	2,65 ± 0,80 c	67,50 ± 5,81 a
<i>A. cherimola</i> Mill. Impresa	192,97 ± 38,59 c	31,26 ± 4,58 ab	8,54 ± 2,56 ab	56,90 ± 4,89 b
<i>A. cherimola</i> Mill. umbonata	277,08 ± 55,42 b	27,04 ± 3,96 bc	6,61 ± 1,98 b	62,53 ± 5,38 ab
<i>A. squamosa</i>	212,58 ± 42,52 c	34,53 ± 5,06 a	9,65 ± 2,90 a	47,89 ± 4,12 c

En cuanto al peso promedio del fruto, *A. reticulata* se destaca entre las cuatro variedades analizadas, con un promedio de 473,87 ± 94,77 g. Estudios similares informaron un rango de peso de 200 a 1000

g para distintas variedades de *Annonaceae*(López Martínez et al., 2022), el tamaño del fruto depende de factores como el cultivar, la polinización, otras condiciones ambientales, lo cual ha sido corroborado en estudios más recientes, que destacan la influencia de la nutrición en el desarrollo del fruto y su composición fenólica, mejorando su valor antioxidante .(Aleksashina et al., 2021)

En la Tabla 2, la porción de semilla de *A. cherimola* Mill. contiene el mayor porcentaje de fenoles totales, con un $3,52 \pm 0,08$ %, en comparación con las demás variedades analizadas. En cambio, la porción de pulpa de *A. squamosa* registra la menor cantidad de polifenoles, con un $0,80 \pm 0,11$ %. Si bien, actualmente se utilizan porciones comestibles, la investigación sobre subproductos como semillas y cáscaras ha cobrado relevancia, ya que estudios recientes sugieren el potencial de la especie *Annonas* como fuentes ricas en compuestos bioactivos, útiles para la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética.

Tabla 2. Fenoles totales de las cuatro variedades de *Annona* en estudio (Las medias seguidas de letras diferentes en la columna muestran diferencias significativas al nivel de significancia del 5 % según la prueba de Tukey)

Especie de <i>Annona</i>	Contenido—de fenoles totales (mg TAE/100 g)		
	Cáscar a (%)	Pulpa (%)	Semilla (%)
<i>A. reticulata</i>	3,05 ± 0,04 cd	2,21 ± 0,07 f	2,27 ± 0,01 f
<i>A. cherimola</i> Mill. Umbonata	3,10 ± 0,12 bcd	2,24 ± 0,12 f	2,68 ± 0,07 e
<i>A. cherimola</i> Mill. Impresa	3,22 ± 0,04 bc	1,57 ± 0,01 g	3,52 ± 0,08 a
<i>A. squamosa</i>	3,26 ± 0,14 b	0,80 ± 0,11 h	2,94 ± 0,15 d

Los resultados presentados en la Tabla 3 indican una diferencia significativa en el porcentaje de inhibición de R.L. entre las diferentes partes del mismo fruto, destacándose la cáscara ($92,38 \pm 0,18$ %) como la fracción con el mayor contenido de las sustancias en estudio, en comparación con la pulpa ($73,79 \pm 2,11$ %) y la semilla ($54,42 \pm 0,79$ %), que presentan valores más bajos. Este incremento en los valores de la cáscara puede atribuirse al tratamiento de secado previo, el cual aumenta la concentración de compuestos activos(Ochoa-Reyes et al., 2013). Este

mismo patrón se observa en otras variedades analizadas, donde la cáscara contiene la mayor cantidad de sustancias libres capaces de inhibir R.L. (DPPH) en comparación con las otras porciones del fruto.

En cuanto al análisis entre ambas variedades, se observa una diferencia mínima entre las mismas porciones de ambos frutos. La cáscara de *A. reticulata* ($92,38 \pm 0,18 \%$) muestra la mayor capacidad de inhibición, seguida muy de cerca por la cáscara de *A. cherimola* Mill. umbonata ($92,17 \pm 0,06 \%$). Este mismo comportamiento se repite en las otras porciones, donde la pulpa tiene una capacidad intermedia y la semilla presenta la menor capacidad de atrapar radicales DPPH.

Además, en las semillas de ambas variedades, *A. cherimola* Mill. umbonata ($56,97 \pm 0,14 \%$) muestra una actividad inhibidora ligeramente mayor que *A. reticulata* ($54,42 \pm 0,79 \%$). Al comparar los valores de ambas variedades entre sus distintas porciones, se pueden observar diferencias dentro de cada variedad. La cáscara de *A. cherimola* Mill. ($92,09 \pm 0,14 \%$) ofrece la mayor capacidad inhibidora en comparación con las otras porciones, mientras que la pulpa de *A.*

squamosa ($56,38 \pm 0,59 \%$) presenta la menor capacidad de atrapar radicales DPPH.

Estos resultados sugieren que la cantidad de sustancias capaces de inhibir la producción de R.L. en la especie de *Annona* varía según la variedad y la parte del fruto. Aunque generalmente se emplean solo las porciones comestibles, es notable que la cáscara de la chirimoya, en estado seco y no apta para el consumo, proporciona una actividad inhibidora considerablemente superior.

Tabla 3. Capacidad de atrapar R.L. (Las medias seguidas de letras diferentes en la columna muestran diferencias significativas al nivel de significancia del 5 % según la prueba de Tukey).

Variedades de <i>Annona</i>	Porcentaje de Inhibición (%)		
	Cáscara (%)	Pulpa (%)	Semilla (%)
<i>A. reticulata</i>	92,38 $\pm$ 0,18 a	73,79 $\pm$ 2,11 b	54,42 $\pm$ 0,79 d
<i>A. cherimola</i> Mill. Umbonate	92,17 $\pm$ 0,06 a	73,52 $\pm$ 2,18 b	56,97 $\pm$ 0,14 c
<i>A. cherimola</i> Mill. Impresa	92,09 $\pm$ 0,14 a	56,43 $\pm$ 0,36 cd	56,60 $\pm$ 1,50 c
<i>A. squamosa</i>	91,66 $\pm$ 0,09 a	56,39 $\pm$ 0,59 cd	56,77 $\pm$ 0,32 c

Por su parte, en la Tabla 4 se describen diferencias significativas entre todas las porciones. La cáscara de *Annona reticulata* presenta la menor concentración de IC50 ($9,55 \pm 0,23 \mu\text{g/mL}$), lo que indica una

mayor capacidad para la inhibición de R.L. en comparación con las demás porciones y variedades analizadas.

Tabla 4. Concentración de IC₅₀ (Las medias seguidas de letras diferentes en la columna muestran diferencias significativas al nivel de significancia del 5 % según la prueba de Tukey).

Variedades de <i>Annona</i>	IC ₅₀ (µg/mL)		
	Cáscara (%)	Pulpa (%)	Semilla (%)
<i>A. reticulata</i>	9,55 ± 0,23 g	32,65 ± 2,62 f	56,72 ± 0,98 d
<i>A. cherimola</i> Mill. umbonata	9,81 ± 0,08 g	32,99 ± 2,71 f	53,55 ± 0,17 e
<i>A. cherimola</i> Mill. Impresa	9,91 ± 0,17 g	54,22 ± 0,45 de	54,01 ± 1,87 e
<i>A. squamosa</i>	10,45 ± 0,11 g	54,28 ± 0,73 de	53,80 ± 0,40 e

Los resultados de este estudio destacan la relevancia de continuar explorando compuestos con capacidad antioxidante en variedades del género *Annona*. Aunque el presente trabajo se centra en cuatro variedades, estudios previos en *A. muricata* han confirmado la presencia significativa de compuestos polifenólicos, con concentraciones de fenoles totales que oscilan entre 15,26 ± 1,85 y 542,27 ± 14,99mg. En particular, el extracto etanólico de la cáscara de *A. muricata* ha demostrado una alta capacidad de captura del radical

DPPH, con porcentajes de inhibición superiores al 91 % (Fidyasari *et al.*, 2017; Hakime Hülya Orak *et al.*, 2019). Estos hallazgos se alinean con los valores obtenidos en el presente estudio para las cáscaras, que muestran inhibiciones entre 91,66 ± 0,09 % y 92,38 ± 0,18 %. La concordancia en estos resultados sugiere que distintas variedades de *Annona* podrían ser fuentes prometedoras de antioxidantes naturales, ampliando su potencial aplicación en la prevención del daño oxidativo.

CONCLUSIÓN

El presente estudio evaluó el contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de las porciones comestibles y subproductos de cuatro variedades de *Annonaceae*. Se demuestran variaciones significativas tanto en la concentración de fenoles como en la actividad antioxidante entre las diferentes porciones y variedades. Estos resultados posicionan a la cáscara de esta variedad como una fuente notable de antioxidantes naturales, con potencial para aplicaciones en alimentos funcionales y productos nutraceuticos. Adicionalmente, se evidenció que los subproductos de las variedades de *Annonaceae* podrían ser aprovechados en la industria alimentaria y de suplementos naturales, promoviendo así

un uso integral del fruto y maximizando sus beneficios antioxidantes.

La variabilidad entre variedades y porciones sugiere que factores intrínsecos, como la variedad, y factores extrínsecos, como las condiciones de cultivo y el estado de maduración, influyen en la composición de compuestos bioactivos. Este estudio resalta la relevancia de continuar investigando las características fitoquímicas de *Annonaceae* y explorar sus posibles aplicaciones.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo fue respaldado económicamente por fondos provenientes del Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas (II-FCFB), UAGRM, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pino A.; Cordeiro M.; De Andrade S.; Ferreira F.R.; Filgueiras H.A. de C.; Alves R. E. and Kinpara D. I. (2005). *Annona species*. Southampton Centre for Underutilised Crops, University of Southampton.
- Ainsworth, E. A., & Gillespie, K. M. (2007). Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin–Ciocalteu reagent. *Nature Protocols*, 2(4), 875–877. doi: 10.1038/nprot.2007.102
- Aleksashina, S. A., & Makarova, N. V. (2021). Study of the Content of Antioxidant Substances in Fruit and Vegetable Raw Materials of the Samara Region. *Health, Food & Biotechnology*, 3(3). doi: 10.36107/hfb.2021.i3.s111
- Annona cherimola* (cherimoya). (2022). PlantwisePlus Knowledge Bank. Disponible en: <https://doi.org/10.1079/pwkb.species.5806> (Accedido: 11 de noviembre del 2024).
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30. doi: 10.1016/S0023-6438(95)80008-5
- Chaudhary, P., Janmeda, P., Docea, A. O., Yeskaliyeva, B., Abdull Razis, A. F., Modu, B., Calina, D., & Sharifi-Rad, J. (2023). Oxidative stress, free radicals and antioxidants: potential crosstalk in the pathophysiology of human diseases. In *Frontiers in Chemistry* (Vol. 11). doi: 10.3389/fchem.2023.1158198
- Echenique, M., & Mollo, G. (2020). In vitro establishment of nodal segments of Guanabana (*Annona muricata* L.) at the Sapecho Experimental Station-Bolivia. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y Recursos Naturales*, 7(1).
- Ferreira, D. F. (2019). SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, 37(4). doi: 10.28951/rbb.v37i4.450

- Fidyasari, A., Wulandari, S., Sari, M. I., Farmasi, A. A., Putra, M., Putra, A., & Indonesia, M. (2017). Secondary metabolite and antioxidant activity of soursop (*Annona montana*) fruit extract.. *IJTS (International Journal Of Technology And Sciences)*, 1(2).
- Guimarães, I., Baptista-Silva, S., Pintado, M., & Oliveira, A. L. (2021). Polyphenols: A promising avenue in therapeutic solutions for wound care. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(3), 1–20. doi: 10.3390/app11031230
- Gulcin, İ. (2020). Antioxidants and antioxidant methods: an updated overview. In *Archives of Toxicology* (Vol. 94, Issue 3). doi: 10.1007/s00204-020-02689-3
- Hakime Hülya Orak, Bahriselit, I. S., & Sabudak, T. (2019). Antioxidant Activity of Extracts of Soursop (. *Polish Journal of Food and Nutritions Sciencies*, 69(4).
- Khairnar, S. J., Ahire, E. D., Jagtap, M. R., Surana, K. R., Kshirsagar, S. J., & Keservani, R. K. (2024). Nutritional properties of polyphenols. In *Advances in Flavonoids for Human Health and Prevention of Diseases*. doi: 10.1201/9781003369813-1
- López Martínez, C. R., García Mateos, M. del R., Martínez Damián, M. T., & Sánchez Sánchez, L. (2022). Calidad nutricional y nutracéutica del fruto de tres especies de Annonaceae: guanábana, chirimoya y chincuya. *Nova Scientia*, 14(28). doi: 10.21640/ns.v14i28.2925
- Maheswari, T. U., & Sinduja, S. (2020). Soursop: A promising fruit for cancer mitigation. *Plant Archives*, 20.
- Meremäe, K., Raudsepp, P., Rusalepp, L., Anton, D., Bleive, U., & Roasto, M. (2024). In Vitro Antibacterial and Antioxidative Activity and Polyphenolic Profile of the Extracts of Chokeberry, Blackcurrant, and Rowan Berries and Their Pomaces. *Foods*, 13(3). doi: 10.3390/foods13030421
- Mitra, S., Tareq, A., Das, R., Emran, T., Nainu, F., Chakraborty, A., Ahmad, I., Tallei, T., Idris, A., & Simal-Gandara, J. (2022). Polyphenols: A first evidence in the synergism and bioactivities. *Food Reviews International*, 2022, 1–23. doi: 10.1080/87559129.2022.2026376
- Ochoa-Reyes, E., De, J., Ornelas-Paz, J., Ruiz-Cruz, S., Ibarra-Junquera, V., Pérez-Martínez, J. D., Carlos Guevara-Arauza, J., & Aguilar, C. N. (2013). Tecnologías de deshidratación para la preservación de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Ciencias Biológicas y de La Salud*, 15(2).
- Ortiz, T., Argüelles-Arias, F., Begines, B., García-Montes, J. M., Pereira, A., Victoriano, M., Vázquez-Román, V., Bernal, J. L. P., Callejón, R. M., De-Miguel, M., & Alcudia, A. (2021). Native chilean berries preservation and in vitro studies of a polyphenol highly antioxidant extract from maqui as a potential agent against inflammatory diseases. *Antioxidants*, 10(6). doi: 10.3390/antiox10060843

- Qian, C., Li, H., Hou, Z., & Liang, Z. (2024). Effects of different drying methods on *Rubus chingii* Hu fruit during processing. *Heliyon*, 10(2). doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e24512
- Rabêlo, S. V., Costa, E. V., Barison, A., Dutra, L. M., Nunes, X. P., Tomaz, J. C., Oliveira, G. G., Lopes, N. P., Santos, M. de F. C., & Almeida, J. R. G. da S. (2015). Alkaloids isolated from the leaves of atemoya (*Annona cherimola* × *Annona squamosa*). *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 25(4). doi: 10.1016/j.bjp.2015.07.006
- Rufino, M. do S. M., Alves, R. E., de Brito, E. S., Pérez-Jiménez, J., Saura-Calixto, F., & Mancini-Filho, J. (2010). Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 121(4). doi: 10.1016/j.foodchem.2010.01.037
- Silva, N. L., Saldanha, A. A., Vieira, L., da Silva, D. B., Carollo, C. A., Sartori, Â. L. B., de Azambuja Ribeiro, R. I. M., Thomé, R. G., dos Santos, H. B., Soares, A. C., & de Siqueira, J. M. (2021). Chemical composition, anti-inflammatory and antinociceptive effects of the butanolic fraction of *Annona nutans* (Annonaceae) leaves. *Natural Product Research*, 35(23). doi: 10.1080/14786419.2020.1774758