



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
INGENIERIA EN BIOTECNOLOGÍA**

**CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS Y ACTIVIDAD
ANTIOXIDANTE DE CUARENTA Y SIETE DIFERENTES ESPECIES VEGETALES
COMESTIBLES COMERCIALIZADAS EN MERCADOS LOCALES DEL ECUADOR.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE:
INGENIERA E INGENIERO BIOTECNÓLOGA**

**AUTORES: JASON ANDRES RIVERA VETANCOURT
MARÍA FERNANDA NETO PELÁEZ**

TUTOR: ELENA DEL ROCÍO COYAGO CRUZ

**Quito-Ecuador
2022**

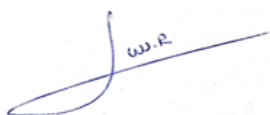
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Jason Andres Rivera Vetancourt con documento de identificación N° 1725851859 y María Fernanda Neto Peláez con documento de identificación N° 1721305991; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 16 de julio del año 2022

Atentamente,



Jason Andres Rivera Vetancourt
(1725851859)



María Fernanda Neto Peláez
(1721305991)

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Jason Andres Rivera Vetancourt con documento de identificación No. 1725851859 y María Fernanda Neto Peláez con documento de identificación No.1721305991, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Trabajo experimental: Cuantificación de compuestos bioactivos y actividad antioxidante de cuarenta y siete diferentes especies vegetales comestibles comercializadas en mercados locales del Ecuador, perteneciente al proyecto Determinación del contenido de compuestos bioactivos, actividad antioxidante y antimicrobiana en la parte comestible de quince frutos nativos de América del Sur, no tradicionales, comercializados en mercados locales del Ecuador, financiado por la UPS el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Biotecnólogo, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 16 de julio del año 2022

Atentamente,

Jason Andres Rivera Vetancourt
(1725851859)

María Fernanda Neto Peláez
(1721305991)

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Elena Del Rocío Coyago Cruz, PhD, MSc, Ing con documento de identificación N° 1713762647, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: Cuantificación de compuestos bioactivos y actividad antioxidante de cuarenta y siete diferentes especies vegetales comestibles comercializadas en mercados locales del Ecuador, perteneciente al proyecto Determinación del contenido de compuestos bioactivos, actividad antioxidante y antimicrobiana en la parte comestible de quince frutos nativos de América del Sur, no tradicionales, comercializados en mercados locales del Ecuador, financiado por la UPS, realizado por Jason Andres Rivera Vetancourt con documento de identificación N° 1725851859 y por María Fernanda Neto Peláez con documento de identificación N° 1721305991 obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 16 de julio del año 2022

Atentamente,



Elena Coyago-Cruz PhD

1713762647

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

A nuestros padres por ser fuerza y aliento para salir adelante en cada obstáculo que se presentó en el camino, por darnos ánimos en los momentos difíciles de la vida, por los consejos.

A nuestra tutora Elena del Rocío Coyago Cruz PhD por permitirnos formar parte de su grupo de investigación y ser el pilar fundamental en la elaboración de este trabajo, compartiéndonos sus conocimientos y por el tiempo dedicado.

A todas las personas que de una u otra manera estuvieron a nuestro lado, que nos enseñaron y nos dieron ánimos. Gracias a todos.

RESUMEN

Ecuador es un país megadiverso que posee una gran variedad de frutas no tradicionales que han sido poco exploradas. En este contexto, el objetivo del estudio fue cuantificar compuestos bioactivos y actividad antioxidante de cuarenta y siete diferentes especies vegetales comestibles comercializadas en mercados locales del Ecuador, para la cual las muestras se clasificaron por color visual de la pulpa liofilizada evaluando compuestos fenólicos totales por el método de Folin-Ciocalteu y cuantificación espectrofotométrica en microplacas, determinación de ácido cítrico por cromatografía líquida de rápida resolución (RRLC) y actividad antioxidante por el método 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) y cuantificación espectrofotométrica en microplacas. Los resultados mostraron que las pulpas liofilizadas de color amarillo, beige, blanco, café, morado y tomate presentaron altas concentraciones de compuestos fenólicos en *Acca sellowiana* (fejjoa) con 0,30 mg EAG/g PS, *Psidium guineense* (Guayaba amarilla) con 0,23 mg EAG/g PS, *Prunus persica* (Abridores) con 0,14 mg EAG/g PS, *Prunus salicifolia* (Capulí) con 0,27 mg EAG/g PS, *Rubus rosifolius* (Frambuesa silvestre) con 0,36 mg EAG/g PS de, *Passiflora sp.* (Taxo morado) con 0,21 mg EAG/g PS, respectivamente; en ácido cítrico en *Solanum sessiliflorum* (Cocona) con 16,78 g/100g PS, *Averrhoa carambola* (Fruta china) con 9,91 g/100g PS, *Inga edulis* (Guaba oriente) con 6,93 g/100g PS, *Passiflora tripartita* (Taxo amarillo) con 22,99 g/100g PS, *Morus alba* (Mora de árbol) con 13,29 g/100g PS, *Passiflora sp.* (Taxo morado) con 10,54 g/100g PS, respectivamente; por último la actividad antioxidante en *Acca sellowiana* (fejjoa) con 32,85 μ M EAA/g PS, *Mauritia flexuosa* (Moriche negro) con 38,80 μ M EAA/g de PS, *Sechium edule* (Chayote blanco) con 33,70 μ M EAA/g PS, *Dacryodes peruviana* (Copal) con 35,69 μ M EAA/g PS, *Morus alba* (Mora de árbol) con 80,54 μ M EAA/g PS, *Passiflora sp.* (Taxo morado) con 57,99 μ M EAA/g PS. Así, las pulpas de color morado presentaron mayores concentraciones de compuestos fenólicos, ácido cítrico y actividad antioxidante.

PALABRAS CLAVE: DPPH, Folín, RRLC, Fenoles, Acidos cítrico

ABSTRACT

Ecuador is a megadiverse country with a great variety of non-traditional fruits that have been little explored. In this context, the objective of the study was to quantify bioactive compounds and antioxidant activity of forty-seven different edible vegetable species commercialized in local markets in Ecuador, for which the samples were classified by visual color of the freeze-dried pulp, evaluating total phenolic compounds by the Folin-Ciocalteu method and spectrophotometric quantification in microplates, determination of citric acid by rapid performance liquid chromatography (RRLC) and antioxidant activity by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) method and spectrophotometric quantification in microplates. The results showed that freeze-dried yellow, beige, white, brown, purple and tomato pulps presented high concentrations of phenolic compounds in *Acca sellowiana* (feijoa) with 0.30 mg EAG/g PS, *Psidium guineense* (yellow guava) with 0.23 mg EAG/g PS, *Prunus persica* (Abridores) with 0.14 mg EAG/g PS, *Prunus salicifolia* (Capuli) with 0.27 mg EAG/g PS, *Rubus rosifolius* (Wild raspberry) with 0.36 mg EAG/g PS, *Passiflora* sp. (Purple taxus) with 0.21 mg EAG/g PS, respectively; in citric acid in *Solanum sessiliflorum* (Cocona) with 16.78 g/100g PS, *Averrhoa carambola* (Chinese fruit) with 9.91 g/100g PS, *Inga edulis* (Guaba oriente) with 6.93 g/100g PS, *Passiflora tripartita* (Taxo amarillo) with 22.99 g/100g PS, *Morus alba* (Mora de árbol) with 13.29 g/100g PS, *Passiflora* sp. (purple taxo) with 10.54 g/100g PS, respectively; Finally, the antioxidant activity in *Acca sellowiana* (feijoa) with 32.85 μ M EAA/g PS, *Mauritia flexuosa* (Moriche negro) with 38.80 μ M EAA/g PS, *Sechium edule* (Chayote blanco) with 33.70 μ M EAA/g PS, *Dacryodes peruviana* (Copal) with 35.69 μ M EAA/g PS, *Morus alba* (Mora de árbol) with 80.54 μ M EAA/g PS, *Passiflora* sp. (Taxo morado) with 57.99 μ M EAA/g PS. Thus, the purple pulps presented higher concentrations of phenolic compounds, citric acid and antioxidant activity.

KEYWORDS: DPPH, Folin, RRLC, Phenols, Citric acids

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	1
2	MARCO TEÓRICO.....	4
2.1	Compuestos bioactivos	4
2.1.1	Compuestos fenólicos	5
2.1.2	Ácido Cítrico	6
2.2	Actividad antioxidante	8
2.3	Frutas no tradicionales como alternativa de compuestos bioactivos	9
3	MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1.1	Determinación de compuestos fenólicos.....	21
3.1.2	Determinación de ácido cítrico.....	23
3.1.3	Determinación de actividad antioxidante	24
3.1.4	Análisis estadístico.....	25
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
6	BIBLIOGRAFÍA	46

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Concentración de compuestos fenólicos totales	22
Ecuación 2. Fenoles totales	23
Ecuación 3. Concentración de ácido cítrico	24
Ecuación 4. Concentración de la actividad antioxidante.....	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Leucocianidina.....	5
Figura 2. Ácido cítrico	7
Figura 3. Valores promedio de la concentración de fenoles totales (mg EAG/g PS) de pulpas liofilizadas de color amarillo.....	27
Figura 4. Valores promedio de la concentración de fenoles totales (mg EAG/g) PS de pulpas liofilizadas de color beige.....	28
Figura 5. Valores promedio de la concentración de fenoles totales (mg EAG/g PS) de pulpas liofilizadas de color blanco.....	29
Figura 6. Valores promedio de la concentración de fenoles totales (mg EAG/g PS) de pulpas liofilizados de color café	30
Figura 7. Valores promedio de la concentración de fenoles totales (mg EAG/g PS) de pulpas liofilizados de color morado.....	31
Figura 8. Valores promedio de la concentración de fenoles totales (mg EAG/g PS) de pulpa liofilizados de color tomate	32
Figura 9. Valores promedio de la concentración de ácido cítrico (g/100g PS) de pulpas liofilizados de color amarillo.....	33
Figura 10. Valores promedio de la concentración de ácido cítrico (g/100g PS) de pulpas liofilizados de color beige	34
Figura 11. Valores promedio de la concentración de ácido cítrico (g/100g PS) de pulpas liofilizados de color blanco	35
Figura 12. Valores promedio de la concentración de ácido cítrico (g/100g PS) de pulpas liofilizados de color café	36
Figura 13. Valores promedio de la concentración de ácido cítrico (g/100 g PS) de pulpas liofilizados de color morado.....	37

Figura 14. Valores promedio de la concentración de ácido cítrico (g/100 g PS) de pulpas liofilizadas de color tomate	38
Figura 15. Valores promedio de actividad antioxidante (μM EAA/g PS) de pulpas liofilizadas de color amarillo.....	39
Figura 16. Valores promedio de actividad antioxidante (μM EAA/g PS) de pulpas liofilizadas de color beige	40
Figura 17. Valores promedio de actividad antioxidante (μM EAA/g PS) de pulpas liofilizadas de color blanco	41
Figura 18. Valores promedio de actividad antioxidante (μM EAA/g PS) de pulpa liofilizado de color café	42
Figura 19. Valores promedio de la actividad antioxidante (μM EAA/g PS) de pulpas liofilizadas de color morado.....	43
Figura 20. Valores promedio de la actividad antioxidante (μM EAA/g PS) de pulpas liofilizadas de color tomate	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Nombre científico, nombre común, parte de la fruta empleada para consumo humano, compuestos fenólicos, ácidos orgánicos y actividad antioxidante de frutos no tradicionales..	11
Tabla 2. Localización geográfica de las muestras en estudio.	19

1 INTRODUCCIÓN

En base a datos obtenidos de la Organización Mundial de la Salud OMS (2020) la disminución del consumo de frutas y vegetales en la dieta humana ha conducido al 31% de patologías isquémicas cardíacas en humanos, además del 11% de los infartos en las personas alrededor del mundo; por tal motivo, la OMS promueven el incremento de la producción y la ingesta de frutas y vegetales para conseguir una dieta equilibrada (Morocho & Reinoso, 2017; L. Restrepo, Rodríguez, & Deossa, 2013) ya que tienen la posibilidad de contribuir a prevenir cada una de las maneras de malnutrición (desnutrición, deficiencia de micronutrientes, sobrepeso y obesidad) y minimizar el peligro de patologías no transmisibles (FAO, 2021). A su vez, la OMS (2020), recomiendan que al día se debería ingerir al menos 400 g de frutas y verduras (no incluyendo las papas y otros tubérculos) para prevenir diversas enfermedades y carencias de micronutrientes.

Las frutas se caracterizan por contener de manera abundante agua, azúcares, vitaminas, minerales y fibra; así, las frutas poseen alrededor del 70% de agua y algunas veces más del 85%, el contenido de proteína con raras excepciones sobrepasa el 5% y la grasa con excepciones el 0.5% (INCAP-SECAC, 2017). Además, las frutas poseen compuestos fenólicos que son metabolitos fundamentales para el desarrollo y reproducción de las plantas, trabajan como agentes protectores ante patógenos, siendo secretados como mecanismo de protección a condiciones de estrés, como por ejemplo infecciones, radiaciones UV, entre otros (Enríquez-Estrella, 2021a; Muñoz, Ramos-Escudero, Alvarado-Ortiz, & Castañeda, 2007).

Los compuestos fenólicos son compuestos químicos que se hallan extensamente distribuidos en las frutas y vegetales, los cuales originan una de las clases más relevantes de metabolitos secundarios en las plantas, mayormente derivados de la fenilalanina y en menor proporción de la tirosina (Arellano & Herrera, 2015; Porras & López, 2009). Por otra parte, el estrés oxidativo depende del desequilibrio a corto o largo plazo en el equilibrio de la cantidad

de antioxidante/pro-oxidante contenidos en la fruta, esto genera una alteración de los mecanismos de señalización y control celular, debido a que promueve los procesos de pro-oxidación y además impide los mecanismos antioxidantes (Aprile, Hernandez, & Almeida, 2017).

Puesto que los compuestos fenólicos en fuentes dietéticas exhiben potentes propiedades de atrapamiento de radicales, se conoce que la función principal es el papel antioxidante (AO) participando en la protección contra la peroxidación lipídica, además pueden inhibir la proliferación de células carcinogénicas y participar en la absorción de colesterol (García & Huerta, 2015). Así, los compuestos derivados de las frutas contienen propiedades antioxidantes que intervienen preservando la oxidación del ADN e inhibiendo el deterioro oxidativo del colesterol LDL (Denny & Buttriss, 2007; Quirós, Palafox, Robles, & González, 2012).

Los ácidos orgánicos se encuentran comúnmente en los frutos de diferentes plantas como por ejemplo el ácido cítrico el cual tiene una gran demanda por sus diversas aplicaciones en la industria alimentaria, farmacéutica entre otras, siendo entonces un significativo componente para sus productos ya que se puede utilizar como un conservante natural (Muñoz-Villa et al., 2014). Además, se emplea principalmente como un antioxidante y es una parte fundamental del ciclo del ácido tricarbóxico (TCA) debido a su relación con la producción de energía durante el metabolismo celular, además contribuye directamente con la cadena de transporte de electrones y, por lo tanto, en gran parte a la producción de ATP en el cuerpo humano, utilizados para el desarrollo de distintas actividades que emplean este tipo de energía (Haddad & Mohiuddin, 2022; Zhou & Sakamoto, 2020).

Por lo tanto, se realizó un estudio sobre la cantidad de compuestos bioactivos y actividad antioxidante en distintas especies vegetales comestibles, elaborando así, pruebas del contenido

fenólico, actividades antioxidantes y ácido cítrico, con la finalidad de obtener datos cuantitativos que nos ayuden a demostrar la capacidad funcional de los frutos analizados.

El objetivo general de este estudio fue cuantificar compuestos bioactivos y actividad antioxidante de cuarenta y siete diferentes especies vegetales comestibles comercializados en mercados locales del Ecuador y sus objetivos específicos fueron cuantificar los compuestos bioactivos de cuarenta y siete diferentes especies vegetales comestibles comercializados en mercados locales del Ecuador y cuantificar la actividad antioxidante de cuarenta y siete diferentes especies vegetales comestibles comercializados en mercados locales del Ecuador. Además, la hipótesis que consideró el estudio fue que las especies vegetales comestibles comercializadas en mercados locales del Ecuador presentan compuestos bioactivos y actividad antioxidante.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Compuestos bioactivos

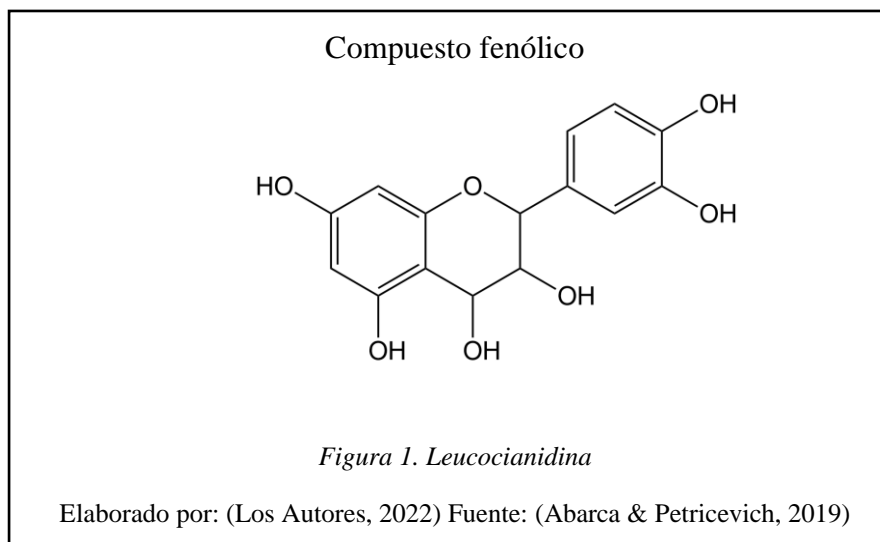
Los compuestos bioactivos son una clase de moléculas que se encuentran presentes en los alimentos y en la mayoría de casos provienen de fuentes vegetales y de alimentos ricos en lípidos (Jordy, 2020), así, en las especies vegetales varía en función de la variedad, índice de madurez, condiciones ambientales y prácticas agronómicas (agregación de nitrógeno, riego) (Coyago-Cruz, Corell, & Meléndez, 2017; Septiembre, Remize, & Poucheret, 2018).

Los compuestos bioactivos no son nutrientes, sin embargo, contribuyen de forma positiva en la salud ya que tienen un papel importante en las reacciones fisiológicas del organismo, así, dentro de este grupo se puede mencionar a las fibras, polisacáridos, lípidos, minerales, vitaminas, fitoesteroles, péptidos bioactivos, fenoles, terpenos, lignanos, compuestos organosulfurados, glucosilatos, saponinas, entre otros (E. Martínez, 2015; Septiembre et al., 2018).

Los compuestos bioactivos se conocen también como nutraceuticos ya que proveen beneficios para la salud, principalmente debido a la acción antioxidante logrando captar radicales que retrasan o inhiben la oxidación del ADN (Cárdenas, Arrazola, & Villalba, 2016), además pueden ser inhibidores o inductores de tipo enzimáticos y moduladores de la expresión de algunos genes (Guzmán & Caldera, 2019). Así, estas particularidades brindan beneficios a los diferentes sectores industriales, tales como la industria alimenticia que busca incorporar en sus productos, antioxidantes naturales que puedan desplazar a los sintéticos como el hidroxitolueno butilado que presenta problemas de carcinogenicidad (Arciniegas, 2020).

2.1.1 Compuestos fenólicos

Los fenoles son compuestos con al menos un anillo aromático y un conjunto hidroxilo en su estructura (Figura 1), además, pueden incluir grupos funcionales como ésteres, metil-ésteres y glicósidos (Coyago, Corell, & Meléndez, 2017). Esta gran familia posee más de 8000 moléculas identificadas hasta la actualidad y estos se biosintetizan en las plantas mediante rutas como la del ácido shikímico y la del acetato-malonato (González, Periago, & Alonso, 2017; Martín, 2018), por tanto es difícil clasificarlas en un grupo definido, así se pueden agrupar en flavonoides, ácidos fenólicos y dentro de este grupo se encuentran los ácidos hidrobenczoico e hydroxicinámico, lignanos, taninos, polifenoles oxidados, entre otros (Beltrán, Rojas, Morales, & Morris, 2019). Otra clasificación según la estructura química permite agruparles en flavonoides (flavonas, flavonoles, flavanoles, flavanonas, isoflavonas y antocianinas), ácidos fenólicos (derivados del ácido hidroxibenzoico y ácido hidroxicinámico), taninos, estilbenos, cumarinas y lignanos (Yábar, Chirinos, & Campos, 2019).



Los compuestos fenólicos se ha demostrado presentan defensa contra el estrés biótico (bacterias, hongos y virus patógenos) y abiótico (temperaturas extremas, radiación UV, déficit de humedad) de la planta, a su vez, ciertos compuestos fenólicos contribuyen al crecimiento y reproducción de la misma (Lombardo, Pandino, & Mauromicale, 2018); sin embargo, estos

beneficios fitoquímicos difieren en función del cultivar (Valencia, Cámara, Ccapa, Catacora, & Quispe, 2017), condiciones ambientales y agronómicas (Coyago et al., 2017).

Finalmente, varios estudios han demostrado que los compuestos fenólicos presentan actividad antioxidante, antialérgica, antidiarreica, antiviral, antiulcerosa, antihelmíntica, antihepatotóxica, antimicrobiana, antiinflamatoria, antitumoral, anticancerígena (Abarca & Petricevich, 2019) y en los últimos tiempos han tomado importancia significativa ya que se ha demostrado pueden inhibir la α -glucosidasa para ralentizar la digestión y absorción de carbohidratos y, por consiguiente, minimizar el grado de glucosa en sangre posprandial (Vega et al., 2021).

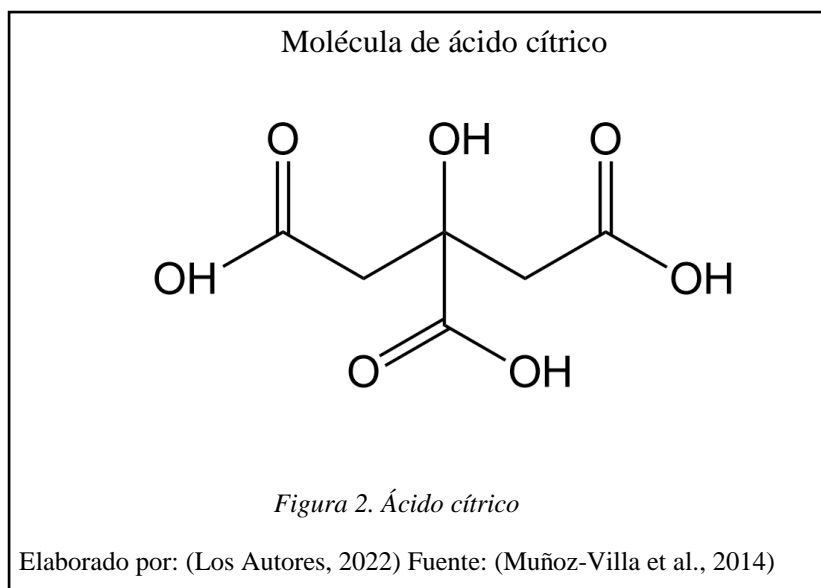
2.1.2 Ácido Cítrico

Los ácidos orgánicos pueden ser compuestos alifáticos o aromáticos, pueden dividirse según la composición de carbono (C_2, C_3, C_4, C_5 y C_6), por lo cual son de cadena corta y pueden incluir uno o más grupos ácidos, así, se dividen en ácidos carboxílicos, sulfónicos y tiocarboxílicos (Li Sun et al., 2020). A su vez, dentro de los ácidos orgánicos se encuentra moléculas como el ácido fórmico, acético, propiónico, butírico, caproico, caprílico, cáprico, carboxílico, entre otros; este último es el más común de todos los ácidos y se encuentra de forma original en la naturaleza o mediante sus derivados esterés, aminas y anhídridos, uno de los más importantes en los productos vegetales y especialmente en las frutas es el ácido cítrico (Muñoz-Villa et al., 2014).

En la planta los ácidos orgánicos son acumulados durante el proceso de maduración y a su vez son consumidos con la respiración de la fruta durante este mismo proceso (Sadka, Dahan, Cohen, & Marsh, 2000). Así, los ácidos orgánicos, azúcares y compuestos fenólicos son los componentes más importantes dentro de la fruta, los cuales afectan a la calidad organoléptica y

la relación azúcar-ácido es uno de los indicadores más significativos en cuanto a la madurez y sabor de la misma (Correa & Rivera, 2018; X. Zhang et al., 2021).

En este contexto, el ácido cítrico ($C_6H_8O_7$) (Figura 2), es un ácido carboxílico que puede ser de origen natural o sintético, encontrándose en vegetales y principalmente en frutas cítricas así como en los huesos, músculos y sangre de animales (Muñoz-Villa et al., 2014). Este presenta diferentes nombres, tales como ácido 2-hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico, ácido β -hidroxitricarbálico, ácido 3-carboxi-3-hidroxipentanedioico y ácido 3-carboxi-3-hidroxipentano-1,5-dioico (Lee et al., 2020).



En los cítricos el ácido cítrico representa entre el 70 % al 90 % del total de ácidos orgánicos (Wu et al., 2021). Este ácido es importante en el sector industrial ya que se usa ampliamente en las industrias de alimentos y farmacéutica (Hesham, Mostafa, & Alsharqi, 2020). Así, el ácido cítrico es un aditivo alimentario comúnmente utilizado como antioxidante ya que es parte fundamental del ciclo del ácido tricarboxílico (Zhou & Sakamoto, 2020b), este sirve para los pasos finales del catabolismo oxidativo del esqueleto de carbono para ácidos grasos, carbohidratos y aminoácidos (Haddad & Mohiuddin, 2022).

2.2 Actividad antioxidante

Los antioxidantes son moléculas que pueden desactivar el electrón desapareado del orbital externo de los radicales libres para evitar la oxidación de las proteínas, lípidos, carbohidratos y ácidos nucleicos, además provocan alteraciones en estas biomoléculas como resultado del estrés oxidativo, así inducirán la generación y alteraciones de las funciones fisiológicas normales en los humanos ya que el cuerpo genera radicales libre para el funcionamiento, pero al mismo tiempo también produce antioxidantes para eliminar los radicales libres sobrantes, en este contexto el exceso de radicales libres que son sustancias altamente agresivas inducen la generación de patologías como la diabetes, enfermedades cardiovasculares, enfermedades neurodegenerativas, las cuales no solo son causadas por los radicales libres sino también por contaminantes ambientales (Conde, Tovar, & Méndez, 2021; Coronado H., Vega Y León, Gutiérrez T., Marcela, & Radilla V., 2015; Huet, 2017; Jaime Humberto Ramírez Hernández, Flores, José Adán Vizcaíno Reséndiz, Francisco Javier Gutiérrez Cantú, & Rueda, 2012; Llica, Eva Ramos; Castañeda, Benjamín; Vásquez, 2008).

En este contexto, se han visto varios estudios que demuestran que la suplementación con antioxidantes tienen una estrecha relación con el estrés oxidativo aumentando la especies oxidantes y disminuyendo los mecanismos de detoxificación (Londoño, 2010; Sánchez & Méndez, 2013). Así también, se conoce que entre el 10 al 20 % de la población de Estados Unidos y Europa emplea antioxidantes en la alimentación, aportando a los humanos antioxidantes naturales como los compuestos fenólicos, ácido ascórbico y sus derivados tocoferoles y otras moléculas (Gallego, 2016), que se ha demostrado muestran una relación inversa entre el consumo de especies vegetales y el riesgo de enfermedades cardiovasculares y cáncer (Conde et al., 2021); sin embargo también se ha descubierto que el consumo sin control de vitamina A y E y betacaroteno podría resultar perjudicial e incluso aumentar el nivel de mortalidad en los individuos (Vilaplana, 2007).

2.3 Frutas no tradicionales como alternativa de compuestos bioactivos

Según el diccionario de la RAE, la palabra fruta se define como “fruto comestible de ciertas plantas cultivadas”(RAE, 2021). Así, Ecuador es un país mega diverso que posee una gran variedad climática que le confiere microclimas diferentes y la producción de varias especies comestibles que provee una extensa variedad de frutos no tradicionales que son apetecibles por los sabores singulares que poseen, a su vez estas frutas no tradicionales también son conocidas como frutas exóticas, de las cuales un pequeño porcentaje ha ganado espacios internacionales (Arreaga, 2017).

En este contexto la OMS ha motivado el consumo de al menos 400 g de frutas y hortalizas al día (Rodríguez, 2019; Yudkin, Zuebland, Yudkin, Roe, & Neil, 2003), debido a que estas generan beneficios en la salud de los consumidores, ya que presentan compuestos fitoquímicos o sustancias bioactivas que se ha demostrado previenen enfermedades como el cáncer, enfermedades cardiovasculares, Alzheimer, estimula el sistema inmune y junto con eso modulan enzimas detoxificantes, reducen la agregación plaquetaria, alteración del metabolismo del colesterol, modulan la concentración de hormonas esteroideas y del metabolismo hormonal, reducen la presión sanguínea, aumentan la actividad antiviral y antibacteriana entre otras funciones (Enríquez-Estrella, 2021b; Garcés & Castro, 2016; López et al., 2016; Martínez-Navarrete, del Mar Camacho Vidal, & José Martínez Lahuerta, 2008; Moñino et al., 2016). Así, varios estudios señalan que la ingesta nutricional tiene un alto impacto en la salud de las personas; por tanto, estudios demuestran que los hábitos de alimentación saludable que se da desde la adolescencia, puede llegar hasta la vida adulta, lo que ayudaría a disminuir el riesgo de enfermedades crónicas (Garcés & Castro, 2016). Por lo señalado anteriormente, las frutas podrían ser empleadas para el desarrollo de productos nutraceúticos en la industria farmacéutica, cosmética, alimentaria y agropecuaria (León-Méndez et al., 2020). Por tal motivo

en la tabla 1 se expone un resumen de los compuestos fenólicos, ácidos orgánicos y actividad antioxidante de diferentes frutas ecuatorianas.

Tabla 1. Nombre científico, nombre común, parte de la fruta empleada para consumo humano, compuestos fenólicos, ácidos orgánicos y actividad antioxidante de frutos no tradicionales.

N°	Nombre científico	Nombre común	Parte consumida	Compuestos fenólicos	Ácidos orgánicos (ácido cítrico)	Actividad antioxidante
1	Zapote	<i>Quararibea cordata</i>	pulpa	6,31 mg EAG/100g (Monteiro et al., 2017).	0,009 mg ácido cítrico/g (Monteiro et al., 2018).	13,45% a 15,39 % (Monteiro et al., 2017).
2	Jackfruit	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	pulpa	0,9 mg EAG/g PF (Ranasinghe, Maduwanthi, & Marapana, 2019; Soong & Barlow, 2004).	0,15% de acidez titulable PF (Santos, 2017).	3,0 μmol/g PF (Ranasinghe et al., 2019; Soong & Barlow, 2004).
3	Chamburo	<i>Vasconcellea pubescens</i>	pulpa	27,50 mg EAG/g PS en estufa al vacío a 40°C (Vega et al., 2021).	-	28,42 μmol ET/g PS en estufa al vacío a 40 °C (Vega et al., 2021).
4	Tuna	<i>Opuntia ficus-indica</i>	pulpa	1065,15 mg EAG/100 mL (Abdel-Hameed, Nagaty, Salman, & Bazaid, 2014; M. Silva et al., 2021).	0,03% a 0,12% PS de acidez titulable (Torres, Moralesl, Ballinas, & Nevárez, 2015).	735,35 mg EAA (Abdel-Hameed et al., 2014; M. Silva et al., 2021).
5	Caqui 1	<i>Diospyros kaki</i>	pulpa	12,7 y 29,5 mg de EAG/100 g PF (Direito, Rocha, Sepodes, & Figueira, 2021); 555,23 mg EAG/L (A. Martínez, Vegara, Martí, Valero, & Saura, 2017).	0,46 g de ácido cítrico/L (A. Martínez et al., 2017).	8,76 mM ET/L (Direito et al., 2021; A. Martínez et al., 2017).
6	Ovo amarillo	<i>Spondias mombin</i>	pulpa	827,51 mg EAG/100g PF (Guevara et al., 2019).	0,12 mg ácido cítrico/100g PF (Guevara et al., 2019).	1081,79 μmol ETq/g PF (Guevara et al., 2019).
7	Badea	<i>Passiflora quadrangularis</i>	pulpa	Ácido fenólico (Sathyan, Vincent, B.A., Pradeepan, & Dileep, 2019).	198,524 g ácido cítrico/L PF (Sathyan et al., 2019).	Es conferida por el ácido cítrico y ascórbico (Sathyan et al., 2019).
8	Fruta china	<i>Averrhoa carambola</i>	pulpa	174,5 a 293,1 mg EAG/100g PF (Luan et al., 2021; Pang et al., 2016).	0,02 mg ácido cítrico/100 g PS (Guevara et al., 2019).	DPPH: 0,10 mg/ml PF; ABTS: 0,33 mg/ml PF (Luan et al., 2021).

DPPH: 2,2'-difenil-1-picrilhidrazilo; EAG: Equivalente de ácido gálico; ET: Equivalente de Trolox; PS: peso seco; PF: peso fresco

Elaborado por: (Los Autores, 2022)

Tabla 1. Nombre científico, nombre común, parte de la fruta empleada para consumo humano, compuestos fenólicos, ácidos orgánicos y actividad antioxidante de frutos no tradicionales. Continuación...

N°	Nombre científico	Nombre común	Parte consumida	Compuestos fenólicos	Ácidos orgánicos (ácido cítrico)	Actividad antioxidante
9	Momordica	<i>Momordica charantia</i>	pulpa	8,04 a 39,76 mg ácido gálico/100 g PS; 16,99 a 32,39 mg ácido gentísico/100 g PS; 23,06 a 82,45 mg catequina/100 g PS; 4,55 a 15,83 mg ácido clorogénico/100 g PS (Horax, Hettiarachchy, & Islam, 2005; Jia, Shen, Zhang, & Xie, 2017); 21,99 mg/100g (Sharma, Thakur, Joshi, & Sharma, 2016).	0,29 % PF como acidez titulable (Sharma et al., 2016).	268,5µM PS (Jia et al., 2017; Liu et al., 2010); 68,86 % radicales libres (Sharma et al., 2016).
10	Taxo amarillo	<i>Passiflora tripartita</i>	pulpa	718,0 mg EAG kg ⁻¹ PF (Giambanelli et al., 2020).	0,64 % acidez titulable PF (Neyra & Sosa, 2021).	587,0 µmol ET/g PS (Giambanelli et al., 2020).
11	Uvilla	<i>Physalis peruviana</i>	pulpa	106,0 a 149,3 mg EAG/100g PF (Jurado et al., 2016).	2 mg /100 mg acidez titulable PF (Mendoza, Rodríguez, & Millán, 2012).	56,81 a 77,03 % de captación de radicales (Jurado et al., 2016).
12	Ovo rojo	<i>Spondias purpurea</i>	pulpa	81,72 % PS (Rodrigues et al., 2021).	0,26 y 0,39 mg/100 g acidez titulable PF (Guerrero et al., 2011).	5,85 µg/mL (Rodrigues et al., 2021).
13	Membrillo	<i>Cydonia oblonga</i>	pulpa	Posee 149 flavonoides, 58 ácidos fenólicos, 42 compuestos fenólicos de bajo peso molecular, 18 lignanos y 8 estilbenos PS (L. Zhang et al., 2021).	Pulpa 159,0 mg ácido cítrico/kg pulpa; 670,2 mg /kg semillas; 378.2 mg /kg PS cáscara (B. Silva et al., 2004).	6,53 mg ET/g PS (L. Zhang et al., 2021).

DPPH: 2,2'-difenil-1-picrilhidrazilo; EAG: Equivalente de ácido gálico; ET: Equivalente de Trolox; PS: peso seco; PF: peso fresco

Elaborado por: (Los Autores, 2022)

Tabla 1. Nombre científico, nombre común, parte de la fruta empleada para consumo humano, compuestos fenólicos, ácidos orgánicos y actividad antioxidante de frutos no tradicionales. Continuación...

N°	Nombre científico	Nombre común	Parte consumida	Compuestos fenólicos	Ácidos orgánicos (ácido cítrico)	Actividad antioxidante
14	Pitahaya	<i>Hylocereus undatus</i>	pulpa	100 mg EAG/100g PS (Can-Cauich et al., 2017; B. Gonçalves, Ribeiro, Macêdo, Eloi, & Zanuto, 2021).	5,76 mg ácido cítrico/g PF (Xie et al., 2022); 0,08 mg / 100 g PF (Guevara, Tejera, Granda, et al., 2019).	50,14 a 52,15 % PS (Madane et al., 2020; Manihuruk, Suryati, & Arief, 2017).
15	Mora de árbol	<i>Morus alba</i>	pulpa	104,78 a 213,53 mg EAG/100 g PS (Butkhup, Samappito, & Samappito, 2013; Yuan & Zhao, 2017).	-	-
16	Capulí	<i>Prunus salicifolia</i>	pulpa	11053,3 mg EAG/kg PF (Mikulic-Petkovsek, Stampar, Veberic, & Sircelj, 2016; Telichowska, Kobus, & Szulc, 2020).	-	1200 mg ET/100g PF (Reyes et al., 2019).
17	Abridores	<i>Prunus persica</i>	pulpa	34,11 a 157,97 mg EAG/100 g PF (Mihaylova et al., 2021).	-	DPPH: 180,01 μ M ET/100 g PF; ABTS: 386,17 μ M ET/100 g PF (Mihaylova et al., 2021).
18	Guaba Sierra	<i>Inga insignis</i>	Pulpa	-	-	-
19	Guaba Oriente	<i>Inga edulis</i>	pulpa	135,7 a 571,7 mg EAG/g PF (De-Sousa, De-Souza, & Rogez, 2010).	-	3344 a 14908 μ mol ET/g PF (De-Sousa et al., 2010).
20	Achotillo	<i>Nephelium lappaceum</i>	cáscara	213,76 mg EAG/g PS (Liping Sun, Zhang, & Zhuang, 2012; Tsong, Goh, Gansau, & How, 2021).	-	IC ₅₀ = 98,574 μ g/mL PS (Perumal et al., 2021; Tsong et al., 2021).

DPPH: 2,2'-difenil-1-picrilhidrazilo; EAG: Equivalente de ácido gálico; ET: Equivalente de Trolox; PS: peso seco; PF: peso fresco

Elaborado por: (Los Autores, 2022)

Tabla 1. Nombre científico, nombre común, parte de la fruta empleada para consumo humano, compuestos fenólicos, ácidos orgánicos y actividad antioxidante de frutos no tradicionales. Continuación...

N°	Nombre científico	Nombre común	Parte consumida	Compuestos fenólicos	Ácidos orgánicos (ácido cítrico)	Actividad antioxidante
21	Granadilla de monte	<i>Passiflora edulis f. edulis</i>	pulpa	718 mg de EAG/kg PF (Giambanelli et al., 2020).	2,8 a 5,4 mg ácido cítrico/100 g PS (Franco et al., 2014).	14,08 µmol ET/g PS (He et al., 2020; Septiembre-Malaterre, Stanislas, Douraguia, & Gonthier, 2016).
22	Feijoa	<i>Aca sellowiana</i>	pulpa	150 a 200 mg EAG/100g PF (Carvajal, 2015).	9,84 g ácido cítrico/100 g PF (Carvajal, 2015).	0,22 mM TET/g PF (Carvajal, 2015).
23	Mora silvestre	<i>Rubus niveus</i>	pulpa	28,22 mg EAG/g PS (Schulz et al., 2019).	0,14 g ácido cítrico/100 g acidez titulable PS (Schulz et al., 2019).	201,5 a 241,06 µM Fe ²⁺ /g PS (Schulz et al., 2019).
24	Cereza agria silvestre	<i>Dovyalis hebecarpa</i>	pulpa	1013mg EAG/L PS (Waweru, Arimi, Marete, Jacquier, & Harbourne, 2022).	0,57 g ácido cítrico/100 g PS (Waweru et al., 2022).	ORAC: 43,9 mM ET/PS (Waweru et al., 2022).
25	Taxo morado	<i>Passiflora sp.</i>	pulpa	-	-	-
26	Guayaba roja	<i>Psidium guajava</i>	pulpa	148 a 462 mg EAG/100 g PF (D. Restrepo, Narváez, & Restrepo, 2009).	3,11g/100g PS acidez titulable (Quintero, Sanabria, & Pérez, 2019).	40 µmol ET/g PF (Restrepo-Sanchez, Narváez-Cuenca, & Restrepo-Sanchez, 2009)

DPPH: 2,2'-difenil-1-picrilhidrazilo; EAG: Equivalente de ácido gálico; ET: Equivalente de Trolox; PS: peso seco; PF: peso fresco

Elaborado por: (Los Autores, 2022)

Tabla 1. Nombre científico, nombre común, parte de la fruta empleada para consumo humano, compuestos fenólicos, ácidos orgánicos y actividad antioxidante de frutos no tradicionales. Continuación...

N°	Nombre científico	Nombre común	Parte consumida	Compuestos fenólicos	Ácidos orgánicos (ácido cítrico)	Actividad antioxidante
27	Guayaba amarilla	<i>Psidium guineense</i>	pulpa	-	881,25 µg ácido cítrico/g PF (Damiani et al., 2011).	DPPH: 12,75 a 34,29 ET / 100mL (Damiani et al., 2011).
28	Frambuesa silvestre	<i>Rubus rosifolius</i>	pulpa	80,62 mg EAG/g PS hojas (Desmiaty, Elya, Saputri, Hanafi, & Prastiwi, 2018)	2,7 g ácido cítrico/100 g PF (Vara et al., 2020).	IC ₅₀ = 298 µg/mL PS (Salinas, Almaguer, Peña, & Ríos, 2009).
29	Kulkas	<i>Miconia crocea</i>	pulpa	-	-	-
30	Tintiuk, tagua,	<i>Phytelephas equatorialis</i>	pulpa	-	-	-
31	Copal	<i>Dacryodes peruviana</i>	pulpa	-	-	-
32	Apai, pitón	<i>Grias neuberthii</i>	pulpa	-	-	-
33	Moriche negro	<i>Mauritia flexuosa</i>	pulpa	0,084 a 185,75 mg EAG/100 g mesocarpio amarillo; 21,89 a 3,47 mg EAG/100 g mesocarpio rojo; 162,52 a 2,35 mg EAG/100 g (Vásquez, Solís, Torres, Alvarado, & Luján, 2009).	-	DPPH: 411,46µmol ET /g pulpa; ABTS: 0,43 µmol ET/g (Camelo-Silva et al., 2021).

DPPH: 2,2'-difenil-1-picrilhidrazilo; EAG: Equivalente de ácido gálico; ET: Equivalente de Trolox; PS: peso seco; PF: peso fresco

Elaborado por: (Los Autores, 2022)

Tabla 1. Nombre científico, nombre común, parte de la fruta empleada para consumo humano, compuestos fenólicos, ácidos orgánicos y actividad antioxidante de frutos no tradicionales. Continuación...

N°	Nombre científico	Nombre común	Parte consumida	Compuestos fenólicos	Ácidos orgánicos (ácido cítrico)	Actividad antioxidante
34	Uva de monte o Uva de árbol	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	pulpa	8,72 a 0,02 g EAG/100 g semillas; 8,77 a 0,03 g EAG/100g cáscara (Ordoñez, Leon-Arevalo, Rivera-Rojas, & Vargas, 2019).	-	DPPH: 529,64 $\mu\text{mol ET} / 100 \text{ g}$; ABTS: 537,05 $\mu\text{mol ET} / 100 \text{ g PF}$ (Calixto, 2020). DPPH: IC_{50} semilla 1,62 mg/mL; ABTS: IC_{50} semillas 1,71 mg/mL; ABTS IC_{50} piel 1,84 mg/mL; DPPH: IC_{50} 0,87 mg/mL (Ordoñez et al., 2019).
35	Salak	<i>Salacca zalacca</i>	pulpa	257,17 mg EAG/100g PS de pulpa en estado maduro (Čepková et al., 2021).	8,406 mg/ mL maduro; 16,419 mg/mL inmaduro (Mokhtar, Pheen, Lee, & Abd Aziz, 2014).	10,56 $\mu\text{mol ET/g PS}$ de pulpa en estado maduro (Čepková et al., 2021).
36	Caimito amarillo	<i>Chrysophyllum cainito</i>	pulpa	30,1 mg EAG/g PS pulpa (Li et al., 2015).	-	DPPH: 85,6 ET/g PS pulpa (Li et al., 2015).
37	Chontaduro	<i>Bactris gasipaes</i>	pulpa	54 a 106 mg EAG/100g PS pulpa (Rojas, Pérez, Vaillant, & Pineda, 2016).	-	37 $\mu\text{mol ET/g PS}$ pulpa (Rojas et al., 2016).
38	Mamey	<i>Pouteria sapota</i>	pulpa	28,5 mg EAG/100g PF, ácido <i>p</i> -hidroxibenzoico principal fenólico (Yahia, Gutiérrez, & Arvizu, 2011).	-	DPPH: 253,21 $\mu\text{mol ET/L}$ (Gonzalez, 2020).

DPPH: 2,2'-difenil-1-picrilhidrazilo; EAG: Equivalente de ácido gálico; ET: Equivalente de Trolox; PS: peso seco; PF: peso fresco

Elaborado por: (Los Autores, 2022)

Tabla 1. Nombre científico, nombre común, parte de la fruta empleada para consumo humano, compuestos fenólicos, ácidos orgánicos y actividad antioxidante de frutos no tradicionales. Continuación...

N°	Nombre científico	Nombre común	Parte consumida	Compuestos fenólicos	Ácidos orgánicos (ácido cítrico)	Actividad antioxidante
39	Arazá	<i>Eugenia stipitata</i>	pulpa	109 ug EAG/g PS pulpa madura; 163 ug EAG/g PS pulpa sobremadura (Ariza, 2012). 142,43 mg EAG/g fracción comestible (Araújo et al., 2021).	-	DPPH: 139,59 $\mu\text{M ET g}^{-1}$ PS ; ABTS: 447,94 $\mu\text{M ET g}^{-1}$ PS (Araújo et al., 2021).
40	Chayote blanco	<i>Sechium edule</i>	pulpa	1,02 a 6,18 g EAG/100 g PS (Fidrianny, Kevin, & Hartati, 2016).	-	DPPH: EC ₅₀ 0,694 a 0,999 mM ET/g (Fidrianny et al., 2016).
41	Pomarosa amarilla	<i>Syzygium jambos 1</i>	pulpa	122,04 y 113,73 mg EAG/g extracto crudo (Mohamed et al., 2021a).	-	DPPH: IC ₅₀ 24,44 $\mu\text{g/mL}$ (Mohamed et al., 2021b).
42	Pomarosa roja	<i>Syzygium jambos 2</i>				
43	Calabaza, suzuka	<i>Sicana odorifera</i>	pulpa	37,2 mg EAG/100g PS pulpa; 100 mg EAG/100g PS cáscara (Mereles et al., 2021a).	0,51 g/100g PS pulpa madura acidez titulable (Oliveira, Paciulli, Ortiz, & Paula, 2020).	4,39 $\mu\text{M EAC/g PS pulpa}$; 0,201 $\mu\text{M TEAC/g PS cáscara}$ (Mereles et al., 2021b).
44	Maracuyá Badea	<i>Passiflora quadrangularis</i>	pulpa	27,60 mg EAG/100 g PS cultivo orgánico y 23,84 mg EAG/100 g PS cultivo convencional (Ramaiya et al., 2021).	-	DPPH: 4,88 mg/mL y 13,61 mg/mL (Ramaiya et al., 2021).
45	Chicle	<i>Lacmellea lactescens</i>	pulpa	-	-	

DPPH: 2,2'-difetil-1-picrilhidrazilo; EAG: Equivalente de ácido gálico; ET: Equivalente de Trolox; PS: peso seco; PF: peso fresco

Elaborado por: (Los Autores, 2022)

Tabla 1. Nombre científico, nombre común, parte de la fruta empleada para consumo humano, compuestos fenólicos, ácidos orgánicos y actividad antioxidante de frutos no tradicionales. Continuación...

N°	Nombre científico	Nombre común	Parte consumida	Compuestos fenólicos	Ácidos orgánicos (ácido cítrico)	Actividad antioxidante
46	Uva de chonta	<i>Batric concina</i>	pulpa	-	-	-
47	Cocona	<i>Solanum sessiliflorum</i>	pulpa	1,031 a 1,392 mg EAG/100g PS pulpa; 557 a 758 mg EAG/100g PS semilla (Lim, 2012).	-	DPPH: IC ₅₀ de 2,20 a 5,49 g/g PS (K. M. Gonçalves et al., 2013).

DPPH: 2,2'-difenil-1-picrilhidrazilo; EAG: Equivalente de ácido gálico; ET: Equivalente de Trolox; PS: peso seco; PF: peso fresco

Elaborado por: (Los Autores, 2022)

3 MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito campus Girón, ubicada en la Av. 12 de octubre y Wilson (0°12'29.8"S; 78°29'15.0"W), en los laboratorios de Ciencias de la Vida.

Para llevar a cabo la investigación se utilizó muestras liofilizadas del proyecto “Determinación de compuestos funcionales en las partes comestibles de diez especies vegetales ecuatorianas con coloración entre naranja y rojo”, financiado por la UPS, y dentro de este proyecto el trabajo de grado presentado por el estudiante Miguel Alexander Vizcaíno Pino para optar por el Título de Ingeniería en Biotecnología de los Recursos Naturales con el tema “Caracterización físico-química de frutos no tradicionales comercializados en mercados locales de Ecuador”, y el trabajo de grado presentado por el estudiante Michael Eduardo Villacís Tuza para optar por el Título de Ingeniería en Biotecnología de los Recursos Naturales con el tema “Caracterización físico-química, funcional y actividad antioxidante de diecisiete frutos comercializados en mercados locales de la Amazonía ecuatoriana” (Villacís, 2022; Vizcaino, 2021). Así, las muestras empleadas en este estudio se enlistan y clasifican según el color visual de la muestra liofilizada (Tabla 2).

Tabla 2. Localización geográfica de las muestras en estudio.

N°	Nombre común	Nombre científico	Coordenadas		Altitud (msnm)	Color visual de la pulpa liofilizada
1	Chamburo	<i>Vasconcellea pubescens</i>	3° 36'3,1'' S	79° 17'18,6'' W	2788	Amarillo
2	Caqui 1	<i>Diospyros kaki</i>	0° 16'18,7'' S	78° 32'10,2'' W	2884	Amarillo
3	Ovo amarillo	<i>Spondias mombin</i>	0° 22'35,78'' N	78° 29'25,73'' W	2033	Amarillo
4	Uvilla	<i>Physalis peruviana</i>	S0°11'19''	W78°23'46''	2360	Amarillo
5	Ovo rojo	<i>Spondias purpurea</i>	0°19'42.2"S	78°26'49.4"W	3257	Amarillo
6	Achotillo	<i>Nephelium lappaceum</i>	0°19'42.2"S	78°26'49.4"W	3257	Amarillo
7	Feijoa	<i>Acca sellowiana</i>	1°20'550'' S	78°31'568'' W	2315	Amarillo

Elaborado por: (Los Autores,2022)

Tabla 2. Localización geográfica de las muestras en estudio. Continuación...

Nº	Nombre común	Nombre científico	Coordenadas		Altitud (msnm)	Color visual de la pulpa liofilizada
8	Chontaduro	<i>Bactris gasipaes</i>	0° 01' 25,8" S	77° 21' 39,8" W	524	Amarillo
9	Arazá	<i>Eugenia stipitata</i>	0° 01' 25,8" S	77° 21' 39,8" W	524	Amarillo
10	Maracuyá Badea	<i>Passiflora quadrangularis</i>	1° 29' 23,64" S	77° 59' 39,13" W	955	Amarillo
11	Chicle	<i>Lacmellea lactescens</i>	0° 4' 52,84" N	79° 2' 56,29" W	600	Amarillo
12	Cocona	<i>Solanum sessiliflorum</i>	2° 18' 19,01" S	78° 7' 13,83" W	981	Amarillo
13	Jackfruit	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	0° 12' 0,277" S	78° 29' 57,848" W	2800	Beige
14	Badea	<i>Passiflora quadrangularis</i>	0° 12' 58,996" S	79° 08' 59,691" W	562	Beige
15	Fruta china	<i>Averrhoa carambola</i>	0° 6' 46" N	78° 29' 6" W	2148	Beige
16	Guaba Sierra	<i>Inga insignis</i>	0° 19' 42,2" S	78° 26' 49,4" W	3257	Beige
17	Guayaba roja	<i>Psidium guajava</i>	1° 20' 537" S	78° 31' 542" W	2300	Beige
18	Guayaba amarilla	<i>Psidium guineense</i>	1° 20' 537" S	78° 31' 542" W	2300	Beige
19	Tintiuk	<i>Phytelephas equatorialis</i>	3° 25' 60" S	78° 31' 0" W	920	Beige
20	Apai o Aguacate de monte	<i>Grias neuberthii</i>	3° 25' 60" S	78° 31' 0" W	920	Beige
21	Moriche negro	<i>Mauritia flexuosa</i>	3° 25' 60" S	78° 31' 0" W	920	Beige
22	Salak	<i>Salacca zalacca</i>	0° 4' 52,84" N	79° 2' 56,29" W	600	Beige
23	Mamey	<i>Pouteria sapota</i>	0° 01' 25,8" S	77° 21' 39,8" W	524	Beige
24	Pomarosa amarilla	<i>Syzygium jambos 1</i>	0° 01' 25,8" S	77° 21' 39,8" W	524	Beige
25	Pomarosa roja	<i>Syzygium jambos 2</i>	0° 55' 14,0" S	75° 23' 59,7" W	190	Beige
26	Uva de chonta/ chontilla/ achupara	<i>Bactric concina</i>	0° 59' 46,67" S	77° 48' 48,97" W	532	Beige
27	Pitahaya	<i>Hylocereus undatus</i>	1° 23,653" S	78° 21,005" W	1669	Blanco
28	Abridores	<i>Prunus persica</i>	0° 12' 0,277" S	78° 29' 57,848" W	2800	Blanco
29	Guaba Oriente	<i>Inga edulis</i>	0° 12' 0,277" S	78° 29' 57,848" W	2800	Blanco
30	Caimito amarillo	<i>Chrysophyllum cainito</i>	0° 01' 25,8" S	77° 21' 39,8" W	524	Blanco
31	Chayote blanco	<i>Sechium edule</i>	1° 29' 23,64" S	77° 59' 39,13" W	955	Blanco
32	Calabaza	<i>Sicana odorifera</i>	1° 29' 23,64" S	77° 59' 39,13" W	955	Blanco

Elaborado por: (Los Autores,2022)

Tabla 2. Localización geográfica de las muestras en estudio. Continuación...

N°	Nombre común	Nombre científico	Coordenadas		Altitud (msnm)	Color visual de la pulpa liofilizada
33	Tuna	<i>Opuntia ficus-indica</i>	0° 19'11,286'' S	78° 33'6,818'' W	2997	Café
34	Taxo amarillo	<i>Passiflora tripartita</i>	0°11'19'' S	W78°23'46''	2360	Café
35	Capulí	<i>Prunus salicifolia</i>	0°19'42.2"S	78°26'49.4"W	3257	Café
36	Granadilla de monte	<i>Passiflora edulis f. edulis</i>	13°13'00'' S	78°24'00'' W	2325	Café
37	Kulkas	<i>Miconia crocea</i>	0°12'33.70" S	78°20'16.40" W	3265	Café
38	Copal	<i>Dacryodes peruviana</i>	3°25'60'' S	78°31'0'' W	920	Café
39	Uva de monte o Uva de árbol	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	0° 55' 14,0" S	75° 23' 59,7" W	187	Café
40	Mora de árbol	<i>Morus alba</i>	S0°11'19''	W78°23'46''	2360	Morado
41	Mora silvestre	<i>Rubus niveus</i>	0°10'58,687'' S	78°22'59,536'' W	2339	Morado
42	Frambuesa	<i>Rubus rosifolius</i>	S0°4'4,944''	W78°44'50,112''	1506	Morado
43	Zapote	<i>Quararibea cordata</i>	0° 16'18,7'' S	78° 32'10,2'' W	2884	Tomate
44	Momordica	<i>Momordica charantia</i>	0°12'58,996'' S	79°08'59,691'' W	562	Tomate
45	Membrillo	<i>Cydonia oblonga</i>	0° 12'0,277'' S	78° 29'57,848'' W	2800	Tomate
46	Cereza agria silvestre	<i>Dovyalis hebecarpa</i>	00°07'269" S	78°26'610" W	3531	Tomate
47	Taxo morado	<i>Passiflora sp.</i>	1°12'39,4'' S	78°31'47,8'' W	2562	Tomate

Elaborado por: (Los Autores,2022)

3.1.1 Determinación de compuestos fenólicos

La extracción de compuestos fenólico se efectuó utilizando la metodología descrita por Coyago et al., (2017). Se pesó alrededor de 10 mg de muestra liofilizada en una balanza Mettler Toledo, modelo ML204 (Mettler Toledo, Suiza) en un tubo eppendorf de 2 mL y se mezcló con metanol Fisher (Novachem, Ecuador) al 80 % acidificado con ácido clorhídrico H.V.O (H.V.O, Ecuador) al 0,1 %. Esta mezcla fue agitada en un vortex Fisher Scientific modelo LP Vortex Mixer (Thermo Fisher Scientific, Korea) por 30 segundos y después agitada en un ultrasonido Fisher Scientific modelo FS60D (Thermo Fisher Scientific, México) por 3 minutos, posteriormente se centrifugó por 3 minutos a 13300 rpm en una microcentrífuga Labnet modelo C2400-B Spectrafuge 24D (Labnet biotécnica, USA) y el sobrenadante fue recuperado. Este

proceso se repitió por dos veces con 500 µL de metanol acidificado. El extracto fue guardado en congelación hasta el respectivo análisis.

La cuantificación de compuestos fenólicos totales se llevó a cabo empleando el método de Folin-Ciocalteu, para lo cual se colocó en una microplaca VWR, Tissue culture plates 96 wells-F Sterile (Avantor, USA) 20µL de muestra, 100 µL de folin Sigma-Aldrich (Merck, Alemania) al 20% (v/v) y se esperó 3 minutos para después colocar 75 µL de carbonato de sodio Fisher al 10 % (m/v) (Novachem, Alemania). Este proceso se trabajó en la oscuridad. La placa se envolvió con papel aluminio para posteriormente llevarla al agitador de placas Fisher Scientific modelo 4310 Shaker Orbital (Thermo Fisher Scientific, USA) por 2 horas y consecutivamente ser leída en un espectrofotómetro con lector de microplacas BioTek Epoch (Proinstra S.A, USA) a 750 nm, La concentración de compuestos fenólicos totales se calculó con las ecuaciones 1 y 2 y los resultados se expresaron en mg de equivalentes de ácido gálico/100 g de peso seco.

Para la preparación de la curva de calibración se pesó 5 mg de ácido gálico Lobachemie (Cesar Vásquez, Ecuador) y se aforó a 10 mL con agua destilada. De la solución madre se tomaron 0, 20, 40, 80, 120, 160, 180 y 200 µL de la solución madre y se aforó a 1mL, cada una de las diluciones se trató como una muestra y se leyó la absorbancia.

$$FT = OA + (m * Abs)$$

Ecuación 1. Concentración de compuestos fenólicos totales

Donde:

FT: Concentración de compuestos fenólicos totales (mg/mL)

OA: Ordenada al origen de la recta de calibrado

m: Pendiente de la recta de calibrado

Abs: Absorbancia medida en el espectrofotómetro a 750 nm

$$FT \left[mg \frac{GAE}{g} \right] = (C) * \frac{V}{m} * Fd$$

Ecuación 2. Fenoles totales

Donde:

C: Concentración obtenida de la curva de calibración (mg/mL)

V: Volumen del extracto (mL)

m: Muestra (g)

Fd: Factor de dilución

3.1.2 Determinación de ácido cítrico

La determinación de ácido cítrico se efectuó utilizando la metodología de Macrae, (1988). Se pesó aproximadamente 40 mg de muestra liofilizada en un eppendorf de 2 mL y se colocó 1,5 mL de una solución de ácido sulfúrico Merck (Merck, Alemania) 0,02 N con ácido metafosfórico Sigma-Aldrich (Merck, Alemania) y homocisteína Sigma-Aldrich (Merck, Alemania). La solución se agitó en el vórtex Fisher Scientific modelo LP Vortex Mixer (Thermo Fisher Scientific, Korea) y posteriormente en el baño ultrasonido Fisher Scientific modelo FS60D (Thermo Fisher Scientific, México) por 3 min, luego de este tiempo se colocó 500 µL de solución de ácido sulfúrico Merck (Merck, Alemania) y se centrifugó en una microcentrífuga Labnet modelo C2400-B Spectrafuge 24D (Labnet biotécnica, USA) a 14000 rpm durante 5 minutos a 4 °C. El sobrenadante se filtró con un filtro de PVDF de 0,45 µm y el extracto filtrado se colocó en un vial para la lectura en el RRLC Agilen 1200 acoplado a un detector DAD-UV-VIS, y una columna YMC-Triart C18 (150 × 4,6 mml.D, S-3 µm, 12 nm).

La preparación de la fase móvil consistió en 0,27 mL de H₂SO₄ Merck (Merck, Alemania) al 96% y aforada con 1 L de agua desionizada y filtrada por una membrana de PDVF de 0,45 µm.

Los parámetros de corrida fueron: un flujo de 1 mL/min, tiempo de corrida de 30 min, volumen de inyección de 20 µL y longitud de onda de 210 nm. La curva de calibración fue preparada empleando 500 mg de estándar de ácido cítrico BDH Sigma-Aldrich (Merck, Alemania) aforado en 5 mL de la solución de ácido sulfúrico Merck (Merck, Alemania) 0,02 N. La concentración de ácido cítrico se calculó con la ecuación 3 y los resultados se expresaron en mg/100g de ácido cítrico de peso seco (PS).

$$C2 = \frac{C1 * V * 100 * D}{P} * 100$$

Ecuación 3. Concentración de ácido cítrico

Donde:

C₁: Concentración (mg/mL) de la muestra

C₂: Concentración verdadera de la muestra (mg/100g)

V: Volumen (mL)

P: Peso (g)

D: Dilución

100: Factor de conversión de unidades

3.1.3 Determinación de actividad antioxidante

La determinación de actividad antioxidante se efectuó utilizando la metodología de Vinha et al., (2014) Se pesó aproximadamente 20 mg de muestra liofilizada en un eppendorf de 2 mL y se colocó 1 mL de metanol Fisher (Novachem, Ecuador). Esta solución se agitó en un vortex Fisher Scientific modelo LP Vortex Mixter (Thermo Fisher Scientific, Korea) por 30 segundos, luego en un ultrasonido Fisher Scientific modelo FS60D (Thermo Fisher Scientific, México) por 3 minutos y posteriormente se centrifugó en una microcentrífuga Labnet, Modelo C2400-B Spectrafuge 24D (Labnet biotécnica, USA) por 3 minutos a 13300 rpm.

Para la construcción de la curva de calibración se emplearon 2 mg de ácido ascórbico Emsure (Merck, Alemania) aforado con 2 mL de metanol Fisher (Novachem, Ecuador) y se realizaron diluciones de 0,2,3,4,5,6 µg/mL. Por otra parte, se pesó 10 mg de DPPH Sigma-Aldrich (Merck, Alemania) se aforó a 50 mL con metanol Fisher (Novachem, Ecuador), se agitó en el vortex Fisher Scientific modelo LP Vortex Mixer (Thermo Fisher Scientific, Korea) por 30 segundos y se llevó al ultrasonido Fisher Scientific modelo FS60D (Thermo Fisher Scientific, México) por 3 minutos. Finalmente la microplaca VWR, Tissue culture plates 96 wells-F, sterile (Avantor, USA) se agitó en un agitador de placas Fisher Scientific modelo 4310 Shaker Orbital (Thermo Fisher Scientific, USA) por 30 min y posteriormente se cuantificó la absorbancia en un espectrofotómetro con lector de microplacas BioTek, Epoch (Proinstra S.A, USA) a 560 nm. La concentración de ácido cítrico se calculó con las ecuaciones 5-6-7 y los resultados se expresaron µmol de Equivalente de ácido ascórbico (EAA) /g de PS.

$$CA = \frac{(Cc * V * D)}{Pm} * 100$$

Ecuación 4. Concentración de la actividad antioxidante

Donde:

CA: Concentración de la actividad antioxidante

Cc: Concentración de DPPH en µM

V: Volumen mL

Pm: Peso de muestra mg

D: Factor de dilución

3.1.4 Análisis estadístico

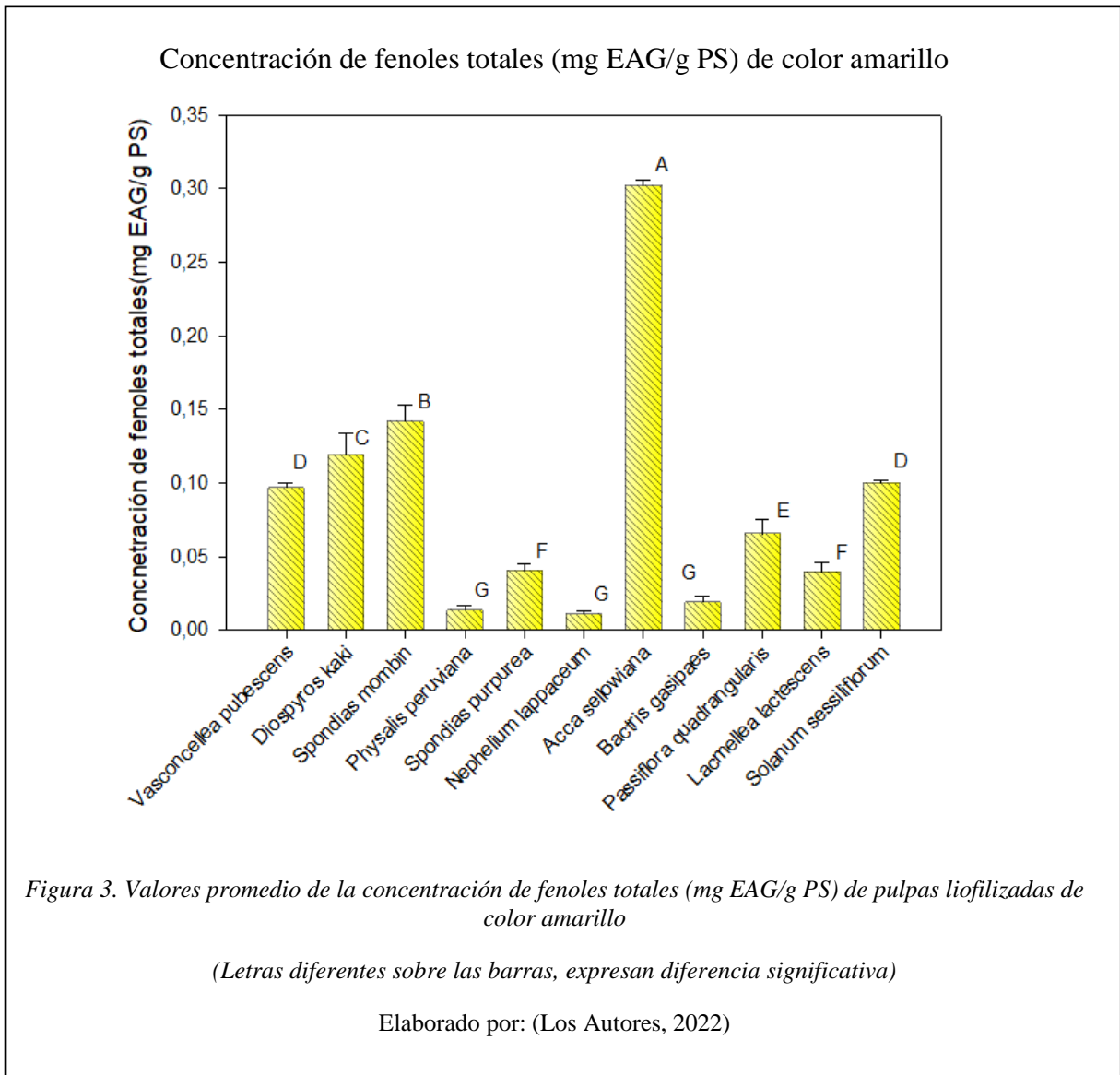
El análisis estadístico consideró un ANOVA simple empleando el programa INFOSTAT versión 2019 y se comparó cada grupo de muestras mediante la prueba Tukey. Las gráficas fueron realizadas con el programa SIGMAPLOT 14.0.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las muestras en estudio presentaron en mayor cantidad liofilizados de color beige (14 muestras) y amarillas (12 muestras); sin embargo, también se observaron muestras con colores como el blanco (6 muestras), Café (6 muestras), morado (4 muestras) y tomate (5 muestras). Cada una de ellas colectadas en diferentes sitios del Ecuador, tal como constan en estudios previos (Villacís, 2022; Vizcaino, 2021).

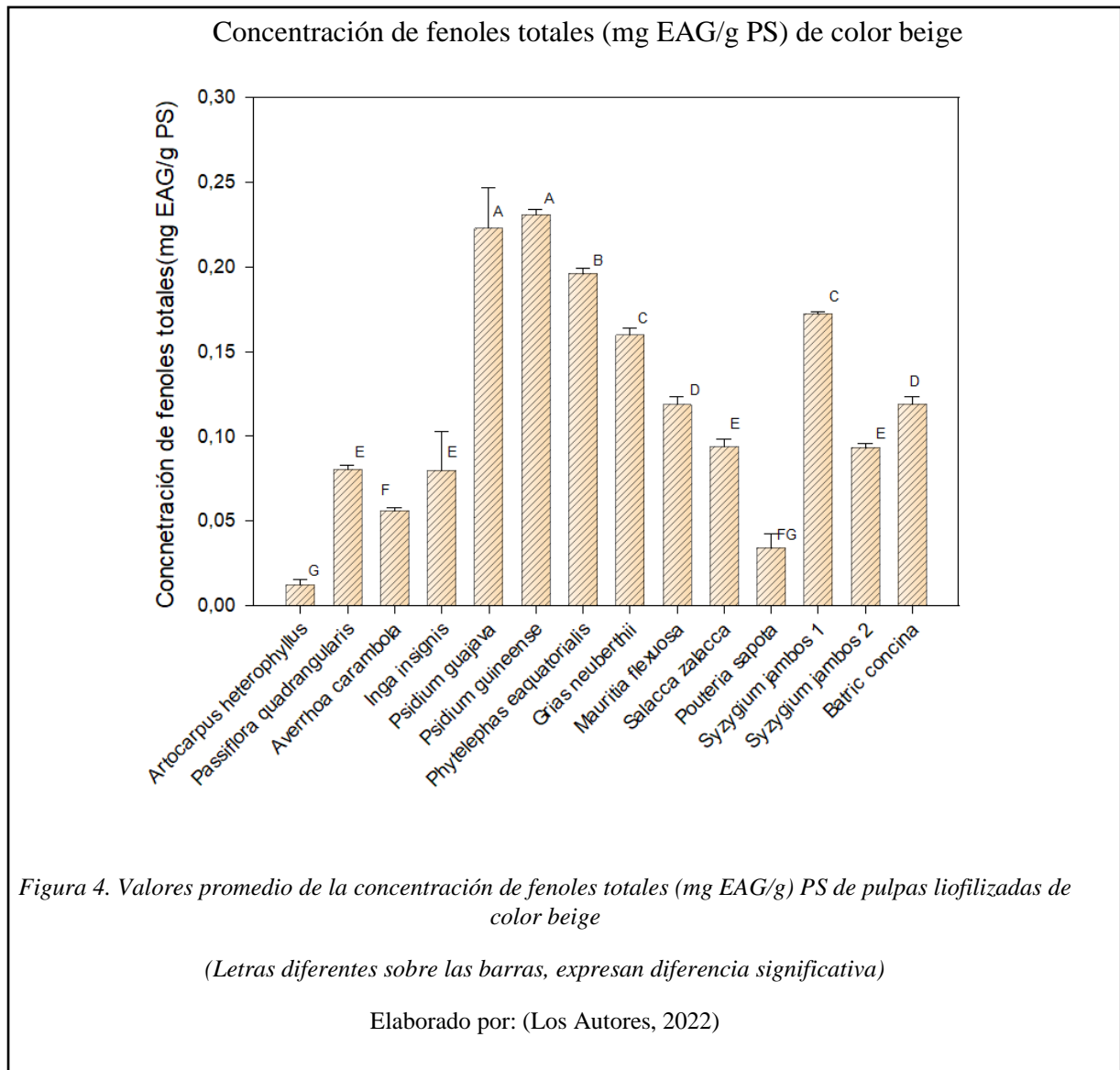
4.1 Concentración de fenoles totales

En la (Figura 3) se muestran los valores promedio de la concentración de fenoles totales de pulpas liofilizadas de color amarillo, el cual señala un rango de valores entre 0,01mg EAG/g PS (*Nephelium lappaceum* (Achotillo)) a 0,30 mg EAG/g PS (*Acca sellowiana* (feijoa)). Estos resultados señalan una diferencia estadística marcada entre las muestras analizadas en esta sección, reportando una concentración mayor en feijoa, seguido de *Spondias mombin* (Ovo amarillo) con una concentración de 0,14 mg EAG/g PS. Además, la *Lacmellea lactescens* y la *Spondias purpurea* mostraron valores similares, así como la *Vasconcellea pubescens* y el *Solanum sessiflorum*. Los resultados encontrados en este estudio para feijoa fueron superiores a los valores presentados en otros estudios (0,17 mg EAG/g PS) (Carvajal, 2015) mientras que para ovo amarillo los resultados de otros estudios fueron superiores (0,71 mg EAG/g PS) (Guevara et al., 2019) a los valores en este estudio. Estas variaciones pudieron deberse a la diferencia de metodologías empleadas dentro del proceso de extracción, e incluso el tipo de muestra analizada, el lugar de origen de la muestra y demás aspectos que podrían ocasionar las variaciones tal como sugieren otros autores (Coyago-Cruz et al., 2017).



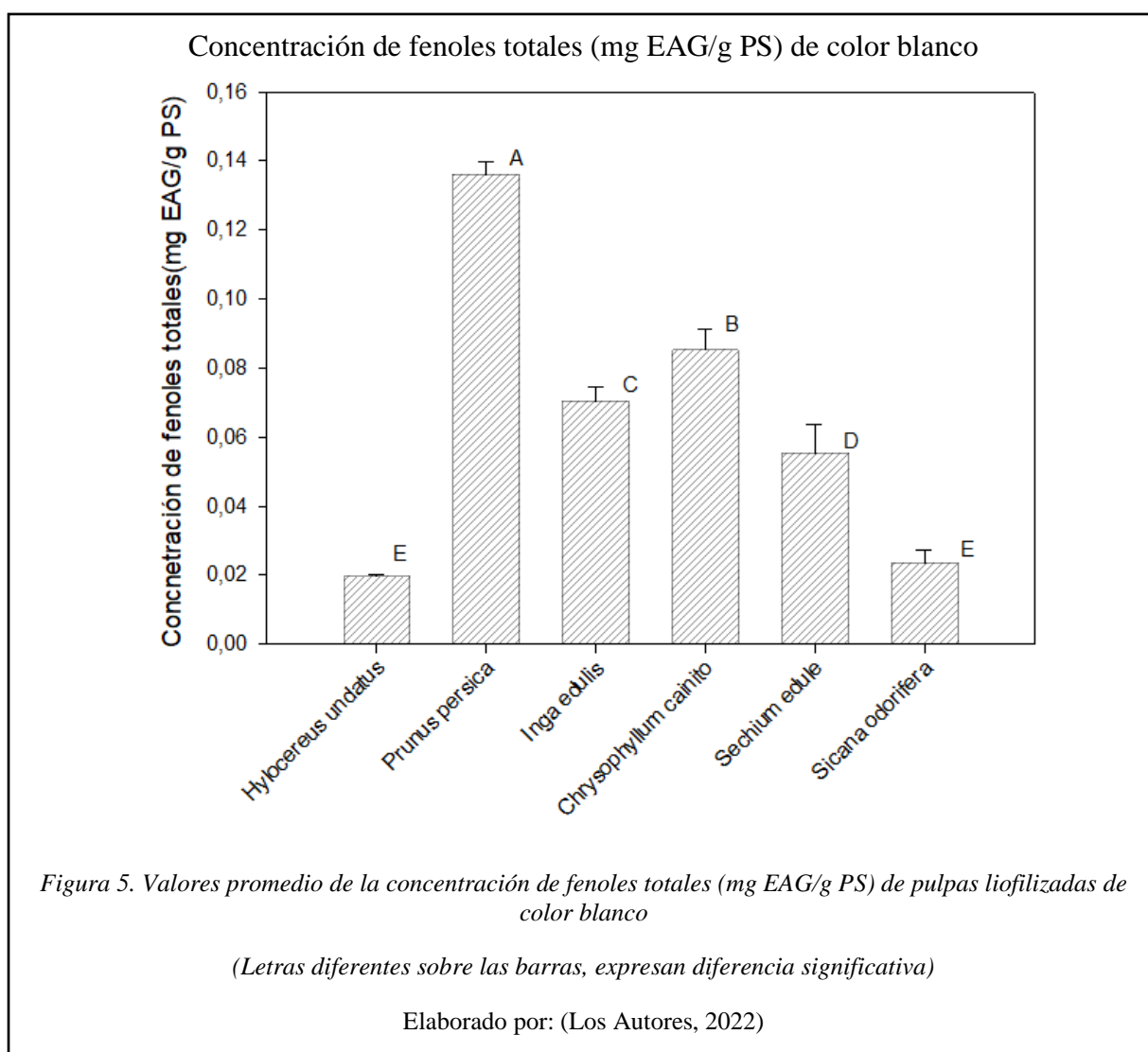
En la (Figura 4) se muestran los valores promedio de la concentración de fenoles totales de pulpas liofilizadas de color beige. Los resultados mostraron un rango de concentración desde 0,01 mg EAG/g PS *Artocarpus heterophyllus* (Jackfruit) hasta 0,23 mg EAG/g PS (*Psidium guineense*). A su vez, la *Psidium guineense* (Guayaba amarilla) fue la fruta que presentó la más alta concentración seguida de *Psidium guajava* (Guayaba roja) con una concentración de 0,22 mg EAG/g PS. A su vez, el análisis estadístico mostró diferencias estadísticas entre las diferentes frutas analizadas, sin embargo, especies como *Psidium guajava* y *Psidium guineense*; *Grias neuberthii* y *Syzygium jambos* 1; *Passiflora quadrangularis*, *Inga insignis*, *Salacca zalacca* y *Syzygium jambos* 2 mostraron similaridad estadística. Así, los resultados de *Psidium*

guajava (Guayaba roja) encontrados en este estudio fueron inferiores a los reportados por Restrepo-Sanchez et al., (2009) quienes reportan una concentración 0,13 mg EAG/g PS.



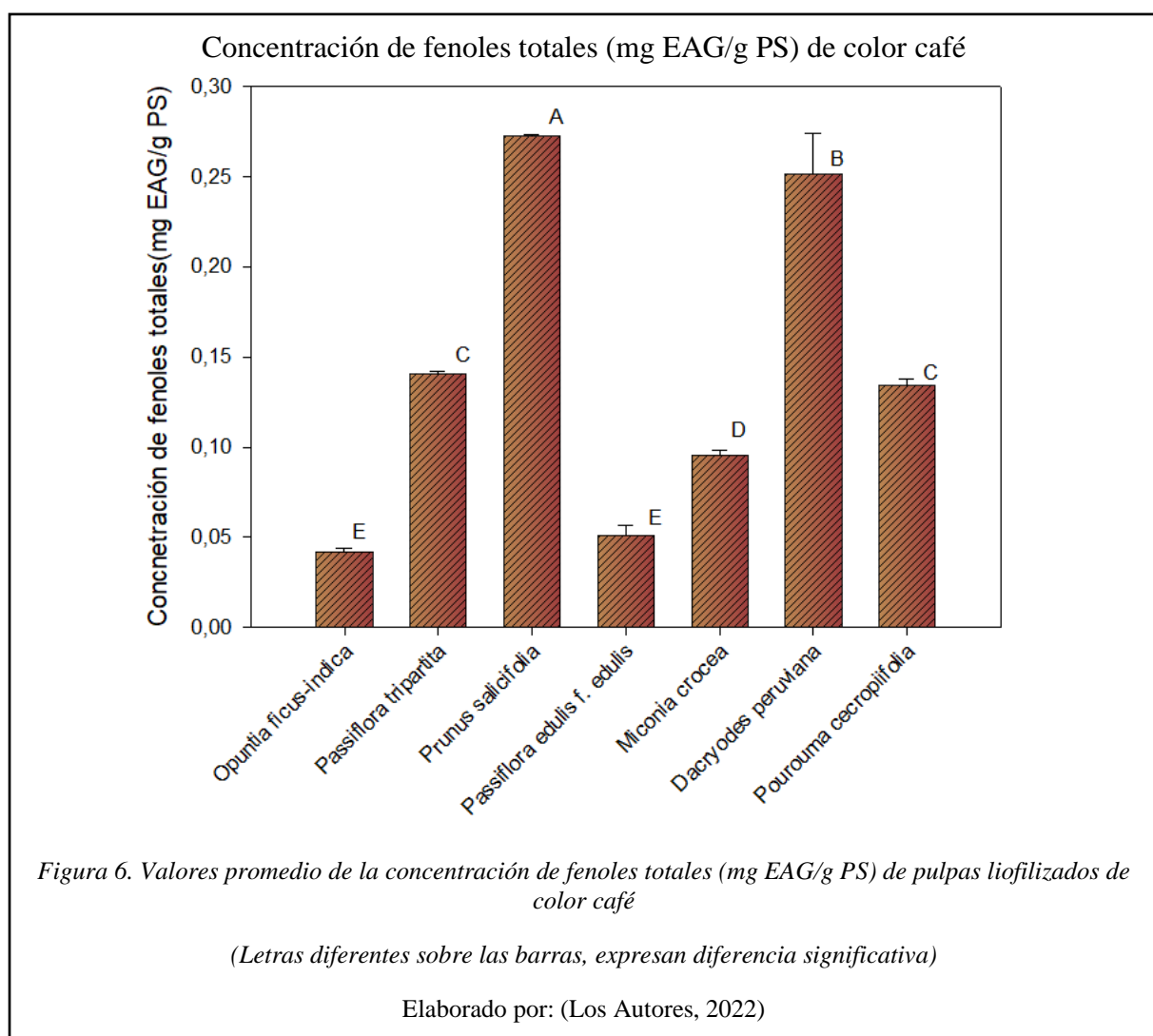
En la (Figura 5) se muestran los valores promedio de la concentración de fenoles totales de pulpas liofilizadas de color blanco. La concentración en este grupo de estudio varió en un rango de 0,02 mg EAG/g PS (*Hylocereus undatus* (Pitahaya)) hasta 0,14 mg EAG/g PS (*Prunus persica* (Abridores)). Así, la *Prunus persica* (Abridores) mostró la mayor concentración de compuestos fenólicos en pulpas liofilizadas de color blanco, seguida de *Chrysophyllum cainito* (Caimito amarillo) con una concentración de 0,09 mg EAG/g PS. Además, el análisis estadístico

mostró similitudes entre *Hylocereus undatus* y *Sicana odorifera*. Por otra parte, los resultados de *Prunus persica* (Abridores) guardaron relación con otros estudios que reportaron una concentración de 0,14 mg EAG/g PS Mihaylova et al., (2021), sin embargo los valores de *Chrysophyllum cainito* (Caimito amarillo) encontrados en este estudio fueron menores comparados con el estudio de Li et al., (2015) que reportó una concentración de 30,1 mg EAG/g PS.



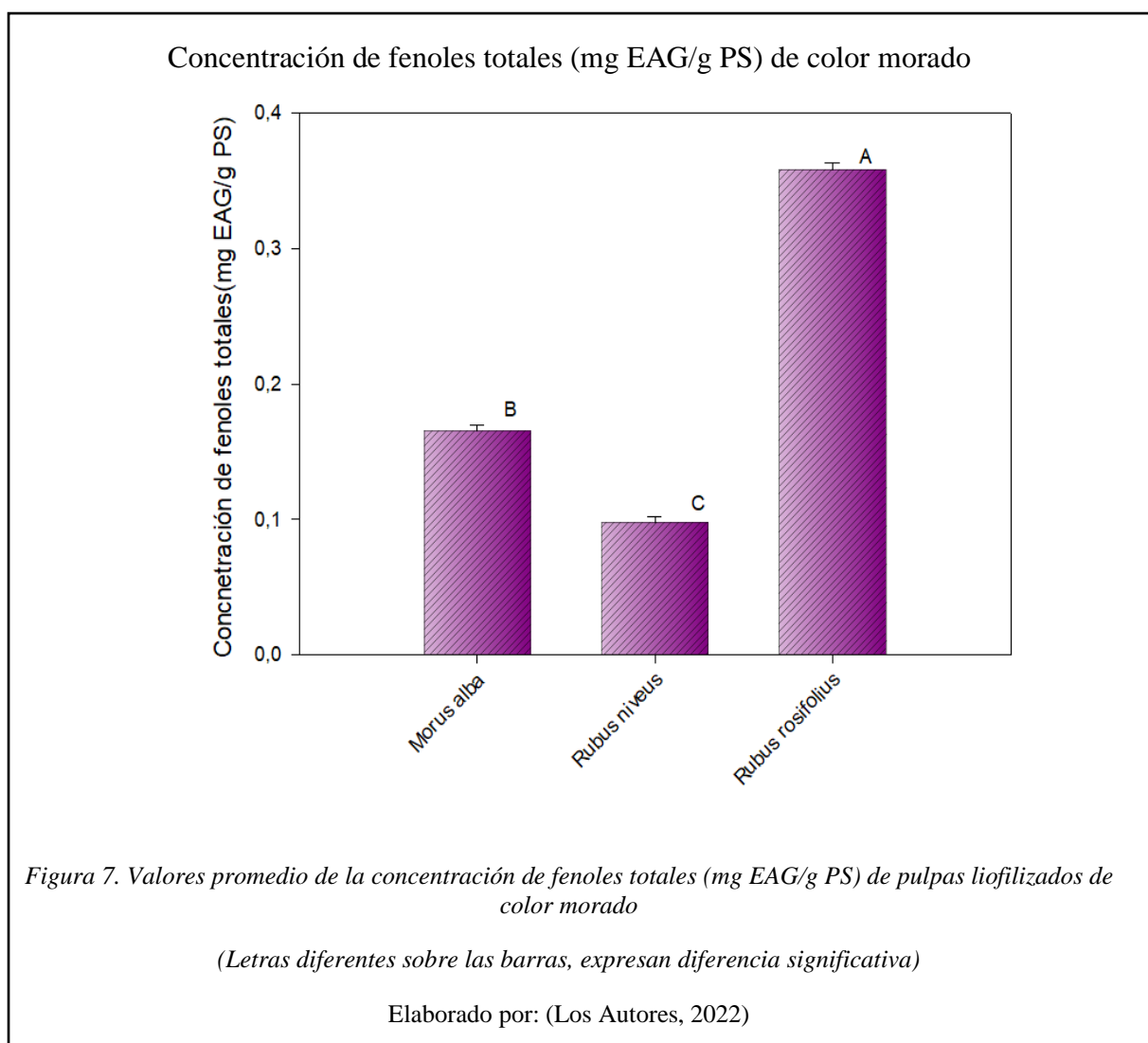
En la (Figura 6) se muestran los valores promedio de la concentración de fenoles totales de pulpas liofilizadas de color café. La concentración en este grupo de estudio varió en un rango de 0,04 mg EAG/g PS (*Opuntia ficus-indica* (Tuna)) hasta 0,27 mg EAG/g PS (*Prunus*

salicifolia (Capulí)). Así, *Prunus salicifolia* (Capulí) mostró la mayor concentración de compuestos fenólicos en pulpas liofilizadas de color café, seguida de seguida *Dacryodes peruviana* (Copal) con una concentración de 0,25 mg EAG/g PS. Además, el análisis estadístico mostró similitudes entre *Passiflora tripartita* y *Pourouma cecropilifolia*, *Opuntia ficus indica* y *Passiflora edulis f. edulis*. Por otra parte, los resultados encontrados en este estudio para *Prunus salicifolia* (Capulí) fueron menores que la concentración reportada por Mikulic-Petkovsek et al., (2016) (0,95 mg EAG/g PS).



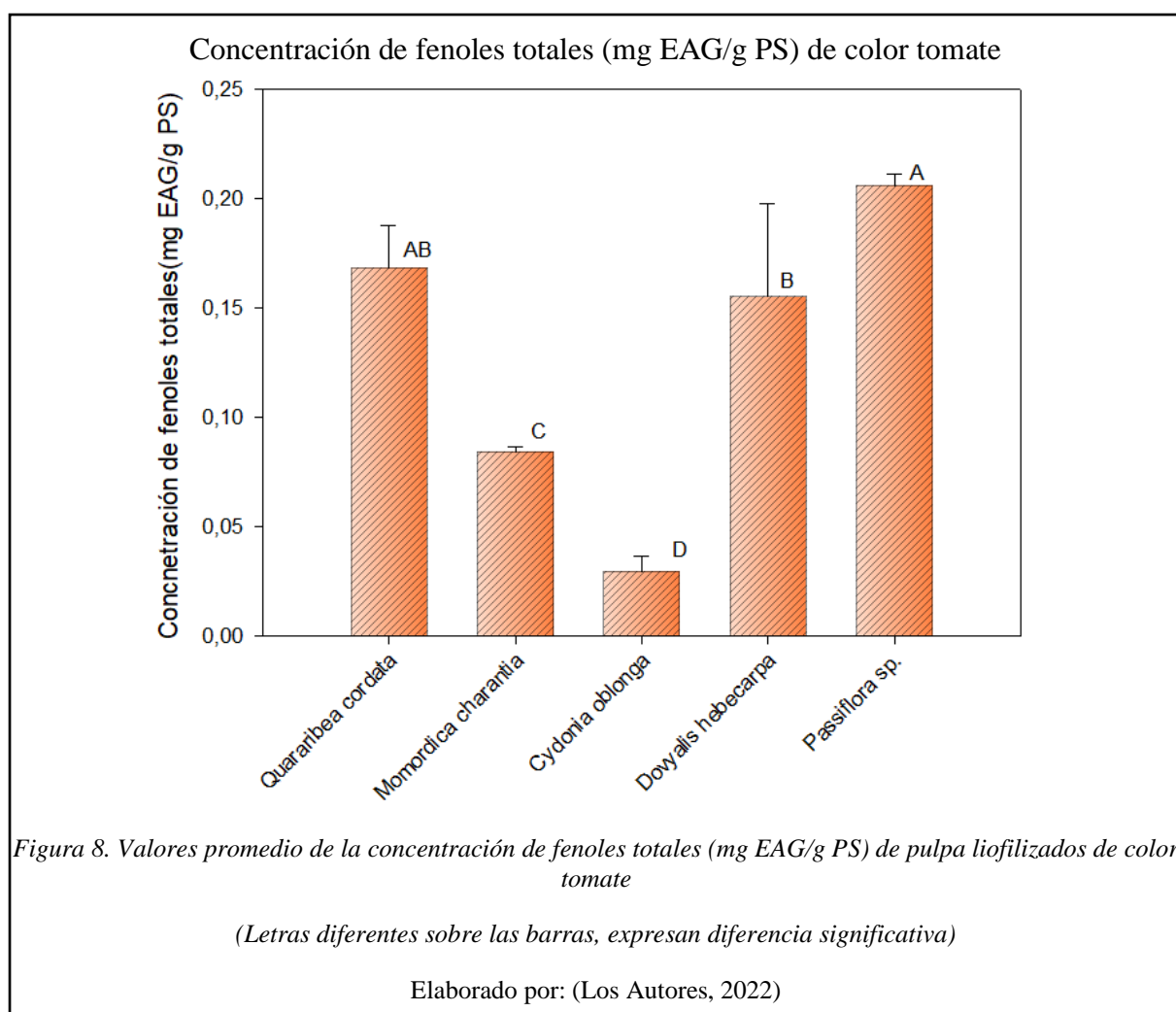
En la (Figura 7) se muestran los valores promedio de la concentración de fenoles totales de pulpas liofilizadas de color morado. La concentración en este grupo de estudio varió en un rango de 0,10 mg EAG/g PS (*Rubus niveus* (Mora silvestre)) hasta 0,36 mg EAG/g PS (*Rubus*

rosifolius). Así, *Rubus rosifolius* (Frambuesa silvestre) mostró la mayor concentración de compuestos fenólicos en pulpas liofilizadas de color morado, seguida de *Morus alba* (Mora de árbol) con una concentración de 0,17 mg EAG/g PS. Por otra parte, los resultados encontrados en este estudio para *Rubus rosifolius* (Frambuesa silvestre) fueron menores que las concentraciones reportadas por el estudio de Desmiaty et al., (2018) (80,62 mg EAG/g PS), a su vez, el estudio de Butkhup et al., (2013) mostró que *Morus alba* (Mora de árbol) reportó un rango de concentración de 0,10 a 0,21 mg EAG/g PS guardaron relación con los valores encontrados en este estudio.



En la (Figura 8) se muestran los valores promedio de la concentración de fenoles totales de pulpas liofilizadas de color tomate. La concentración en este grupo de estudio varió en un

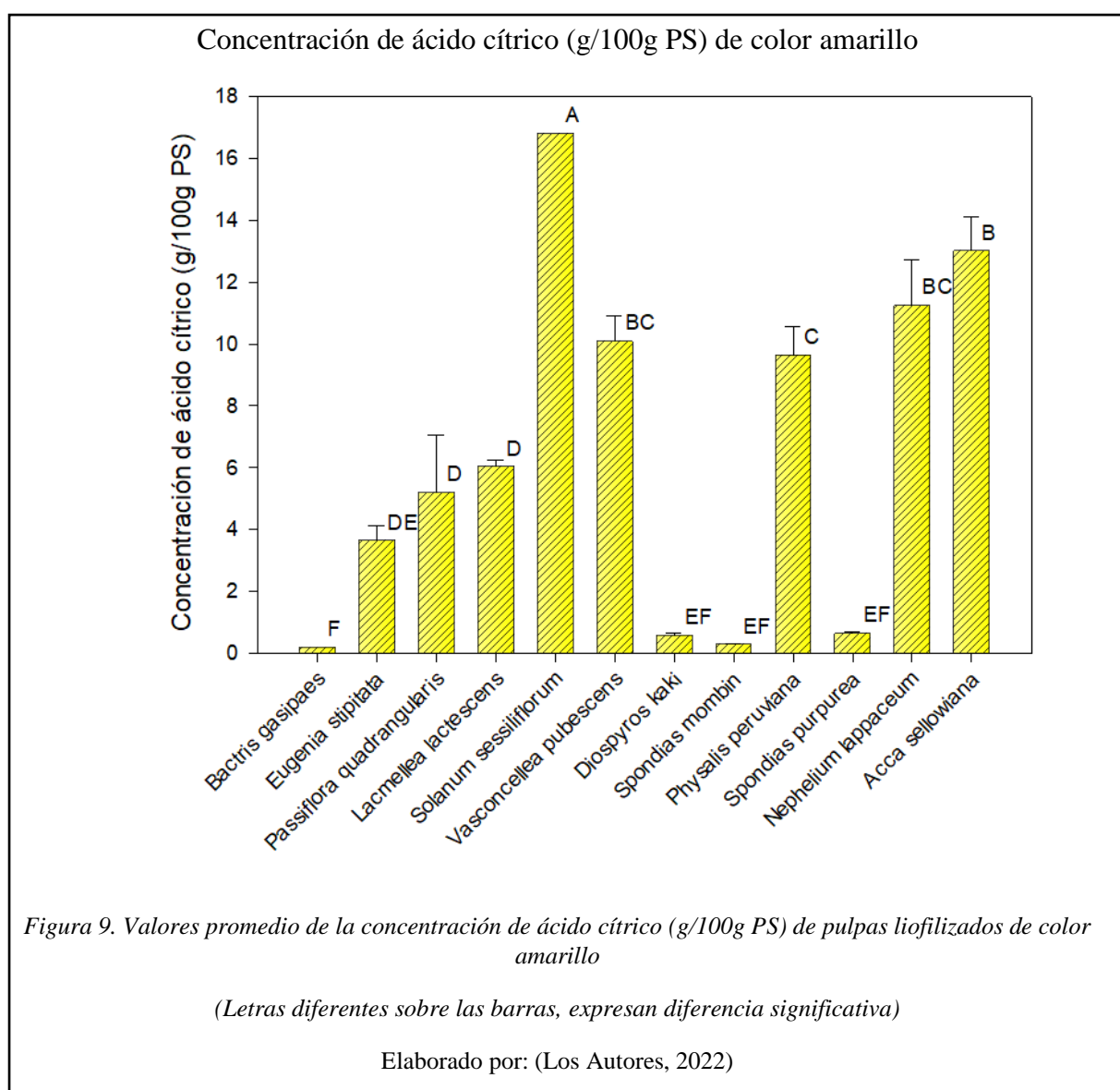
rango de 0,03 mg EAG/g PS (*Cydonia oblonga* (Membrillo)) hasta 0,21 mg EAG/g PS (*Passiflora sp.*). Así, *Passiflora sp.* (Taxo morado) mostró la mayor concentración de compuestos fenólicos en pulpas liofilizadas de color tomate (0,21 mg EAG/g PS), junto con *Quararibea cordata* (Zapote) con una concentración de 0,17 mg EAG/g PS. En este contexto, los resultados de *Quararibea cordata* (Zapote) en este estudio fueron superiores a los valores reportados por S. Monteiro et al., (2017) que reportaron una concentración 0,06 mg EAG/g PS.



4.2 Concentración de ácido cítrico

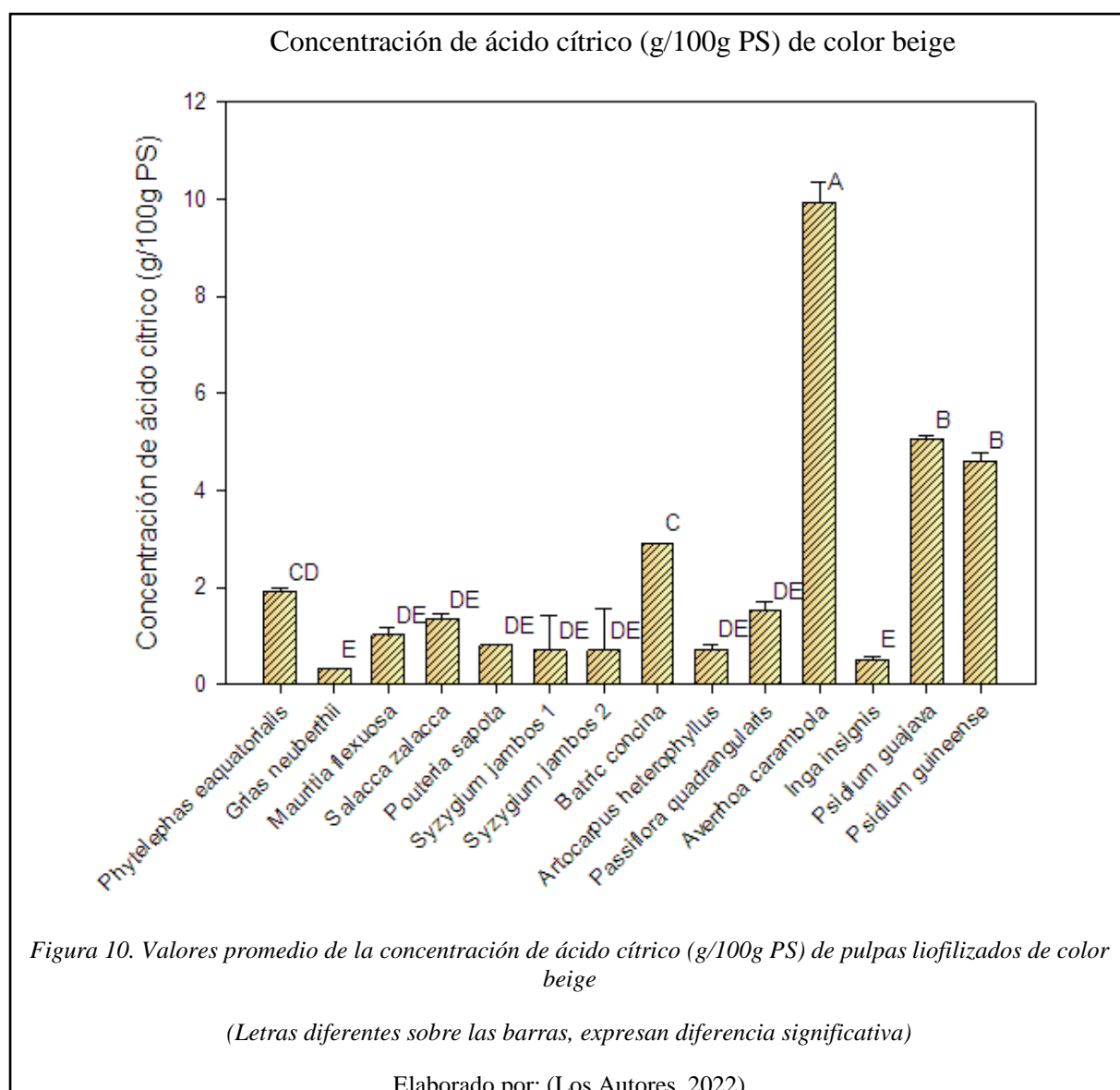
En la (Figura 9) se muestran los valores promedio de la concentración de ácido cítrico de pulpas liofilizadas de color amarillo. La concentración en este grupo de estudio varió en un rango de 0,24 g de ácido cítrico/100g PS (*Batris gasipaes* (Chontaduro)) hasta 16,78 g de ácido

cítrico/100g PS (*Solanum sessiliflorum*). Así, *Solanum sessiliflorum* (Cocona) mostró la mayor concentración de ácido cítrico en pulpas liofilizadas de color amarillo, seguido de *Acca sellowiana* (Feijoa) con una concentración de 13,02 g de ácido cítrico/100g PS. A su vez, el análisis estadístico mostró una igualdad estadística entre *Vasconcellea pubescens* y *Naphelium lappaceum*, *Passiflora quadrangularis* y *Lamellea lactescens*, *Diospyros kaki*, *Spondias mombin* y *Spondias purpurea*. Los resultados encontrados en este estudio para *Acca sellowiana* (Feijoa) fueron menores a los reportados por Carvajal, (2015) (9,84 g ácido cítrico/100g PS).

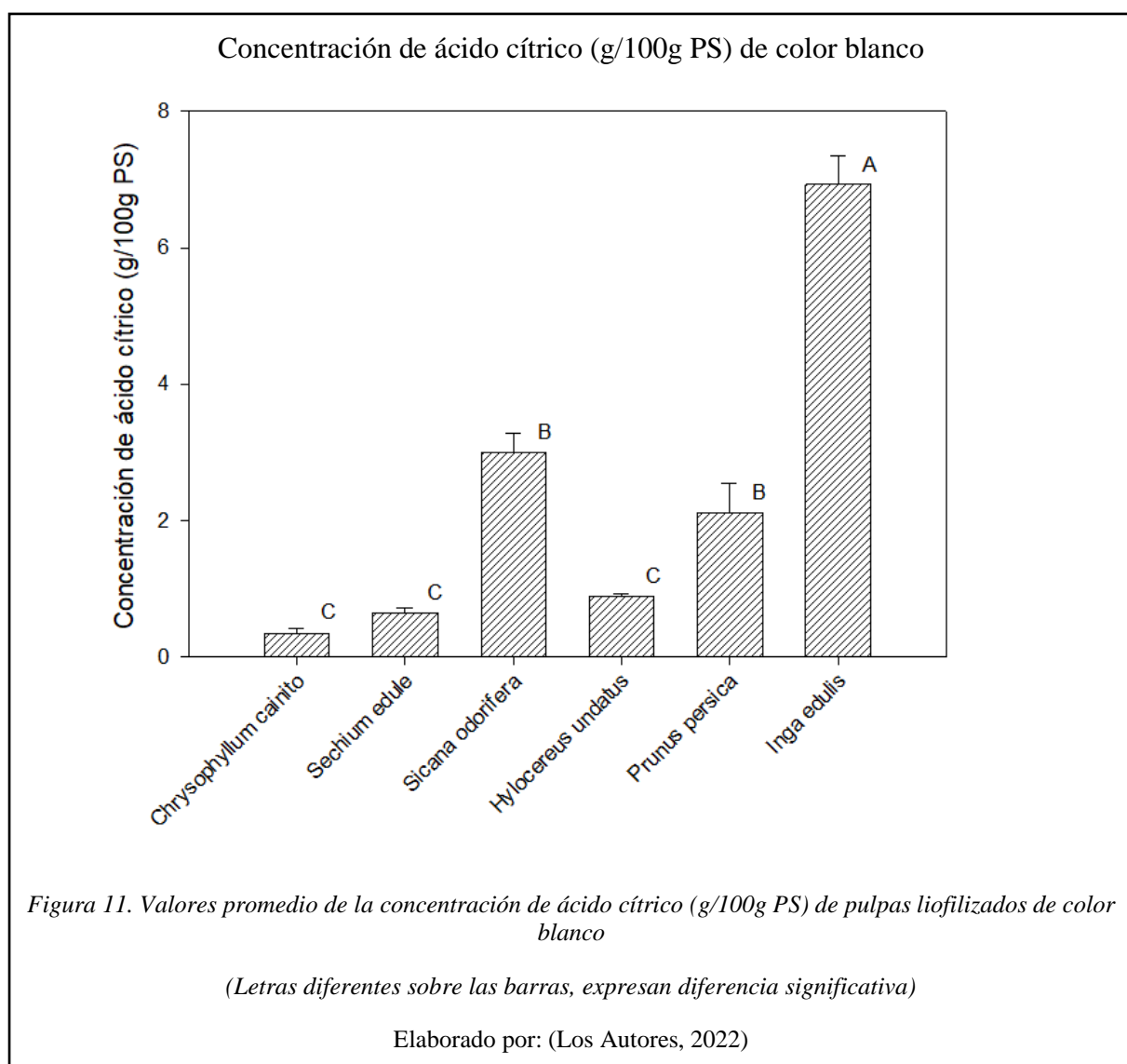


En la (Figura 10) se muestran los valores promedio de la concentración de ácido cítrico de pulpas liofilizadas de color beige. La concentración en este grupo de estudio varió en un

rango de 0,32 g de ácido cítrico/100 g PS (*Grias neuberthii* (Apai)) hasta 9,91 g de ácido cítrico/100g PS (*Averrhoa carambola*). Así, *Averrhoa carambola* (Fruta china) mostró la mayor concentración de ácido cítrico, seguido de *Psidium guajava* (Guabaya roja) con una concentración de 5,06 g de ácido cítrico/100g PS. Por otra parte, los resultados encontrados en este estudio para *Averrhoa carambola* (Fruta china) fueron superiores a los resultados encontrados en el estudio de Guevara et al., (2019) (0,02 g de ácido cítrico/100g PS), a su vez, *Psidium guajava* (Guabaya roja) presentó una concentración superior a los valores reportados por Quintero et al., (2019) que menciona una concentración de 3,11 g de ácido cítrico/100g PS.

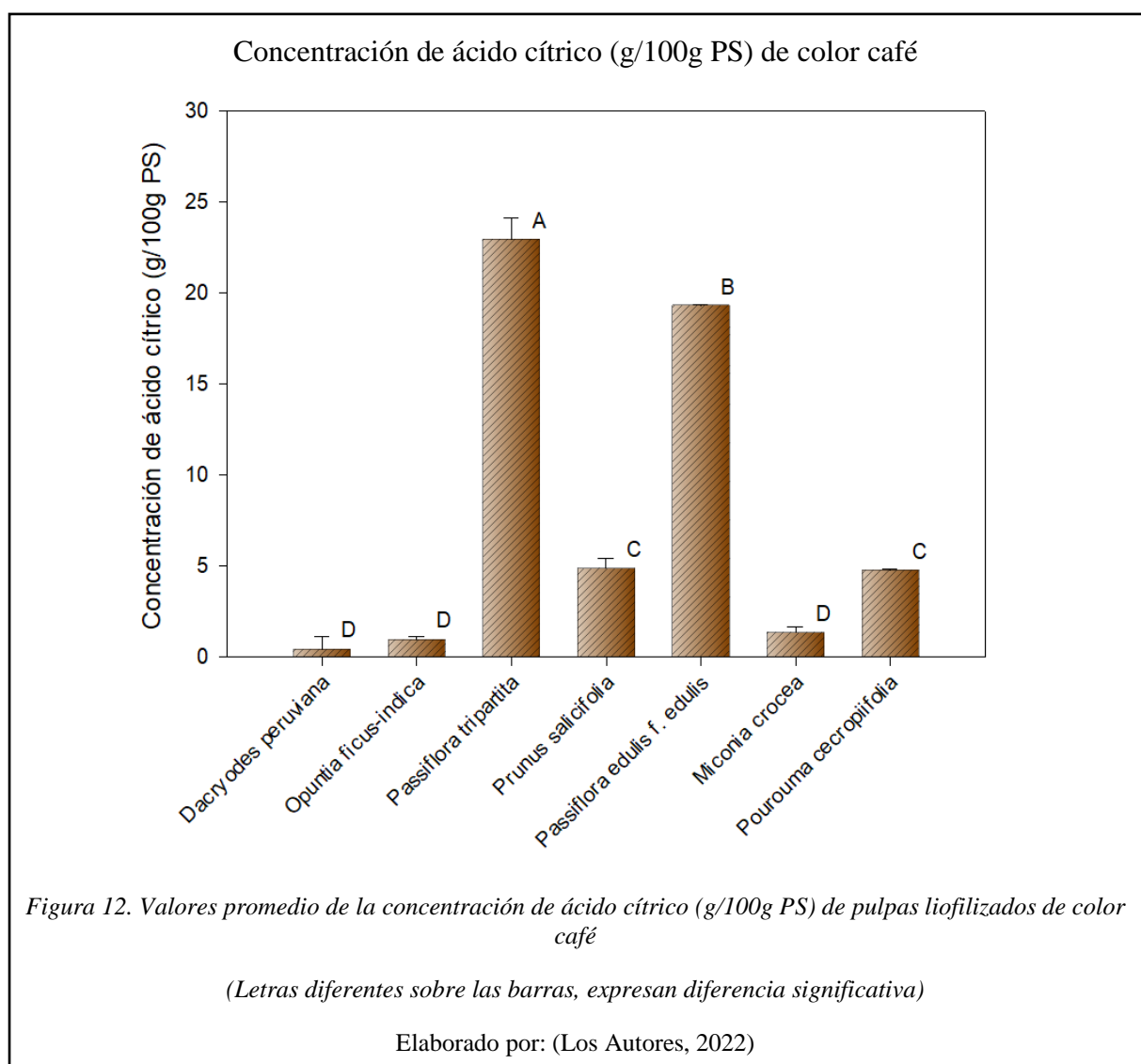


En la (Figura 11) se muestran los valores promedio de la concentración de ácido cítrico de pulpas liofilizadas de color blanco. La concentración en este grupo de estudio varió en un rango de 0,31 g de ácido cítrico/100 g PS (*Chrysophyllum cainito* (Caimito amarillo)) hasta 6,93 g de ácido cítrico/100 g PS (*Inga edulis*). Así, *Inga edulis* (Guaba oriente) mostró la mayor concentración de ácido cítrico en pulpas liofilizadas de color blanco, seguida por *Sicana odorifera* (Calabaza) con una concentración de 3,03 g de ácido cítrico/100g PS.



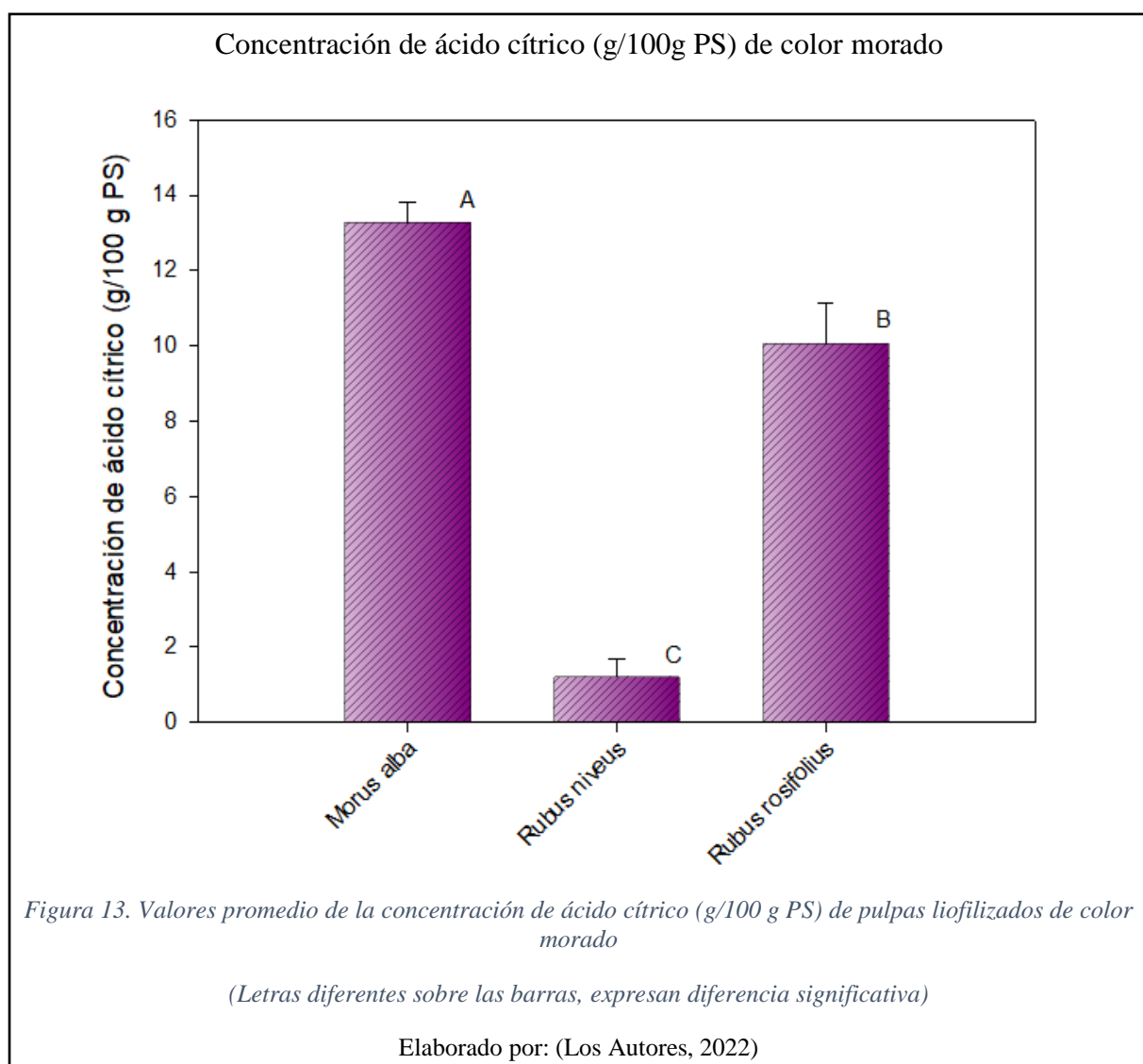
En la (Figura 12) se muestran los valores promedio de la concentración de ácido cítrico de pulpas liofilizadas de color café. La concentración en este grupo de estudio varió en un rango entre 0,46 g de ácido cítrico/100 g PS (*Dacryodes peruviana* (Copal)) hasta 22,99 g de ácido

cítrico/100 g PS (*Passiflora tripartita*). Así, *Passiflora tripartita* (Taxo amarillo) mostró la mayor concentración de ácido cítrico en pulpas liofilizadas de color café, seguido por *Passiflora edulis f. edulis* (Granadilla de monte) con una concentración de 19,34 g ácido cítrico/100g PS. Por otra parte, los resultados encontrados en este estudio para *Passiflora edulis f. edulis* (Granadilla de monte) fueron mayores a la concentración reportada por Franco et al., (2014) (5,4 g de ácido cítrico/100g PS).



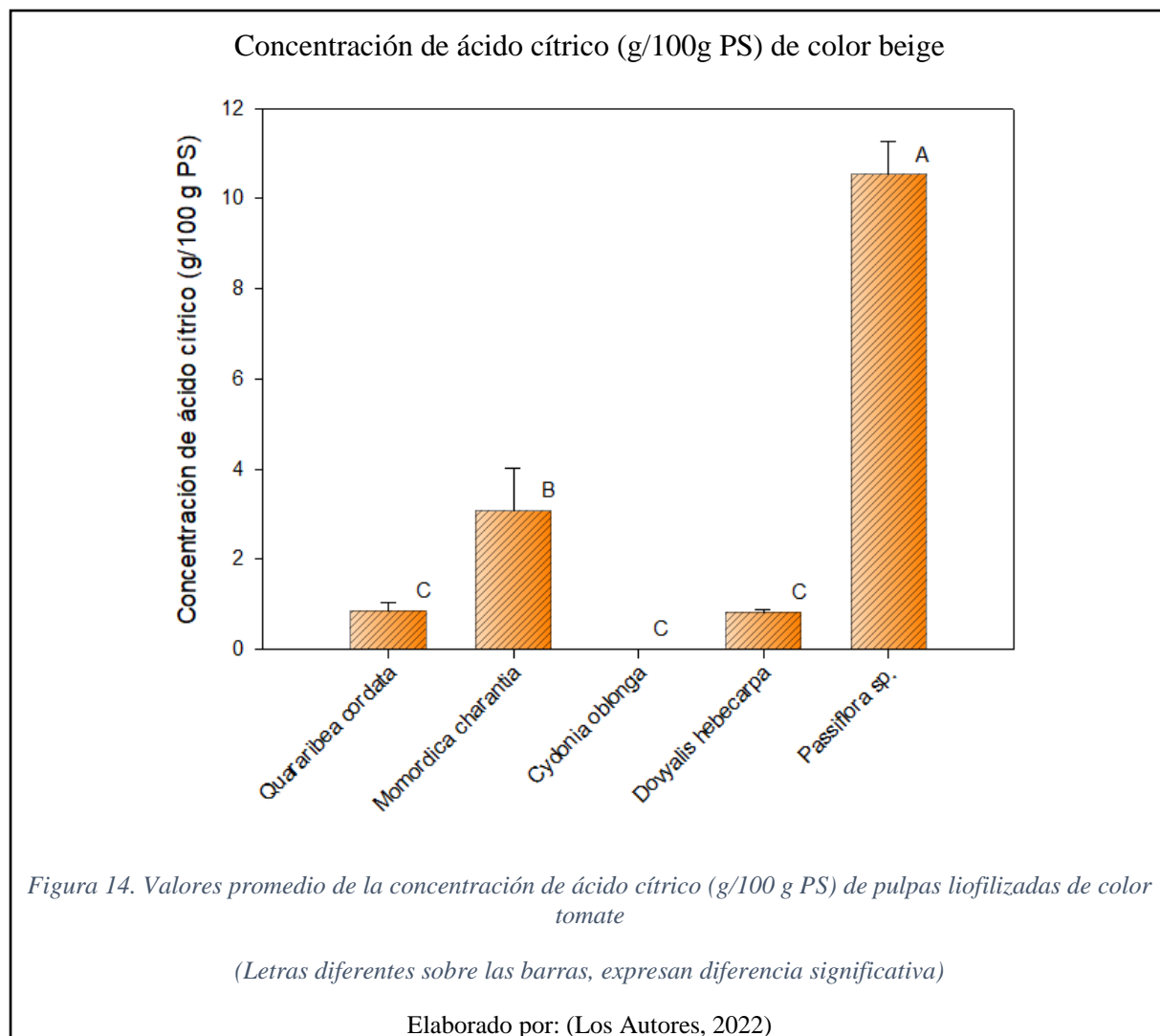
En la (Figura 13) se muestran los valores promedio de la concentración de ácido cítrico de pulpas liofilizadas de color morado. La concentración en este grupo de estudio varió en un rango de 1,21 g de ácido cítrico/100 g PS (*Rubus niveus* (Mora silvestre)) hasta 13,29 g de ácido

cítrico/100 g PS (*Morus alba*). Así, *Morus alba* (*Mora de árbol*) mostro la mayor concentración de ácido cítrico en pulpas liofilizadas de color morado, seguida por *Rubus rosifolius* (Frambuesa silvestre) con una concentración de 10,07 g de ácido cítrico/100g PS. Por otra parte, los resultados encontrados en este estudio para *Rubus rosifolius* (Frambuesa silvestre) fueron mayores que la concentración reportada por A. Vara et al., (2020) (2,48 g de ácido cítrico/100g PS).



En la (Figura 14) se muestran los valores promedio de la concentración de ácido cítrico de pulpas liofilizadas de color tomate. La concentración en este grupo de estudio varió en un rango de 0 g de ácido cítrico/100 g PS (*Cydonia oblonga* ((Membrillo)) hasta 10,54 g de ácido

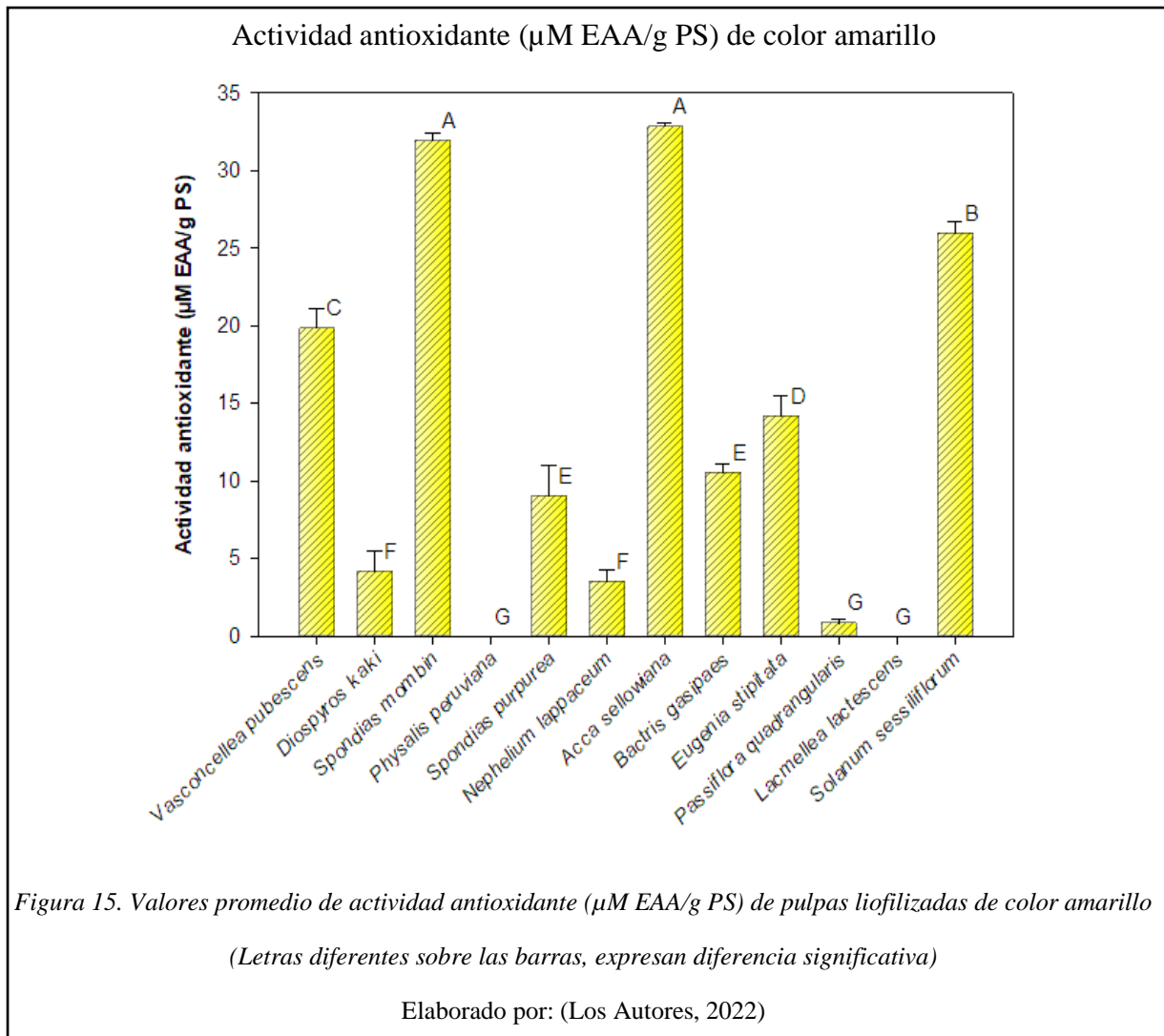
cítrico/100 g PS (*Passiflora sp.*). Así, *Passiflora sp.* (Taxo morado) mostró la mayor concentración de ácido cítrico en pulpas liofilizadas de color tomate, seguida por *Momordica charantia* (Momordica) con una concentración de 3,07 g de ácido cítrico/100 g PS.



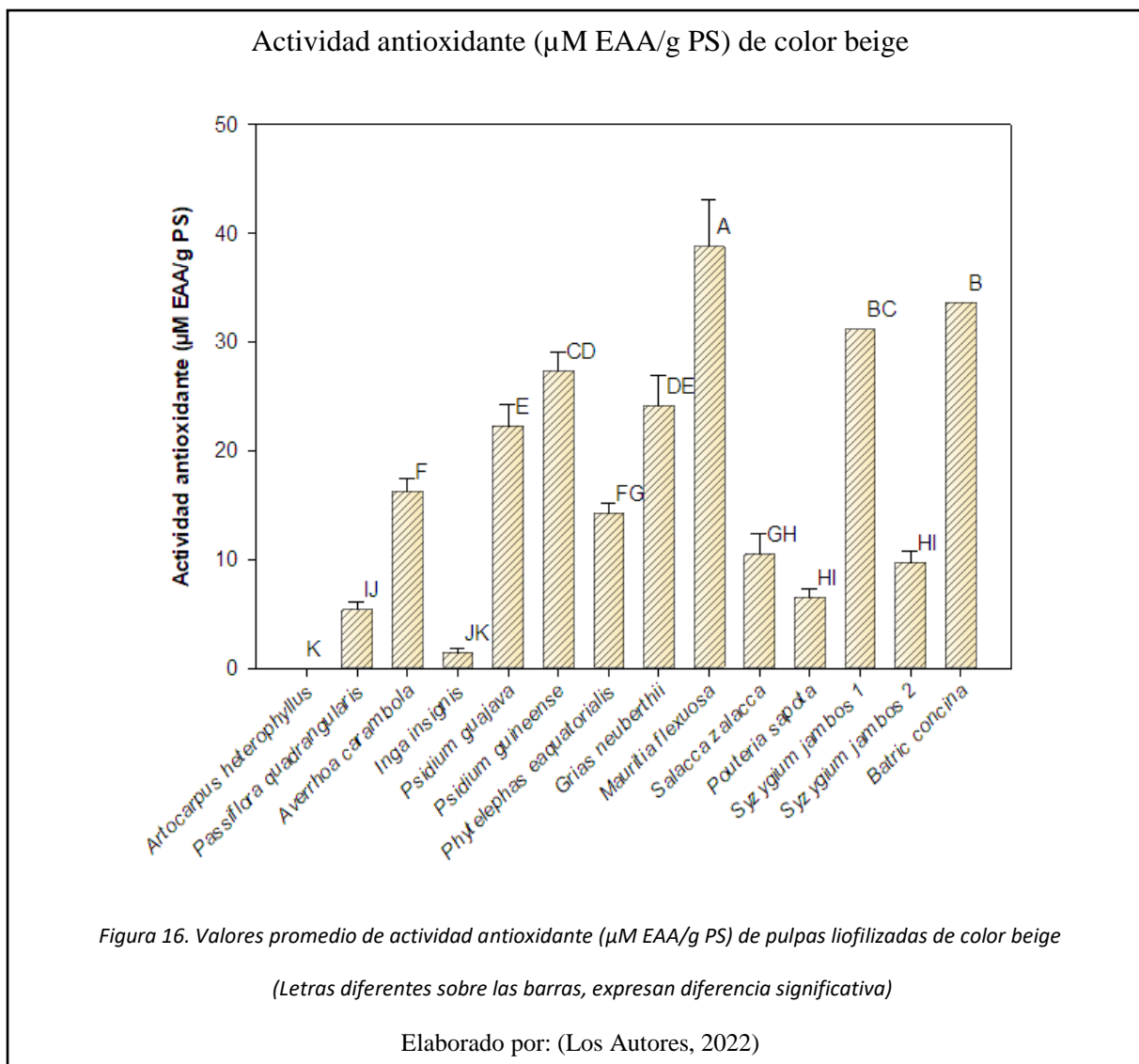
3.3 Actividad antioxidante

En la (Figura 15) se muestran los valores promedio de la actividad antioxidante de pulpas liofilizadas de color amarillo. Así, la actividad antioxidante varió en un rango de 0 μ M EAA /g PS (*Lacmellea lactescens* (Chicle)), (*Physalis peruviana* (Uvilla)) hasta 32,85 μ M EAA/g PS (*Acca sellowiana*). A su vez, *Acca sellowiana* (feijoa) reportó la mayor actividad antioxidante

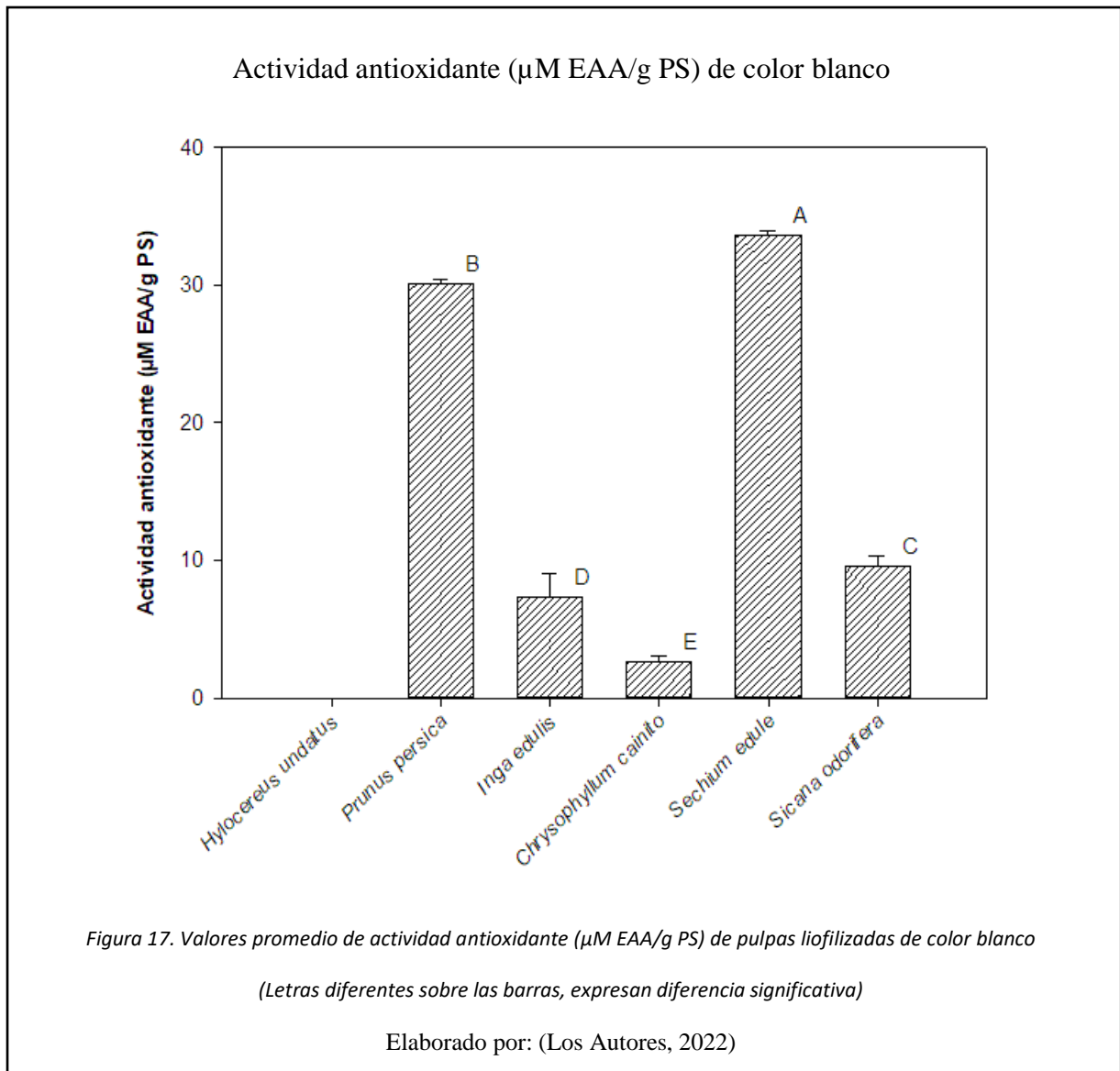
en pulpas liofilizadas de color amarillo, junto con *Spondias mombin* (Ovo amarillo) con una concentración de 31,95 μM EAA/g PS.



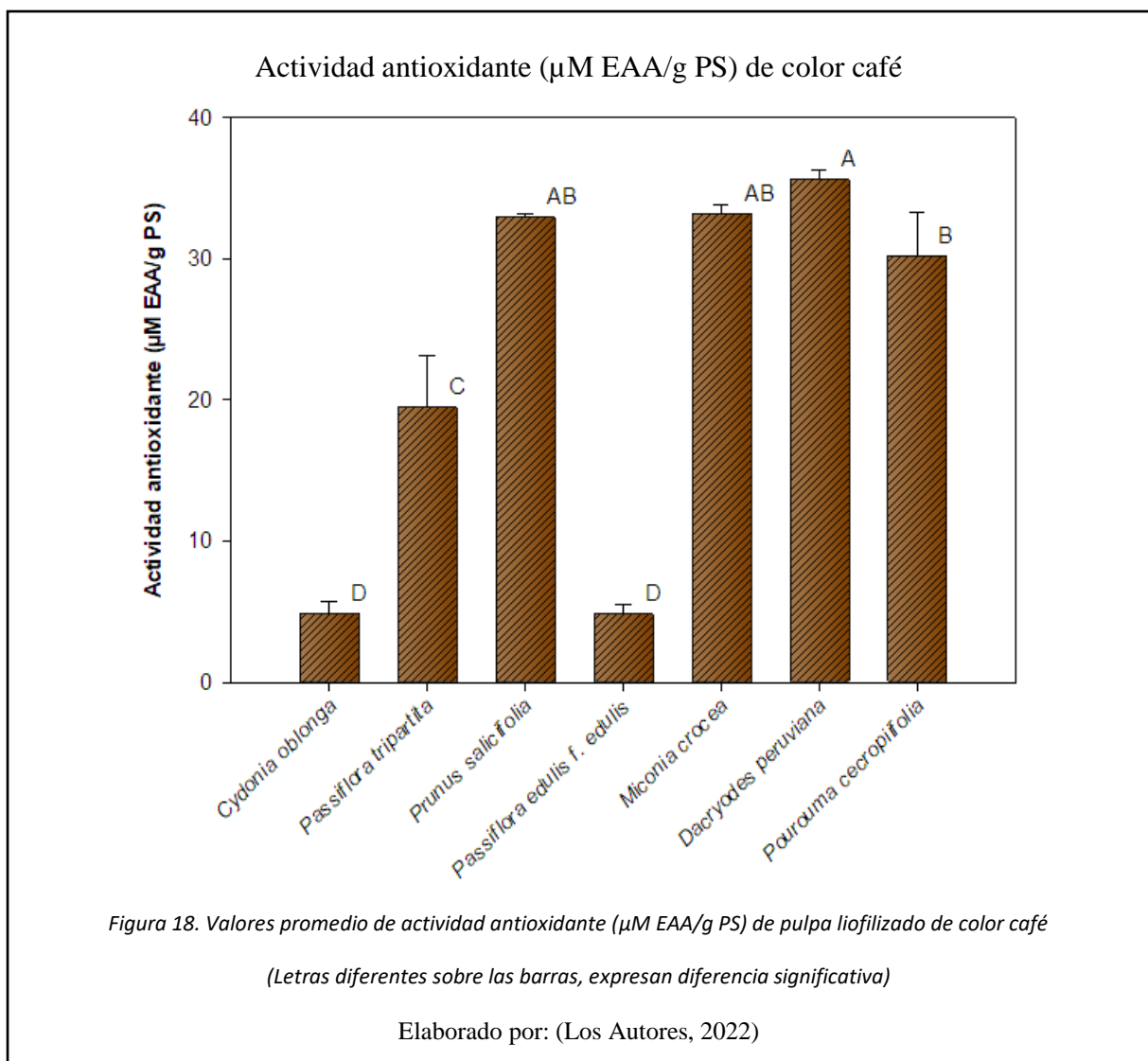
En la (Figura 16) se muestran los valores promedio de la actividad antioxidante de pulpas liofilizadas de color beige. Así, la actividad antioxidante varió en un rango de 0 μM EAA/g PS (*Artocarpus heterophyllus* (Jackfruit) hasta 38,80 μM EAA/g PS (*Mauritia flexuosa*). A su vez, *Mauritia flexuosa* (Moriche negro) reportó la mayor actividad antioxidante en pulpas liofilizadas de color beige, seguida por *Batric concina* (Uva de chonta) con una concentración de 33,6 μM EAA/g PS.



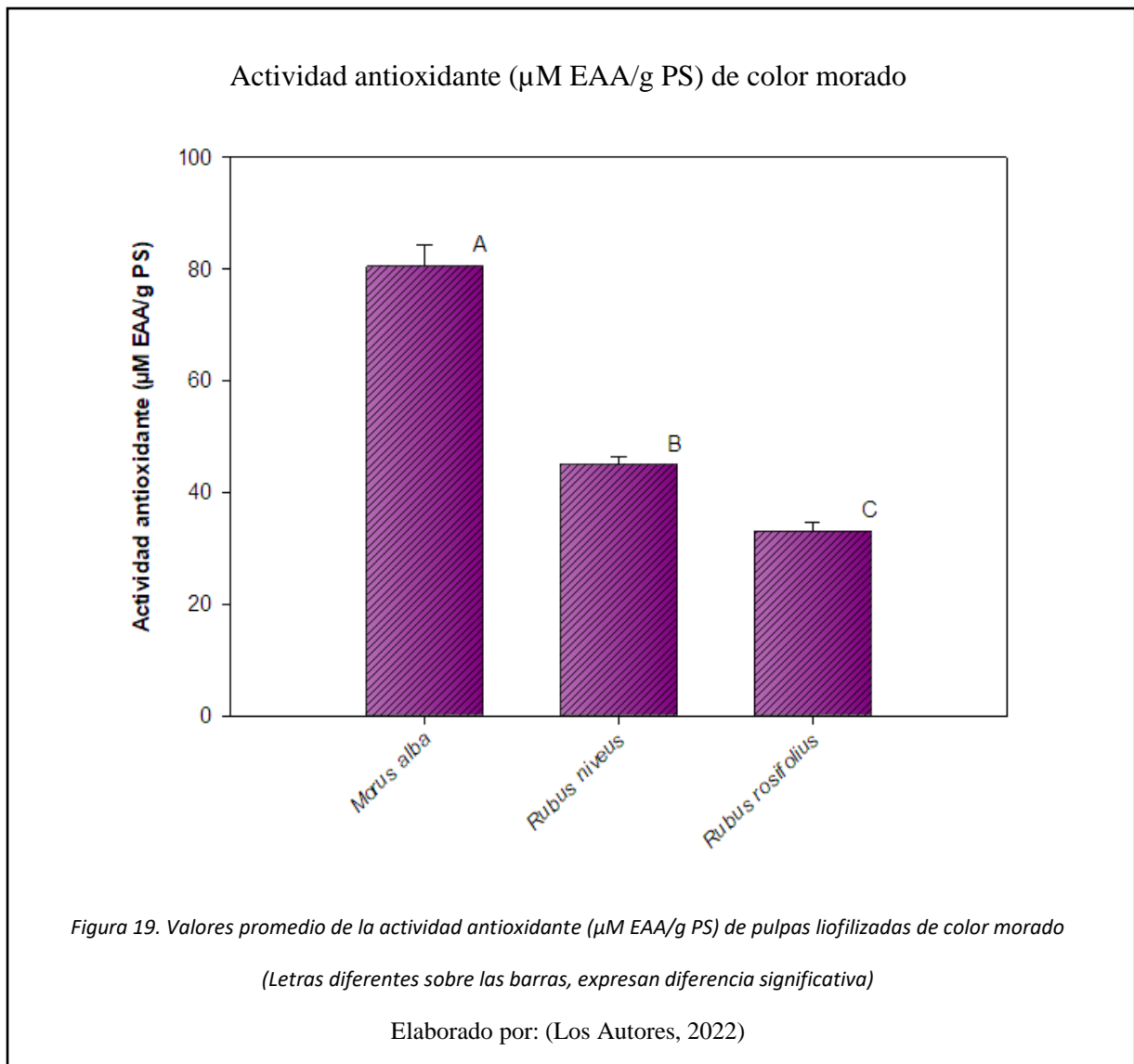
En la (Figura 17) se muestran los valores promedio de la actividad antioxidante de pulpas liofilizadas de color blanco. Así, la actividad antioxidante varió en un rango de 0 $\mu\text{M EAA/g PS}$ (*Hylocereus undatus* (Pitahaya)) hasta 33,70 $\mu\text{M EAA/g PS}$ (*Sechium edule*). A su vez, *Sechium edule* (Chayote blanco) reportó la mayor actividad antioxidante en pulpas liofilizadas de color blanco, seguida por *Prunus persica* (Abridor) con una concentración de 30,15 $\mu\text{M EAA/g PS}$.



En la Figura 18 se muestran los valores promedio de la actividad antioxidante de pulpas liofilizadas de color café. Así, la actividad antioxidante varió en un rango de 4,81 $\mu\text{MEAA/g PS}$ (*Passiflora edulis f. edulis* (Granadilla de monte) hasta 35,6 $\mu\text{MEAA/g PS}$ (*Dacryodes peruviana*). A su vez, *Dacryodes peruviana* (copal) reportó la mayor actividad antioxidante en pulpas liofilizadas de color café, junto con *Miconia crocea* (Kulkas) con una concentración de 33,19 $\mu\text{MEAA/g PS}$ y el *Prunus salicifolia* (Capulí) con una concentración de 32,96 $\mu\text{MEAA/g PS}$.



En la (Figura 19) se muestran los valores promedio de la actividad antioxidante de pulpas liofilizadas de color morado. Así, la actividad antioxidante varió en un rango de 33,06 $\mu\text{M EAA/g PS}$ (*Rubus rosifolius* (Frambuesa silvestre)) hasta 80,54 $\mu\text{M EAA/g PS}$ (*Morus alba*). A su vez, *Morus alba* (Mora de árbol) reportó la mayor actividad antioxidante en pulpas liofilizadas de color morado, seguida por *Rubus niveus* (Mora silvestre) con una concentración de 45,04 $\mu\text{M EAA/g PS}$.



En la (Figura 20) se muestran los valores promedio de la actividad antioxidante de pulpas liofilizadas de color tomate. Así, la actividad antioxidante varió en un rango de $3,33 \mu\text{M EAA/g PS}$ (*Quararibea cordata* (Zapote)) hasta $57,98 \mu\text{M EAA/g PS}$ (*Passiflora sp.*). A su vez, *Passiflora sp.* (Taxo morado) reportó la mayor actividad antioxidante en pulpas liofilizadas de color tomate, seguida por *Dovyalis hebecarpa* (Cereza agría silvestre) con una concentración de $22,46 \mu\text{M EAA/g PS}$.

Actividad antioxidante ($\mu\text{M EAA/g PS}$) de color tomate

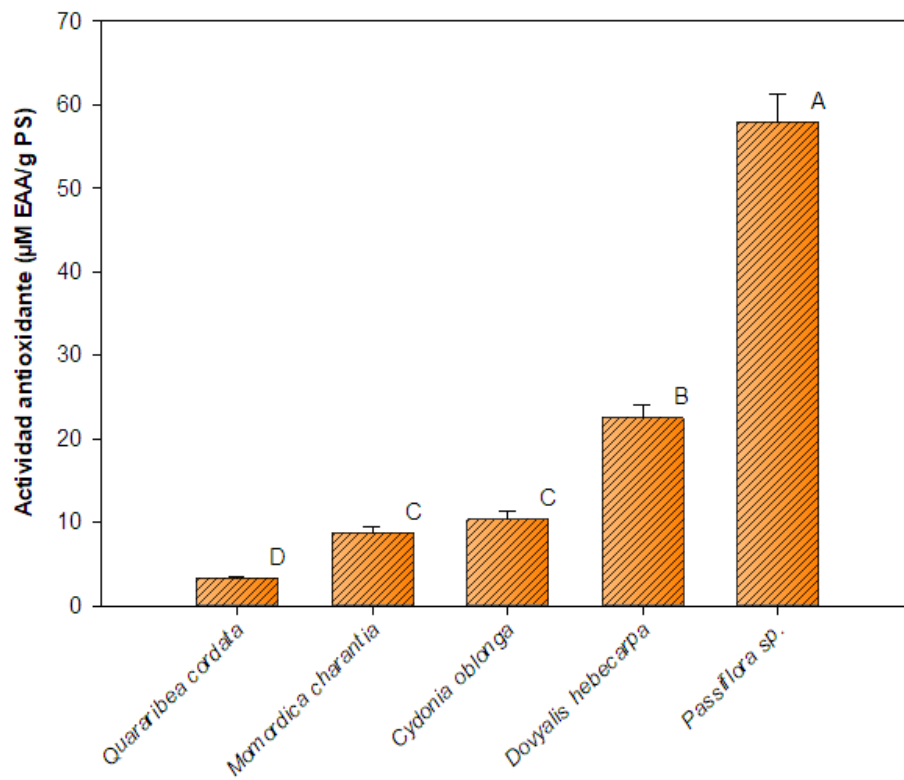


Figura 20. Valores promedio de la actividad antioxidante ($\mu\text{M EAA/g PS}$) de pulpas liofilizadas de color tomate

(Letras diferentes sobre las barras, expresan diferencia significativa)

Elaborado por: (Los Autores, 2022)

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las frutas no tradicionales han sido poco promocionadas en mercados locales e internacionales, sin embargo, estas podrían presentar importantes beneficios para la salud de los consumidores, así se concluye que las pulpas liofilizadas de color amarillo, beige, blanco, café, morado y tomate presentaron altas concentraciones de compuestos fenólicos en *Acca sellowiana* (feijoa) con 0,30 mg EAG/g PS, *Psidium guineense* (Guayaba amarilla) con 0,23 mg EAG/g PS, *Prunus persica* (Abridores) con 0,14 mg EAG/g PS, *Prunus salicifolia* (Capulí) con 0,27 mg EAG/g PS, *Rubus rosifolius* (Frambuesa silvestre) con 0,36 mg EAG/g PS de, *Passiflora sp.* (Taxo morado) con 0,21 mg EAG/g PS, respectivamente; en relación a la concentración de ácido cítrico en pulpas liofilizadas de color amarillo, beige, blanco, café, morado y tomate presentaron altas concentraciones en *Solanum sessiliflorum* (Cocona) con 16,78 g/100g PS, *Averrhoa carambola* (Fruta china) con 9,91 g/100g PS, *Inga edulis* (Guaba oriente) con 6,93 g/100g PS, *Passiflora tripartita* (Taxo amarillo) con 22,99 g/100g PS, *Morus alba* (Mora de árbol) con 13,29 g/100g PS, *Passiflora sp.* (Taxo morado) con 10,54 g/100g PS, respectivamente; Finalmente la actividad antioxidante en pulpas liofilizadas de color amarillo, beige, blanco, café, morado y tomate presentaron altos valores en *Acca sellowiana* (feijoa) con 32,85 μ M EAA/g PS, *Mauritia flexuosa* (Moriche negro) con 38,80 μ M EAA/g de PS, *Sechium edule* (Chayote blanco) con 33,70 μ M EAA/g PS, *Dacryodes peruviana* (Copal) con 35,69 μ M EAA/g PS, *Morus alba* (Mora de árbol) con 80,54 μ M EAA/g PS, *Passiflora sp.* (Taxo morado) con 57,99 μ M EAA/g PS. Así, las pulpas de color morado presentaron mayores concentraciones de compuestos fenólicos, ácido cítrico y actividad antioxidante.

Se recomienda ampliar los estudios en base a la cuantificación de compuestos bioactivos y actividad antioxidante de especies vegetales no tradicionales comestibles comercializadas en mercados locales del Ecuador, ya que no existe suficiente información acerca de las propiedades bromatológicas, presencia de minerales y actividades antimicrobianas.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, R., & Petricevich, V. (2019). Importancia biológica de los compuestos fenólicos. *Inventio, 1760*, 33–38.
- Abdel-Hameed, E.-S., Nagaty, M., Salman, M., & Bazaid, S. (2014). Phytochemicals, nutritional and antioxidant properties of two prickly pear cactus cultivars (*Opuntia ficus indica* Mill.) growing in Taif, KSA. *Food Chemistry, 160*, 31–38.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.060>
- Aprile, C., Hernandez, M., & Almeida, M. (2017). *Compuestos fenólicos alimentarios y su relación con biomarcadores de inflamación en personas con enfermedades cardiometabólicas*. Retrieved from
<https://pdfs.semanticscholar.org/9a8c/28ceef1a9bb951a3ac256416114d68e8d512.pdf>
- Araújo, F., Paulo, D., Neri, I., Dias, F., Delafiori, J., Souza, F., ... Pastore, G. (2021). Chemical characterization of *Eugenia stipitata*: A native fruit from the Amazon rich in nutrients and source of bioactive compounds. *Food Research International, 139*(November 2020). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109904>
- Arciniegas, V. (2020). *Recuperación de compuestos bioactivos de subproductos de la industria alimentaria mediante el empleo de mezclas etanol / agua presurizadas* (Universidad de Burgos). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10259/5611>
- Arellano, K., & Herrera, J. (2015). *Evaluación de los compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del extracto de tres variedades de flor de mastuerzo (*Tropaeolum majus*)*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Ariza, E. A. (2012). *Determination of profile of Phenolic Compounds Araz (*Eugenia stipitata*)*. 1–18.

- Arreaga, L. (2017). La producción y exportación de las principales frutas no tradicionales y su importancia en las exportaciones totales del Ecuador, periodo 2012-2016 (Universidad de Guayaquil). Retrieved from http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/41488/1/T-ZAMBRANO_ZAMBRANO JOSSELYN JAMILE.pdf
- Beltrán, Y., Rojas, J., Morales, I., & Morris, H. (2019). Acoplamiento molecular de compuestos fenólicos de *Pleurotus ostreatus* con proteínas del balance redox. *Revista Cubana de Química*, 31(3), 16.
- Butkhop, L., Samappito, W., & Samappito, S. (2013). Phenolic composition and antioxidant activity of white mulberry (*Morus alba* L.) fruits. *International Journal of Food Science and Technology*, 48(5), 934–940. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12044>
- Calixto, M. (2020). *Evaluación de los componentes bioactivos, actividad inhibitoria hialuronidasa y la capacidad antioxidante de Pourouma cecropiifolia C. Martius "Uvilla Amazónica."* 174. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.12672/11474>
- Camelo-Silva, C., Ribeiro Sanches, M. A., Brito, R. M., Devilla, I. A., Tussolini, L., & Pertuzatti, P. B. (2021). Influence of buriti pulp (*Mauritia Flexuosa* L.) concentration on thermophysical properties and antioxidant capacity. *Lwt*, 151(July), 112098. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112098>
- Can-Cauich, C., Sauri-Duch, E., Betancur-Ancona, D., Chel-Guerrero, L., González-Aguilar, G., Cuevas-Glory, L., ... Moo-Huchin, V. (2017). Tropical fruit peel powders as functional ingredients: Evaluation of their bioactive compounds and antioxidant activity. *Journal of Functional Foods*, 37, 501–506. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.08.028>
- Cárdenas, G., Arrazola, G., & Villalba, M. (2016). Frutas tropicales: fuente de compuestos bioactivos naturales en la industria de alimentos. *Ingenium Revista de La Facultad de Ingeniería*, 17(33), 29. <https://doi.org/10.21500/01247492.2152>

- Carvajal, M. (2015). Evaluación de la actividad antioxidante de las hojas y frutos de la Feijoa (acca sellowiana). *Facultad de Ciencias, Bachelor*, 121. Retrieved from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4007>
- Čepková, P. H., Jágr, M., Janovská, D., Dvořáček, V., Kozak, A. K., & Viehmannová, I. (2021). Comprehensive mass spectrometric analysis of snake fruit: Salak (salacca zalacca). *Journal of Food Quality*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6621811>
- Conde, C. G., Tovar, C. T., & Méndez, G. L. (2021). Actividad antioxidante del extracto etanólico de Capsicum baccatum L. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 40(1), 54-57.
- Coronado H., M., Vega Y León, S., Gutiérrez T., R., Marcela, V. F., & Radilla V., C. (2015). Antioxidants: Present perspective for the human health. *Revista Chilena de Nutricion*, pp. 206–212. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>
- Correa, Y., & Rivera, J. (2018). Evaluación de ácidos orgánicos en bebidas de fruta comerciales por cromatografía líquida de alta eficiencia. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 14(1), 18–22. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18359/rfcb.xxxx>
<http://dx.doi.org/10.18359/rfcb.2907>
- Coyago-Cruz, E., Corell, M., & Meléndez, A. (2017). *Estudio sobre el contenido en carotenoides y compuestos fenólicos de tomate y flores en el contexto de la alimentación funcional*. Retrieved from <https://pure.ups.edu.ec/es/publications/study-on-the-content-in-carotenoids-and-phenolic-compounds-of-tom>
- Coyago, E., Corell, M., & Meléndez, A. (2017). *Estudio sobre el contenido en carotenoides y compuestos fenólicos de tomate y flores en el contexto de la alimentación funcional*.
- Damiani, C., Vilas, E., Asquiere, E., Lage, M., Oliveira, R., Silva, F., ... Paula, N. (2011).

Caracterização dos frutos do cerrado: Araçá (*psidium guinnensis* sw.) e marolo (*Annona crassiflora* Mart.). *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 31(3), 723–729.

<https://doi.org/10.1590/S0101-20612011000300026>

De-Sousa, A., De-Souza, J., & Rogez, H. (2010). Purification of phenolic compounds from *inga edulis* leaves using solid-phase extraction: major compounds quantification and antioxidant capacity evaluation. *Quimica Nova*, 33(1), 38–42.

<https://doi.org/10.1590/s0100-40422010000100008>

Denny, A., & Buttriss, J. (2007). Plant Foods and Health : Focus on Plant Bioactives. *European Food Information Resource (EuroFIR)*, (4), 1–64.

Desmiaty, Y., Elya, B., Saputri, F. C., Hanafi, M., & Prastiwi, R. (2018). Antioxidant activity of *rubus fraxinifolius* poir. and *rubus rosifolius* J. Sm. leaves. *Journal of Young Pharmacists*, 10(2), s93–s96. <https://doi.org/10.5530/jyp.2018.2s.18>

Direito, R., Rocha, J., Sepodes, B., & Figueira, E. (2021). From *Diospyros kaki* L. (Persimmon) Phytochemical Profile and Health Impact to New Product Perspectives and Waste Valorization. *Nutrients*, 13, 3283. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/nu13093283> Academic

Enríquez-Estrella, M. (2021a). Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido fenólico del aceite esencial de hojas secas y húmedas de *guaviduca* (*Piper carpunya* Ruiz & Pav.). *Semiárida*, 31(1), 9–15.

Enríquez-Estrella, M. (2021b). Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido fenólico del aceite esencial de hojas secas y húmedas de *guaviduca* (*Piper carpunya* Ruiz & Pav.). *Semiárida*, 31(1), 9–15.

[https://doi.org/http://dx.doi.org/10.19137/semiarida.2021\(01\).09?15](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.19137/semiarida.2021(01).09?15)

- FAO. (2021). *Frutas y verduras – esenciales en tu dieta. Año Internacional de las Frutas y Verduras*. FAO.
- Fidrianny, I., Kevin, & Hartati, R. (2016). Evaluation of antioxidant activities of fruit extracts of chayote (*Sechium edule* [Jacq.] Swartz) grown in different sites in java-Indonesia. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 9(4), 270–275. Retrieved from https://km.itb.ac.id/ligpres/berkas/KK_KEVIN.pdf
- Franco, G., Cartagena, J., Correa, G., Rojano, B., Piedrahíta, A., & Lobo, M. (2014). Physicochemical properties of gulupa fruits (*passiflora edulis sims*) during pre and postharvest. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 15(1), 15–30.
- Gallego, M. (2016). Estudio de la actividad antioxidante de diversas plantas aromáticas y/o comestibles. *TDX (Tesis Doctorals En Xarxa)*, 252.
- Garcés, M., & Castro, M. (2016). Hábitos de vida saludable desde la adolescencia. *Instituto de Investigación En Ciencias de La Alimentación, Consejo Superior de Investigaciones Científicas*, 112(112), 116. Retrieved from http://www.injuve.es/sites/default/files/revista112_8.pdf
- García, I., & Huerta, Ví. (2015). *Actividad antioxidante y contenido de tropicales frescas mínimamente procesadas. 1*, 5–10.
- Giambanelli, E., Gómez, A. M., Ruiz, A., Guerra, E., Figueroa, J., García, B., & Verardo, V. (2020). New advances in the determination of free and bound phenolic compounds of banana passion fruit pulp (*Passiflora tripartita*, var. *mollissima* (kunth) l.h. bailey) and their in vitro antioxidant and hypoglycemic capacities. *Antioxidants*, 9(7), 1–17. <https://doi.org/10.3390/antiox9070628>
- Gonçalves, B., Ribeiro, J., Macêdo, E., Eloi, C., & Zanuto, M. (2021). Aspectos químicos,

- fitoquímicos e funcionais das pitaias *Hylocereus undatus*, *Hylocereus monacanthus* e *Hylocereus megalanthus*: Uma revisão / Chemical, phytochemical and functional aspects of pitayas *Hylocereus undatus*, *Hylocereus monacanthus* and *Hylocereus*. *Brazilian Journal of Health Review*, 4(5), 19986–20024. <https://doi.org/10.34119/bjhrv4n5-123>
- Gonçalves, K. M., Soldati, P. P., da Silva, A. F., Venâncio, R. P., Chaves, M. G. A. M., & Raposo, N. R. B. (2013). Biological activities of *Solanum sessiliflorum* DUNAL. *Bioscience Journal*, 29(4), 1028–1037.
- González, I. N., Periago, M. J., & Alonso, F. J. G. (2017). Estimación de la ingesta diaria de compuestos fenólicos en la población española. *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica*, 21(4), 320–326. <https://doi.org/10.14306/renhyd.21.4.357>
- Gonzalez, J. (2020). Extracción y microencapsulado de carotenoides con actividad antioxidante a partir de *Pouteria sapota*. Proyecto (Vol. 21). Retrieved from https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30834/1/BQ_220.pdf
- Guerrero, R., Manzanilla, M., Hernández, C., Clamens, J., & Chacín, C. (2011). Caracterización fisicoquímica de frutos de Ciruelo de huesito (*Spondias purpurea* L.) en el municipio Mara Physicochemical characterization of bone plum fruit (*Spondias purpurea* L.) in Mara municipality Introducción. *Revista de La Facultad de Agronomía, Universidad Del Zulia*, 28(1), 670–676.
- Guevara, M., Tejera, E., Granda-Albuja, M., Iturralde, G., Chisaguano-Tonato, M., Granda-Albuja, S., ... Alvarez-Suarez, J. (2019). Chemical composition and antioxidant activity of the main fruits consumed in the western coastal region of Ecuador as a source of health-promoting compounds. *Antioxidants*, 8(9). <https://doi.org/10.3390/antiox8090387>
- Guevara, M., Tejera, E., Granda, M., Iturralde, G., Chisaguano, M., Granda, S., ... Alvarez, J. (2019). Chemical composition and antioxidant activity of the main fruits consumed in

- the western coastal region of Ecuador as a source of health-promoting compounds. *Antioxidants*, 8(9). <https://doi.org/10.3390/antiox8090387>
- Guzmán, V., & Caldera, Y. (2019). Compuestos Bioactivos en Alimentos Funcionales Suplementos Alimenticios: Rol en la salud, Prevención de Enfermedades y Regulación en Latinoamérica y El Mundo. In *International Life Science Institute Nor-Andino*. Retrieved from <https://infoalimentarios.files.wordpress.com/2020/05/compuestos-bioactivos2020.pdf>
- Haddad, A., & Mohiuddin, S. (2022). Biochemistry , Citric Acid Cycle. *StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan-*, 1–5. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541072/>
- He, X., Luan, F., Yang, Y., Wang, Z., Zhao, Z., Fang, J., ... Li, Y. (2020). Passiflora edulis: An Insight Into Current Researches on Phytochemistry and Pharmacology. *Frontiers in Pharmacology*, 11(May), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.00617>
- Hesham, A., Mostafa, Y., & Alsharqi, L. (2020). Optimization of citric acid production by immobilized cells of novel yeast isolates. *Mycobiology*, 48(2), 122–132. <https://doi.org/10.1080/12298093.2020.1726854>
- Horax, R., Hettiarachchy, N., & Islam, S. (2005). Total phenolic contents and phenolic acid constituents in 4 varieties of bitter melons (*Momordica charantia*) and antioxidant activities of their extracts. *Journal of Food Science*, 70(4). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb07173.x>
- Huet, C. (2017). Métodos analíticos para la determinación de antioxidantes en muestras biológicas (Universidad Complutense). Retrieved from <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/MARIA DEL CARMEN REGUILLO MUÑOZ.pdf>

- INCAP-SECAC. (2017). *Los frutos de la identidad: El libro de las frutas de Centroamérica y República Dominicana*. Retrieved from <http://bvssan.incap.int/local/D/DCE-190.pdf>
- Jaime Humberto Ramírez Hernández, C. F. G., Flores, José Adán Vizcaíno Reséndiz, J. M. C., Francisco Javier Gutiérrez Cantú, H. M. M., & Rueda, y S. V. (2012). *¿Qué son y para qué sirven los antioxidantes?*
- Jia, S., Shen, M., Zhang, F., & Xie, J. (2017). Recent advances in momordica charantia: Functional components and biological activities. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(12). <https://doi.org/10.3390/ijms18122555>
- Jordy, G. (2020). Avances en la determinación de compuestos bioactivos en alimentos. *Revista Cienc. Tecnol. Agrollanía*, 19, 7–17. Retrieved from <http://unellez.edu.ve/revistas/index.php/agrollania/article/view/960>
- Jurado, B., Aparcana, I., Villarreal, L., Ramos, E., Calixto, M., Hurtado, P., & Acosta, K. (2016). 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. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 82(3), 272–279. Retrieved from http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2016000300003&lang=pt%0Ahttp://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v82n3/a03v82n3.pdf
- Lee, S., Tahir, P., Lum, W., Tan, L., Bawon, P., Park, B., ... Abdullah, U. (2020). A review on citric acid as green modifying agent and binder for wood. *Polymers*, 12(8), 21. <https://doi.org/10.3390/POLYM12081692>
- León-Méndez, G., Crisostomo-Perez, T., Gonzalez-Fegali, M., Herrera-Barros, A., Pájaro-Castro, N., & León-Méndez, D. (2020). Frutas como fuentes de moléculas bioactivas. *AVFT-Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.4068263>

Li, L. B., Lin, S., Yan, J., Wang, Q. L., Fan, Z. Y., Dong, Q. R., ... Xie, Z. G. (2015). Polyphenolic fraction of *Chrysophyllum cainito* extract induces cell death in osteosarcomacells. *Bangladesh Journal of Pharmacology*, *10*(4), 972–979.

<https://doi.org/10.3329/bjp.v10i4.24576>

Lim, T. . (2012). *Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants*.

https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-94-007-5628-1_47

Liu, C. H., Yen, M. H., Tsang, S. F., Gan, K. H., Hsu, H. Y., & Lin, C. N. (2010). Antioxidant triterpenoids from the stems of *Momordica charantia*. *Food Chemistry*, *118*(3), 751–756.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.058>

Llica, Eva Ramos; Castañeda, Benjamín; Vásquez, L. (2008). Evaluación de la capacidad antioxidante de plantas medicinales peruanas. Llica, Q F Eva Ramos; Castañeda, Benjamín; Vásquez L. Evaluación de la capacidad antioxidante de plantas medicinales peruanas nativas e introducidas. *Rev académica Perú Salud*. 2008;15(. *Revista Académica Perú Salud*, *15*(1), 42–46.

Lombardo, S., Pandino, G., & Mauromicale, G. (2018). The influence of pre-harvest factors on the quality of globe artichoke. *Scientia Horticulturae*, *233*(June 2017), 479–490.

<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.12.036>

Londoño, J. (2010). *Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad*.

129–162. Retrieved from

<http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/handle/10567/133#:~:text=Resumen La actividad antioxidante es,recibe el nombre de antioxidante>

López, Y., Flores, H., Ávila, H., Gallegos, E., Benavides, R., & Cerda, R. (2016). Beneficios

y barreras percibidos por adolescentes mexicanos para el consumo de frutas y verduras.
Pdf, 59(2), MUCHAS. Retrieved from

https://www.researchgate.net/publication/255658250_Beneficios_y_barreras_percibidos_por_adolescentes_mexicanos_para_el_consumo_de_frutas_y_verduras

Luan, F., Peng, L., Lei, Z., Jia, X., Zou, J., Yang, Y., ... Zeng, N. (2021). Traditional Uses, Phytochemical Constituents and Pharmacological Properties of *Averrhoa carambola* L.: A Review. *Frontiers in Pharmacology*, 12(August), 1–27.
<https://doi.org/10.3389/fphar.2021.699899>

Macrae, R. (1988). *HPLC in food analysis* (2nd ed.). Academic Press, Great Britain.

Madane, P., Das, A., Nanda, P., Bandyopadhyay, S., Jagtap, P., Shewalkar, A., & Maity, B. (2020). Dragon fruit (*Hylocereus undatus*) peel as antioxidant dietary fibre on quality and lipid oxidation of chicken nuggets. *Journal of Food Science and Technology*, 57(4), 1449–1461. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04180-z>

Manihuruk, F., Suryati, T., & Arief, I. (2017). Effectiveness of the red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel extract as the colorant, antioxidant, and antimicrobial on beef sausage. *Media Peternakan*, 40(1), 47–54.
<https://doi.org/10.5398/medpet.2017.40.1.47>

Martín, D. (2018). Los Compuestos Fenólicos, Un Acercamiento A Su Biosíntesis, Síntesis Y Actividad Biológica. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(1), 81–104.
<https://doi.org/10.22490/21456453.1968>

Martínez-Navarrete, N., del Mar Camacho Vidal, M., & José Martínez Lahuerta, J. (2008). Los compuestos bioactivos de las frutas y sus efectos en la salud. *Actividad Dietetica*, 12(2), 64–68. [https://doi.org/10.1016/S1138-0322\(08\)75623-2](https://doi.org/10.1016/S1138-0322(08)75623-2)

- Martínez, A., Vegara, S., Martí, N., Valero, M., & Saura, D. (2017). Physicochemical characterization of special persimmon fruit beers using bohemian pilsner malt as a base. *Journal of the Institute of Brewing*, 123(3), 319–327. <https://doi.org/10.1002/jib.434>
- Martínez, E. (2015). Compuestos bioactivos: de la evidencia científica a las alegaciones de salud en la publicidad y etiquetado. In *XVII Congreso Latinoamericano de Nutrición* (p. 42).
- Mendoza, J., Rodríguez, A., & Millán, P. (2012). Caracterización físico química de la Uchuva (*Physalis peruviana*) en la región de Silvia Cauca. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(2), 188–196.
- Mereles, L., Caballero, S., Burgos-Edwards, A., Benítez, M., Ferreira, D., Coronel, E., & Ferreiro, O. (2021a). Extraction of total anthocyanins from sicana odorifera black peel fruits growing in paraguay for food applications. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(13), 1–17. <https://doi.org/10.3390/app11136026>
- Mereles, L., Caballero, S., Burgos-Edwards, A., Benítez, M., Ferreira, D., Coronel, E., & Ferreiro, O. (2021b). Extraction of total anthocyanins from sicana odorifera black peel fruits growing in paraguay for food applications. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(13), 1–17. <https://doi.org/10.3390/app11136026>
- Mihaylova, D., Popova, A., Desseva, I., Petkova, N., Stoyanova, M., Vrancheva, R., ... Lante, A. (2021). Comparative study of early-and mid-ripening peach (*Prunus persica* L.) varieties: Biological activity, macro-, and micro-nutrient profile. *Foods*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/foods10010164>
- Mikulic-Petkovsek, M., Stampar, F., Veberic, R., & Sircelj, H. (2016). Wild Prunus Fruit Species as a Rich Source of Bioactive Compounds. *Journal of Food Science*, 00(8), C1–C10. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13398>

- Mohamed, S., Abas, F., Jaafar, A., Azizan, A., Zolkeflee, N., & Abd Ghafar, S. (2021a). Antioxidant and α -glucosidase inhibitory activities of eight neglected fruit extracts and UHPLC-MS/MS profile of the active extracts. *Food Science and Biotechnology*, 30(2), 195–208. <https://doi.org/10.1007/s10068-020-00856-x>
- Mohamed, S., Abas, F., Jaafar, A., Azizan, A., Zolkeflee, N., & Abd Ghafar, S. (2021b). Antioxidant and α -glucosidase inhibitory activities of eight neglected fruit extracts and UHPLC-MS/MS profile of the active extracts. *Food Science and Biotechnology*, 30(2), 195–208. <https://doi.org/10.1007/s10068-020-00856-x>
- Mokhtar, S. I., Pheen, C. L., Lee, E. V., & Abd Aziz, N. A. (2014). Total Phenolic Contents, Antioxidant Activities and Organic Acids Composition of Three Selected Fruit Extracts at Different Maturity Stages. *Journal of Tropical Resources and Sustainable Science (JTRSS)*, 2(2), 40–46. <https://doi.org/10.47253/jtrss.v2i2.491>
- Moñino, M., Rodrigues, E., Tapia, M. S., Domper, A., Vio, F., Curis, A., ... Jensen, M. (2016). Evaluation of activities promoting fruits and vegetables consumption in 8 countries members of the Global Alliance for Promoting Fruit and Vegetable Consumption “5 a day” - AIAM5. *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica*, 20(4), 281–297. <https://doi.org/10.14306/renhyd.20.4.242>
- Monteiro, S., Karnopp, G., Michelon, N., Ramos, A., Monego, M., Kirch, D., ... Severo, C. (2017). Influencia de la preservación térmica sobre las características físico-químicas, microbiológicas y compuestos bioactivos de la pulpa de sapota-do-Solimões (*Quararibea cordata*). *CyTA - Journal of Food*, 16(1), 1–12. <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1340342>
- Monteiro, S., Ribeiro, S., Soquetta, M., Pires, F., Wagner, R., & Severo, C. (2018). Evaluation of the chemical, sensory and volatile composition of sapota-do-Solimões pulp

at different ripening stages. *Food Research International*, 109(1000), 159–167.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.04.033>

Morocho, T., & Reinoso, S. (2017). *Importancia del consumo de frutas y verduras en la alimentación humana*. Retrieved from

[http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/3747/1/IMPORTANCIA DEL CONSUMO DE FRUTAS Y VERDURAS EN LA ALIMENTACIÓN.pdf](http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/3747/1/IMPORTANCIA%20DEL%20CONSUMO%20DE%20FRUTAS%20Y%20VERDURAS%20EN%20LA%20ALIMENTACION.pdf)

Muñoz-Villa, A., Sáenz-Galindo, A., López-López, L., Cantú-Sifuentes, L., & Barajas-

Bermúdez, L. (2014). Ácido Cítrico: Compuesto Interesante. *Revista Científica de La Universidad Autónoma de Coahuila*, 6(12), 18–23. Retrieved from

[posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.](http://posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.12/4.pdf)

[12/4.pdf](http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.12/4.pdf)[http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No. 12/4.pdf](http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.12/4.pdf)

Muñoz, A., Ramos-Escudero, D., Alvarado-Ortiz, C., & Castañeda, B. (2007). Evaluación De La Capacidad Antioxidante Y Contenido De Compuestos Fenólicos En Recursos

Vegetales Promisorios Evaluation of the Antioxidant Capacity and Content of Phenolics Compounds of Vegetable Promissory Resources. *Rev Soc Quím Perú*, 73(3), 142–149.

Retrieved from <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v73n3/a03v73n3.pdf>

Neyra, I., & Sosa, J. (2021). Nectar of “Tumbo serrano” *Passiflora tripartita* Kunth sweetened with honey bee: Quantification of vitamin C and organoleptic acceptability.

Agroindustrial Science, 11(2), 141–147. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.02.02>

Oliveira, G. C. S., Paciulli, S. de O. D., Ortiz, G. P. T., & Paula, A. C. C. F. F. (2020).

Desenvolvimento E Caracterização Físico Química De Sorvete Utilizando Polpa De Croá (Sicana Odorífera). 184–199. <https://doi.org/10.37885/201001627>

OMS. (2020a). Dieta Saludable. Retrieved from World Health Organization website:

<https://www.fao.org/3/ca6640es/ca6640es.pdf>

- OMS. (2020b, April 29). Healthy diet. Retrieved January 9, 2022, from World Health Organization website: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
- Ordoñez, E. S., Leon-Arevalo, A., Rivera-Rojas, H., & Vargas, E. (2019). Quantification of total polyphenols and antioxidant capacity in skins and seeds from cacao (*Theobroma cacao* L.), tuna (*Opuntia ficus indica* Mill), grape (*Vitis Vinífera*) and uvilla (*Pourouma cecropiifolia*). *Scientia Agropecuaria*, *10*(2), 175–183.
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.02.02>
- Pang, D., You, L., Li, T., Zhou, L., Sun-Waterhouse, D., & Liu, R. (2016). Phenolic profiles and chemical- or cell-based antioxidant activities of four star fruit (: *Averrhoa carambola*) cultivars. *RSC Advances*, *6*(93), 90646–90653.
<https://doi.org/10.1039/c6ra15692d>
- Perumal, A., AlSalhi, M., Kanakarajan, S., Devanesan, S., Selvaraj, R., & Tamizhazhagan, V. (2021). Phytochemical evaluation and anticancer activity of rambutan (*Nephelium lappaceum*) fruit endocarp extracts against human hepatocellular carcinoma (HepG-2) cells. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *28*(3), 1816–1825.
<https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.12.027>
- Porras, A., & López, A. (2009). *Importancia de los grupos fenólicos en los alimentos* (Universidad de las Américas Puebla). Retrieved from [https://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-1/TSIA-3\(1\)-Porras-Loaiza-et-al-2009.pdf](https://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-1/TSIA-3(1)-Porras-Loaiza-et-al-2009.pdf)
- Quintero, A., Sanabria, N., & Pérez, L. (2019). Caracterización de cubos de guayaba (*Psidium guajava* l.) osmodeshidratados para la industria de alimentos. *Revista Cien. Tecn. Agrollanía*, *17*, 1–9. Retrieved from <http://www.postgradovipi.50webs.com/archivos/agrollania/2019/Articulo1.pdf>
- Quirós, A., Palafox, H., Robles, R., & González, G. (2012). Interacción De Compuestos

- Fenólicos Y Fibra Dietaria: Capacidad Antioxidante Y Biodisponibilidad. *BIOtecnia*, 13(3), 3–11. <https://doi.org/10.18633/bt.v13i3.91>
- RAE. (2021). Diccionario de la lengua española. Retrieved April 30, 2022, from Real Academia Española website: <https://dle.rae.es/fruta>
- Ramaiya, S. D., Lee, H. H., Xiao, Y. J., Shahbani, N. S., Zakaria, M. H., & Bujang, J. S. (2021). Organic cultivation practices enhanced antioxidant activities and secondary metabolites in giant granadilla (*Passiflora quadrangularis* L.). *PLoS ONE*, 16(7 July), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255059>
- Ranasinghe, R., Maduwanthi, S., & Marapana, R. (2019). Nutritional and Health Benefits of Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.): A Review. *International Journal of Food Science*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/4327183>
- Restrepo-Sanchez, Narváez-Cuenca, & Restrepo-Sanchez. (2009). Extracción de compuestos con actividad antioxidante de frutos de guayaba cultivada en vélez-santander, Colombia. *Quimica Nova*, 32(6), 1517–1522. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000600030>
- Restrepo, D., Narváez, C., & Restrepo, L. (2009). Extracción de compuestos con actividad antioxidante de frutos de guayaba cultivada en vélez-santander, Colombia. *Quimica Nova*, 32(6), 1517–1522. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000600030>
- Restrepo, L., Rodríguez, H., & Deossa, G. (2013). Consumo de vegetales y factores relacionados en estudiantes universitarios de la ciudad de Medellín, Colombia. *Perspectivas En Nutrición Humana*, 15(2), 171–183.
- Reyes, I., Cruz, V., Castro, M., Santacruz, S., Villacres, C., & Armas, A. D. C. (2019). Efecto antibacteriano de extractos de *Prunus salicifolia* (Capulli) y *Vaccinium floribundum* (Mortño) sobre cepas de *Streptococcus Mutans*: Estudio in vitro. *Kiru*, 16(1), 14–18.

<https://doi.org/10.24265/kiru.2019.v16n1.02>

Rodrigues, F., Ferreira, S., Lopes, M., Guimarães, D., Oliveira, E., Souza, M., ... Silva, N. (2021). Antioxidant films and coatings based on starch and phenolics from *Spondias purpurea* L. *International Journal of Biological Macromolecules*, 182, 354–365.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.04.012>

Rodríguez, M. (2019). Desafíos Para El Consumo De Frutas Y Verduras. *Revista de La Facultad de Medicina Humana*, 19(2), 105–112.
<https://doi.org/10.25176/rfmh.v19.n2.2077>

Rojas, C., Pérez, A., Vaillant, F., & Pineda, M. (2016). Physicochemical and antioxidant composition of fresh peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) fruits in Costa Rica. *Brazilian Journal of Food Technology*, 19. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.9715>

Sadka, A., Dahan, E., Cohen, L., & Marsh, K. (2000). Aconitase activity and expression during the development of lemon fruit. *Physiologia Plantarum*, 108(3), 255–262.
<https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.2000.108003255.x>

Salinas, Y., Almaguer, G., Peña, G., & Ríos, R. (2009). Ácido elágico y perfil de antocianinas en frutos de Frambuesa (*Rubus idaeus* L.) con diferente grado de manudaración. *Chapingo Serie Horticultura*, 15(1), 97–101.

Sánchez, V., & Méndez, N. (2013). Estrés oxidativo, antioxidantes y enfermedad. *Revista de Investigación Médica Sur*, 20(3), 161–168. Retrieved from
<https://www.medigraphic.com/pdfs/medsur/ms-2013/ms133e.pdf>

Santos, E. (2017). *Uso de diferentes embalagens no processamento mínimo de jaca (Artocarpus heterophyllus. Lam)*. Universidad Federal de Campina Grande.

Sathyan, A., Vincent, L., B.A., K., Pradeepan, V., & Dileep, A. (2019). A Study on the

- Antioxidant and Anti-Microbial Properties of Juices of Four Varieties of Passion Fruit (*Passiflora Edulis* , *Passiflora Foetida*, *Passiflora Edulis* F . *Flavicarpa* and *Passiflora Quadrangularis*). *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 7(5), 473–483. Retrieved from https://ijair.org/administrator/components/com_jresearch/files/publications/IJAIR_2994_FINAL.pdf
- Schulz, M., Tischer, S., Della, F., Nehring, P., Camargo, A., Dagher, H., ... Fett, R. (2019). Blackberry (*Rubus ulmifolius* Schott): Chemical composition, phenolic compounds and antioxidant capacity in two edible stages. *Food Research International*, 122(December 2018), 627–634. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.034>
- Septembre-Malaterre, A., Stanislas, G., Douraguia, E., & Gonthier, M. P. (2016). Evaluation of nutritional and antioxidant properties of the tropical fruits banana, litchi, mango, papaya, passion fruit and pineapple cultivated in Réunion French Island. *Food Chemistry*, 212, 225–233. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.147>
- Septembre, A., Remize, F., & Poucheret, P. (2018). Fruits and vegetables, as a source of nutritional compounds and phytochemicals: Changes in bioactive compounds during lactic fermentation. *Food Research International*, 104, 86–99. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.031>
- Sharma, R., Thakur, A., Joshi, V., & Sharma, V. (2016). Development and quality evaluation of bitter gourd- Kiwi blended squash during storage. *International Journal of Food and Fermentation Technology*, 6(2), 327. <https://doi.org/10.5958/2277-9396.2016.00057.x>
- Silva, B., Andrade, P., Valentão, P., Ferreres, F., Seabra, R., & Ferreira, M. (2004). Quince (*Cydonia oblonga* Miller) fruit (pulp, peel, and seed) and jam: Antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(15), 4705–4712.

<https://doi.org/10.1021/jf040057v>

- Silva, M., Albuquerque, T., Pereira, P., Ramalho, R., Vicente, F., Oliveira, M., & Costa, H. (2021). *Opuntia ficus-indica* (L.) mill.: A multi-benefit potential to be exploited. *Molecules*, 26(4), 1–20. <https://doi.org/10.3390/molecules26040951>
- Soong, Y.-Y., & Barlow, P. (2004). Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. *Food Chemistry*, 88(3), 411–417. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.02.003>
- Sun, Li, Gong, M., Lv, X., Huang, Z., Gu, Y., Li, J., ... Liu, L. (2020). Current advance in biological production of short-chain organic acid. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104(21), 9109–9124. <https://doi.org/10.1007/s00253-020-10917-0>
- Sun, Liping, Zhang, H., & Zhuang, Y. (2012). Preparation of Free, Soluble Conjugate, and Insoluble-Bound Phenolic Compounds from Peels of Rambutan (*Nephelium lappaceum*) and Evaluation of Antioxidant Activities in vitro. *Journal of Food Science*, 77(2), 198–204. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02548.x>
- Telichowska, A., Kobus, J., & Szulc, P. (2020). Phytopharmacological Possibilities of Bird Cherry *Prunus padus* L. and *Prunus serotina* L. Species and Their Bioactive Phytochemicals. *Nutrients*, 12(1966), 21. <https://doi.org/doi:10.3390/nu12071966>
- Torres, R., Moralesl, D., Ballinas, M., & Nevárez, G. (2015). El nopal: planta del semidesierto con aplicaciones en farmacia, alimentos y nutrición animal* Nopal: semi-desert plant with applications in pharmaceuticals, food and animal nutrition. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Mex. Cienc. Agríc*, 66, 1129–1142.
- Tsong, J., Goh, L., Gansau, J., & How, S. (2021). Review of *nephelium lappaceum* and *nephelium ramboutan-ake*: A high potential supplement. *Molecules*, 26(22). <https://doi.org/10.3390/molecules26227005>

- Valencia, Z., Cámara, F., Ccapa, K., Catacora, P., & Quispe, F. (2017). Compuestos bioactivos y actividad antioxidante de semillas de quinua peruana (*chenopodium quinoa w.*). *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 83(1), 16–29. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v83i1.100>
- Vara, A., Pinela, J., Dias, M., Petrović, J., Nogueira, A., Soković, M., ... Barros, L. (2020). Compositional features of the “Kweli” red raspberry and its antioxidant and antimicrobial activities. *Foods*, 9(11), 1–15. <https://doi.org/10.3390/foods9111522>
- Vásquez, P., Solís, S., Torres, D., Alvarado, L., & Luján, M. (2009). Diferenciación Química de tres morfotipos de *Mauritia flexuosa* de la amazonía peruana. *Rev Soc Quím Perú*, 75(3), 320–328.
- Vega, A., Poblete, J., Rojas, R., Uribe, E., Pastén, A., & Goñi, M. (2021). Vacuum drying of Chilean papaya (*Vasconcellea pubescens*) fruit pulp: effect of drying temperature on kinetics and quality parameters. *Journal of Food Science and Technology*, 58(9), 11. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05005-8>
- Vilaplana, M. (2007). Antioxidantes presentes en los alimentos. *Ambito Farmaceutico Nutricion*, 26(10), 79–86.
- Villacís, M. (2022). *Caracterización físico -química, funcional y actividad antioxidante de diecisiete frutos comercializados en mercados locales de la Ama zonía ecuatoriana.*
- Vinha, A. F., Alves, R. C., Barreira, S. V. P., Castro, A., Costa, A. S. G., & Oliveira, M. B. P. (2014). Effect of peel and seed removal on the nutritional value and antioxidant activity of tomato (*Lycopersicon esculentum L.*) fruits. *LWT - Food Science and Technology*, 55(1), 197–202. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.07.016>
- Vizcaino, M. (2021). *Caracterización físico-química de frutos no tradicionales*

comercializados en mercados locales de Ecuador. (June), 2022.

- Waweru, D., Arimi, J., Marete, E., Jacquier, J., & Harbourne, N. (2022). Current status of utilization and potential of *Dovyalis caffra* fruit: Major focus on Kenya - A review. *Scientific African*, *16*(March), e01097. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2022.e01097>
- Wu, S., Li, M., Zhang, C., Tan, Q., Yang, X., Sun, X., ... Hu, C. (2021). Effects of phosphorus on fruit soluble sugar and citric acid accumulations in citrus. *Plant Physiology and Biochemistry*, *160*(January), 73–81. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.01.015>
- Xie, F., Chen, C., Chen, J., Yuan, Y., Hua, Q., Zhang, Z., ... Qin, Y. (2022). Metabolic Profiling of Sugars and Organic Acids, and Expression Analyses of Metabolism-Associated Genes in Two Yellow-Peel Pitaya Species. *Plants*, *11*(5). <https://doi.org/10.3390/plants11050694>
- Yábar, E., Chirinos, R., & Campos, D. (2019). Phenolic compounds and antioxidant capacity in three maca (*Lepidium meyenii* Walp.) ecotypes during pre-harvest, harvest and natural post-harvest drying. *Scientia Agropecuaria*, *10*(1), 85–97. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.01.10>
- Yahia, E., Gutiérrez, F., & Arvizu, C. (2011). Phytochemical and antioxidant characterization of mamey (*Pouteria sapota* Jacq. H.E. Moore & Stearn) fruit. *Food Research International*, *44*(7), 2175–2181. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.11.029>
- Yuan, Q., & Zhao, L. (2017). The Mulberry (*Morus alba* L.) Fruit - A Review of Characteristic Components and Health Benefits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *65*(48), 10383–10394. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b03614>
- Yudkin, J., Zuebland, S., Yudkin, P., Roe, S., & Neil, H. (2003). La ingesta de frutas y

verduras reduce las enfermedades cardiovasculares en la población general. *FMC - Formación Médica Continuada En Atención Primaria*, 10(3), 218.

[https://doi.org/10.1016/s1134-2072\(03\)75872-1](https://doi.org/10.1016/s1134-2072(03)75872-1)

Zhang, L., Rocchetti, G., Zengin, G., Ak, G., Saber, F., Montesano, D., & Lucini, L. (2021).

The uhplc-qtof-ms phenolic profiling and activity of cydonia oblonga mill. Reveals a promising nutraceutical potential. *Foods*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/foods10061230>

Zhang, X., Wei, X., Ali, M., Rizwan, H., Li, B., Li, H., ... Chen, F. (2021). Changes in the

content of organic acids and expression analysis of citric acid accumulation-related genes during fruit development of yellow (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) and purple (*passiflora edulis* f. *edulis*) passion fruits. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(11), 14.

<https://doi.org/10.3390/ijms22115765>

Zhou, S., & Sakamoto, K. (2020a). Citric acid promoted melanin synthesis in B16F10 mouse melanoma cells, but inhibited it in human epidermal melanocytes and HMVII melanoma cells via the GSK3 β / β -catenin signaling pathway. *PLoS ONE*, 15(12 December), 1–17.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243565>

Zhou, S., & Sakamoto, K. (2020b). Citric acid promoted melanin synthesis in B16F10 mouse melanoma cells, but inhibited it in human epidermal melanocytes and HMVII melanoma cells via the GSK3 β / β -catenin signaling pathway. *PLoS ONE*, 15(12 December), 1–17.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243565>