



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE EL GIRÓN
CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA DE LOS RECURSOS
NATURALES**

**CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA, FUNCIONAL
Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE DIECISIETE FRUTOS
COMERCIALIZADOS EN MERCADOS LOCALES DE LA
AMAZONÍA ECUATORIANA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de: INGENIERO EN
BIOTECNOLOGÍA DE LOS RECURSOS NATURALES**

AUTOR: MICHAEL EDUARDO VILLACIS TUZA

TUTOR: ELENA DEL ROCÍO COYAGO CRUZ

Quito-Ecuador

2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Michael Eduardo Villacís Tuza con documento de identificación N° 1722957394 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo 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, 09 de febrero del año 2022

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink that reads "Michael Villacís".

Michael Eduardo Villacís Tuza
1722957394

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

Yo, Michael Eduardo Villacis Tuza con documento de identificación No. 1722957394, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Trabajo experimental: Caracterización físico-química, funcional y actividad antioxidante de diecisiete frutos comercializados en mercados locales de la Amazonía ecuatoriana, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Biotecnología de los Recursos Naturales, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Quito, 09 de febrero del año 2022

Atentamente,



Michael Eduardo Villacis Tuza

1722957394

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, PhD. Elena del Rocío Coyago Cruz con documento de identificación N° 1713762647, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA, FUNCIONAL Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE DIECISIETE FRUTOS COMERCIALIZADOS EN MERCADOS LOCALES DE LA AMAZONÍA ECUATORIANA** TEMA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN, realizado por Michael Eduardo Villacis Tuza con documento de identificación N° 1722957394, 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, 09 de febrero del año 2022

Atentamente,



Ing. Elena del Rocío Coyago Cruz PhD.

1713762647

Dedicatoria

A Dios sobre todas las cosas; tú tiempo es perfecto y sé que siempre harás lo mejor para mi vida.

A mi madre Normita... Me apoyaste cuando todo estaba de cabeza; creíste en mí cuando ni siquiera yo creía en mí; sacaste aliento y fuerzas para cumplir los sueños de tu hijo. Gracias por enseñarme a creer que los sueños se pueden cumplir.

A mis abuelitos Lucrecia y Luis, por siempre estar a mi lado apoyándome.

A mi familia por estar junto a mí y mi madre; sin ellos nada de esto sería posible.

A mis amigos de toda la vida: Pablo, Tony y Esteban.

A mis amigas y compañeras de investigación: Aida y Jenny.

A mis amigos y compañeros de universidad: Andrés, Jonathan, Pablo, Santiago y Michael.

Agradecimientos

A la PhD. Elena del Rocío Coya Cruz; quien más que ser mi tutora de tesis, profesora y directora de investigación, fue una lumbrera en mi vida, apoyándome en los momentos más difíciles. Gracias por creer en mí.

A la Magister Laura Elizabeth Huachi Espín; por todo el conocimiento brindado, tanto académico como personal, sus palabras y enseñanzas fueron de gran aliento para mi vida.

Al profesor e investigador Luis Alberto Valdés Silverio, quien me permitió iniciar en el mundo de la investigación.

A los laboratorios de Ciencias de la Vida de la Universidad Politécnica Salesiana, por permitirme utilizar las instalaciones para llevar a cabo esta investigación.

A la Universidad UTE, por el apoyo brindado para llevar a cabo esta investigación, en especial al PhD. Manuel Baldeón y Msc. Jorge Heredia del Centro de Investigación Biomédica (CENBIO), y a la Msc. Elena Beltrán docente investigador del Centro de investigación de alimentos (CIAL). A la Escuela Politécnica Nacional, en especial al PhD. Edwin Vera del Departamento de Ciencia de Alimentos y Biotecnología (DECAB) por el apoyo brindado.

Un agradecimiento especial, a la familia Espinoza, Morejón, Vega y Rogel; me ayudaron siempre sin esperar nada a cambio, los llevo en mi corazón y siempre les estaré agradecido por abrirme las puertas de su hogar.

Índice de contenidos

Introducción	1
Capítulo 1	4
Marco conceptual	4
1.1. Compuestos funcionales	4
1.1.1. Compuestos fenólicos	5
1.1.2. Carotenoides	6
1.1.3. Vitamina C	7
1.1.4. Ácidos orgánicos	8
1.2. Actividad antioxidante	9
1.3. Normativas de calidad comercial de frutas	11
1.4. Frutos exóticos o no tradicionales del Ecuador	14
Capítulo 2	16
Materiales y métodos	16
2.1 Localización de la investigación	16
2.2. Recolección de frutos	16
2.3. Análisis físico-químicos de diecisiete frutos comercializados en mercados locales de la Amazonía ecuatoriana	17
a) Color	17
b) Peso (g)	17

c) Tamaño (cm).....	17
d) Sólidos solubles (°Brix).....	18
e) pH.....	18
f) Acidez titulable total (%).....	18
g) Humedad (%).....	19
h) Cenizas (%).....	19
2.4. Compuestos bioactivos.....	20
2.4.1. Cuantificación de perfiles de carotenoides.....	20
2.4.2. Cuantificación de vitamina C.....	21
2.4.3. Cuantificación de compuestos fenólicos.....	22
2.4.4. Cuantificación de ácidos orgánicos.....	23
2.5. Determinación de la actividad antioxidante.....	23
2.6. Análisis estadístico.....	24
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
3.1. Análisis físico-químicos de diecisiete frutos comercializados en mercados locales de la Amazonía ecuatoriana.....	25
a) Color.....	25
b) Peso.....	26
c) Tamaño.....	28
d) % Sólidos solubles.....	29

e) pH	31
f) % Acidez titulable total	33
g) % Humedad	34
h) % Cenizas	36
3.2. Compuestos bioactivos	37
3.2. Cuantificación de perfiles de carotenoides	37
3.2.2. Cuantificación de vitamina C	38
3.3.3. Cuantificación de compuestos fenólicos	40
3.3.4. Cuantificación de ácidos orgánicos	42
3.3. Determinación de actividad antioxidante	43
3.4. Análisis de correlaciones y componentes principales entre compuestos funcionales y parámetros fisicoquímicos	45
CONCLUSIONES	47
RECOMENDACIONES	49
REFERENCIAS	50
ANEXOS	76

Índice de tablas

Listado de frutos exóticos o no tradicionales del Ecuador	76
Listado de frutos seleccionado para el estudio	95
Análisis de correlaciones entre los parámetros de estudio	98

Índice de figuras

Figura 1. Representación de color externo (A) e interno (B) en coordenadas polares CIELAB ..	25
Figura 2. Peso medio de frutos (g)	27
Figura 3. Diámetro longitudinal (A) y ecuatorial (B) de las especies en estudio	28
Figura 4. Contenido de sólidos solubles.....	30
Figura 5. Contenido de pH	32
Figura 6. Contenido de acidez titulable total.....	33
Figura 7. Porcentaje de humedad	35
Figura 8. Porcentaje de cenizas	36
Figura 9. Concentración de carotenoides totaes	37
Figura 10. Concentración de vitamina C.....	39
Figura 11. Concentración de fenoles totaes	40
Figura 12. Concentración de ácidos orgánicos totales	42
Figura 13. Concentración de actividad antioxidante	44
Figura 14. Componentes principales de los parámetros en estudio	45

Índice de ecuaciones

Ecuación 1 Diferencia en croma Cab*	17
Ecuación 2 Diferencia en matiz hab.....	17
Ecuación 3 % de acidez.....	18
Ecuación 4 % de humedad	19
Ecuación 5 % de cenizas	20
Ecuación 6 Concentración de Vitamina C	21
Ecuación 7 % inhibición	24
Ecuación 8 Concentración equivalente de TROLOX	24

Índice de anexos

Anexo 1. Listado de frutos exóticos o no tradicionales del Ecuador	76
Anexo 2. Listado de frutos seleccionados para el estudio.....	95
Anexo 3. Análisis de correlaciones entre los parámetros de estudio	98

Resumen

El presente estudio permitió determinar las características fisicoquímicas, funcionales y actividad antioxidante de diecisiete frutos comercializados en mercados locales de la Amazonía ecuatoriana. Para lo cual, se colectó *Oenocarpus bataua* Mart. (ungurahua), *Dacryodes peruviana* (Loes.) H. J. Lam (copal), *Mauritia flexuosa* L.f. (moriche negro), *Pourouma cecropiifolia* Mart. (uva de monte), *Salacca zalacca* (Gaerth.) Voss (salak), *Chrysophyllum cainito* L. (caimito amarillo), *Bactris gasipaes* Kunth (chonta naranja), *Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn (mamey), *Eugenia stipitata* McVaugh (arazá), *Sechium edule* (Jacq.) Sw. (chayote), *Syzygium jambos* (L.) Alston (pomarroja amarilla), *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & Perry (pomarroja roja), *Sicana odorifera* (Vell.) Naudin (calabaza), *Passiflora quadrangularis* L. (maracuyá badea), *Lacmellea lactescens* (Kuhlm.) Markgr (chicle), *Bactris concinna* Mart. (uva de chonta) y *Solanum sessiliflorum* Dunal (cocona). Se evaluó peso, diámetro ecuatorial y longitudinal, color, sólidos solubles, pH, acidez titulable, humedad y cenizas; además de carotenoides, compuestos fenólicos, vitamina C y ácidos orgánicos por cromatografía líquida (RRLC) y actividad antioxidante. Las frutas que reportaron mayores valores fueron en: sólidos solubles el mamey (28,57 %); pH el chayote (8,24); % de acidez titulable el chicle (0,31); ceniza el copal (7,57 %); humedad la uva de monte (98,58 %); en 100 g PS se obtuvo en carotenoides totales la calabaza 3157 mg; vitamina C el mamey 56,6 mg; compuestos fenólicos totales la uva de monte 1158,8 mg; ácidos orgánicos el arazá 29,8 mg; y actividad antioxidante la uva de monte (161,42 Eq Trolox $\mu\text{mol/g}$). Concluyendo así que los frutos estudiados podrían beneficiar a la salud humana.

Palabras claves: calidad comercial, compuestos bioactivos, frutos exóticos

Abstract

The present study determined the physicochemical and functional characteristics and antioxidant activity of seventeen fruits sold in local markets in the Ecuadorian Amazon. For this purpose, *Oenocarpus bataua* Mart. (ungurahua), *Dacryodes peruviana* (Loes.) H. J. Lam (copal), *Mauritia flexuosa* L.f. (black moriche), *Pourouma cecropiifolia* Mart. (mountain grape), *Salacca zalacca* (Gaerth.) Voss (salak), *Chrysophyllum cainito* L. (yellow caimito), *Bactris gasipaes* Kunth (orange chonta), *Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn (mamey), *Eugenia stipitata* McVaugh (arazá), *Sechium edule* (Jacq.) Sw. (chayote), *Syzygium jambos* (L.) Alston (yellow pomarrosa), *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & Perry (red pomarrosa), *Sicana odorifera* (Vell.) Naudin (pumpkin), *Passiflora quadrangularis* L. (passion fruit badea), *Lacmellea lactescens* (Kuhlm.) Markgr (chicle), *Bactris concinna* Mart. (chonta grape) and *Solanum sessiliflorum* Dunal (cocona). Weight, equatorial and longitudinal diameter, color, soluble solids, pH, titratable acidity, moisture and ash were evaluated, as well as carotenoids, phenolic compounds, vitamin C and organic acids by liquid chromatography (RRLC) and antioxidant activity. The fruits that reported the highest values were: soluble solids mamey (28,57 %); pH chayote (8,24); % titratable acidity chicle (0,31); ash copal (7,57 %); humidity uva de monte (98,58 %); in 100 g PS was obtained in total carotenoids pumpkin 3157 mg; vitamin C in mamey 56,6 mg; total phenolic compounds in uva de monte 1158,8 mg; organic acids in arazá 29,8 mg; and antioxidant activity in uva de monte (161,42 Eq Trolox $\mu\text{mol/g}$). Thus, concluding that the fruits studied could benefit human health.

Key words: commercial quality, bioactive compounds, exotic fruits.

Siglas y acrónimos

a*	Coordenada de color
ABTS	Radical ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico
ADN	Ácido desoxirribonucleico
Al	Aluminio
AOAC	Método oficial de análisis
ARN	Ácido ribonucleico
ATP	Adenosín trifosfato
b*	Coordenada de color
°Brix	Unidad para determinar sólidos solubles
°C	Centígrados
C*	Diferencia en croma o saturación
CAT	Enzimática de la catalasa
CIELAB	Modelo cromático
cm	Centímetro
Conc.	Concentración
DAD	Detector de doble absorbencia
DHA	Ácido deshidroascórbico

ENT	Enfermedades no transmisibles
Fd	Factor de dilución
g	Gramos
GPX	Glutación peroxidasa
GRX	Glutación reductasa
h*	Diferencia en matiz
HPLC	Cromatografía líquida de alta eficiencia
IDT	Adopción idéntica
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
% inh	Porcentaje de inhibición
ISO	Organización Internacional de Normalización
kg	Kilogramos
meq	Miliequivalentes
mg	Miligramos
min	Minutos
mL	Mililitros
mM	Milimolar
Mn	Manganeso

N	Normalidad
NADH	Nicotinamida adenina dinucleótido
nm	Nanometros
nM	Nanomolar
NSAI	Autoridad Nacional de Normalización de Irlanda
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
PCR	Proteína C reactiva en plasma
pH	Potencial hidrógeno
PI ^{pro}	Proteasa similar a la papaína
PS	Peso seco
PVDF	Fluoruro de polivinilideno
RNS	Especies reactivas de nitrógeno
ROS	Especies reactivas de oxígeno
RPM	Revoluciones por minuto
RRLC	Cromatografía líquida de resolución rápida
SARS-CoV-2	Coronavirus
SOD	Superóxido dismutasa
TEAC	Capacidad antioxidante en Equivalentes TROLOX

TROLOX	Ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-carboxílico
UV	Ultra violeta
V	Volumen
VIS	Visible
Zn	Zinc
μg	Microgramos
μL	Microlitros
μmol	Micromolar

Introducción

Ecuador tiene una gran diversidad de frutas que han sido poco estudiadas y comercializadas, así se puede mencionar a *Oenocarpus batata* (ungurahua), *Dacryodes peruviana* (copal), *Mauritia flexuosa* (moriche negro), *Pourouma cecropiifolia* (uva de monte), *Salacca zalacca* (salak), *Chrysophyllum cainito* (caimito amarillo), *Bactris gasipaes* (chonta naranja), *Pouteria sapota* (mamey), *Eugenia stipitata* (arazá), *Sechium edule* (chayote), *Syzygium jambos* (pomarrosa amarilla y roja), *Sicana adorifera* (calabaza), *Passiflora quadrangularis* (maracuyá badea), *Lacmellea lactescens* (chicle), *Bactris concinna* (uva de chonta), *Solanum sessiliflorum* (cocona), en otras especies.

A lo largo de la historia han aparecido una serie de enfermedades que en la mayoría son marcadas por factores como el estilo de vida y una mala alimentación; por tanto, dentro de este contexto la nutrición toma un papel importante dentro de la salud, pudiendo evidenciarse que dietas nutritivas basadas en frutas han logrado prevenir y reducir efectos provocados por ciertas enfermedades. De igual forma, aunque no se ha dilucidado por completo los mecanismos de acción de los metabolitos secundarios sobre el organismo humano, se sabe que cuentan con la capacidad de interferir favorablemente en procesos fisiológicos y celulares (Rodríguez-Casado, 2016). Por lo cual, varios estudios realizados en base a metabolitos secundarios han sido de interés científico desde hace mucho tiempo, ya que la mayoría exhibe propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, y nutricionales, pudiendo servir como promotores para la disminución de peso, distribución de grasa corporal, mantener adecuadamente los niveles de colesterol y glucosa, cuidado contra enfermedades crónicas como enfermedades coronarias, cáncer, diabetes y Alzheimer (Bacchetti et al., 2019). De igual forma, estudios han demostrado que el consumo de 3 a 5 raciones diarias de frutas, ayudan a proteger al organismo contra enfermedades no transmisibles (ENT); así, un

ejemplo claro son las guías alimentarias de Estados Unidos, donde se sugiere que la mitad de los platos a consumir sean de frutas y vegetales, esto debido a la cantidad de vitaminas, minerales esenciales y fitoquímicos que aportan en una nutrición básica y balanceada (Chang et al., 2016). Igualmente, es importante mencionar que en el caso de personas con diabetes se recomienda comer de 2 a 3 raciones diarias, ya que aportan vitaminas, minerales y una importante cantidad de fibra; además que una correcta distribución en la ingesta de frutas en el día puede mantener los niveles de glucosa en la sangre, evitando aumentos repentinos de glucosa por la ingesta de hidratos de carbono (NHS, 2019).

Por otro lado, en la actualidad muchos de los estudios se han centrado en los beneficios que los antioxidantes presentan en la salud y la función que cumplen en disminuir el riesgo de enfermedades por radicales libres que son comúnmente producidos por el organismo como subproducto del metabolismo celular; muchos de estos radicales libres causan daños en las biomoléculas, disminuyen bacterias benéficas y la respuesta del sistema inmunitario, provocando envejecimiento y daño en los sistemas biológicos (Li et al., 2016). Con lo cual, varios estudios de nutrición y salud han concebido que en base a la gran diversidad de frutos silvestres que existen, los extractos pudiesen ser biológicamente beneficiosos tanto en aplicaciones terapéuticas y farmacológicas. Explicando así que una dieta alta en frutas aportan varios compuestos fenólicos tales como: ácido hidroxibenzoico, ácido hidroxicinámico, antocianina, proantocianidina, flavonoles, flavonas, flavanonas, isoflavonas, estilbenos y lignanos, que pueden ayudar a la reducción del daño oxidativo y promover el aumento a la resistencia por oxidación metabólica natural (Denardin et al., 2015; Singh et al., 2016). Siendo así que Ecuador, al contar con una considerable biodiversidad tanto por la situación biogeográfica y las múltiples zonas climáticas,

aporta de frutos con distintas características beneficiosas para la salud y como fuente de nuevas investigaciones basadas en la nutrición humana (Guevara et al., 2019).

Actualmente la necesidad de encontrar nuevas fuentes de compuestos bioactivos, ha hecho crecer el interés por el estudio de frutas nativas y exóticas de zonas tropicales, las cuales es conocido por los lugareños que prestan beneficios para la salud; sin embargo, a nivel científico existe una limitada cantidad de información sobre las características fisicoquímicas y valores nutrimentales que pudieran ser potenciales beneficiarios para el ser humano (Guevara et al., 2019; Llerena et al., 2019). Finalmente, la inclusión del estudio de diferentes moléculas antioxidantes como la vitamina C, ácidos orgánicos, compuestos fenólicos y carotenoides es preponderante, ya que varias de estas moléculas están relacionadas a procesos biológicos, como por ejemplo la vitamina C que favorece la biosíntesis de colágeno y ciertos neurotransmisores, al igual que influye positivamente en el metabolismo de proteínas (Guevara et al., 2019). Por tanto, la presente investigación tuvo como objetivo principal determinar las características fisicoquímicas, funcionales y actividad antioxidante de diecisiete frutos comercializados en mercados locales de la Amazonía ecuatoriana y los objetivos secundarios fueron: muestrear diecisiete frutos no tradicionales comercializados en mercados locales de la Amazonía ecuatoriana; cuantificar la calidad comercial de diecisiete frutos comercializados en mercados locales de la Amazonía ecuatoriana; cuantificar el contenido de vitamina C, perfiles de carotenoides, perfiles de compuestos fenólicos y perfiles de ácidos orgánicos por cromatografía líquida de diecisiete frutos comercializados en mercados locales de la Amazonía ecuatoriana y cuantificar la actividad antioxidante de diecisiete frutos comercializados en mercados locales de la Amazonía ecuatoriana.

Capítulo 1

Marco conceptual

1.1. Compuestos funcionales

Los compuestos funcionales son metabolitos secundarios de la planta, que son estimulados por factores como la genética y condiciones ambientales. Son generados en mayor cantidad en las hojas, frutos y piel. A su vez, pueden llegar a tener efectos toxicológicos o farmacológicos sobre el ser humano y animales pudiendo contribuir en el funcionamiento celular como protector oxidativo, reduciendo radicales libre y controlando el estrés oxidativo (Yalcin & Çapar, 2017).

Dentro del contexto europeo se considera alimento funcional a los alimentos de origen natural o procesado, que proporcione beneficios documentados clínicamente para la prevención o manejo de enfermedades crónicas, alimentos que poseen componente que se han añadido o retirado de forma tecnológica o biotecnológica y que tienen compuestos definidos y no tóxicos, compuestos biológicamente activos conocidos o desconocidos y la combinación de varias de las posibilidades mencionadas (Coyago-Cruz, 2017).

Por otra parte, muchos de estos compuestos forman estructuras químicas particulares, como es el caso de los carotenoides, fitoesteroles, compuestos organoazufrados, monoterpenos y polifenoles, que en estudios epidemiológicos han demostrado interferir favorablemente en la salud, por su biodisponibilidad y biaccesibilidad; mostrando eficacia como anticancerígenos, anticolesterolémicos, antidiabéticos, cardioprotectores, antimutagénicos y hepatoprotectores (Lam, 2018; Lorn, 2020). Además, se ha encontrado sustancias con actividad funcional, como por ejemplo la fibra soluble e insoluble, los carotenoides, los ácidos grasos mono y poliinsaturados, compuestos fenólicos, vitaminas, fitoesteroles y otros compuestos fitoquímicos que cumplen con una actividad funcional en el organismo (Coyago-Cruz, 2017).

1.1.1. Compuestos fenólicos

Son metabolitos secundarios naturales que provienen de la ruta biogénica del shikimato/fenilpropanoide, de donde se originan directamente los fenilpropanoides. La estructura lo conforma un anillo aromático con varios hidroxilos sustituyentes, de los cuales se sintetizan varias familias estructurales, como los provenientes del ácido benzoico, flavonoides, lignanos, ligninas, proantocianidinas y taninos, siendo los más estudiados los flavonoides y ácidos fenólicos (Vuolo et al., 2018; Yalcin & Çapar, 2017).

Se han encontrado varias fuentes de compuestos fenólicos ampliamente distribuidos en frutas, verduras, semillas, bayas, cereales, bebidas (vino, té o zumos) y una gran variedad de plantas aromáticas que en respuesta a la interacción de polifenoles presentan propiedades organolépticas singulares (Bujor, 2018).

Por otro lado, varios estudios biológicos han demostrado que los compuestos fenólicos presentan propiedades antioxidantes, pudiendo eliminar especies reactivas de oxígeno, inhibiendo enzimas involucradas en el estrés oxidativo, regenerando antioxidantes (α -tocoferol), estimulando sistemas de defensa de antioxidantes endógenos; además presentan propiedades antibacterianas, anticancerígenas, y se ha demostrado que evitan enfermedades cardiovasculares, reduciendo la osteoporosis, diabetes y obesidad, contrarrestando problemas metabólicos, evitando daño por radiación UV y previniendo el envejecimiento prematuro de la piel (Bujor, 2018; Vuolo et al., 2018; Yalcin & Çapar, 2017). Así mismo, en estudios realizados contra SARS-CoV-2 se encontró que compuestos fenólicos como la teaflavina y ácido cafeico actúan como inhibidores potenciales víricos; al igual que la quercetina y el kaempferol que comúnmente son hallados en bayas y hierbas. También en estudios con miricetina y escutelareína han mostrado tener efectos inhibidores contra helicasas de coronavirus, tal como la isobavachalcona y psoralidina que se ha demostrado en

bioensayos inhibir proteinasas como la PL^{pro} (Proteasa similar a la papaína) responsables en la replicación de coronavirus (Mani et al., 2020).

1.1.2. Carotenoides

Los carotenoides son compuestos caracterizados por ser lipofílicos e insolubles en agua. La estructura es diversa, aunque en la mayoría llevan una cadena central de ocho unidades de isopreno conjugados con polieno; además pueden encontrarse en la estructura hidrogenaciones, ciclaciones, deshidrogenaciones y acortamiento de la cadena central (Yalcin & Çapar, 2017).

Los carotenoides son ampliamente repartidos en la naturaleza, existiendo más de 650 tipos de carotenoides y aproximadamente 100 carotenoides entran en la dieta del ser humano; pudiendo encontrarse principalmente en la sangre β -criptoxantina, β -caroteno, licopeno, luteína y zeaxantina; que son originados a partir de alimentos como lácteos, salmón y en el caso de verduras o frutas en especies en las que predomina el color amarillo/naranja y en verduras de color verde (Eggersdorfer & Wyss, 2018).

Por otra parte, el papel fundamental de los carotenoides deriva de las propiedades antioxidantes, ya que por la presencia de dobles enlaces conjugados en su estructura le permite aceptar electrones de especies reactivas y neutralizar radicales libres; además de que combinaciones de antioxidantes lipofílicos pueden disminuir especies reactivas de nitrógenos e inhibir procesos de peroxidación de lípidos (Eggersdorfer & Wyss, 2018).

Por otro lado, se ha encontrado que contribuye para limitar el crecimiento celular cancerígeno y previenen enfermedades cardiovasculares como la dislipidemia y trombosis, al bloquear la formación y oxidación de lipoproteínas con baja densidad. Un caso particular estudiado es la β -criptoxantina que ha llegado a comportarse como regulador de homeostasis ósea, pudiendo

estimular osteoblastos para la formación de hueso. Al mismo tiempo, muchos carotenoides en sus procesos de síntesis son acumulados en la piel, lo que permite la protección eficaz a daños por luz UV, envejecimiento de la piel y en la regeneración de quemaduras solares (Eggersdorfer & Wyss, 2018; Milani et al., 2017).

1.1.3. Vitamina C

La vitamina C, ascorbato o L-ascórbico se describe como una lactona compuesta por 6 carbonos que incluye a cada compuesto que comparte la actividad biológica del ácido ascórbico (ácido l-ascórbico), pudiendo incluso representar las formas oxidadas como el ácido dehidroascórbico y ácido l-dehidroascórbico. De forma natural comúnmente se presenta como ácido ascórbico (80- 90 %), pero en ocasiones también se halla como ácido dehidroascórbico (Combs Jr & McClung, 2017; Levine et al., 2020). Los mamífero y seres humanos no cuentan con la posibilidad de biosintetizar la vitamina C, por la falta de la enzima “L-gulono- γ -lactona oxidasa”, por lo cual, el aporte al organismo se realiza mediante el consumo de vísceras como el hígado, riñón y en carnes musculares; también en plantas como hojas de té frescas, bayas, guayabas, entre otros (Combs Jr & McClung, 2017; Zasowska-Nowak et al., 2021).

Por otra parte, la vitamina C es sensible a la luz y al calor, provocando su degradación; sin embargo, en la mayoría de los casos frutas y verduras son consumidas crudas, y por tanto no se someten a procesos de cocción que pudiesen degradar a esta vitamina (Levine et al., 2020; Zasowska-Nowak et al., 2021).

El ácido ascórbico presenta la capacidad de agente reductor y función de antioxidante, pero en esencia se lo reconoce por la capacidad de sufrir dos reacciones continuas de oxidación, con lo cual forma el ácido deshidroascórbico (DHA) que es inestable a pH neutro y da lugar a la formación de radicales intermedios que son reciclados por vía enzimática por la glutaredoxina y la tiorredoxina

reductasa. El ascorbato a su vez, es transportado por el torrente sanguíneo y tiene la factibilidad de ser sintetizado por gran cantidad de células que lo captan en la forma reducida pudiendo hallarse altas concentraciones de hasta 20 mmol/L de ascorbato en órganos como el cerebro, glóbulos blancos, glándulas suprarrenales y el hígado, esto debido a la alta demanda del ascorbato como cofactor enzimático (Zasowska-Nowak et al., 2021).

El ascorbato a su vez es un gran antioxidante con la capacidad de eliminar especies reactivas de oxígeno (ROS) y especies reactivas de nitrógeno (RNS) en varios tejidos. Estudios han demostrado que el ascorbato mejora la respuesta del endotelio en procesos degenerativos de estrés oxidante, reduce también la peroxidación de lipoproteína de baja densidad, estabiliza la expresión de genes de adhesión intercelular 1 de monocitos, protege células como los neutrófilos en procesos de fagocitosis, reduce considerablemente el daño oxidativo en el cerebro y en el ADN de células sanguíneas. Así mismo se ha encontrado que regenera antioxidantes como el α -tocoferol y el glutatión, también reduce metales catalíticos como Cu^{2+} a Cu^{+} y el Fe^{3+} a Fe^{2+} , colabora estabilizando la estructura terciaria de colágeno, en la biosíntesis de carnitina, aminoácidos y hormonas (aldosterona, corticosteroides) y cuenta con propiedades antiinflamatorias reduciendo los niveles de citoquinas, proteína C reactiva (PCR) en plasma y quimioquinas (Zasowska-Nowak et al., 2021).

1.1.4. Ácidos orgánicos

Los ácidos orgánicos se definen como compuestos orgánicos, con características ácidas debido al número de grupos carboxilo emparejados con grupos alquilo o arilo y se clasifican en base al número de grupos carboxílicos que conforman el compuesto, pudiendo llegar a tener hasta 10 carbonos en la estructura. Así mismo, éstos no se disocian completamente en agua, por lo que para ácidos con mayor peso molecular son necesarios disolventes orgánicos para la disolución. Por otro

lado, los ácidos orgánicos cumplen un papel importante sobre la salud humana como fuente natural de antioxidantes, pudiendo destacarse el ácido ascórbico y los ácidos clorogénicos (Chahardoli et al., 2020; Vallarino & Osorio, 2019).

A su vez, son ampliamente usados en la industria alimentaria como un conservante natural, pudiendo sustituir adecuadamente a conservantes químicos que son de uso frecuente; entre los más usados se tiene al ácido acético, benzoico, cítrico, fórmico, láctico, propiónico y sórbico. Los mismos que actúan inhibiendo microorganismos patógenos por medio de un mecanismo de inactivación, ya que cuentan con la capacidad de penetrar por la membrana celular, difundirse en el interior y disminuir el pH interno; por lo tanto, afecta al homeostasis en la síntesis de ATP, ARN, proteínas, replicación de ADN y por consiguiente afectando al crecimiento celular de microorganismo (Anyasi et al., 2018).

Por otra parte, varios ácidos orgánicos se encuentran ampliamente distribuidos en frutas, pudiendo variar la concentración al ser silvestres o de cultivares. Comúnmente en diversas especies vegetales se encuentra el ácido cítrico, galacturónico, isocítrico, málico, quínico, oxálico y tartárico en concentraciones moderadas, ya que dependen de factores ambientales y de la fase de desarrollo. Así por ejemplo, en la mayoría de pulpas se encuentra el ácido málico y cítrico en concentraciones abundantes, llegando a concentraciones de hasta el 40 a 50 % de su peso seco en pulpa inmadura como en el albaricoque, o como es el caso de cítricos en sus primeras fases de desarrollo, donde se puede encontrar entre el 20 al 30 % del peso seco correspondiente al ácido quínico (Walker & Famiani, 2018).

1.2. Actividad antioxidante

Los compuestos antioxidantes se definen como compuestos que inhiben los radicales libres y disminuyen el estrés oxidativo. Estos se dividen en dos grupos: los antioxidantes enzimáticos

primarios y secundarios que engloban enzimas como catalasa, glutatión, peroxidasa, superóxido dismutasa, glutatión peroxidasa, deshidrogenasa, entre otros; y antioxidantes no enzimáticos que engloban vitaminas, minerales, carotenoides, compuestos organosulfuros, polifenoles, proteínas hidrolizadas y cofactores enzimáticos (Maqsoudlou et al., 2020).

Por otro lado, muchas enfermedades y desordenes de la salud son causados por especies reactivas de oxígeno (ROS) que por medio de desequilibrios químicos pueden dañar macromoléculas biológicas, como lípidos, proteínas, ADN y ARN, llegando a provocar enfermedades degenerativas como esclerosis múltiple, enfermedad de Alzheimer y cáncer. De aquí que varios compuestos funcionales han sido caracterizados como inhibidores de procesos oxidativos, dentro de los cuales se destacan los siguientes: 1) carotenoides, por medio de su estructura y doble enlace poliinsaturado conjugado le confiere el carácter lipofílicos, con lo cual protege lipoproteínas y membranas celulares del ataque de radicales libres; 2) los flavonoides y antocianidinas, tienen la capacidad de eliminar de forma directa radicales libres donando átomos de hidrógeno y de forma indirecta inhibiendo radicales libres por medio de quelación de iones metálicos libres. En particular los flavonoides conforman un sistema enzimático oxidante y antioxidante celular con la capacidad de inhibir enzimas resultantes de ROS, como NADH oxidasa, glutatión S-transferasa, monooxigenasa microsomal y succinoxidasa mitocondrial. También tienen la factibilidad de potenciar la actividad de enzimas antioxidantes, como es el caso de la hesperidina que mejora la actividad enzimática de la catalasa (CAT), el glutatión peroxidasa (GPX), el glutatión reductasa (GRX) y superóxido dismutasa (SOD); y en el caso de la quercetina potencia la actividad enzimática de la glioxalasa (Lu et al., 2021).

De igual forma, hay que tener en cuenta que si bien los pigmentos en frutos presentan una alta actividad antioxidante y varios beneficios a la salud; estos compuestos reaccionan en el cuerpo

humano en relación a su biodisponibilidad y bioaccesibilidad ; estos hacen referencia ,en el caso de la bioaccesibilidad a la cantidad de pigmentos naturales consumidos que son sintetizados en el intestino y el caso de la biodisponibilidad a la cantidad de pigmentos naturales que son transportados en la sangre tras el consumo y posterior absorción en el cuerpo. Aquí radica la funcionalidad de los pigmentos ya que por las propiedades químicas llegan a ser más inestables que otros compuestos como los ácidos orgánicos y azúcares. Un ejemplo claro de ello es el caso de los carotenoides que se encuentran en altas concentraciones en frutos, pero la biodisponibilidad en frutos llega a tener valores entre el 10 al 65 %; otro caso similar sucede en los compuestos fenólicos (flavonoides y antocianidinas) donde la bioaccesibilidad llega a ser de entre el 5 al 10 %. Sin embargo, esto no quiere decir que tanto compuestos fenólicos como carotenoides no sean importantes dentro de la salud, o que sus características puedan ser reemplazadas; todo lo contrario, muchos de estos compuestos son esenciales para la prevención de cánceres y problemas degenerativos en el ser humano. Por lo cual varios estudios han demostrado que para obtener una eficacia importante, el consumo adecuado y equilibrado permitirá que todos estos compuestos funcionen favoreciendo a la salud y comportándose como antivirales, antiinflamatorias, hepatoprotectoras, neuroprotectoras, antitripanosas, antiamebianas, antipalúdicas, antialérgicas, antibacterianas, neuroprotectoras y previniendo enfermedades como cataratas, diabetes, enfermedades cardiovasculares, infecciones y en terapias contra el cáncer (Kaska & Mammadov, 2019; Lu et al., 2021).

1.3. Normativas de calidad comercial de frutas

Las frutas forman parte de un grupo diverso de alimentos que difieren en los aportes energéticos y nutritivos a la salud, pero funcionan comúnmente como fuentes de fibra, proteínas, vitaminas, hidratos de carbono y minerales, que de una u otra forma contribuyen al funcionamiento correcto

del sistema metabólico del ser humano y a prevenir enfermedades al ser consumidas en dietas equilibradas (Yousuf et al., 2020).

Así, el hecho de que a nivel mundial exista mayor consumo de frutas, ha permitido que exista preocupación por la calidad y seguridad de frutos, ya que muchos de ellos son productos perecederos por la propia naturaleza al contar como un aproximado de 80 % a 90 % de agua en peso dentro de su estructura vegetal. Además, muchos de los frutos llegan a dañarse en la recolección, transporte o procesamiento, debido a que al contar solamente con la piel y cutícula superficial como protección se hace muy factible el deterioro en la calidad y vida útil, representándose en deshidratación de frutos por aumentos de tasas de respiración, crecimiento bacteriano, procesos de oxidación, deterioro de texturas, firmeza y sabor (Yousuf et al., 2020).

Dentro de este contexto, para evaluar la calidad de una fruta se han establecido criterios nutricionales, sensoriales y de seguridad alimentaria, para cubrir las necesidades de los consumidores. Entre los principales factores de calidad se tiene: 1) al aspecto, que representa las características netamente físicas como el brillo, color, tamaño, forma y ausencia de defectos, ya sean estos morfológicos, químicos, fisiológicos o por causa de patógenos en el proceso de postcosecha; 2) la textura o dureza, este parámetro de control hace referencia al carácter quebradizo, crujiente o harinoso, a la cantidad de jugo y firmeza, todo lo antes mencionado debido a que en el proceso de transporte pueden existir pérdidas importantes por daños mecánicos o físicos; 3) el sabor, el mismo implica características de aroma, acidez, dulzor, amargor y sabores extraños, que definirán la degustabilidad del producto en los consumidores; 4) la nutrición, visto desde el contexto de cantidad de vitaminas (A, B, C, niacina, tiamina), fibra dietética, minerales, flavonoides, carotenoides, fitoesteroles, isoflavonas; entre otros compuestos bioactivos que favorecerán a la salud humana y 5) la inocuidad, uno de los aspectos más importantes, ya que en

muchos casos los frutos para el consumo humano cargan con trazas de sustancias químicas que han sido utilizadas en postcosecha, pudiendo afectar características de sabor, olor y llegando incluso a ser dañinas para la salud humana (Brasil & Siddiqui, 2018).

Por otra parte, en el ámbito internacional y en Ecuador la normativa de calidad de frutas está enmarcada a frutas que son exportables, dejando de lado a frutas no tradicionales. Así: se enlista diferentes normativas aplicadas a frutas:

- **Normativa Nacional**

- ✓ NTE INEN 1751:96. - Frutas frescas. Definiciones y clasificación (NTE INEN 1751:96, 2012).
- ✓ NTE INEN 1750:1994. - Hortalizas y frutas frescas. Muestreo (NTE INEN 1750:1994, 2012).
- ✓ NTE INEN 2337:2008. - Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos (NTE INEN 2337:2008, 2008).
- ✓ NTE INEN-ISO 1842:2013. - Productos vegetales y de frutas – Determinación de pH (IDT) (NTE INEN-ISO 1842:2013, 2013).
- ✓ NTE INEN-ISO 750:2013. - Productos vegetales y de frutas – Determinación de la acidez titulable (IDT) (NTE-INEN-ISO 750:2013, 2013).
- ✓ NTE INEN-ISO 2173:2013. - Productos vegetales y de frutas – Determinación de sólidos solubles – Método refractométrico (IDT) (NTE INEN-ISO 2173, 2013).

- **Normativa Internacional**

- ✓ ISO 874: 1980 Frutas y verduras frescas – Muestreo (ISO 874-1980, 1980).
- ✓ ISO 750: 1998 Productos de frutas y hortalizas. Determinación de la acidez titulable (ISO 750:1998, 1998).

- ✓ ISO 1842: 1991 Productos hortofrutícolas - Determinación del pH (ISO 1842:1991, 2020).
- ✓ ISO 2173: 2003 Productos de frutas y hortalizas - Determinación de sólidos solubles - Método refractométrico (ISO 2173:2003, 2003).

1.4. Frutos exóticos o no tradicionales del Ecuador

Los frutos exóticos se definen como frutos con propiedades sensoriales distintas, únicas y agradables, con textura, sabor y apariencia distinta y con una plaza de mercado reducido. Con respecto a las características agronómicas y botánicas, los frutos exóticos muestran mucha variación tanto en clima, vida útil y con un valor nutricional diferente; mostrando grandes cantidades de compuestos volátiles y funcionales, dando así a la fruta propiedades distinguidas entre las demás (Reis, 2019). Es importante enmarcar que una de las ventajas de los frutos exóticos es que al variar la condición fisiológica y agronómica, estos pueden ser consumidas en diferentes estados de madurez y algunos de ellas han sido utilizadas en la industria alimenticia por la factibilidad de producción, como por sus sabores y efecto nutrimentales particulares, pudiendo incluso utilizarse sus subproductos como fuentes para el estudio y extracción de compuestos bioactivos, con mira a la aplicación en complementos nutricionales y alimenticios, en alimentos funcionales y farmacéuticos (Kumoro et al., 2020).

Por otro lado, en estudios a base de frutos exóticos han encontrado que tiene efectos positivos en prevenir afecciones por hígado graso no alcohólico y diabetes tipo 2, ya que varias de estas frutas cuentan con una alta cantidad de fibra y bioconstituyentes, que pueden mejorar la funcionalidad hepática y por consiguiente proteger al hígado de desbalances metabólicos provocados por obesidad y diabetes. De igual forma, se ha indicado que cuentan con un alto efecto antioxidante con la propiedad de eliminar antiperóxidos de lípidos, también con la capacidad de incrementar niveles de insulina en el cuerpo, disminuir la glucosa en sangre, como correctores de síndromes

metabólicos y desequilibrios redox del organismo, con efectos antiinflamatorios y neuroprotectores, al igual que previniendo cardiopatías y afecciones a la piel (Cornara et al., 2020; Joshi et al., 2018).

Así, Ecuador tiene una gran diversidad de frutas que han sido poco estudiadas y comercializadas, algunas de las cuales se indican en la tabla 1 (Anexo 1).

Capítulo 2

Materiales y métodos

2.1 Localización de la investigación

Los análisis se realizaron en la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito campus Girón, en los laboratorios de Ciencias de la Vida; el Centro de Investigación de Alimentos (CIAL) y el Centro de Investigaciones Biomédicas (CENBIO) de la Universidad UTE en la avenida Occidental y en el Departamento de Ciencia de los Alimentos y Biotecnología (DECAB) de la Escuela Politécnica Nacional en la avenida Veintimilla.

2.2. Recolección de frutos

El estudio incluyó diecisiete diferentes especies de frutos exóticos tal como se muestra en la Tabla 2 (Anexo 2), obtenidos en distintos mercados locales de las provincias de la Amazonía ecuatoriana, los cuales fueron seleccionados al azar en un número referencial establecido según la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1750: 1994 “Hortalizas y frutas frescas. Muestreo” (NTE INEN 1750:1994, 2012). Se trabajó con un mínimo de 5 muestras para frutos grandes, 2 kg para muestras de frutos medianos y 1 kg para muestra de frutos pequeños; tomando en cuenta los ensayos que se realizarían. El transporte se lo realizó en coolers, limpios y desinfectados, evitando que los frutos se maltraten o golpeen al momento del traslado. Además, los ensayos se realizaron en el menor tiempo posible para evitar cambios fisiológicos o químicos en los frutos (NTE INEN 1750:1994, 2012).

Los frutos seleccionados para el estudio fueron trasladados hacia el CIAL de la Universidad UTE para cuantificar el color y posteriormente a la Universidad Politécnica Salesiana para la evaluación de la calidad comercial.

2.3. Análisis físico-químicos de diecisiete frutos comercializados en mercados locales de la Amazonía ecuatoriana

Para la determinación de los parámetros físico-químicos se empleó la Normativa Técnica ecuatoriana NTE INEN 1911:2009 “Frutas Frescas. Requisitos” (NTE INEN 1911:2009, 2009) . Los parámetros considerados fueron peso, diámetro ecuatorial y longitudinal, color externo, sólidos solubles, pH, acidez titulable, humedad y ceniza.

a) Color

Se cuantificó el color de los frutos de forma individual por medio de un colorímetro CR-400 de marca Konica Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing Americas, Inc., Estados Unidos), con espectro visible entre 380 a 770 nm el cual utilizó la escala CIELAB (L^* , a^* , b^*) con un iluminante D65 y un ángulo de observación de 10° (Coyago-Cruz et al., 2018). Los parámetros C^*_{ab} y h_{ab} fueron calculados con la Ecuación 1 y 2, respectivamente.

$$C^*_{ab} = \sqrt{a^2 + b^2} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$h_{ab} = \tan^{-1} \left(\frac{a}{b} \right) \quad \text{Ecuación 2}$$

b) Peso (g)

Se cuantificó el peso de los frutos individualmente según la metodología de Coyago-Cruz et al., (2018) en una balanza electrónica con precisión de 0,01g, marca Metler Toledo ML204T/00 (Mettler Toledo, Ecuador) previamente calibrada.

c) Tamaño (cm)

Se cuantificó el diámetro ecuatorial y longitudinal según la metodología de Coyago-Cruz et al., (2018) empleando un calibrador digital de precisión marca Electronic digital caliper .

d) Sólidos solubles (° Brix)

Se cuantificó según la metodología de Coyago-Cruz et al., (2018). En el caso de frutas jugosas, se cortaron por la mitad obteniendo así el jugo de la pulpa y se colocaron un par de gotas directamente sobre el lente del refractómetro manual Hitech (Hitech RHB-32ATC, Estados Unidos). En el caso de frutos con pulpa no jugosa, se colocó sobre un mortero la pulpa, se molió hasta obtener el jugo y se colocó un par de gotas directamente sobre el lente del refractómetro manual Hitech (Hitech RHB-32ATC, Estados Unidos).

e) pH

Se pesó aproximadamente 1 g de pulpa y se transfirió a un vaso de precipitación con 6 mL de agua destilada para homogenizar, seguidamente se cuantificó con la ayuda de un pH-metro automático marca SevenMulti™ S47 (Mettler Toledo, Ecuador). La cuantificación siguió el protocolo de la NTE INEN-ISO 1842:2013: Productos vegetales y de frutas-Determinación de pH (NTE INEN-ISO 1842:2013, 2013).

f) Acidez titulable total (%)

Se pesó aproximadamente 1 g de muestra triturada y se diluyó con 10 mL de agua destilada; a la solución anterior se le colocó de 2 a 3 gotas de fenolftaleína (0,1%) como indicador y se tituló con NaOH 0,1 N, como se indica en la norma AOAC Official Method 942,15 Acidity (Titratable) of Fruit Products (FSSAI, 2016).

La cuantificación se realizó aplicando la Ecuación 3.

$$\% \text{ de acidez} = \frac{V_{\text{NaOH}} \cdot \text{meq. Ácido} \cdot \text{Factor de dilución} \cdot 100}{g \text{ o } V_{\text{jugo}} \cdot V_{\text{muestra titulada}}} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

V_{NaOH} : mL gastados de hidróxido de sodio en la titulación

N_{NaOH} : Normalidad de la solución de hidróxido de sodio 0,1 N

meq. Ácido: Miliequivalentes del ácido dominante

V_{jugo} : mL de extracto de fruta

$V_{\text{muestra titulada}}$: mL de titulación

Para este estudio y debido a la falta de datos bibliográficos de ácidos orgánicos en las frutas en estudio, se consideró como ácido dominante al ácido cítrico (miliequivalentes del ácido cítrico 0,064 g/meq).

g) Humedad (%)

El porcentaje de humedad se determinó por el método gravimétrico de secado en estufa de vacío según lo establecido por la AOAC Official Method of Analysis 920.151 (FSSAI, 2016). Se pesó aproximadamente 1 g de fruto, que fue dispuesto en cajas Petri previamente taradas y colocadas en una estufa (Memmert Be 20, Memmert GmbH + Co.KG, España) a 121 °C por aproximadamente cuatro horas, posteriormente se trasladaron a un desecador por un tiempo de 30 minutos hasta llegar a temperatura ambiente, finalmente se procedió a pesar la caja petri con la muestra en una balanza analítica marca ML204T/00 (Mettler Toledo, Ecuador).

La cuantificación se realizó aplicando la Ecuación 4.

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} * 100 \quad \text{Ecuación 4}$$

h) Cenizas (%).

El porcentaje de ceniza se determinó siguiendo el método de Nollet (1996). Se pesó 1g de fruto troceado en crisoles previamente limpios y tarados. Seguidamente se carbonizó la muestra en una plancha de calentamiento dentro de la Sorbona y con ayuda de una pinza se colocó el crisol en una mufla marca Thermolyne (Thermo Fisher scientific, Estados Unidos) a 550 °C hasta

obtener cenizas blancas. Después los crisoles se transfirieron en un desecador por aproximadamente 30 minutos y se pesó en una balanza tarada

La cuantificación se realizó aplicando la Ecuación 5.

$$\% \text{ de ceniza} = \frac{\text{peso de cenizas}}{\text{peso de muestra fresca}} * 100 \quad \text{Ecuación 5}$$

2.4. Compuestos bioactivos

Para el análisis de compuestos bioactivos se seleccionó aproximadamente 10 frutos al azar en muestras pequeñas y 3 frutos en frutas grandes, los cuales se trocearon en pedazos pequeños, se realizó una mezcla homogénea y se colocó en tubos falcon de 50 mL, los cuales se congelaron a -21 °C previo proceso de liofilización en un equipo marca Christ Alpha 1-4 LDplus (Martin Gefriertrocknungsanlagen GmbH, Alemania). Los frutos liofilizados se molieron en un mortero hasta obtener un polvo fino, y éste se almacenó en frascos ámbar sellado

2.4.1. Cuantificación de perfiles de carotenoides

La cuantificación de carotenoides se realizó siguiendo el método propuesto por Coyago-Cruz, (2017) . Se pesó 30 mg de muestra liofilizada de las distintas frutas en tubos eppendorf de 2 mL. Para el proceso de extracción se colocó 250 µL de metanol, 500 µL de triclorometano y 250 µL de agua desionizada. La mezcla se agitó en un vórtex marca (Mixer VM-300) y luego en el ultrasonido (Fisher Scientific FS60) por 2 minutos. La solución agitada se centrifugó a 14000 rpm por 3 min a 4 °C. Al final se recuperó el sobrenadante por medio de una pipeta pasteur y se trasvasó a un nuevo eppendorf. Este proceso se repitió hasta que el sólido no presentó color. El extracto obtenido se rotaevaporó hasta sequedad. El extracto seco se redisolvió con 40 µL de acetato de etilo grado HPLC se centrifugó a 14000 rpm por 5 minutos a 4 °C y el sobrenadante se colocó en un insert y el mismo en un vial ámbar. Finalmente, la muestra fue cuantificada en un RRLC (Rapid resolution liquid chromatography), provista de una columna C₁₈ (2,7 µm, 5 cm x 4,6 mm), volumen de

inyección de 10 µL, flujo de fase móvil de 1 mL/min con un gradiente que empleó acetonitrilo (A), metanol (B) y acetato de etilo (C) grado HPLC; siendo: 85 % (A) + 15 % (B), 0 min; 60 % A + 20 % B + 20 % C, 5 min; 60 % A + 20 % B + 20 % + 20 % C, 7 min; 85 % A + 15 % B, 9 min; 85 % A + 15 % B, 12 min. Los cromatogramas se analizaron a 285 nm para fitoeno, 350 nm para fitoflueno y 450 nm para licopeno, luteína y β-caroteno, empleando el programa ChemStation. Cada uno de los carotenoides identificados fue analizado mediante comparación con espectros y estándares de Sigma- Aldrich (Coyago-Cruz et al., 2018).

2.4.2. Cuantificación de vitamina C

La vitamina C se evaluó empleando el método de NSAI, (2003). Se colocó 1 g de muestra liofilizada en un matraz de 25 mL y se homogenizó con 2,5 mL de una solución de homocisteína al 0,2 % y 15 mL de una solución de ácido metafosfórico al 3 %. Esta solución fue agitada en un baño ultrasonido Brandsonic modelo 2510 R_MT (Espectrocrom, Ecuador) durante 7 min y posteriormente se aforó a 25 mL con agua desionizada. La solución se centrifugó a 6000 rpm por 5 min a 4 °C. El sobrenadante se filtró por un filtro de 0,45 µm PVDF de 25 mm de diámetro y el líquido filtrado se colocó en un vial que se dispuso en el RRLC acoplado a un detector DAD-UV-VIS descrito anteriormente, acoplado a una columna C₁₈. Los parámetros de corrida fueron: un flujo de 1 mL/min, tiempo de corrida de 20 min, volumen de inyección 20 µL y longitud de onda de 244 nm. La curva de calibración fue preparada empleando 5 mg de estándar de ácido ascórbico (MERK) y aforado en 5 mL de agua desionizada; de igual forma el estándar preparado se filtró y se pinchó volúmenes de 3, 5, 10, 15 y 20 µL en el RRLC.

La cuantificación se realizó aplicando la Ecuación 6.

$$\text{Concentración de Vit C} \left(\frac{\text{mg}}{100\text{g}} \right) = \frac{\text{Conc.} \cdot \text{V} \cdot \text{Fd} \cdot 100}{\text{P}} \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

Conc.: Concentración de vitamina C (mg/mL), obtenida por la curva de calibración

V: Volumen (mL)

P: Peso (g)

Fd: factor de dilución

2.4.3. Cuantificación de compuestos fenólicos

La determinación de compuestos fenólicos se realizó según lo descrito por Coyago-Cruz, (2017). Se pesó 10 mg de muestra liofilizada y se colocó 1000 μ L de una solución de metanol (75:25) acidificado con 0,1 % de HCl. La mezcla se agitó en un vórtex y luego en un baño ultrasonido Brandsonic modelo 2510 R_MT (Espectrocrom, Ecuador) durante 3 minutos y luego se centrifugó a 14000 rpm durante 5 minutos a 4 °C, recuperando en otro eppendorf la fase metanólica. Este proceso fue repetido por dos ocasiones más con volúmenes de 500 μ L de metanol acidificado, El extracto recolectado fue filtrado con un filtro de 0,45 μ m PVDF y el extracto filtrado se colocó en un vial para la lectura en el RRLC provista de una columna ZORBAX Eclipse Plus C₁₈ (4,6 mm×150 mm, 5 μ m) a 30 °C. El flujo de fase móvil fue de 1 mL/min y se usó una gradiente lineal de ácido fórmico 0,01 % (A) y acetonitrilo grado HPLC (B), siendo: 100 % A, 0 min; 95 % A + 5 % B, 5 min; 50 % A + 50 % B, 20 min y 2 min para una etapa de lavado.

La cuantificación e identificación de los compuestos fenólicos se realizó mediante el programa ChemStation. Los cromatogramas se analizaron a 280 nm para flavanonas, 320 nm para ácidos hidroxicinámicos y flavonas. Para las curvas de calibración de compuestos individuales se consideraron estándares de ácido gálico, vanílico, ferúlico, *o*-cumárico, *p*-cumárico, cafeico, sirínico, 3-hidroxibenzoico, succínico, shikímico, 2-5 dihidroxibenzoico, quercetrina, quercetina, kaempferol, crisina y ácido clorogénico (Sigma-Aldrich, Madrid, España).

2.4.4. Cuantificación de ácidos orgánicos

La determinación de ácidos orgánicos se realizó empleando el método de Macrae, (1988). Se pesó aproximadamente 40 mg de muestra liofilizada en un ependorf de 2 mL y se colocó 1,5 mL de una solución de ácido sulfúrico 0,02 N con ácido metafosfórico y homocisteína (0,56 mL de H₂SO₄ al 96 %, aforado a 1 L con agua, colocando 0,5 g de ácido metafosfórico y 0,2 g de homocisteína). Se agitó en el vórtex y posteriormente en el baño ultrasonido por 3 min, luego de este tiempo se colocó 500 µL de solución de ácido sulfúrico y se centrifugó a 14000 rpm durante 5 minutos a 4 °C. El sobrenadante se filtró con un filtro de 0,45 µm PVDF y el extracto filtrado se colocó en un vial para la lectura en el RRLC acoplado a un detector DAD-UV-VIS descrito anteriormente, acoplado a una columna YMC-Triart C18 (150 × 4,6 mmI.D., S-3 µm, 12 nm).

Los parámetros de corrida fueron: un flujo de 1 mL/min, tiempo de corrida de 30 min, volumen de inyección 20 µL y longitud de onda de 210 nm. La curva de calibración fue preparada empleando 500 mg de estándar de ácido cítrico (BDH), málico (SIGMA) y tartárico (SIGMA-ALDRICH), preparados de forma individual y aforado en 5 mL de la solución de ácido sulfúrico 0,02 N.

2.5. Determinación de la actividad antioxidante

La metodología de actividad antioxidante de microplaca se basó en el ensayo de placa de 96 pocillos descrito por Robards et al., (1999) y Kuskoski et al., (2003), en la cual el radical ABTS^{•+} se obtiene tras la reacción de ABTS (7 nM) con persulfato potásico (2,45 nM), aforados a 25 mL. Se incubó la solución de 12 h a 16 h y antes de añadir al ensayo se midió 400 µL y se aforó a 10 mL con etanol absoluto. Para el caso del estándar de calibración se empleó una dilución de Trolox 2,5 mM y se midió una absorbancia de 270 nm en el lector de microplacas de un espectrofotómetro Thermo Scientific Multiskan GO. Finalmente se colocaron las muestras en un volumen de 10 µL y se añadió 270 µL del reactivo ABTS^{•+}.

La cuantificación se realizó aplicando la Ecuación 7 y 8.

- Cálculo de porcentaje de inhibición para la muestra:

$$\% inh = \frac{A_{\text{blanco ABTS}} - A_{\text{muestra+ ABTS}}}{A_{\text{blanco ABTS}}} * 100 \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde:

% inh: Porcentaje de inhibición, %

$A_{\text{blanco ABTS}}$: Absorbancia del blanco ABTS^{*+}

$A_{\text{TROLOX+ABTS}}$: Absorbancia de la mezcla de TROLOX + ABTS^{*+}

- Cálculo de capacidad antioxidante en Equivalentes TROLOX (TEAC):

$$x = \frac{y - b}{m} \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde:

x: Concentración equivalente de TROLOX, mM

y: Porcentaje de inhibición, %

b: Intersección de la recta con el eje y

m: Pendiente de la recta

2.6. Análisis estadístico

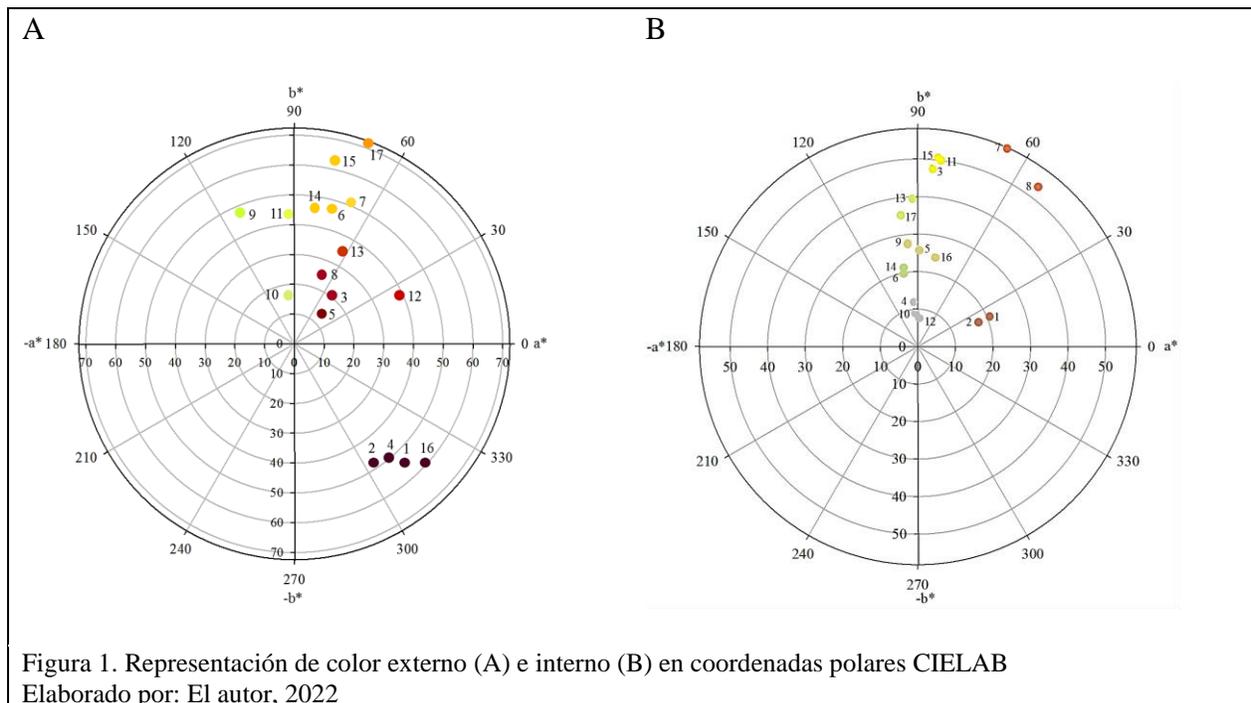
Se efectuó el análisis estadístico mediante el programa INFOSTAT versión 2020, en donde se realizó un ANOVA simple, un análisis de correlaciones y un análisis de componentes principales; además se comparó las diferencias significativas con un *p* valor de 0,05 a través de una prueba Tukey para los diferentes tratamientos. El gráfico se realizó por medio del programa SIGMAPLOT versión 14.

3. Resultados y discusión

3.1. Análisis físico-químicos de diecisiete frutos comercializados en mercados locales de la Amazonía ecuatoriana

a) Color

En la en la Figura 1, se presentan los valores promedio de las coordenadas polares de color externo en la sección A y de color interno en la sección B, de los frutos en estudio.



La coordenada a^* para el color externo del fruto presentó un rango de valores entre 44,50 (Mamey) y -17,64 (Arazá). A su vez, la coordenada b^* mostró valores en un rango de 68,19 (Cocona) a -39,73 (Copal). Además, la coordenada a^* para el color interno reportó un rango entre 31,64 (Mamey) y -4,60 (Cocona) y la coordenada b^* un rango entre 53,30 (Chonta naranja) y 6,93 (Copal). A su vez, se puede señalar que la mayoría de frutos se encontraron en el cuadrante I del diagrama de coordenadas polares, indicando colores que estuvieron en el rango de rojo al amarillo

como es el caso de salak, moriche negro, mamey, calabaza, caimito amarillo, maracuyá badea, chonta naranja, chicle y cocona; en el cuadrante II, se encontró chayote, arazá y pomarrosa amarilla; y en el cuadrante IV, se ubicó la unguahua, copal, uva de monte y uva chonta. De igual forma, la mayoría de frutos respecto al color interno se ubicaron en el primer cuadrante, así, se puede mencionar a la unguahua, copal, calabaza, uva de monte, uva de chonta, salak, chicle, chonta naranja, pomarrosa amarilla, pomarrosa roja, mamey, moriche negro; en el segundo cuadrante se ubicó el chayote, caimito amarillo, maracuyá badea, arazá y cocona.

Por otra parte, la coloración del fruto externo en relación a la coordenada a^* para arazá y la coordenada b^* para cocona mostraron cierta relación con el estudio de Toledo Romanienko, (2009) quien reportó un valor de -10,55 y Torres Flores, (2010) quien reportó un valor de 1,97, respectivamente. A su vez, la coloración del fruto interno en relación a la coordenada a^* para mamey en este estudio, fueron ligeramente superiores a los presentados por Elías-González et al., (2016), que reportó un valor de 36,81, mientras que la cocona en este estudio mostró valores bajos comparados con los presentados por (Torres Flores, 2010) quien reportó un valor de 9,40. Así estas variaciones de valores de coordenadas de color pudo deberse al hecho que el color varía dependiendo del grado de madurez; ya que en frutos que no han completado el grado de madurez, puede existir cantidades altas de clorofila, que provocan una heterogeneidad del color de la fruta afectando la apariencia del mismo, además de la calidad, tal como indica Nunes, (2008).

b) Peso

En la Figura 2, se presenta los resultados promedio de peso expresado en gramos de las muestras en estudio.

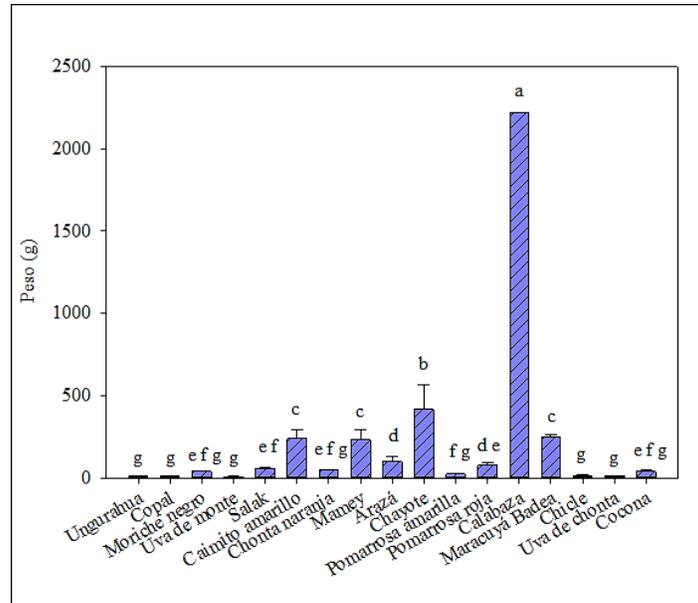


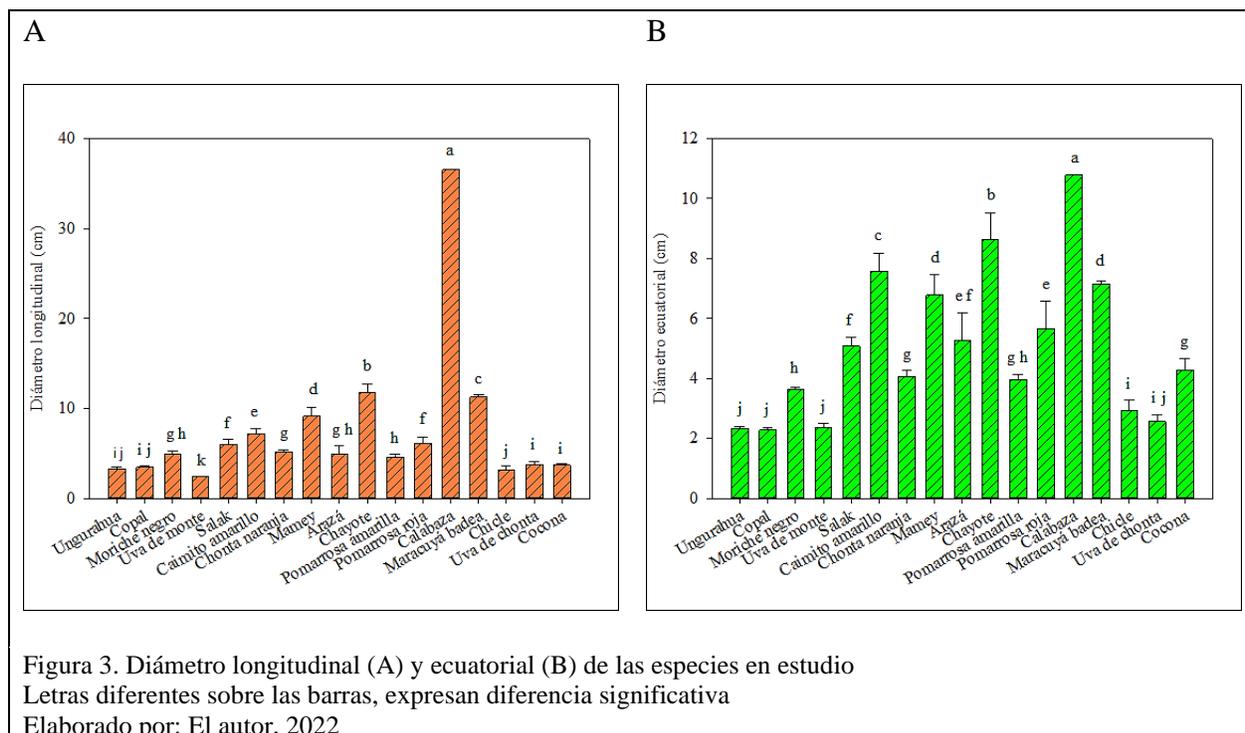
Figura 2. Peso medio de frutos (g)
 Letras diferentes sobre las barras, expresan diferencia significativa
 Elaborado por: El autor, 2022

Los valores de peso variaron en un rango entre 2220 g (Calabaza) a 7,7 g (Uva de monte). Así, los resultados obtenidos mostraron similitud estadística entre caimito amarillo, mamey, maracuyá badea; chicle uva de chonta, copal, ungurahua y uva de monte. A su vez, al comparar los valores de peso de calabaza obtenidos en este estudio mostraron ser similares a los valores presentados por Mereles et al., (2021) quien reportó valores de peso en un rango de 1970 a 2021 g, o a los valores presentados por Eva et al., (2020) quienes reportaron valores en un rango de 1970 a 2355 g. Así también, los valores de uva de monte mostraron relación con los datos presentados por Pedrosa et al., (2018) quienes reportaron valores de 9,41 g. Estas variaciones entre los valores de este estudio y otros estudios, pudo deberse al grado de madurez del fruto, el cual influye directamente sobre el peso del mismo, pudiendo aumentar a medida que transcurre la madurez; así,

los frutos que no han completado la madurez total llegan a pesar menos por la falta de desarrollo, como lo indican otros autores (Pamungkas & Bintoro, 2021). Así, también muchos de los frutos al hallarse a la intemperie pueden ser afectados por las altas temperaturas y humedad relativa, con lo que tienden a disminuir el peso y tamaño, por la pérdida de humedad debido al proceso de respiración, como lo sugiere Mohammed et al., (2021).

c) Tamaño

En la Figura 3, se presenta los resultados promedio del diámetro longitudinal (cm) en la sección (A) y diámetro ecuatorial (cm) en la sección (B) de las muestras en estudio, respectivamente.



Los valores de diámetro longitudinal para los frutos variaron entre 36,5 cm (Calabaza) a 2,41 cm (Uva de monte). Los resultados obtenidos mostraron similitud estadística entre chonta naranja, arazá, moriche negro, pomarrosa amarilla; chicle, uva de chonta, cocona, ungrahua, copal; y uva de monte. Así también los valores de diámetro ecuatorial para los frutos en estudio variaron entre

10,78 (Calabaza) a 2,28 (Copal) cm. Los resultados obtenidos mostraron similitud estadística entre mamey, maracuyá badea; pomarrosa roja, arazá, salak; chonta naranja, cocona, pomarrosa amarilla, moriche negro; chicle, uva de chonta, uva de monte, unguahua y copal. A su vez, los valores de diámetro longitudinal en calabaza, obtenidos en el presente estudio fueron superiores a los presentados por Eva et al., (2020) quien reportó valores de 26,9 cm y los valores obtenidos en uva de monte fueron similares a los presentados por Pedrosa et al., (2018) quien reportó valores de 2,53 cm. Además, los valores de diámetro ecuatorial en calabaza fueron similares a los presentados por Mereles et al., (2021) quien reportó un valor de 10,4 cm y el valor de copal en el presente estudio fue menor comparado con el valor s de 3,3 cm de longitud presentado por Andrade González, (2016).

d) % Sólidos solubles

En la Figura 4, se presenta los resultados promedio de sólidos solubles (SS) de las muestras en estudio.

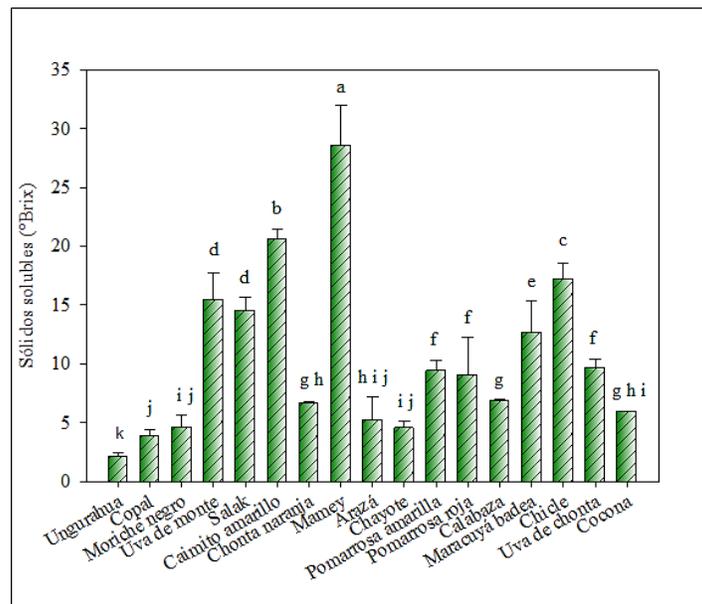


Figura 4. Contenido de sólidos solubles
 Letras diferentes sobre las barras, expresan diferencia significativa
 Elaborado por: El autor, 2022

Los SS mostraron valores que variaron en un rango entre 28,57 (Mamey) a 2,18 (Ungurahua) °Brix.

Los resultados obtenidos mostraron similitud estadística entre mamey y caimito amarillo a pesar de tener diferente tamaño; así otros ejemplos de similitud estadística se pudo encontrar entre arazá, cocona y moriche negro; pomarrosa amarilla y uva de chonta; chonta naranja y calabaza.

A su vez, los sólidos solubles obtenidos en este estudio para el mamey mostraron cierta relación con los valores presentados por Torres-Rodríguez et al., (2019) quienes reportaron sólidos solubles con un rango entre 20 a 30 °Brix y Chacón-Ordóñez et al., (2017) un valor de 28,50 °Brix. Así también, los valores de SS obtenidos para unguahua mostraron relación con los datos obtenidos por Rojas et al., (2018), quien reportó un valor de 2,00 °Brix. Estas variaciones en el contenido de SS puede deberse al hecho que este parámetro pueden variar debido a los factores climáticos, agronómicos, etapa de desarrollo de fruto y manejo postcosecha tal como señala Reis et al., (2021).

Por otra parte, se considera que los frutos como el mamey, caimito amarillo o chicle que contienen un mayor porcentaje de sólidos solubles (SS), pueden proporcionar una dulzura, dando características de un alto índice de calidad y rendimiento, como indica Kanayama, (2017). Así también, en otra investigación realizada por Kanayama, (2017) y Akšić et al., (2019), proponen que el contenido de SS en la fruta está relacionado directamente con genes y mecanismos fisiológicos propios de la especie o familia, que promueve la expansión, crecimiento, desarrollo, maduración, tamaño, los nutrientes en pulpa, la facilidad con que absorberá azúcares de la planta, la composición de azúcares que tendrá y la expresión de genes que sintetizarán ácidos orgánicos, aminoácidos, polifenoles, pigmentos y compuestos aromáticos, que aumentarán la calidad nutricional el fruto. Además, en el caso particular de bayas frutales, como en el presente proyecto, Akšić et al., (2019) y Choo et al., (2018), sugieren que los frutos que contienen un gran colorido por pigmentos, son ricos en fibra dietética ,bajos en lípidos, son fuente de ácidos, compuestos fenólicos, carotenoides, antocianinas, flavonoides, taninos, vitaminas, minerales; y principalmente cuentan con azúcares bajas en calorías que pueden sustituir a alimentos ricos en almidones o refinados, controlando el índice glucémico en personas con diabetes, actuando como antioxidantes naturales y previniendo enfermedades crónicas

e) pH

En la Figura 5, se presenta los resultados promedio de pH de las muestras en estudio.

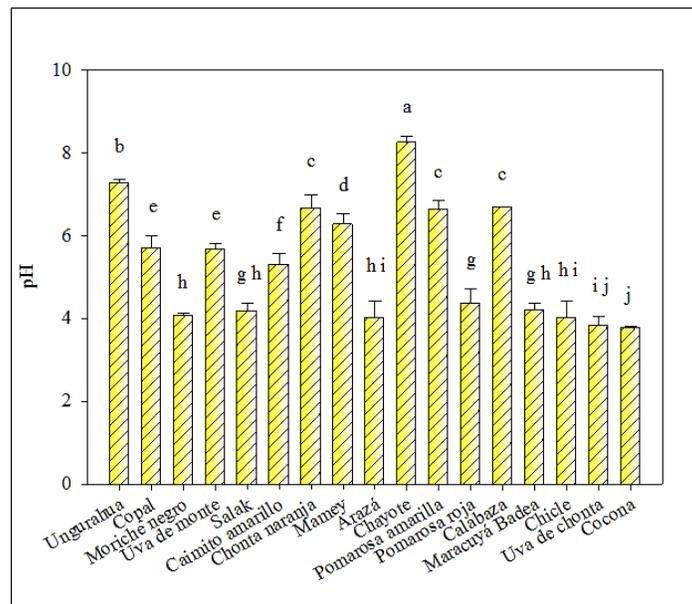


Figura 5. Contenido de pH
 Letras diferentes sobre las barras, expresan diferencia significativa
 Elaborado por: El autor, 2022

El rango de valores correspondientes al porcentaje de pH varió entre 8,24 (chayote) a 3,77 (cocona). La mayoría de los resultados se ubicaron en pH ácido; sin embargo, la acidez fue moderada ya que no bajó de 3,77. Los resultados mostraron similitud estadística entre frutas como: Chonta naranja, pomarrosa amarilla, calabaza; copal y uva de monte; salak y maracuyá badea; arazá y chicle.

Por otra parte, los valores de pH de chayote obtenidos en este estudio fueron superiores a los valores obtenidos en otros estudios quienes reportaron un valor de 6,26 en el estudio de Islam et al., (2018) y 6,80 en el estudio de Riviello-Flores et al., (2018). A su vez, la cocona en este estudio mostró valores altos comparados con 3,33 del estudio de Sereno et al., (2018) y 3,31 del estudio de Serna-Cock et al., (2015). Estas variaciones entre los datos obtenidos en este estudio y los resultados de otros estudios, puede deberse al hecho que el pH depende plenamente de la etapa de

madurez, tal como sugiere Melo et al., (2020). Además, Suriati et al., (2020) menciona que en estudios realizados en almacenamiento de frutos y cambios físicoquímicos, han encontrado que al mantenerse guardados frutos alrededor de 10 días, estos tienden a bajar el pH; esto debido a que carbohidratos, almidones, grasas y fenoles presentes en los frutos realizan conversiones químicas durante el almacenamiento sintetizando ácidos orgánicos que disminuyen el pH, influyendo sobre el sabor y grado de acidez de la fruta, además de determinar el índice de calidad comercial del fruto, como sugiere Nonga et al., (2014).

f) % Acidez titulable total

En la Figura 6, se presenta los resultados promedio de % de acidez titulable total de las muestras en estudio.

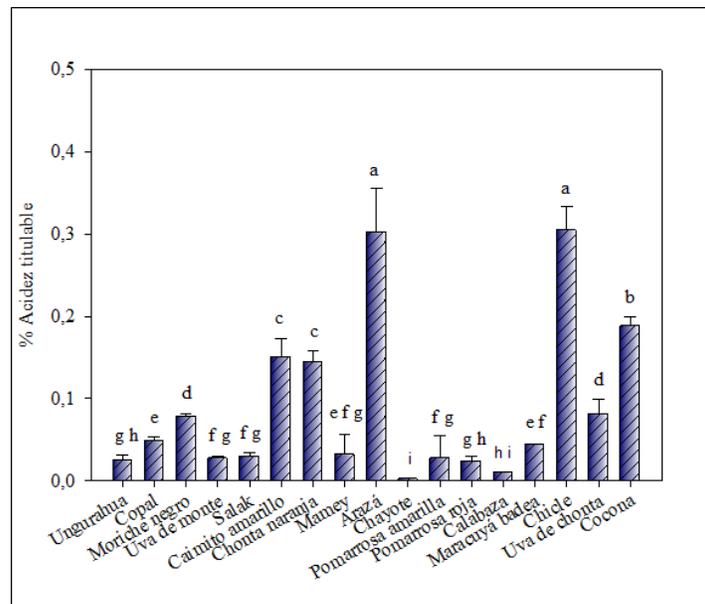


Figura 6. Contenido de acidez titulable total
 Letras diferentes sobre las barras, expresan diferencia significativa
 Elaborado por: El autor, 2022

El % de acidez titulable total expresado en porcentaje de ácido cítrico mostró rango de valores entre 0,305 (Chicle) a 0,003 % (Chayote). Estos valores mostraron similitud estadística entre especies como: arazá y chicle; cocona; caimito amarillo y chonta naranja; moriche negro y uva de chonta; copal, maracuyá badea, uva de monte, salak, mamey, pomarrosa amarilla, pomarrosa roja, calabaza, ungurahua, calabaza y chayote.

Así, el valor de acidez titulable en este estudio para el chayote, presentó un valor bajo comparado con el estudio de Islam et al., (2018) quien reportó una concentración de 0,96 % y de 0,09 % en el estudio de Riviello-Flores et al., (2018). La variación en los datos obtenidos, pudo deberse a alteraciones durante el desarrollo del fruto; donde la tasa de síntesis de ácidos, puede aumentar o disminuir la acidez según el ácido presente (ácido málico, cítrico, quínico y tartárico), como indica Atkinson et al., (2014). Así mismo, Atkinson et al., (2014) aclara que la acidez en el fruto es un factor determinante en la calidad comercial del fruto, ya que está relacionado con características gustativas que llaman la atención del consumidor, siendo así que ,si el contenido de acidez es alto, será poco apetecible, pero al ser muy pobre la acidez, llegará a ser insípida; por lo que el equilibrio entre azúcares y acidez es un factor importante en el fruto.

g) % Humedad

En la Figura 7, se presenta los resultados promedio del % de humedad de las muestras en estudio.

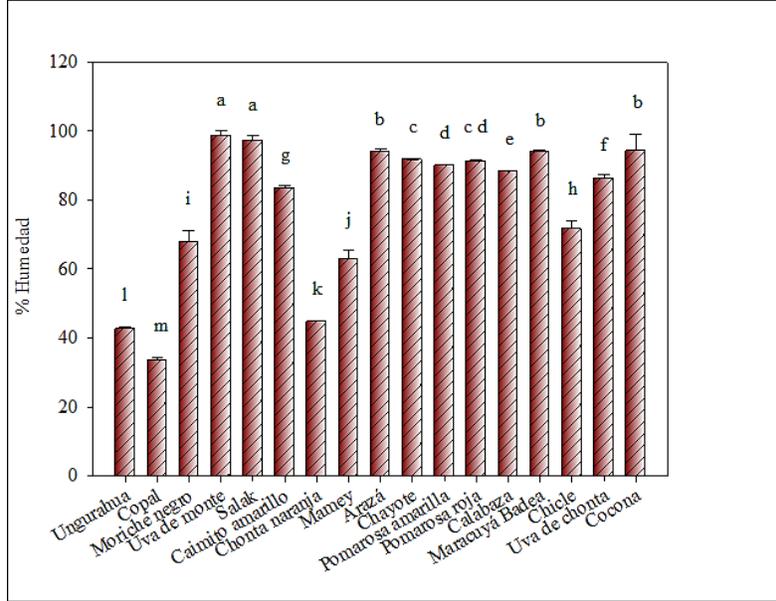


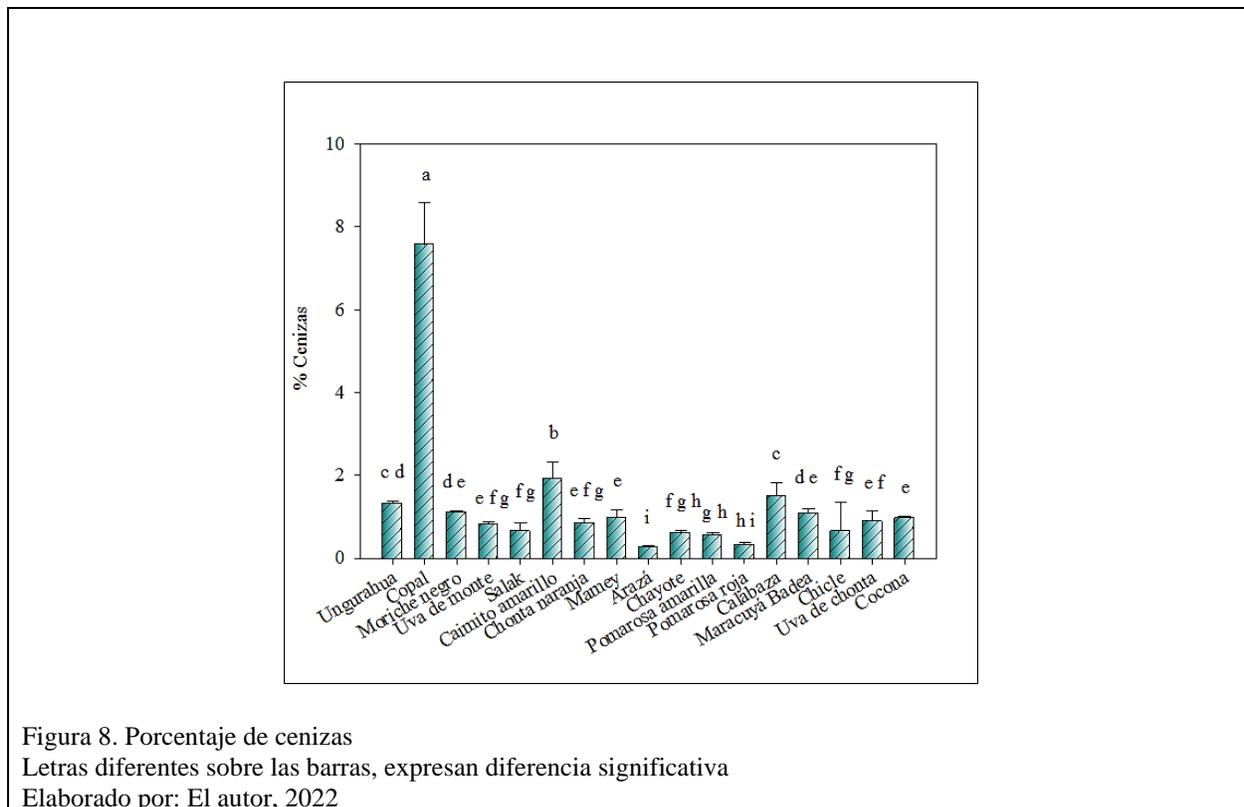
Figura 7. Porcentaje de humedad
 Letras diferentes sobre las barras, expresan diferencia significativa
 Elaborado por: El autor, 2022

El porcentaje de humedad en este estudio mostraron valores entre 98,58 % (uva de monte) y 33,48 % (copal). Así, los resultados mostraron similitud estadística entre frutos como: uva de monte y salak; arzá, maracuyá batea y cocona; chayote, pomarrosa roja y pomarrosa amarilla.

A su vez, los valores de uva de monte en este estudio fueron similares a los trabajos presentados por Calixto Cotos, (2020) quien reportó un valor de 82,43 % y por Ramos Salinas, (2014) quien mostró un valor de 90,50 %. En cuanto a copal, los valores en este estudio fueron bajos en comparación con los resultados reportados por Andrade González, (2016) quien presentó un valor de 74,1 % . Las variaciones antes señaladas, pudo deberse a las características físicas de cada especie, como indica Holcroft, (2015) ya que, la pérdida de humedad y agua es proporcional al tamaño del fruto, al número de aberturas (lenticelas) en la piel y si cuenta o no con capas de cera que eviten la pérdida de humedad por intercambio de agua y gases al ambiente.

h) % Cenizas

En la Figura 8, se presenta los resultados promedio del % de cenizas de las muestras en estudio.



El porcentaje de cenizas mostraron rangos de valores entre 7,57 % (Copal) a 0,28 % (Arazá). Así, los resultados mostraron similitud estadística entre calabaza, unguahua, moriche negro, maracuyá badea; mamey y cocona; uva de monte, chontá naranja, uva de chontá; chicle, salak, chayote, pomarrosa amarilla; pomarrosa roja y arazá. A su vez, la mayoría de los valores de porcentajes de cenizas se mostraron por debajo de 2 %, excepto el copal que fue el único que sobrepasó la media de 7 %.

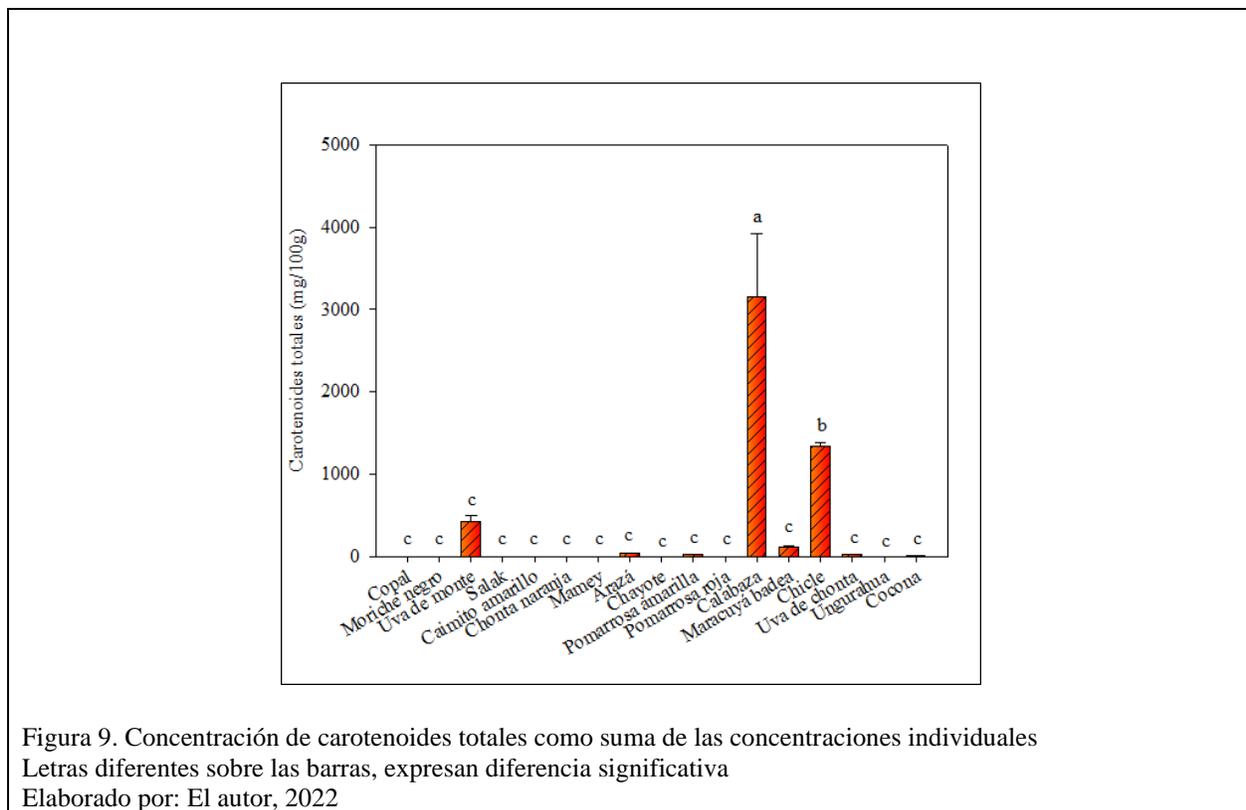
Por otra parte, los valores de chayote obtenidos en este estudio fueron inferiores al estudio de Álvarez et al., (2018) quienes reportaron un valor de 1,16 % y de 1,72 % en el trabajo presentado por Baldini et al., (2017). Así, esta diferencia de valores entre este y otros estudios, pudo deberse

a que la pérdida de porcentaje de cenizas y minerales, puede darse también por cambios físicos en el entorno durante la manipulación, ya que el fruto luego de la cosecha empieza a deteriorarse perdiendo minerales como Ca, Fe, Na, P, Mg, Mn, Zn, Al, K o Cu, progresivamente y a medida que pierden minerales en compensación sintetizan azúcares a partir de muchos de estos minerales en procura de mantener las condiciones internas equilibradas, como lo indica Bvenura et al., (2018).

3.2. Compuestos bioactivos

3.2. Cuantificación de perfiles de carotenoides

En la Figura 9, se presenta los resultados promedio de la concentración de carotenoides totales (mg/100 g de peso seco) como suma de las concentraciones individuales de las muestras en estudio.



La concentración de carotenoides totales mostró un rango de concentración entre 3157,0 (Calabaza) a 1,5 (Ungurahua) mg/100 g PS. Los resultados obtenidos mostraron similaridad

estadística para copal, moriche negro, uva de monte, salak, caimito amarillo, chonta naranja, mamey, arazá, chayote, pomarrosa amarilla, pomarrosa roja, maracuyá badea, uva de chonta, unguurahua y cocona. Así, la fruta chicle y calabaza mostraron las concentraciones más altas de carotenoides totales. A su vez, al comparar los valores obtenidos de carotenoides totales en este estudio para calabaza, estos mostraron concentraciones similares a los datos presentados por Alves et al., (2021) quien reportó un valor de 36,92 $\mu\text{g/g}$ PS.

Los carotenoides individuales que se presentaron repetidamente dentro de los frutos evaluados en este estudio fueron la zeinoxantina, beta-caroteno, alfa-caroteno y beta-criptoxantina. Lo cual concuerda con Saini et al., (2015), quien señala que varios de los pigmentos metabolizados por la planta que dan colores entre amarillo, naranja o rojo, pertenecen a compuestos dentro del grupo de los carotenoides como α -caroteno, α -criptoxantina, β -caroteno y zeinoxantina.

3.2.2. Cuantificación de vitamina C

En la Figura 10, se presenta los resultados promedio de la concentración de vitamina C (mg/100 g de peso seco) de las muestras en estudio

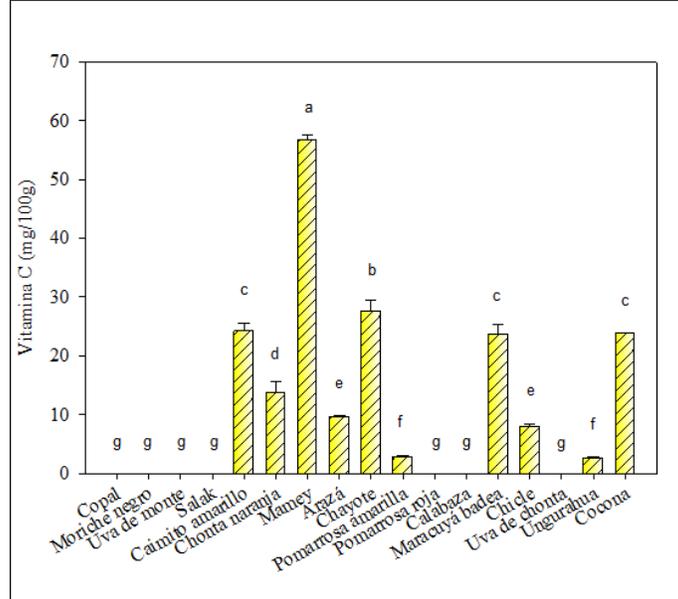


Figura 10. Concentración de vitamina C
 Letras diferentes sobre las barras, expresan diferencia significativa
 Elaborado por: El autor, 2022

La concentración de vitamina C varió en un rango de 56,61 (Mamey) a 2,73 (Ungurahua) mg de vitamina C/100 g de peso seco (PS). Los resultados obtenidos mostraron similitud estadística en copal, moriche negro, uva de monte, salak, pomarrosa roja, calabaza y uva de chonta, donde los valores resultantes se los tomó como límite no detectable (LND).

Así, al comparar los valores obtenidos de vitamina C en este estudio para mamey mostraron valores superiores a los datos presentados por Bautista-baños et al., (2005) quien reportó un valor de 22 mg/100 g y de Paulín et al., (2015) con un valor de 20 mg/100 g. Además, los valores de vitamina C para Ungurahua mostraron valores inferiores a los datos presentados por Quiñones Ruiz, (2018) quien reportando un valor de 9,00 mg/100 g. Así, la alta concentración de valores de vitamina C, pudo deberse a condiciones ambientales como déficit hídrico o aumento de la temperatura; con lo cual el fruto llega a duplicar la cantidad de compuestos fenólicos y vitamina C, incrementando la

actividad antioxidante, (Toscano et al., 2019). Además, la vitamina C tiende a degradarse con rapidez, ya que es propensa a reaccionar con el oxígeno, el agua, pH, enzimas o metales; por lo cual factores como manipulación del fruto, tipo de cultivo (en cultivos orgánicos se ha encontrado mayor concentración de vitamina C), estado de madurez (en frutos inmaduros el contenido de vitamina C es mayor en comparación de frutos maduros), contenido de humedad del fruto (si el fruto contiene mucha agua libre, degrada la vitamina C) pueden alterar la cantidad de la misma (Bicikliski et al., 2018; Fatin Najwa & Azrina, 2017; Taoukis, 2021).

3.3.3. Cuantificación de compuestos fenólicos

En la Figura 11, se presenta los resultados promedio de la concentración de fenoles totales (mg/100 g de peso seco) como una suma de los compuestos fenólicos individuales de las muestras en estudio.

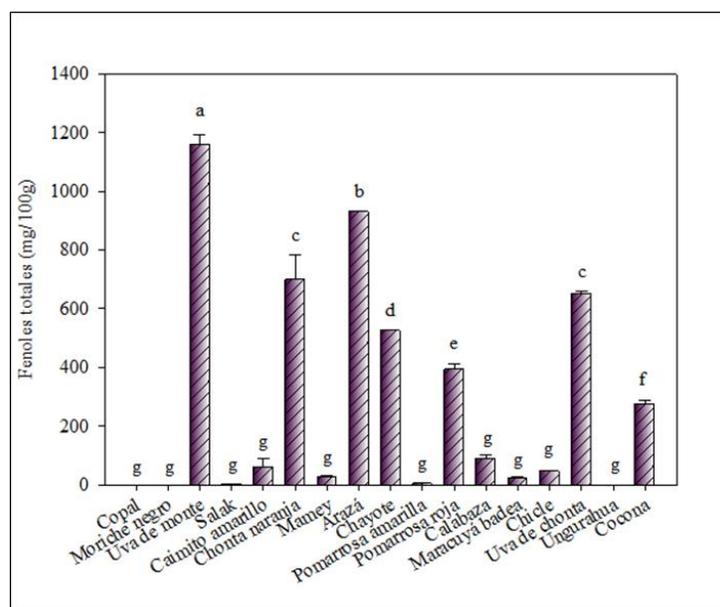


Figura 11. Concentración de fenoles totales como una suma de las concentraciones individuales. Letras diferentes sobre las barras, expresan diferencia significativa. Elaborado por: El autor, 2022

La concentración de fenoles totales mostró valores que variaron en un rango de 1158,8 (Uva de monte) y 3,4 (Ungurahua) mg/100 g PS. Los resultados obtenidos mostraron similaridad estadística para copal, moriche negro, salak, caimito amarillo, mamey, pomarrosa amarilla, calabaza, maracuyá badea, chicle y ungurahua. Los mayores contenidos de compuestos fenólicos totales se obtuvieron en cocona, uva de chonta, pomarrosa roja, chayote, arazá, caimito amarillo y uva de monte.

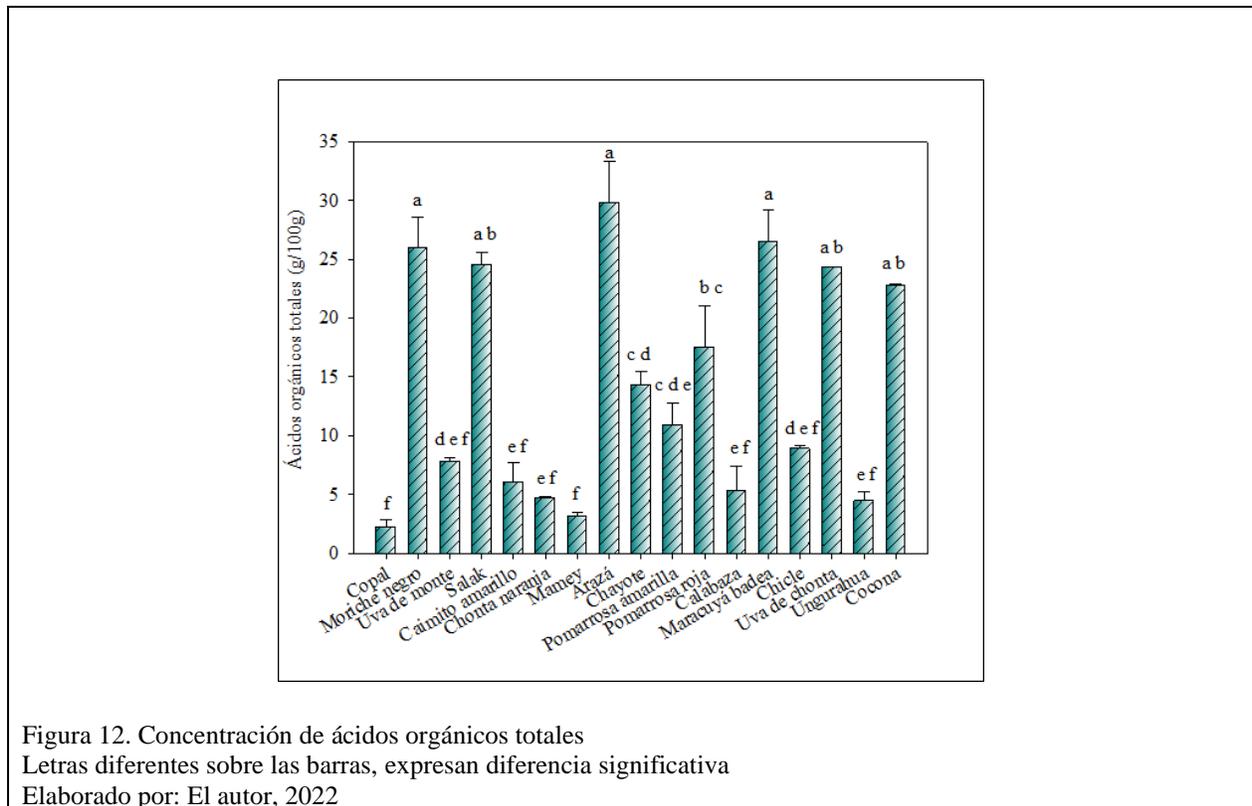
Así, al comparar la concentración de compuestos fenólicos en este estudio para Uva de monte, estos mostraron valores superiores a los datos presentados por Lopes-Lutz et al., (2010) quien reportó un valor de 210 mg/kg de peso fresco en ácidos fenólicos. Además, los valores de compuestos fenólicos para Ungurahua mostraron valores inferiores a los datos presentados por Rezaire et al., (2014) quien reportó valores de 18 mg/g de peso seco en ácidos fenólicos. Esta variación de concentración de compuestos fenólicos puede estar relacionado al grado de polaridad y tipo de solvente usado para la extracción; en ocasiones mezclas de disolventes orgánicos y agua han demostrado obtener mayores concentraciones de compuestos fenólicos, puesto que diferentes compuestos fenólicos tienen tendencia a ser menos a más solubles dependiendo del complejo de solventes usados durante el proceso de extracción (Marty et al., 2020). Asimismo, factores como el genotipo, condiciones climáticas, estado de madurez, procesos agronómicos, manipulación y almacenamiento pueden comprometer la estabilidad y cantidad del contenido fenólico. En especial los ácidos fenólicos llegan a variar mayoritariamente, puesto que conforman sistemas de protección para la planta en respuesta al estrés, pudiendo incluso aumentar significativamente en lesiones e infecciones microbianas, como lo sugiere Akyol et al., (2016).

Por otra parte, los compuestos fenólicos que se presentaron repetidamente dentro de los frutos evaluados fueron el ácido siríngico (ácido fenólico), la luteolina (flavonoide), el ácido p-

hidroxibenzoico (ácido fenólico) y ácido gálico (ácido fenólico), lo cual presenta relación con lo expuesto por Gordon et al., (2011), quien señaló que la cantidad y composición de compuestos fenólicos, flavonoides, taninos o antocianinas en frutos exóticos es muchas veces mayor en comparación de frutos de consumo típico.

3.3.4. Cuantificación de ácidos orgánicos

En la Figura 12, se presenta los resultados promedio de concentración de ácidos orgánicos totales (mg/100 g de peso seco) de las muestras en estudio.



La concentración de ácidos orgánicos totales como una sumatoria de ácido málico, cítrico, y tartárico mostró valores que variaron en un rango de 29,79 (Arazá) a 2,27 (Copal) mg/100 g PS. Los resultados obtenidos mostraron similitud estadística para arazá, moriche negro, maracuyá badea; salak, uva de chonta, cocona; pomarroja roja, chayote, pomarroja amarilla; chicle, uva de

monte, caimito amarillo, ungurahua, calabaza, chonta naranja; copal y mamey. Los mayores contenidos de ácidos orgánicos se obtuvieron por encima de 20 g/100 g PS de ácidos orgánicos totales en frutos pequeños (moriche negro o arazá), a diferencia de frutos con tamaños mayores (mamey o calabaza) que presentaron contenidos más bajos.

Así, las concentraciones de ácidos orgánicos totales encontrados en este estudio, fueron superiores a los presentados por Cardoso et al., (2021) quien reportó un valor de 6.96 mg/g (ácido málico, tartárico, cítrico). Esta variabilidad de datos obtenidos para ácidos orgánicos totales, pudo deberse a factores externos, como es la deficiencia de macronutrientes que disminuyen los ácidos presentes; la falta de suministro de agua que tiende a disminuir el tamaño del fruto y consecuentemente existe una menor dilución de ácidos, aumentando la concentración de los mismos; y a factores biogeográficos como el crecimiento de los frutos en regiones tropicales, donde se ha determinado que llegan a disminuir hasta en un 10 % los ácidos presentes, a diferencia de regiones templadas donde no se ve afectada la acidez, como lo menciona Atukuri, (2017); Poloni Rybka et al., (2019) y Vallarino & Osorio, (2019). De igual forma, la concentración de ácidos orgánicos totales, pudo estar relacionada a procesos fisiológicos naturales de la misma especie; ya que en frutos inmaduros se ha encontrado que existe el doble de ácidos orgánicos a diferencia de las etapas finales de la madurez (Atukuri, 2017).

3.3. Determinación de actividad antioxidante

En la Figura 13, se presenta los resultados promedio de concentración de actividad antioxidante (Equivalentes de Trolox $\mu\text{mol/g}$ de peso seco) de las muestras en estudio.

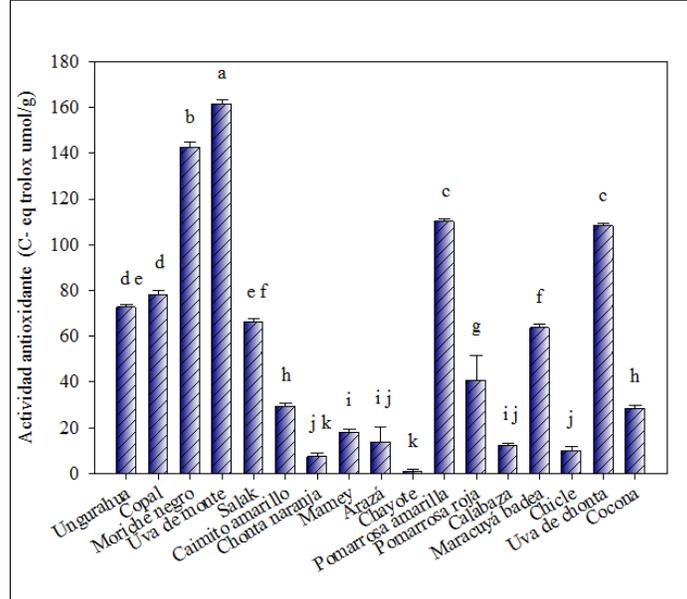


Figura 13. Concentración de actividad antioxidante
 Letras diferentes sobre las barras, expresan diferencia significativa
 Elaborado por: El autor, 2022

La actividad antioxidante varió en un rango de 161,42 (Uva de monte) a 0,90 (Chayote) en Eq Trolox $\mu\text{mol/g}$. Así, los resultados obtenidos mostraron similitud estadística en pomarroja amarilla, uva de chonta, copal, unguahua, salak, maracuyá badea, caimito amarillo, cocona, mamey, arazá, calabaza, chicle, chonta naranja y chayote. A su vez, al comparar los valores de actividad antioxidante de estudio con otros autores, se evidenció que la uva de monte mostró valores inferiores a los datos presentados por Calixto Cotos, (2020) quien reportó valores de 537,05 (Eq Trolox $\mu\text{mol}/100\text{ g}$). Así también, la actividad antioxidante para chayote mostró valores inferiores en relación con los datos obtenidos por Ibarra-Alvarado et al., (2010), quien reportó un valor de 26,2 (Eq Trolox $\mu\text{mol/g}$). Por lo tanto, la diferencia de actividad antioxidante pudo deberse a características genotípicas de cada especie; donde la acumulación de compuestos bioactivos y actividad antioxidante aumenta en variedades no domesticadas, como la uva de monte o moriche

negro; los cuales, al crecer bajo condiciones naturales del ambiente, ha promovido que aumente la concentración de licopeno, β -caroteno, vitamina C y compuestos funcionales en general, por adaptación al medio. Por lo que el consumo de frutos exóticos como el moriche o uva de monte, pueden aportar gran cantidad de nutrientes y metabolitos secundarios, que, al ser consumidos en la dieta diaria como un alimento funcional, ayudarán a combatir el déficit nutricional y además ayudará al tratamiento de enfermedades como diabetes, cáncer, obesidad, entre otros, tal como sugieren varios autores (Bataglion et al., 2020; Francini et al., 2020; Joshi et al., 2018; Toscano et al., 2019).

3.4. Análisis de correlaciones y componentes principales entre compuestos funcionales y parámetros fisicoquímicos

En la tabla 3 (Anexo 3) se presentan las correlaciones entre los parámetros en estudio. Además, en la figura 14 se presenta los resultados de componentes principales para los parámetros analizados de las muestras en estudio.

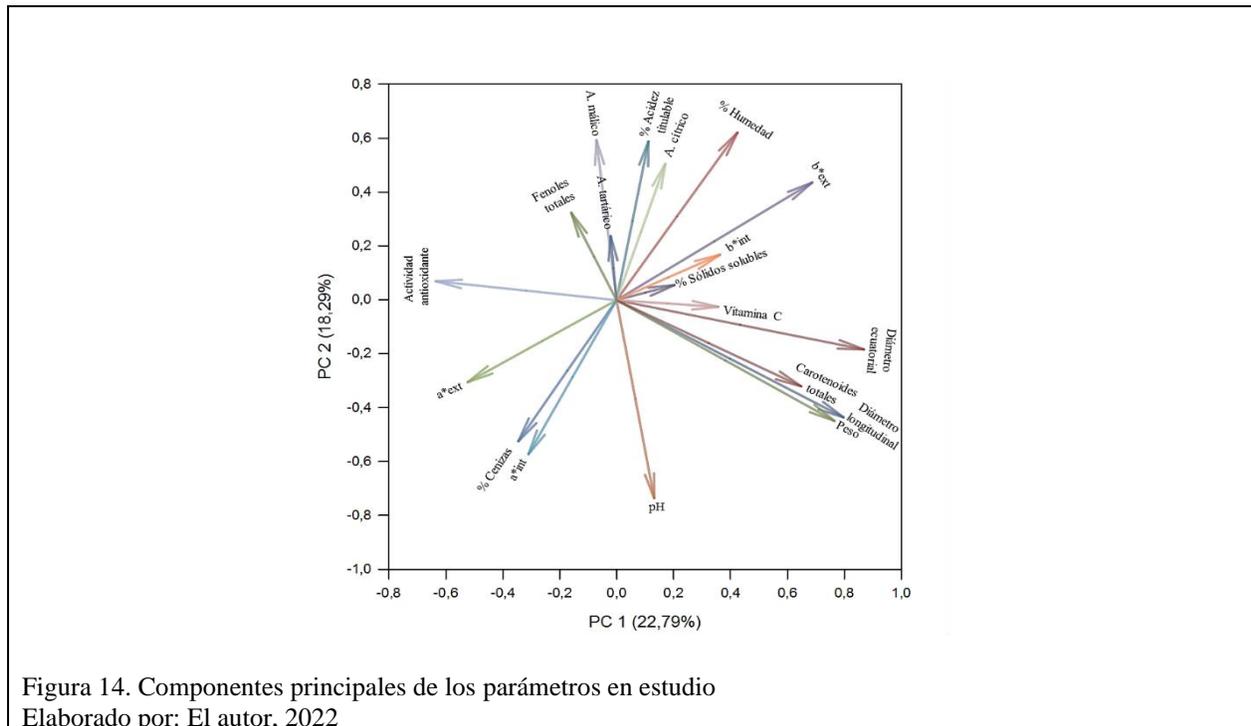


Figura 14. Componentes principales de los parámetros en estudio
Elaborado por: El autor, 2022

Así, el estudio de componentes principales señala que existen correlaciones para varios de los parámetros en estudio, observando principalmente relaciones positivas entre diámetro longitudinal, peso y concentración de carotenoides totales; % sólidos solubles y vitamina C. A su vez, se pudo observar, además, relaciones negativas entre diámetro ecuatorial y actividad antioxidante; pH y ácidos orgánicos totales; actividad antioxidante y vitamina C. El análisis de correlaciones mostró que el peso, diámetro longitudinal y ecuatorial presentó una correlación positiva, lo que concuerda con lo señalado por Sático et al., (2018), quién expone que los frutos a medida que obtienen la madurez fisiológica, tienden a aumentar el tamaño y peso, pudiendo observarse regularidad en sus características físicas.

Conclusiones

Se puede concluir que los parámetros físicos estudiados indican que la mayoría de los frutos presentaron coloraciones que se ubicaron en el primer y segundo cuadrante de las coordenadas de color, tendiendo a caracterizarse por ser frutos con colores rojos, naranjas, amarillos o verdes.

En relación a los parámetros químicos se puede concluir que el % de sólidos solubles en frutos como el mamey, caimito amarillo o chicle mostraron mayores cantidades de sólidos solubles con valores que llegaron a superar los 17,22 °Brix; el pH en uva de chonta y cocona mostró valores de aproximadamente 4, mientras que el porcentaje de acidez titulable mostró valores que no superaban los 0,3 % de acidez, siendo el chicle y arazá los únicos con éste valor; en el caso de % de humedad la mayoría de frutos sobrepasaron el 40 % de humedad a excepción de ungurahua y copal; finalmente el % de cenizas fue similar entre todos los frutos, presentando valores inferiores al 2 % a diferencia de copal que fue el único que presentó valores superiores al 7 %.

En cuanto a la cuantificación de compuestos funcionales se puede concluir que en las muestras en estudio se encontró carotenoides como zeinoxantina, beta-caroteno, alfa-caroteno y beta-criptoxantina y que la mayor concentración de carotenoides totales se halló en chicle y calabaza; la mayor concentración de vitamina C se encontró en mamey que superó los 50 mg/100 g PS; la mayor concentración de fenoles totales se encontró en la uva de monte y arazá, sobrepasando los 900 mg/100 g PS, además en las muestras es estudio se identificó compuestos como el ácido siríngico (un ácido fenólico), luteolina (un flavonoide), ácido *p*-hidroxibenzoico (un ácido fenólico) y ácido gálico (ácido fenólico); para ácidos orgánicos totales como la suma de ácido málico, cítrico y tartárico se halló que los frutos como el arazá, maracuyá badea, moriche negro, salak, uva de chonta y cocona fueron los frutos que reportaron mayores concentraciones, superando los 20 mg/100 g PS; la mayor actividad antioxidante se obtuvo en uva de monte, moriche negro,

pomarrosa amarilla y uva de chonta, los cuales sobrepasaron los 100 Eq Trolox $\mu\text{mol/g}$; así varios de los componentes bioactivos analizados indican que los frutos en estudio pueden ser usados como alimentos funcionales, en procura de una dieta saludable y balanceada.

Por último, los análisis realizados permitieron destacar que los frutos con mayor valor en características funcionales y compuestos bioactivos, son la calabaza, chicle, mamey, chayote, uva de monte, arazá, chonta naranja, moriche negro, maracuyá badea, cocona, pomarrosa amarilla y uva de chonta; los cuales podrían ser una fuente de recursos naturales para el biocomercio, en mercados locales como extranjeros, puesto que al existir en la actualidad un mayor interés por el cuidado de la salud y prevención de enfermedades, los frutos estudiados podrían servir como componentes principales en productos comerciales que sean beneficiosos en el ámbito de la salud debido a su actividad biológica en el ser humano.

Recomendaciones

La falta de información referente a frutos no tradicionales ecuatorianos a limitado el conocimiento en diferentes áreas; sin embargo, este estudio se convierte en una fuente de partida para futuras investigaciones, por tal motivo se plantea las siguientes recomendaciones:

- Realizar un análisis de grado de madurez, el cual permita evaluar de mejor manera las características fisicoquímicas y funcionales de los frutos.
- Considerar ampliar los estándares comerciales, tanto de carotenoides y compuestos fenólicos, para una mejor identificación y diferenciación de moléculas por cromatografía líquida, en futuras investigaciones.

Referencias

- Aguiñiga-Sánchez, I., Cadena-Íñiguez, J., Santiago-Osorio, E., Gómez-García, G., Mendoza-Núñez, V. M., Rosado-Pérez, J., Ruíz-Ramos, M., Cisneros-Solano, V. M., Ledesma-Martínez, E., de Jesus Delgado-Bordonave, A., & Soto-Hernández, R. M. (2017). Chemical analyses and in vitro and in vivo toxicity of fruit methanol extract of *Sechium edule* var. *Nigrum spinosum*. *Pharmaceutical Biology*, 55(1), 1638–1645. <https://doi.org/10.1080/13880209.2017.1316746>
- Akšić, M. F., Tosti, T., Sredojević, M., Milivojević, J., Meland, M., & Natić, M. (2019). Comparison of sugar profile between leaves and fruits of blueberry and strawberry cultivars grown in organic and integrated production system. *Plants*, 8(7). <https://doi.org/10.3390/plants8070205>
- Akyol, H., Riciputi, Y., Capanoglu, E., Caboni, M. F., & Verardo, V. (2016). Phenolic compounds in the potato and its byproducts: An overview. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(6). <https://doi.org/10.3390/ijms17060835>
- Albuquerque, B. R., Dias, M. I., Pereira, C., Petrović, J., Soković, M., Calhelha, R. C., Oliveira, M. B. P. P., Ferreira, I. C. F. R., & Barros, L. (2021). Valorization of *Sicana odorifera* (Vell.) nardin epicarp as a source of bioactive compounds: Chemical characterization and evaluation of its bioactive properties. *Foods*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/foods10040700>
- Álvarez, A., Jiménez, Á., Méndez, J., & Murillo, E. (2018). Chemical and biological study of *Eugenia Stipitata* mc vaugh collected in the Colombian Andean region. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 11(12), 362–369. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2018.v11i12.27253>

Alves, J. N. de C., Tebaldi, V. M. R., Nascimento, K. de O., Carvalho, E. E. N., Soares, R. de A., & Augusta, I. M. (2021). Caracterização do fruto cruá vermelho (*Sicana odorifera* Naudin) e acompanhamento da estabilidade de seus compostos bioativos durante o armazenamento congelado. *Brazilian Journal of Food Technology*, 24(1), 1–13. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.00720>

Anyasi, T. A., Jideani, A. I. O., Edokpayi, J. N., & Anokwuru, C. P. (2018). Application of organic acids in food preservation. In C. Vargas (Ed.), *Organic acids characteristics, properties and synthesis* (pp. 47–75). Nova Science Publishers, Inc. Chapter. <https://mail.google.com/mail/u/0/?pli=1%5Cnpapers3://publication/uuid/D84FC782-E317-4880-B951-0697213436E1>

Atkinson, R. G., Brummel, D. A., Burdon, J. N., Patterson, K. J., & Schaffer, R. J. (2014). Fruit growth, ripening and post-harvest physiology. In D. A. Brummell (Ed.), *Plants in Action* (1st ed., Vol. 8, pp. 1–22). <https://www.asps.org.au/wp-content/uploads/Chapter-11-Fruit-growth-ripening-and-post-harvest-physiology.pdf>

Atukuri, J. (2017). *Application of postharvest chemical treatments to enhance storage and shelf life of pomegranate fruit (Cv . Wonderful)* [Stellenbosch University]. <http://hdl.handle.net/10019.1/101413>

Augusto, R. (2020). Chromatographic profile and bioactive compounds found in the composition of pupunha oil (*Bactris gasipaes* Kunth): implications for human health. *Revista de Nutrição*, 33, 1–12. <https://doi.org/10.1590/1678-9805202033e190146>

Avila-sosa, R., Montero-rodríguez, A. F., Aguilar-alonso, P., Vera-lópez, O., Lazcano-hernández, M., Morales-medina, J. C., & Navarro-cruz, A. R. (2019). Antioxidant properties of

- amazonian fruits: a mini review of in vivo and in vitro studies. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2019, 11. <https://doi.org/10.1155/2019/8204129>
- Bacchetti, T., Turco, I., Urbano, A., Morresi, C., & Ferretti, G. (2019). Relationship of fruit and vegetable intake to dietary antioxidant capacity and markers of oxidative stress: A sex-related study. *Nutrition*, 61, 164–172. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2018.10.034>
- Baldini, T. F., Neri-Numa, I. A., Do Sacramento, C. K., Schmiele, M., Bolini, H. M. A., Pastore, G. M., & Bicas, J. L. (2017). Elaboration and characterization of apple nectars supplemented with araçá-boi (*Eugenia stipitata* Mac Vaugh—Myrtaceae). *Beverages*, 3(4), 1–12. <https://doi.org/10.3390/beverages3040059>
- Baliga, M. S., Shreedhara, K., Pai, R., Saldanha, E., Ratnu, V. S., Priya, R., Adnan, M., & Naik, T. S. (2018). Rose Apple (*Syzygium jambos* (L.) Alston). *Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry and Human Health*, II, 1235–1241. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9781119158042.ch65>
- Bataglioni, G. A., Paz, W. H. P., Adrião, A. A. X., da Rocha Albuquerque, J. M., da Silva, F. M. A., Numa, I. A. N., Angolini, C. F. F., Pastore, G. M., & Koolen, H. H. F. (2020). Bioactive compounds of buriti fruit (*Mauritia flexuosa* L.f.). In H. N. Murthy & V. A. Bapat (Eds.), *Bioactive compounds in underutilized fruits and nuts* (1st ed., pp. 411–436). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30182-8_29
- Batista, Â. G., da Silva, J. K., Betim Cazarin, C. B., Biasoto, A. C. T., Sawaya, A. C. H. F., Prado, M. A., & Maróstica Júnior, M. R. (2017). Red-jambo (*Syzygium malaccense*): Bioactive compounds in fruits and leaves. *LWT - Food Science and Technology*, 76, 284–291. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.05.013>

- Bautista-baños, S., Díaz-Pérez, J. C., & Villanueva-Arce, R. (2005). *Sapote mamey* : Postharvest behavior and storage of a valuable tropical fruit. In R. Dris (Ed.), *Fruits: growth, nutrition and quality* (Issue January, pp. 25–32). WFL Publisher. <http://revistabiocologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biociologia/article/view/409>
- Bhardwaj, R., Pareek, S., Sagar, N. A., & Vyas, N. (2020). Bioactive compounds found in underutilized fruits and nuts. In H. N. Vishwas Anant BapatMurthy (Ed.), *Bioactive compounds found in underutilized fruits and nuts* (1st ed., Issue December). Springer, Cham. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-30182-8%0Ahttp://link.springer.com/10.1007/978-3-030-06120-3>
- Bicikliski, O., Trajkova, F., Mihajlov, L., Jordanovska, S., & Tashev, K. (2018). Vitamin C and total antioxidant content in pepper fruits (*Capsicum annum* L.): Comparative analysis of peppers grown in conventional and organic agricultural systems. *Annual Research & Review in Biology*, 27(5), 1–11. <https://doi.org/10.9734/arrb/2018/42851>
- Brasil, I. M., & Siddiqui, M. W. (2018). Postharvest Quality of Fruits and Vegetables: An Overview. In M. W. Siddiqui (Ed.), *Preharvest modulation of postharvest fruit and vegetable quality* (pp. 1–40). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809807-3.00001-9>
- Bujor, O.-C. (2018). *Extraction, identification and antioxidant activity of the phenolic secondary metabolites isolated from the leaves, stems and fruits of two shrubs of the Ericaceae family* [“Gheorghe Asachi” Technical University of Iasi]. <http://www.theses.fr/2016AVIG0261>
- Bvenura, C., Hermaan, N. N. P., Chen, L., & Sivakumar, D. (2018). Nutritional and health benefits of temperate fruits. In S. A. Mir, M. A. Shah, & M. M. Mir (Eds.), *Postharvest Biology and Technology of Temperate Fruits* (1st ed., pp. 51–75). Springer International Publishing.

https://doi.org/10.1007/978-3-319-75163-4_3

Calixto Cotos, M. R. (2020). *Evaluación de los componentes bioactivos, actividad inhibitoria hialuronidasa y la capacidad antioxidante de Pourouma cecropiifolia C. Martius “Uvilla Amazónica”* [Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
<https://hdl.handle.net/20.500.12672/11474>

Cardoso, P. C., Sviech, F., Alves Reis, M. F., Iglesias, A. H., Oliveira, R. A., Ubbink, J., Reyes, F. G. R., & Prata, A. S. (2021). Development and application of a liquid chromatography-mass spectrometry method for the determination of sugars and organics acids in araza, ceriguela, guava, mango and pitanga. *Brazilian Journal of Food Technology*, 24, 1–14.
<https://doi.org/10.1590/1981-6723.16920>

Carrillo, W., Carpio, C., Morales, D., Álvarez, M., & Silva, M. (2018). Fatty acids content in unguurahua oil (*Oenocarpus bataua*) from ecuador. findings on adulteration of unguurahua oil in Ecuador. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 11(2), 391–394.
<https://doi.org/10.22159/ajpcr.2018.v11i2.16967>

Chacón-Ordóñez, T., Schweiggert, R. M., Bosy-Westphal, A., Jiménez, V. M., Carle, R., & Esquivel, P. (2017). Carotenoids and carotenoid esters of orange- and yellow-fleshed mamey sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn) fruit and their post-prandial absorption in humans. *Food Chemistry*, 221, 673–682. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.120>

Chahardoli, A., Jalilian, F., Memariani, Z., Farzaei, M. H., & Shokoohinia, Y. (2020). Analysis of organic acids. In A. Sanches Silva, S. Fazel Nabavi, M. Saeedi, & S. Mohammad Nabavi (Eds.), *Recent advances in natural products analysis* (1st ed., pp. 767–823). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/b978-0-12-816455-6.00026-3>

- Chang, S. K., Alasalvar, C., & Shahidi, F. (2016). Review of dried fruits: Phytochemicals, antioxidant efficacies, and health benefits. *Journal of Functional Foods*, *21*, 113–132. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.11.034>
- Choo, V. L., Vigiuliouk, E., Blanco Mejia, S., Cozma, A. I., Khan, T. A., Ha, V., Wolever, T. M. S., Leiter, L. A., Vuksan, V., Kendall, C. W. C., De Souza, R. J., Jenkins, D. J. A., & Sievenpiper, J. L. (2018). Food sources of fructose-containing sugars and glycaemic control: Systematic review and meta-analysis of controlled intervention studies. *The BMJ*, *363*. <https://doi.org/10.1136/bmj.k4644>
- Colomeu, T. C., Figueiredo, D. De, Zollner, R. D. L., Maria, L., & Meletti, M. (2017). Comparison of antioxidant and ant proliferative effect among four *Passiflora Spp* . *Journal of Agriculture and Life Sciences*, *4*(2), 1–8. <https://doi.org/10.30845/jals>
- Combs Jr, G. F., & McClung, J. P. (2017). Vitamin C. In M. Ball (Ed.), *The Vitamins* (5, Vol. 1, Issue 5, pp. 719–729). Elsevier Inc. https://doi.org/10.4044/joma1889.56.5_719
- Cornara, L., Xiao, J., Smeriglio, A., Trombetta, D., & Burlando, B. (2020). Emerging exotic fruits: New functional foods in the European market. *EFood*, *1*(2), 126. <https://doi.org/10.2991/efood.k.200406.001>
- Coyago-Cruz, E. (2017). Estudio sobre el contenido en carotenoides y compuestos fenólicos de tomates y flores en el contexto de la alimentación funcional [Universidad de Sevilla]. In *Tecnología Poscosecha e Industria Agroalimentaria*. <https://hdl.handle.net/11441/77389>
- Coyago-Cruz, E., Corell, M., Moriana, A., Hernanz, D., Benítez-González, A. M., Stinco, C. M., & Meléndez-Martínez, A. J. (2018). Antioxidants (carotenoids and phenolics) profile of cherry tomatoes as influenced by deficit irrigation, ripening and cluster. *Food Chemistry*, *240*,

870–884. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.08.028>

Denardin, C. C., Hirsch, G. E., Da Rocha, R. F., Vizzotto, M., Henriques, A. T., Moreira, J. C. F., Guma, F. T. C. R., & Emanuelli, T. (2015). Antioxidant capacity and bioactive compounds of four Brazilian native fruits. *Journal of Food and Drug Analysis*, 23(3), 387–398. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2015.01.006>

Deshmukh, N., Patel, R., Okram, S., Banga, U., Vishwavidyalaya, K., & Rymbai, H. (2017). Passion fruit (*Passiflora* spp.). In S. N. Ghosh, A. Singh, & A. Thakur (Eds.), *Underutilized fruit crops: Importance and cultivation part-ii* (1st ed., pp. 980–1005). Jaya Publishing House, Delhi. https://www.researchgate.net/publication/310270956_Passion_fruit_Passiflora_spp

Díaz-de-Cerio, E., Verardo, V., Fernández-Gutiérrez, A., & Gómez-Caravaca, A. M. (2019). New insight into phenolic composition of chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.). *Food Chemistry*, 295, 514–519. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.146>

Doan, H. V., & Le, T. P. (2020). *Chrysophyllum cainito*: A tropical fruit with multiple health benefits. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2020, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2020/7259267>

Doan, H. V., Sritangos, P., Iyara, R., & Chudapongse, N. (2020). *Chrysophyllum cainito* stem bark extract induces apoptosis in Human hepatocarcinoma HepG2 cells through ROS-mediated mitochondrial pathway. *PeerJ*, 8, 1–18. <https://doi.org/10.7717/peerj.10168>

Dos Santos Montagner, G. F. F., Barbisan, F., Ledur, P. C., Bolognon, A., De Rosso Motta, J., Ribeiro, E. E., De Souza Praia, R., Azzolin, V. F., Cadoná, F. C., Machado, A. K., Barcelos, R. P., & Da Cruz, I. B. M. (2020). In Vitro Biological Properties of *Solanum sessiliflorum*

- (Dunal), an Amazonian Fruit. *Journal of Medicinal Food*, 23(9), 978–987.
<https://doi.org/10.1089/jmf.2019.0193>
- Echeverry, S. M., Medina, H. I., Costa, G. M., & Aragón, D. M. (2018). Optimization of flavonoid extraction from *Passiflora quadrangularis* leaves with sedative activity and evaluation of its stability under stress conditions. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 28(5), 610–617.
<https://doi.org/10.1016/j.bjp.2018.06.005>
- Eggersdorfer, M., & Wyss, A. (2018). Carotenoids in human nutrition and health. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 652, 18–26. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2018.06.001>
- Elías-González, N., Cerón-García, A., Gómez-Salazar, J. A., & Sosa-Morales, M. E. (2016). Developing microwave disinfestation treatments against mexican fruit fly (*Anastrepha ludens*) in mamey sapote fruits (*Pouteria sapota*). *Vitae*, 23, 819–824.
https://www.researchgate.net/publication/300921608_Developing_microwave_disinfestation_treatments_against_mexican_fruit_fly_Anastrepha_ludens_in_mamey_sapote_fruits_Pouteria_sapota
- Espinosa-Zaragoza, S., Villegas-Monter, Á., Saucedo-Veloz, C., Corrales-García, J., Avendaño Arrazate, C. H., & Alia-Tejacal, I. (2017). Características de calidad de zapote mamey (*Pouteria sapota* jacq.) seleccionado en Alpoyecá, Guerrero, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(4), 953. <https://doi.org/10.29312/remexca.v7i4.280>
- Eva, C., Silvia, C., Rocio, B., Rocio, V., & Laura, M. (2020). *Sicana odorifera* “Kurugua” from Paraguay, composition and antioxidant potential of interest for the food industry. *Proceedings*, 53(1), 10. <https://doi.org/10.3390/proceedings2020053010>
- Fatin Najwa, R., & Azrina, A. (2017). Comparison of vitamin C content in citrus fruits by titration

and high performance liquid chromatography (HPLC) methods. *International Food Research Journal*, 24(2), 726–733.
https://www.researchgate.net/publication/317932897_Comparison_of_vitamin_C_content_in_citrus_fruits_by_titration_and_high_performance_liquid_chromatography_HPLC_methods

Fernandes de Araújo, F., de Paulo Farias, D., Neri-Numa, I. A., Dias-Audibert, F. L., Delafiori, J., Gama de Souza, F., Ramos Catharino, R., Kersul do Sacramento, C., & Pastore, G. M. (2021). Chemical characterization of *Eugenia stipitata*: A native fruit from the Amazon rich in nutrients and source of bioactive compounds. *Food Research International*, 139, 1–8.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109904>

Fernandes de Araújo, F., Neri-Numa, I. A., de Paulo Farias, D., Miranda Castro da Cunha, G. R., & Pastore, G. M. (2019). Wild Brazilian species of *Eugenia* genera (Myrtaceae) as an innovation hotspot for food and pharmacological purposes. *Food Research International*, 121, 57–72. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.03.018>

Francini, A., Pintado, M., Manganaris, G. A., & Ferrante, A. (2020). Editorial: Bioactive compounds biosynthesis and metabolism in fruit and vegetables. *Frontiers in Plant Science*, 11, 1–163. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00129>

FSSAI. (2016). Manual of Methods of Analysis of Foods Fruit and Vegetable Products Food Safety and Standards Authority of India Manual for Analysis of Fruit and Vegetable Products. *Food Safety and Standards Authority of India*, 01(03), 1–86.
https://old.fssai.gov.in/Portals/0/Pdf/Manual_Fruits_Veg_25_05_2016.pdf

Gadioli, I. L., da Cunha, M. de S. B., de Carvalho, M. V. O., Costa, A. M., & Pineli, L. de L. de O.

- (2018). A systematic review on phenolic compounds in Passiflora plants: Exploring biodiversity for food, nutrition, and popular medicine. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(5), 785–807. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1224805>
- Giombelli, C., Iwassa, I. J., da Silva, C., & Bolanho Barros, B. C. (2020). Valorization of peach palm by-product through subcritical water extraction of soluble sugars and phenolic compounds. *Journal of Supercritical Fluids*, 165, 104985. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2020.104985>
- González, A. N. A. (2016). *Determinación de las propiedades físicas, composición química, evaluación de la actividad biológica y antioxidante del aceite esencial del fruto Copal (Dacryodes peruviana) de la provincia de Zamora Chinchipe*. [UTPL]. <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/15382>
- Gordon, A., Jungfer, E., Da Silva, B. A., Maia, J. G. S., & Marx, F. (2011). Phenolic constituents and antioxidant capacity of four underutilized fruits from the amazon region. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(14), 7688–7699. <https://doi.org/10.1021/jf201039r>
- Greene, S. L., Williams, K. A., Khoury, C. K., Marek, L. F., & Kantar, M. B. (2019). North American crop wild relatives: Important species. *North American Crop Wild Relatives: Important Species*, 2, 1–740. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-97121-6>
- Guevara, M., Tejera, E., Granda-Albuja, M. G., Iturralde, G., Chisaguano-Tonato, M., Granda-Albuja, S., Jaramillo-Vivanco, T., Giampieri, F., Battino, M., & Alvarez-Suarez, J. M. (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>

- Herminia, M., Felisberto, F., Souza, M., Villas, F., Lopes, C., Maria, C., Franco, L., Michielon, S., Souza, D., Teresa, M., Silva, P., Mach, L., & Cordeiro, C. (2020). Characterization and technological properties of peach palm (*Bactris gasipaes* var. *gasipaes*) fruit starch. *Food Research International*, *136*, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109569>
- Hlásná Čepková, P., Jágr, M., Janovská, D., Dvořáček, V., Kotrbová Kozak, A., & Viehmannová, I. (2021). Comprehensive Mass Spectrometric Analysis of Snake Fruit: Salak (*Salacca zalacca*). *Journal of Food Quality*, *2021*, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2021/6621811>
- Holcroft, D. (2015). Water relations in harvested fresh produce. *The Postharvest Education Foundation White Paper*, *15*, 1–16. www.postharvest.ucdavis.edu
- Ibarra-Alvarado, C., Rojas, A., Mendoza, S., Bah, M., Gutiérrez, D. M., Hernández-Sandoval, L., & Martínez, M. (2010). Vasoactive and antioxidant activities of plants used in Mexican traditional medicine for the treatment of cardiovascular diseases. *Pharmaceutical Biology*, *48*(7), 732–739. <https://doi.org/10.3109/13880200903271280>
- ISO 874-1980. (1980). *ISO 874. Fresh fruits and vegetables - Sampling Fruits*. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/42b0a7c7-ea60-47a3-ab61-a3d5f4c01dae/iso-874-1980>
- Islam, S., Kumar, A., Dash, K. K., & Alom, S. (2018). Physicochemical analysis and nutritional properties of fresh, osmo-dehydrated and dried chayote (*Sechium edule* L.). *Journal of Postharvest Technology*, *06*(2), 49–56.
- Ismail, N. A., & Abu Bakar, M. F. (2018). Salak—*Salacca zalacca*. In *Exotic Fruits*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803138-4.00051-4>
- ISO 1842:1991. (2020). *ISO 1842. Fruit and vegetable products - Determination of pH* (Vol.

- 2020). <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4923bf00-e01e-4b9f-bf8b-fc36e3e3db35/iso-1842-1991>
- ISO 2173:2003. (2003). *ISO 2173:2003. Fruit and vegetable products. Determination of soluble solids. Refractometric method.* <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/90acde50-1fe7-4d50-a3ac-2a49c4ad6365/iso-2173-2003>
- ISO 750:1998. (1998). *ISO 750 : Fruit and vegetable products — Determination of titratable acidity.* <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d8256979-cf4f-47db-b358-ddffa7695373/iso-750-1998>
- Jiménez, P. (2018). Cocona— *Solanum sessiliflorum*. In S. Rodrigues & E. Sousa de Brito (Eds.), *Exotic Fruits* (pp. 153–158). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803138-4.00020-4>
- Joshi, S., Jadhav, V., & Kadam, V. (2018). Exotic fruits and vegetable food as nutritional supplement for diabetes, obesity and metabolic diseases. *International Journal of Current Pharmaceutical Research*, 10(2), 51. <https://doi.org/10.22159/ijcpr.2018v10i2.25843>
- Kanayama, Y. (2017). Sugar metabolism and fruit development in the tomato. *Horticulture Journal*, 86(4), 417–425. <https://doi.org/10.2503/hortj.OKD-IR01>
- Kaska, A., & Mammadov, R. (2019). Antioxidant properties, proximate content and cytotoxic activity of *Echinophora tournefortii* Jaub. & Spach. *Food Science and Technology*, 39(4), 875–880. <https://doi.org/10.1590/fst.09118>
- Kaur, J., Singh, A., Singh, B., & Sharma, S. (2020). Sapota. In G. A. Nayik & A. Gull (Eds.), *Antioxidants in Fruits: Properties and Health Benefits* (1st ed.). Springer, Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-7285-2>

- Kienteka, S. S., Corrêa-Ferreira, M. L., & de Oliveira Petkowicz, C. L. (2018). Characterization of cell wall polysaccharides from *Sicana odorifera* fruit and structural analysis of a galactan-rich fraction pectins as side chains. *Carbohydrate Polymers*, 197, 395–402. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.06.022>
- Koolen, H. H. F., da Silva, F. M. A., da Silva, V. S. V., Paz, W. H. P., & Bataglion, G. A. (2018). Buriti fruit— *Mauritia flexuosa*. In S. Rodrigues, E. de Oliveira Silva, & E. de Brito Sousa (Eds.), *Exotic Fruits* (pp. 61–67). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803138-4.00004-6>
- Kumoro, A. C., Alhanif, M., & Wardhani, D. H. (2020). A critical review on tropical fruits seeds as prospective sources of nutritional and bioactive compounds for functional foods development: A case of Indonesian exotic fruits. *International Journal of Food Science*, 2, 1–15. <https://doi.org/10.1155/2020/4051475>
- Kuskoski, E. M., Vega, J. M., Rios, J. J., Fett, R., Troncoso, A. M., & Asuero, A. G. (2003). Characterization of anthocyanins from the fruits of Baguagçu (*Eugenia umbelliflora* Berg). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(18), 5450–5454. <https://doi.org/10.1021/jf030014z>
- Lam, W. S. (2018). Bioavailability of bioactive compounds in foods [University of Nevada]. In *Perspectivas en Nutrición Humana* (Vol. 15, Issue 2). <http://aprendeonlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/nutricion/article/view/19001>
- Levine, M., Ebenuwa, I., & Violet, P. (2020). Vitamin C. In A. S. Prasad & G. J. Brewer (Eds.), *Essential and Toxic Trace Elements and Vitamins in Human Health* (Vol. 63, Issue 3, pp. 149–153). Elsevier Inc. https://doi.org/10.1248/yakushi1881.63.3_149

- Li, Y., Zhang, J. J., Xu, D. P., Zhou, T., Zhou, Y., Li, S., & Li, H. Bin. (2016). Bioactivities and health benefits of wild fruits. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(8). <https://doi.org/10.3390/ijms17081258>
- Lim, T. K. (2013). *Pourouma cecropiifolia*. In *Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants* (1st ed., Vol. 6, pp. 1–606). Springer, Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-5628-1>
- Llerena, W., Ang, I., Brito, B., & Ortiz, B. (2019). Biocompounds Content Prediction in Ecuadorian. *Foods*, 8(284), 1–16. <https://doi.org/10.3390/foods8080284>
- Lopes-Lutz, D., Dettmann, J., Nimalaratne, C., & Schieber, A. (2010). Characterization and quantification of polyphenols in amazon grape (*Pourouma cecropiifolia* martius). *Molecules*, 15(12), 8543–8552. <https://doi.org/10.3390/molecules15128543>
- Lorn, D. (2020). *Screening of lactic acid bacteria for their use as aromatic starters during fermentation of vegetables* [Université de Bourgogne Franche-Comté]. https://www.researchgate.net/publication/351513316_Screening_of_lactic_acid_bacteria_for_their_use_as_aromatic_starters_during_fermentation_of_vegetables
- Lu, W., Shi, Y., Wang, R., Su, D., Tang, M., Liu, Y., & Li, Z. (2021). Antioxidant activity and healthy benefits of natural pigments in fruits: A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(9). <https://doi.org/10.3390/ijms22094945>
- Macrae, R. (1988). Applications of HPLC to food analysis, in: HPLC in Food Analysis. In R. Macrae (Ed.), *HPLC in Food Analysis*. Academic Press.
- Maia, J. L., Dantas, T. N. P., Neto, B. P. da C., Borges, K. C., Lima, E. C., da Mata, A. L. de M. L., de Medeiros, M. de F. D., & Pereira, C. G. (2019). Extract of spray-dried Malay apple (*Syzygium malaccense* L.) skin. *Journal of Food Process Engineering*, 42(8), 1–9.

<https://doi.org/10.1111/jfpe.13275>

Mani, J. S., Johnson, J. B., Steel, J. C., Broszczak, D. A., Neilsen, P. M., Walsh, K. B., & Naiker, M. (2020). Natural product-derived phytochemicals as potential agents against coronaviruses: A review. *Virus Research*, 284, 1–17.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.virusres.2020.197989>

Maqsoodlou, A., Mohebodini, H., & Jafari, S. M. (2020). Antioxidant activity analysis of nanoencapsulated food ingredients. In S. M. Jafari (Ed.), *Characterization of nanoencapsulated food ingredients* (pp. 617–664). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-815667-4.00018-3>

Martínez-Habibe, M. C., & Daly, D. C. (2019). Nine new species of *Dacryodes* from Andean South America. *Studies in neotropical Burseraceae XXIV. Brittonia*, 71(3), 325–344.
<https://doi.org/10.1007/s12228-019-09574-z>

Marty, J.-L., Becker, M. M., Catanante, G., Marmol, I., Yoldi, M. J. R.-, Mishra, R. K., Barbosa, S., Nunez, O., & Nunes, G. S. (2020). Phenolic composition, antioxidant capacity and antiproliferative activity of ten exotic amazonian fruit. *SDRP Journal of Food Science & Technology*, 5(2), 49–65. <https://doi.org/10.25177/jfst.5.2.ra.10617>

Melo, N. J. D. A., Negreiros, A. M. P., Sarmiento, J. D. A., de Morais, P. L. D., & Júnior, R. S. (2020). Physical-chemical characterization of yellow passion fruit produced in different cultivation systems. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 32(12), 897–908.
<https://doi.org/10.9755/ejfa.2020.v32.i12.2224>

Mereles, L., Caballero, S., Burgos-Edwards, A., Benítez, M., Ferreira, D., Coronel, E., & Ferreira, O. (2021). 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>
- Milani, A., Basirnejad, M., Shahbazi, S., & Bolhassani, A. (2017). Carotenoids: biochemistry, pharmacology and treatment. *British Journal of Pharmacology*, *174*(11), 1290–1324.
<https://doi.org/10.1111/bph.13625>
- Missouri Botanical Garden. (2017). *Vascular Plants of the Americas*.
<http://legacy.tropicos.org/Name/1801320?projectid=83#>
- Moacir, C. A. J., Jerusa, S. A., Costa, S. S., & Leite, E. A. S. (2017). Nutrients of cubiu fruits (*Solanum sessiliflorum* Dunal, Solanaceae) as a function of tissues and ripening stages. *Journal of Food and Nutrition Research*, *5*(9), 674–683. <https://doi.org/10.12691/jfnr-5-9-7>
- Mohammed, M., Sallam, A., Alqahtani, N., & Munir, M. (2021). The Combined Effects of Precision-Controlled Temperature Date Fruit. *Foods*, *10*(2636), 1–18.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods10112636>
- Mushtaq, M., Akram, S., & Hasany, S. M. (2019). Seje (*Oenocarpus/Jessenia bataua*) Palm Oil. In M. F. Ramadan (Ed.), *Fruit Oils: Chemistry and Functionality* (pp. 883–898).
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-12473-1>
- Mustaqim, W. A. (2020). *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M.Perry Myrtaceae. In F. M. Franco (Ed.), *Ethnobotany of the mountain regions of Southeast Asia* (1st ed., pp. 1041–1049). Springer, Cham. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-14116-5_82-1
- Nacata, G., & de Andrade, R. A. (2018). Plant biometrics of malay, rose and water apple. *Revista Brasileira de Fruticultura*, *40*(6), 1–7. <https://doi.org/10.1590/0100-29452018131>

- NHS. (2019, November). *Food and type 2 diabetes*. 1–13.
https://www.thh.nhs.uk/documents/_Patients/PatientLeaflets/dietetics/Food_and_type_2_diabetes.pdf
- Nollet, L. (1996). *Handbook of food analysis instruments* (M. Dekker (ed.); 2nd ed., Vol. 1).
<https://doi.org/10.1201/9781420045673>
- Nonga, H. E., Simforian, E. A., & Ndabikunze, B. K. (2014). Assessment of physicochemical characteristics and hygienic practices along the value chain of raw fruit juice vended in dar es salaam city, Tanzania. *Tanzania Journal of Health Research*, 16(4), 1–12.
<https://doi.org/10.4314/thrb.v16i4.3>
- NSAI. (2003). *Foodstuffs - Determination of vitamin C by HPLC*.
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/15d21027-d891-4ab0-aaea-5d87c7cc39b7/en-14130-2003>
- NTE-INEN-ISO 750:2013. (2013). *NTE INEN-ISO 750:2013: Productos vegetales y de frutas - Determinación de la acidez titulable (IDT)*.
https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_750_extracto.pdf
- NTE INEN-ISO 1842:2013. (2013). *NTE INEN-ISO 1842:2013: Productos vegetales y de frutas, determinación de pH*.
https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_1842_extracto.pdf
- NTE INEN-ISO 2173. (2013). *Productos vegetales y de frutas. Determinación de Sólidos Solubles. Método refractométrico (IDT)*. <https://silo.tips/download/quito-ecuador-norma-tecnica-ecuatoriana-nte-inen-iso-21732013-extracto>
- NTE INEN 1750:1994. (2012). *NTE INEN 1750:1994.Hortalizas y frutas frescas. Muestreo*.

(Vol. 1). http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/nte_inen_0980.pdf

NTE INEN 1751:96. (2012). *NTE INEN 1751:96 : Frutas frescas. Definiciones y Clasificación*.
<http://181.112.149.204/buzon/normas/1751-1-C.pdf>

NTE INEN 1911:2009. (2009). *NTE INEN 1911:2009. frutas frescas, guayaba, requisitos*.
<http://www.bvsde.paho.org/cgi-bin/wxis.exe/iah/?IsisScript=iah/iah.xis&base=bvsde.others&lang=e&nextAction=lnk&exprSearch=BVSDE.00013745&indexSearch=ID>

NTE INEN 2337:2008. (2008). *NTE INEN 2 337:2008 : Jugos, Pulpas, Concentrados, Nectares Bebidas de Frutas y Vegetales. Requisitos*.
[http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/149/3/03 AGP 63 NTE INEN 1340.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/149/3/03%20AGP%2063%20NTE%20INEN%201340.pdf)

Nunes, M. C. do N. (2008). *Introducción*. In M. C. do N. Nunes (Ed.), *Color atlas of postharvest quality* (1st ed., Vol. 44, Issue 6, p. 448). John Wiley & Sons, Inc.
<https://doi.org/10.1002/9780813802947>

Ojeda García, M. I. (2016). *Dispersores primarios y secundarios de Oenocarpus bataua y Mauritia flexuosa en el bosque tropical Yasuní, Amazonía Ecuatoriana* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/11447>

Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R., & Anthony, S. (2016, May 18). *Mamey Sapote, Pouteria sapota, Agroforestry Database*. Agroforestry Database.
<https://www.growables.org/information/TropicalFruit/MameySapoteWorldAgroforestry.htm>

1

Osores Arrascue, R. H. (2018). *Valor económico y cultural de especies de la flora utilizadas en la*

comunidad aguaruna de Yamayakat, Bagua, Amazonas, Perú. [Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/10307/Osores_ah.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pamungkas, W. A., & Bintoro, N. (2021). Evaluation of watermelon ripeness using self-developed ripening detector. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 653(1).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/653/1/012020>

Paula, B., Maria, C., & Rodica, P. (2017). Studies concerning in vivo and in vitro vegetative propagation of *Passiflora quadrangularis* species. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 21(2), 69–76. [https://journal-hfb.usab-tm.ro/2017/Lucrari PDF 21\(2\)/15Boboc Paula.pdf](https://journal-hfb.usab-tm.ro/2017/Lucrari%20PDF%2021(2)/15Boboc%20Paula.pdf)

Paulín, K. V., Alvarado Sánchez, B., & Munguía, A. R. (2015). Historia del mamey *Pouteria sapota*. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 55–64.
<http://www.reibci.org/publicados/2015/mayo/0500121.pdf>

Pedrosa, H. C., Clement, C. R., & Schietti, J. (2018). The domestication of the amazon tree grape (*Pourouma cecropiifolia*) under an ecological lens. *Frontiers in Plant Science*, 9(203), 1–14.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00203>

Pinto, R. M., Nakamura, L. R., Ramires, T. G., Bautista, E. A. L., & Dos Santos Dias, C. T. (2016). Genotype selection of *Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn, Under a multivariate framework. *Acta Agronomica*, 65(3), 312–317. <https://doi.org/10.15446/acag.v65n3.49877>

Poloni Rybka, A. C., Biasoto Marques, A. T., Resende Nassur, R. de C. M., & Nascimento Marques, E. J. (2019). Pre-Harvest cultural practices affecting postharvest physiological

- disorders, minerals, and titratable acidity in Cucurbit melon. In S. Tonetto de Freitas & P. Sunil (Eds.), *Postharvest physiological disorders in fruits and vegetables* (1st ed., p. 16). https://www.researchgate.net/publication/330953381_Pre-Harvest_Cultural_Practices_Affecting_Postharvest_Physiological_Disorders_Minerals_and_Titratable_Acidity_in_Cucurbit_Melon
- Quiñones Ruiz, C. E. (2018). *Determinación de polifenoles totales, antocianinas y capacidad antioxidante del unguirahui (Oenocarpus Bataua Mart.), sinamillo (Oenocarpus Mapora H. Karst.) y huasai (Euterpe Oleracea Mart.)* [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1601>
- Ramírez, F. (2020). Cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) reproductive physiology: a review. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 67(2), 293–311. <https://doi.org/10.1007/s10722-019-00870-x>
- Ramos Salinas, M. A. (2014). *Industrialización de la uva de (Pourouma cecropiifolia), para la extracción de vino de istec, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos* [Universidad UTE]. <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/19133>
- Reis, F. R. (2019). *Reports on the Processing of Exotic Fruits* (1st ed.). Springer, Cham. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-36445-8>
- Reis, R. C., Viana, E. D. S., Fonseca, N., Almeida, J. M., Filho, J. A. D. A. R., & Guedes, I. S. A. (2021). Physical, chemical and sensory attributes of fruits of ten mango varieties grown under organic production system. *Revista Caatinga*, 34(2), 452–459. <https://doi.org/10.1590/1983-21252021v34n221rc>
- Rezaire, A., Robinson, J. C., Bereau, D., Verbaere, A., Sommerer, N., Khan, M. K., Durand, P.,

- Prost, E., & Fils-Lycaon, B. (2014). Amazonian palm *Oenocarpus bataua* (“patawa”): Chemical and biological antioxidant activity - Phytochemical composition. *Food Chemistry*, *149*, 62–70. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.077>
- Riviello-Flores, M., Arévalo-Galarza, M., Cadena-Iñiguez, J., Soto-Hernández, R., Ruiz-Posadas, L., & Gómez-Merino, F. (2018). Nutraceutical characteristics of the extracts and juice of Chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) fruits. *Beverages*, *4*(2), 37. <https://doi.org/10.3390/beverages4020037>
- Robards, K., Prenzler, P. D., Tucker, G., Swatsitang, P., & Glover, W. (1999). Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chemistry*, *66*(4), 401–436. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(99\)00093-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(99)00093-X)
- Rodríguez-Casado, A. (2016). The health potential of fruits and vegetables phytochemicals: notable examples. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *56*(7), 1097–1107. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.755149>
- Rodríguez, C., Durant-Archibold, A. A., Santana, A., Murillo, E., & Franco Abuín, C. M. (2018). Analysis of the volatile components of *Pouteria sapota* (Sapote Mamey) fruit by HS-SPME-GC-MS. *Natural Product Communications*, *13*(8), 1027–1030. <https://doi.org/10.1177/1934578x1801300826>
- Rojas, L., Pe, L. A. F., & Moreno, J. (2018). Una revisión sobre las potencialidades y la contribución a la bioprospección del aceite de dos palmas nativas de Colombia: *Euterpe oleracea* y *Oenocarpus bataua*. *Agroforestería Neotropical*, *8*, 18–26. <http://revistas.ut.edu.co/index.php/agroforesteria/article/view/2245>
- Saini, R. K., Nile, S. H., & Park, S. W. (2015). Carotenoids from fruits and vegetables: Chemistry,

- analysis, occurrence, bioavailability and biological activities. In *Food Research International* (Vol. 76). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.07.047>
- Saleh, M. S. M., Siddiqui, M. J., Mediani, A., Ismail, N. H., Ahmed, Q. U., So'ad, S. Z. M., & Saidi-Besbes, S. (2018). *Salacca zalacca*: A short review of the palm botany, pharmacological uses and phytochemistry. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 11(12), 645–652. <https://doi.org/10.4103/1995-7645.248321>
- Saravia, S. A. M., Montero, I. F., Linhares, B. M., Santos, R. A., & Marcia, J. A. F. (2019). Mineralogical composition and bioactive molecules in the pulp and seed of Patauá (*Oenocarpus bataua* Mart.): A palm from the Amazon. *International Journal of Plant & Soil Science*, 31(6), 1–7. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2019/v31i630228>
- Sathyan, A., Vincent, L., Krishna, B. A., Pradeepan, V., Dileep, A. C., & Ntroduction, I. I. (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. https://ijair.org/administrator/components/com_jresearch/files/publications/IJAIR_2994_FINAL.pdf
- Sátiro, L. de S., Costa, F. B. da, Silva, J. L. da, Nascimento, A. M. do, Santiago, M. de M., Santos, K. P. dos, Silva, K. G. da, Sousa, S. V. de, Sales, G. N. B., & Gadelha, T. M. (2018). Physical characterization, chemistry and bioactive compounds in noni fruit harvested in three maturation stages. *Journal of Experimental Agriculture International*, 27(4), 1–13. <https://doi.org/10.9734/jeai/2018/44816>

- Sereno, A. B., Bampi, M., dos Santos, I. E., Ferreira, S. M. R., Bertin, R. L., & Krüger, C. C. H. (2018). Mineral profile, carotenoids and composition of cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal), a wild Brazilian fruit. *Journal of Food Composition and Analysis*, 72, 32–38. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.06.001>
- Serna-Cock, L., Vargas-Muñoz, D. P., & Rengifo-Guerrero, C. A. (2015). Chemical characterization of the pulp, peel and seeds of cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal). *Brazilian Journal of Food Technology*, 18(3), 192–198. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.4314>
- Shahbani, N. S., Ramaiya, S. D., Saupi, N., Bujang, J. S., & Zakaria, M. H. (2020). Reproductive biology and fruit setting of *Passiflora quadrangularis* L. (Giant Granadilla) in East Malaysia. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 43(4), 637–652. <https://doi.org/10.47836/PJTAS.43.4.16>
- Singh, J. P., Kaur, A., Shevkani, K., & Singh, N. (2016). Composition, bioactive compounds and antioxidant activity of common Indian fruits and vegetables. *Journal of Food Science and Technology*, 53(11), 4056–4066. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2412-8>
- Smith, N. (2015). Palms and people in the Amazon. In F. Pedrotti (Ed.), *Books* (pp. 171–176). <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-05509-1>
- Suriati, L., Utama, I. M. S., Harjosuwono, B. A., & Wayan Gunam, I. B. (2020). Physicochemical characteristics of fresh-cut tropical fruit during storage. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 10(4), 1731–1736. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.10.4.10857>
- Tamiello, C. S., Adami, E. R., de Oliveira, N. M. T., Acco, A., Iacomini, M., & Cordeiro, L. M. C.

- (2018). Structural features of polysaccharides from edible jambo (*Syzygium jambos*) fruits and antitumor activity of extracted pectins. *International Journal of Biological Macromolecules*, 118, 1414–1421. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.06.164>
- Tao, L., Shi, Z. G., & Long, Q. Y. (2020). Complete chloroplast genome sequence and phylogenetic analysis of *Syzygium malaccense*. *Mitochondrial DNA Part B: Resources*, 5(3), 3567–3568. <https://doi.org/10.1080/23802359.2020.1829132>
- Taoukis, P. S. (2021). Effect of alternative preservation steps and storage on vitamin C stability in fruit and vegetable products: Critical review and kinetic modelling approaches. *Foods*, 10(2630), 1–30. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods10112630>
- Theilkuhl, S. (2018). Chontaduro *Bactris gasipaes* (Kunth). *Agricultural Science*, 1–31. <https://www.colegiobolivar.edu.co/garden/wp-content/uploads/2019/03/Stefan-Theilkuhl-Bactris-gasipaes.pdf>
- Toledo Romanienko, D. A. (2009). *Determinación del valor nutritivo y funcional de tres clones seleccionados de arazá (Eugenia stipitata) y seis de borojó (Borojoa patinoi), y evaluación del proceso para la obtención de pulpas pasteurizadas y congeladas* [Escuela Politécnica Nacional]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1682>
- Torre, L. De, Navarrete, H., M, P. M., Macía, M. J., & Balslev, H. (2008). *Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador* (L. De Torre, H. Navarrete, P. M. M, M. J. Macía, & H. Balslev (eds.); 1st ed.). Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador & Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus. Quito & Aarhus. <https://bibdigital.rjb.csic.es/idurl/1/16016>
- Torres-Rodríguez, A., Salinas-Moreno, Y., Valle-Guadarrama, S., Soto-Hernández, R., & Alia-

- Tejagal, I. (2019). Proanthocyanidins and enzymatic activity in mamey sapote (*Pouteria sapota*) fruit during ripening. *Revista Bio Ciencias*, 6, 1–16.
<https://doi.org/10.15741/revbio.06.e565>
- Torres Flores, V. I. (2010). *Determinación del potencial nutritivo y funcional de Guayaba (Psidium guajava L.), Cocona (Solanum sessiliflorum Dunal) y Camu camu (Myrciaria dubia Vaugh)* [Escuela Politécnica Nacional]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1800>
- Toscano, S., Trivellini, A., Cocetta, G., Bulgari, R., Francini, A., Romano, D., & Ferrante, A. (2019). Effect of preharvest abiotic stresses on the accumulation of bioactive compounds in horticultural produce. *Frontiers in Plant Science*, 10(1212), 1–17.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01212>
- Upadhyay, R. K. (2018). Plant pigments as dietary anticancer agents. *International Journal of Green Pharmacy*, 12(1), S93–S107.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22377/ijgp.v12i01.1604>
- Valarezo, E., Ojeda-Riascos, S., Cartuche, L., Andrade-González, N., González-Sánchez, I., & Meneses, M. A. (2020). Extraction and study of the essential oil of copal (*Dacryodes peruviana*), an amazonian fruit with the highest yield worldwide. *Plants*, 9(12), 1–13.
<https://doi.org/10.3390/plants9121658>
- Vallarino, J. G., & Osorio, S. (2019). Organic acids. In E. M. Yahia (Ed.), *Postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables* (1st ed., p. 219). Elsevier Inc.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813278-4.00010-5>
- Vargas, V., Moraes, M., & Roncal, J. (2018). Fruit morphology and yield of *Bactris gasipaes* in Tumupasa, Bolivia. *PALMS*, 62(January), 17–24.

https://www.researchgate.net/publication/324362554_Fruit_Morphology_and_Yield_of_Bactris_gasipaes_in_Tumupasa_Bolivia

Vieira, E. F., Pinho, O., Ferreira, I. M. P. L. V. O., & Delerue-Matos, C. (2019). Chayote (*Sechium edule*): A review of nutritional composition, bioactivities and potential applications. *Food Chemistry*, 275, 557–568. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.146>

Vuolo, M. M., Lima, V. S., & Maróstica Junior, M. R. (2018). Phenolic compounds: Structure, classification, and antioxidant power. In M. R. Segura Campos (Ed.), *Bioactive compounds: health benefits and potential applications* (1st ed., pp. 33–50). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814774-0.00002-5>

Walker, R. P., & Famiani, F. (2018). Organic acids in fruits: Metabolism, functions and contents. In I. Warrington (Ed.), *Horticultural Reviews* (Vol. 45, pp. 371–430). <https://doi.org/10.1002/9781119431077.ch8>

Yalcin, H., & Çapar, T. D. (2017). Bioactive compounds of fruits and vegetables. In F. Yildiz & R. C. Wiley (Eds.), *Minimally processed refrigerated fruits and vegetables* (2nd ed., pp. 723–745). Food Engineering Series. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-7018-6>

Yousuf, B., Deshi, V., Ozturk, B., & Siddiqui, M. W. (2020). Fresh-cut fruits and vegetables: Quality issues and safety concerns. In M. W. Siddiqui (Ed.), *Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Technologies and Mechanisms for Safety Control* (pp. 1–15). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816184-5.00001-X>

Zasowska-Nowak, A., Nowak, P. J., & Ciałkowska-Rysz, A. (2021). High-dose vitamin c in advanced-stage cancer patients. *Nutrients*, 13(3), 1–29. <https://doi.org/10.3390/nu13030735>

Anexos

Anexo 1. Listado de frutos exóticos o no tradicionales del Ecuador

Tabla 1.

Listado de frutos exóticos o no tradicionales del Ecuador

Especies	Características fisicoquímicas y funcionales
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	<p>Es una especie conocida como ungurahui, patawa, chapil, petomo y ungurahua. Pertenece a un grupo numeroso de palmeras de la familia Arecaceae. Se encuentra distribuida en bosques tropicales de la zona norte de Sudamérica y por toda la Amazonía en general, pudiendo llegar a encontrarse incluso en bosques montanos (Ojeda García, 2016). Los frutos son de forma ovoide a esférica, mide 2 cm de diámetro y 3 cm de longitud, llegando a pesar entre 6 a 8 g. La piel es de color púrpura volviéndose oscura mientras madura, y el mesocarpio es jugoso; además, cuentan con una sola semilla ovoide en el interior (Mushtaq et al., 2019; Saravia et al., 2019).</p> <p>Por otra parte, la ungurahua cuenta con 29,10 % de grasa; 7,40 % de proteína; 44,70 % de fibra; minerales como Mg (41,20 mg/100g), Na (71,20 mg/100g), P (41,20 mg/100g), Fe (1,80 mg/100g), Zn (0,90 mg/100g) y Mn (0,60 mg/100g), entre los principales; vitamina C en una concentración de 0,01 µg/mL; compuestos</p>

	<p>fenólicos como vainillina (348,50 µg/kg), naringenina (157,50 µg/kg), ácido ferúlico (44,60 µg/kg), quercetina (940 µg/kg), ácido cinámico (694,90 µg/kg), ácido cafeico (39,50 µg/kg), metil-luteolina (76 µg/kg), acetato de tirosilo (250 µg/kg), mayormente; carotenoides totales en una concentración de 0,26 µg/mL y carotenoides individuales como β-caroteno (3,02 µg/kg), luteína (6,20 µg/kg) y α-caroteno (1,05 µg/kg) (Carrillo et al., 2018; Mushtaq et al., 2019; Saravia et al., 2019). Finalmente, el fruto ha sido ampliamente usado por la alta concentración de ácido oleico (omega 9), el mismo que puede prevenir cardiopatías coronarias, además para disminuir infecciones pulmonares, bronquitis y tuberculosis (Carrillo et al., 2018; Mushtaq et al., 2019).</p>
<p><i>Dacryodes peruviana</i> (Loes.) H. J. Lam</p>	<p>Es conocida como copal, copal comestible, anime y wigonkawe (Valarezo et al., 2020). Pertenece a la familia Burseraceae. Se encuentra ampliamente distribuido en Colombia, Perú y en Ecuador desde la región Andina hasta la Amazonía. Se calcula que la familia Burseraceae representa el 0,30 % del total de especies de plantas en Ecuador (Martínez-Habibe & Daly, 2019; Valarezo et al., 2020). El fruto es una drupa de forma ovoide a esférica, mide 1,50 cm de diámetro y 3 cm de longitud. La piel es de color amarillo-rojizo o verdosa y cuenta con una sola semilla. Por otro lado se ha encontrado varios compuestos dentro del grupo de los terpenos como α-felandreno, limoneno, α-pineno, β-pineno, ρ-cimeno triciclono y terpinoleno</p>

	(Valarezo et al., 2020). El fruto ha sido usado en estudios in vitro, mostrando actividad antimicrobiana moderada contra cepas de <i>Staphylococcus aureus</i> (Valarezo et al., 2020).
<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	Se la conoce con nombres como buriti (Brasil), aguaje (Perú), kikyura (Bolivia) y moriche (Colombia y Venezuela). Forma parte de un grupo numeroso de palmeras de la familia Arecaceae. Se encuentra distribuido por toda la región amazónica peruana, Brasil, Colombia, Bolivia y Venezuela (Bataglioni et al., 2020). El fruto es de forma elipsoide a ovalada, con 7 cm de longitud y 5 cm de diámetro, llegando a pesar hasta 50 g. Tiene un pericarpio lignificado a manera de escamas de color rojo-oscuro a marrón y la pulpa es blanda de color naranja intenso. Además cuenta con una semilla globular a elipsoide alineada en el centro (Bataglioni et al., 2020; Koolen et al., 2018). Posee vitamina C (25 mg/100g); alta concentración de carotenoides como β -caroteno, xantofilas, α -criptoxantina; tocoferoles; compuestos fenólicos como el ácido clorogénico (1,10 mg/g), ácido cafeico (0,80 mg/g), ácido protocatéquico (2,10 mg/g), (1)-catequina (0,90 mg/g), (-)-epicatequina (1,20 mg/g) y la luteolina (1 mg/g), así también se han encontrado antocianinas y flavonoides como la cianidina-3-glucósido, cianidina-3-rutínido, rutina, vitexina, escoparina y ácido gálico, siendo los más representativos (Bataglioni et al., 2020; Koolen et al., 2018). El fruto ha sido usado en el tratamiento de quemaduras, como vermífugo, ayudando en la maduración somática en recién nacidos,

	también aumenta el retinol en hígado y por los compuestos bioactivos que posee tiene amplio potencial antioxidante (Koolen et al., 2018).
<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	Se la conoce como uvilla, uvilla de monte, uva de mata, uva caimarona, caimaron, cocura o cucura y mapatí (Lim, 2013). Pertenece a un amplio grupo de árboles frutales de la familia Urticaceae. Se distribuye desde la Amazonía central hasta la occidental, especialmente en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela (Pedrosa et al., 2018). El fruto, es una drupa con forma ovalada a ovoide, mide de entre 2 a 4 cm de longitud. La piel es áspera de color púrpura oscura a rojiza, pudiendo variar por el grado de madurez; además cuenta con una pulpa jugosa, suave, mucilaginosa, con un sabor semiácido y de color blanco y una semilla cónica (Lim, 2013). Posee vitamina C (1,86 mg/100 g); compuestos fenólicos del grupo de las antocianinas como ácido neoclorogénico, ácido clorogénico, procianidina B, epicatequina, delphinidina-3-O-beta-glucopiranosido, cianidina-3-O-beta-glucopiranosido, cianidina-3-O-(6"-malonil) glucopiranosido, quercetina 3-galactósido y quercetina 3-glucósido principalmente (Calixto Cotos, 2020; Lopes-Lutz et al., 2010; Upadhyay, 2018). El fruto ha sido usado por la alta capacidad citotóxica en diferentes líneas celulares, mostrando efectos inhibitorios sobre todo en células cancerígenas de laringe, de mama y carcinoma gástrico (Upadhyay, 2018).

<p><i>Salacca zalacca</i> (Gaerth.) Voss</p>	<p>Se la conoce como salak (Malasia), pondoh (Indonesia), rakam (Tailandia), sa laka o she pi guo zong (China), palma de serpiente o palma salak (Norteamérica y Sudamérica) (Ismail & Abu Bakar, 2018). Forma parte de un grupo numeroso de palmeras de la familia de las Arecaceae. Es originaria del suroeste de Java y el sur de Sumatra, de allí que se ha distribuido en países como Malasia, Tailandia y Myanmar; al igual que en regiones como Nueva Guinea, Filipinas, China, España, incluso en América del Norte y Sudamérica (Ismail & Abu Bakar, 2018; Saleh et al., 2018). El fruto es una drupa que tiene forma ovalada a circular, mide 3,12 cm de longitud y 4 cm de diámetro. La piel externa cuenta con escamas de color marrón-rojizas de donde proviene el nombre, presenta una pulpa de color amarillento a pálido y dividida por una 1 a 3 semillas (Hlásná Čepková et al., 2021; Ismail & Abu Bakar, 2018). Por otra parte, posee concentraciones moderadas de vitamina C (0,73 a 1,28 mg/100g) y altas concentraciones de carotenoides (5 mg/kg) como el licopeno (1130 µg/100g) y β-caroteno (2997 µg/100g); además, presenta altas concentraciones de flavonoides, fenoles y monoterpenoides, con compuestos como el ácido clorogénico, ácido gálico, epicatequina, quercetina y proantocianidinas, las que pueden variar en los diferentes grados de madurez del fruto. Además, el sabor dulce es atribuido a ésteres como el furanol y a los respectivos ácidos orgánicos como es el caso del ácido gálico que está en mayor proporción, seguido por el ácido cítrico, tartárico y</p>
--	---

	<p>oxálico. Finalmente, el fruto ha sido utilizado por la capacidad inmunoestimuladora, pudiendo aumentar la actividad fagocitadora; además tiene actividad antiproliferativa, ejerciendo acción sobre líneas cancerígenas humanas como el carcinoma pulmonar y gástrico (Ismail & Abu Bakar, 2018).</p>
<p><i>Chrysophyllum cainito</i> L.</p>	<p>Se lo conoce como caimito, cainito, manzana estrellada, árbol de hoja dorada, fruta de leche (Doan et al., 2020). Pertenece a la familia de árboles frutales de las Sapotaceae. Se encuentra distribuida comúnmente en México, Perú, Argentina, en la zona del Pacífico de Guatemala, y zonas más alejadas como Vietnam, Malasia, India y China (Doan et al., 2020; Doan & Le, 2020). El fruto tiene forma redonda a ovalada, cónica a elipsoide, mide de 5 a 10 cm de diámetro. La pulpa es blanda, blanca, con aspecto lechoso y dulce y cuenta con aproximadamente 10 semillas, las mismas que al ser cortadas transversalmente se observa una apariencia de asterisco por lo cual lleva el nombre de fruta estrella (Doan & Le, 2020). Por otra parte, cuenta con altos niveles de glucosa; por cada 100 g de fruta se tiene de 0,72 a 2,33 g de proteína; 14,65 g de carbohidratos y 8,45 a 10,39 g de azúcares totales; cuenta con minerales como el calcio (7,40 a 17,30 mg) y fósforo (15,90 a 22 mg); además, presenta tiamina (70,02-0,08 mg), riboflavina (0,01-0,04 mg), metionina (2 mg), triptófano (4 mg) (Doan & Le, 2020); vitamina C (3 a 15,20 mg) y carotenoides (0,004 a 0,04 mg) como el licopeno (1,87 mg/100 g). En relación a compuestos fenólicos se ha encontrado varios</p>

	<p>constituyentes, siendo los principales los flavonoides como (+) - catequina, (-) – epicatequina, (-) – epigallocatequina , (+) - galocatequina, isoquercitrina, miricitrina, quercetina, quercitrina y ácido gálico (Doan & Le, 2020; Guevara et al., 2019). Finalmente, el fruto ha sido utilizado por las características nutricionales y medicinales como antidiabético, antioxidante y por la actividad antimicrobiana, inclusive se ha reportado que inhibe el crecimiento de células de osteosarcoma, pudiendo servir como un anticancerígeno (Doan et al., 2020).</p>
<p><i>Bactris gasipaes</i> Kunth</p>	<p>Es conocido como palma de melocotón, palmito, palmito de pupunha, palma pejibaye, chima o chontaduro (Herminia et al., 2020; Vargas et al., 2018). Corresponde a un amplio grupo de palmas tropicales de la familia Arecaceae. Se distribuye principalmente en áreas tropicales, yendo desde Costa Rica hasta el suroeste del Amazonas. El fruto se caracteriza por ser una drupa con forma ovalada a cíclica, con un tamaño entre 1 a 3 cm de longitud. La piel puede ser amarilla, roja, naranjada o violácea ; la pulpa puede ser de color naranja o amarillo claro; es dulce, gruesa y seca; además cuenta con una sola semilla (Theilkuhl, 2018). Por otra parte, posee una gran cantidad de aminoácidos esenciales, ácidos grasos insaturados, proteínas y minerales como calcio, fósforo, hierro, potasio, selenio y cromo; pudiendo encontrarse niacina (0,81 mg/100 g), vitamina C (18,70 mg/100 g), vitamina B1 (0,05 mg/100 g), vitamina B2 (0,14 mg/100 g), y pro-vitamina</p>

	<p>A (1,10 mg/100 g) (Herminia et al., 2020); además, posee ácidos grasos como el ácido araquidónico, ácido esteárico, ácido linoleico, ácido linolénico, ácido mirístico, ácido margárico, ácido palmítico, ácido palmitoleico, ácido oleico (Augusto, 2020). En el caso de carotenoides se tiene compuestos como 9-cis β-caroteno, all-trans β-caroteno, 13-cis β-caroteno, 15-cis β-caroteno, α-caroteno, luteína, violaxantina y zeaxantina (Avila-sosa et al., 2019); por otro lado ,con respecto a los compuestos fenólicos posee ácido gálico, ácido hidroxibenzoico, ácido vanílico, ácido cafeico, ácido siríngico, ácido cumárico, ácido ferúlico y ácido clorogénico (Augusto, 2020; Avila-sosa et al., 2019; Giombelli et al., 2020; Herminia et al., 2020). Finalmente, el fruto ha sido ampliamente utilizado para el control de enfermedades cardiovasculares, así como un coadyuvante antiinflamatorio, pudiendo disminuir enfermedades no transmisibles; un ejemplo claro de ello es la disminución de trombogenicidad, aterogenicidad, problemas dermatológicos, y previniendo el cáncer por la alta cantidad de antioxidantes (Augusto, 2020).</p>
<p>Pouteria sapota (Jacq.) H.E. Moore & Stearn</p>	<p>Es conocido como zapote o zapote mamey (Pinto et al., 2016). Corresponde a la familia de árboles frutales de las Sapotaceae. Se encuentra distribuido desde la zona sur de México, Honduras, Costa Rica, Guatemala y se extiende hasta la zona norte de Sudamérica; se presume que es originario de las tierras bajas de Centroamérica (Greene et al., 2019; Pinto et al., 2016). El fruto es una baya, con forma elipsoide a ovalada,</p>

puede medir alrededor de 7,60 cm de diámetro y 20,30 cm de longitud, llega a pesar entre 350 a 500 g. La piel es fibrosa y gruesa con colores que van desde el rojizo a naranja, similar a la pulpa; a su vez se caracteriza por el sabor dulce que posee; tiene textura suave, lisa o granulada dependiendo de la madurez de este. Además, cuenta con una sola semilla interna de color marrón oscuro (Espinosa-Zaragoza et al., 2017; Orwa et al., 2016). Con respecto al aspecto nutricional y fitoquímico, se ha encontrado vitamina C (600 a 1200 mg/100 g), además de diferentes flavanoles como catequina, catequin 3-O galato, epicatequina y galocatequina, ácido gálico, ácido *p*-cumárico, ácido *p*-hidroxibenzoico y ácido siríngico. En el caso de carotenoides se tiene compuestos como la capsantina 5,6-epóxido, criptocapsina y la sapotexantina. En la composición de compuestos volátiles se ha encontrado ácido hexadecanoico, benzaldehído y hexanal. Además, se han hallado proantocianidinas en altas concentraciones en relación con el grado de madures (Kaur et al., 2020; Rodríguez et al., 2018; Torres-Rodríguez et al., 2019). En referencia a las características biológicas se ha encontrado que puede disminuir el colesterol y el daño cardiovascular por aterosclerosis, inclusive previniendo enfermedades degenerativas relacionadas con el sistema nervioso (Torres-Rodríguez et al., 2019).

<p><i>Eugenia stipitata</i> McVaugh</p>	<p>Es conocido como Araçá-boi o arazá (de Araújo et al., 2019). Corresponde a la familia de árboles frutales de las Myrtaceae. Se encuentra distribuido en países como Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador y Perú y se presume que es originario de la Amazonía (De Araújo et al., 2019). El fruto es una baya con forma aplanada a globosa, puede medir 12 cm de diámetro y llegar a pesar entre 30 a 80 g. La piel es fina y de color amarillo al igual que la pulpa que es sustanciosa y bastante ácida. Además, cuenta con 3 a 20 semillas por fruto. Con respecto al aspecto nutricional y fitoquímico, en el fruto se ha identificado vitamina C (24,95 mg/100 mL); también una gran cantidad de minerales como: calcio (107,16 mg/100 g), magnesio (75,65 mg/100 g), potasio (827,66 mg/100 g) y sodio (118,95 mg/100 g); en el caso de azúcares predomina la sacarosa (39,01 mg/100 g) y la fructosa (17,58 mg/100 g). En relación con los compuestos fenólicos se ha encontrado presencia de ácido gálico, ácido cinámico, kaempferol, miricetina y quercetina, mientras que con respecto a los carotenoides se ha identificado compuestos como la β-criptoxantina, luteína, xantofilas y zeinoxantina (de Araújo et al., 2021; de Araújo et al., 2019). Finalmente, el fruto ha sido utilizado para tratar enfermedades de vejiga, problemas intestinales y disminuir síntomas de resfriado. De igual manera debido a la alta concentración fenólica y de capacidad antioxidante se la ha estudiado como antígenotóxica y</p>
---	---

	antimutagénica, pudiendo incluso disminuir niveles de glucosa y actuar como antidiabético (de Araújo et al., 2019).
<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.	Es conocido como chayote, cristofeno, merleton choko, mirlitón, pera vegetal (Australia y Nueva Zelanda), citrayota, citrayote (Ecuador y Colombia), chuchu (Brasil), caiota, machucha, pipinela (Portugal), Sayote (Filipinas) y güisquil (Guatemala y El Salvador). Corresponde a la familia de árboles frutales de las Myrtaceae. Es una planta trepadora herbácea perenne con zarcillos y raíces tuberosas correspondiente a la familia de las Cucurbitaceae. Es originaria de la región neotropical de México y de allí se ha distribuido ampliamente. Los frutos tienen forma de pera, globosa, ovoide y periforme, tienen un tamaño de 4,30 a 26,50 cm de longitud y de 3 a 11 cm de diámetro. La piel es de color verde, verde-pálido o blanco-amarillentos similar a la pulpa que es de textura crujiente-fibrosa, dulce y almidonado. Al interior cuenta con una sola semilla, lisa y de color blanco (Vieira et al., 2019). Con respecto al aspecto nutricional y fitoquímico, posee almidón (0,20 a 1,56 g/100 g), lípidos (0,10 a 0,30 g/100 g), proteína (0,82 a 1,74 g/100 g) y fibra (0,40 a 7,60 g/100 g); contiene ácidos grasos como: ácido palmítico (39,6 %), ácido linolénico (18 %), ácido esteárico (16,8 %), ácido oleico (11,2 %), ácido linoleico (8,87 %), ácido linoleico (8,87 %) y ácido palmitoleico (3,15 %). Además, cuenta con una gran cantidad de minerales como potasio (125 a 338

	<p>mg/100 g), calcio (12 a 25 mg/100 g), magnesio (12 a 15,40 mg/100 g) y fósforo (4 a 60 mg/100 g). En el caso de aminoácidos se ha encontrado leucina (1,21 mg/g), valina (0,99 mg/g), fenilalanina (0,75 mg/g), isoleucina (0,70 mg/g), treonina (0,64 mg/g), arginina (0,54 mg/g), lisina (0,42 mg/g), histidina (0,23 mg/g) y vitaminas como: vitamina C (7,70 a 20 mg/100 g), vitamina E (0,12 mg/100 g) y ácido fólico (93 µg/100 g). En relación con los compuestos fenólicos se ha encontrado principalmente ácido cinámico, ácido cumárico, hexósido de ácido protocatéquico, apigenina glucósido pentósido (I, II, III, IV), luteolina 7-O-rutinósido (I, II), miricitrina, diosmetina y luteolina; mientras que con respecto a los carotenoides predominan compuestos como la luteína y el β-caroteno, principalmente (Díaz-de-Cerio et al., 2019; Vieira et al., 2019). Finalmente, El fruto ha sido utilizado por la acción vasodilatadora e hipotensiva, siendo efectiva como cardiotónica y antiinflamatoria contra problemas de arteriosclerosis, a su vez que funciona como depresor del sistema nervioso central, antiepiléptico y antitumoral (Aguñiga-Sánchez et al., 2017).</p>
<p><i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston</p>	<p>Es conocido como jambo amarillo, manzana rosa, manzanita rosa o pomarrosa (Baliga et al., 2018; Tamiello et al., 2018). Es originaria del sureste de Asia y se distribuyó por regiones tropicales de África y América (Baliga et al., 2018; Tamiello et al., 2018). El fruto es una baya subglobosa, puede medir 2,59 cm de diámetro a 3,12 cm de longitud, y tiene un peso de 12,02 g. El pericarpio es de color blanco, amarillo-rosado y carnoso.</p>

	<p>En el interior se encuentran una semilla pequeña subglobosa de 2 a 2,50 cm de diámetro (Baliga et al., 2018; Nacata & de Andrade, 2018; Tamiello et al., 2018). Con respecto al aspecto nutricional y fitoquímico, se han encontrado compuestos como el linalol, (Z)-3 hexenol y hexanol; además de compuestos volátiles como el alcohol (E)-cinamílico, (Z)-3-hexen-1-ol y 3-fenilpropanol. También se han hallado flavonoides como la miricetina, quercetina 3-Oβ-D- xilopiranosilo (1 \rightarrow 2) α-L-rhamnopyranósido y compuestos provenientes del ácido elálgico. Con respecto a los carotenoides no se ha dilucidado los compuestos específicamente para esta especie, pero se ha podido encontrar en sus similares en mayor proporción β-caroteno (Baliga et al., 2018; Batista et al., 2017). Finalmente, el fruto ha sido utilizado como diurético; actualmente se ha confirmado que confiere efectos positivos a la salud, como analgésico, antiviral, antidermatofítico, antimicrobiano, antiinflamatorio, anticancerígeno y con actividad hepatoprotectora (Baliga et al., 2018).</p>
<p><i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & Perry</p>	<p>Es conocido como anacardo francés, jambo rojo, manzana de agua, manzana malaya, manzana rosa malaya, manzana rosa de montaña, manzana de montaña o pomerac. Se presume que es originaria de Malasia o de la India, extendiéndose en regiones cálidas del sudoeste de Brasil y en zonas costeras del Sur (Batista et al., 2017; Maia et al., 2019; Tao et al., 2020). El fruto es una baya fibrosa y carnosa de forma ovoide, subglobosa, piriforme a elipsoide, puede medir de 3–5 cm de diámetro a 4 – 7,50 cm de longitud. Su exterior es de color</p>

rojo-rosado o carmesí, a diferencia de su color interno que es blanca y de textura esponjosa. Además, cuenta hasta con dos semillas marrones, de 1,50 – 2 cm de diámetro (Mustaqim, 2020). Con respecto a su composición nutricional y fitoquímica, se han encontrado antocianinas como cianidina 3-glucósido, cianidina 3,5-diglucósido y peonidina 3-glucósido; de igual forma se han hallado procianidinas y flavonoides en gran proporción como procianidina (A2, B1, B2), (+)-catequina, (-)epicatequina, (-)galato de epicatequina, isoquercitrina, isorhamnetina-3-O-glucósido, kaempferol-3-Oglucósido, quercetina y rutina. En relación a sus compuestos fenólicos se ha descrito el ácido benzoico, ácido elágico, ácido p-cumárico y ácido t-cinámico. En relación a sus carotenoides se tiene principalmente α -caroteno, el β -caroteno y en menor proporción miricetina. Además ,su olor característico se da principalmente por aceites volátiles como acetato de etilo, ácido hexanoico, butanediona, 2-feniletanol, hexanal, (Z)-hex-3-enal , 2-metilpropan, 3-metilbutilacetato, geraniol , limoneno, entre otros (Mustaqim, 2020). Por último , su fruto ha sido utilizado por su alta concentración en compuestos lipofílicos, carotenoides y terpenos, con lo cual le atribuye efectos antioxidantes para mantener el equilibrio oxidativo y en terapias dietéticas para el control de enfermedades no transmisibles como la obesidad, problemas cardiovasculares e inflamatorios, diabetes y en problemas metabólicos (Batista et al., 2017).

<p><i>Sicana odorifera</i> (Vell.) Naudin</p>	<p>Comúnmente es conocida como cassabanana, cruá, croá, sikana, jamelão, melón de olor y pepino de almizcle (Kienteka et al., 2018). Corresponde a la familia Cucurbitaceae. Se presume que es originaria de Brasil; se extiende por regiones tropicales de América, como Perú y Colombia (Kienteka et al., 2018). El fruto es de forma elipsoides a ovalada, de 7 a 11 cm de diámetro y 30 a 60 cm de longitud, con un peso de 1,40 a 3 kg. El color externo es rojo-anaranjado, pudiendo también ser negro a púrpura-oscuro a diferencia de la pulpa que es amarillo-naranja y blanda. Además, cuenta con varias semillas de forma ovaladas y delgadas (Albuquerque et al., 2021; Kienteka et al., 2018). Con respecto a la composición nutricional y fitoquímica, se tiene proteína (6 g/100 g), lípidos (5,20 g/100 g) y carbohidratos (53,50 g/100 g), principalmente. Si bien no se ha caracterizado completamente la parte fitoquímica, se ha encontrado concentraciones para ciertos componentes como antocianinas monoméricas (1,55 mg/100 g de cianuro de nidina 3-glucósido) en calabazas semi-maduras y en calabazas maduras y vitamina C (21,80 mg/100g). De igual forma, en el epicarpio se han hallado ácidos orgánicos como el ácido oxálico (0,32 g/100 g) y ácido cítrico (3,05 g/100 g); también tocoferoles como α-tocoferol (18,50 g/100 g), γ-tocoferol (2,40 g/100 g), β-tocoferol (164,90 g/100 g) y δ-tocoferol (180 g/100 g); al igual que antocianinas como cianidina- O -desoxihexosil-hexósido (21,5 mg/g) y Pelargonidina - O -desoxihexosil-hexósido (2,50 mg/g) (Albuquerque et al., 2021; Eva et al.,</p>
---	---

	<p>2020; Kienteka et al., 2018). Finalmente, el fruto es usado para tratar el dolor de garganta, enfermedades venéreas y hepáticas, además de hemorragias uterinas; de igual forma es promotor en la protección de trastornos cardiovasculares y se lo usa como gran agente antioxidante (Albuquerque et al., 2021; Eva et al., 2020).</p>
<p><i>Passiflora quadrangularis</i> L.</p>	<p>Comúnmente es conocida como curuba, granadilla, granadilla gigante y maracujá (Echeverry et al., 2018; Sathyan et al., 2019). Corresponde a la familia frutal más grande e importante, las Passifloraceae. Se distribuye mayoritariamente por la región del Neotrópico y en Sudamérica, pero es originaria de Australia, Oceanía y el Sudeste Asiático (Echeverry et al., 2018; Sathyan et al., 2019; Shahbani et al., 2020). El fruto es una baya ovalada-alargada, puede medir entre 8 a 10 cm de diámetro y 10 a 30 cm de longitud y pesa entre 225 a 450 g. La piel es fina y lisa con un color amarillo, a diferencia de la pulpa que es blanca, violácea o rosada, con una gran cantidad de semillas oscuras inmersas en la pulpa jugosa de color amarillo verdoso (Deshmukh et al., 2017; Shahbani et al., 2020). Con respecto a la composición nutricional y fitoquímica, se tiene proteína (0,90 g/100 g), grasas (0,20 g/100 g), hidratos de carbono (10,10 g/100 g) y carbohidratos (10,10 g/100 g); además cuenta con minerales como el calcio (10 mg/100 g), fósforo (22 mg/100 g), hierro (0,60 mg/100 g); con aminoácidos como el niacina (2,70 mg/100 g) y con vitamina C (20 mg/100 g). En</p>

	<p>relación con los compuestos fenólicos se ha encontrado vitexina 2-O-ramnosida, crisina 6-C-arabinósido 8-C-glucósido, isoorientina, isovitexina, orientina, espinosina, swertisin, vicenina – 2, vitexina y apigenina entre los más importantes. Con respecto a los carotenoides se ha encontrado β-caroteno como compuesto principal, mientras que con respecto a los ácidos orgánicos se tiene ácido láctico (0,56 mg/100 g), ácido acético (1,29 mg/100 g), ácido cítrico (0,90 mg/100 g) y ácido oxálico (0,13 mg/100 g) (Colomeu et al., 2017; Gadioli et al., 2018; Guevara et al., 2019; Paula et al., 2017). Finalmente, el fruto es usado comúnmente en zumos por la actividad antioxidante y la concentración de ácido ascórbico, por el aporte en la reducción y captación de radicales libres. Además en estudios antimicrobianos, se ha constatado que actúa favorablemente contra microorganismo como <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Bacillus subtilis</i> (Sathyan et al., 2019).</p>
<p><i>Lacmellea lactescens</i> (Kuhl.) Markgr</p>	<p>Es conocida como Pinpichu, sacha aviyu (kichwa), chipiri sijica, tssitssiñocho (a'ingae), miuse'je (pai coca), wepe monkamo (wao tededo), caimito pequeño, chicle (castellano) (Torre et al., 2008). Corresponde a la familia de las Apocynaceae. Se distribuye en zonas tropicales como Brasil, Ecuador y Perú (Missouri Botanical Garden, 2017; Osoreo Arrascue, 2018; Torre et al., 2008). Con respecto a las características,</p>

	<p>nutricionales, fitoquímicas y caracterización no han sido detalladas. El fruto es usado por los nativos para producir goma y a nivel medicinal usan el látex para tratar la diarrea (Torre et al., 2008).</p>
<p><i>Bactris concinna</i> Mart</p>	<p>Comúnmente es conocida como marayaú (Bolivia); marajá, marajá pupunha, mumbaca (Brasil); maraya (Colombia); chontilla (Ecuador); ñejilla (Perú)”; entre otros (Smith, 2015). Corresponde a la familia de las Apocynaceae. Se distribuye en zonas tropicales, sobre todo en las cuencas de la Amazonía oriental, extendiéndose por Bolivia, Brasil, Ecuador, Colombia y Perú (Smith, 2015). El fruto tiene forma puntiagudo o acuminado, puede medir entre 2 a 2,70 cm de longitud y 1 cm de diámetro, con un color purpura a marrón oscuro. El mismo crece en racimos de 40 frutos cada uno, pudiendo crecer hasta dos racimos por palmera (Smith, 2015). Con respecto a las características nutricionales, fitoquímicas o medicinales no han sido detalladas.</p>
<p><i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal</p>	<p>Comúnmente es conocida como cocona, manzana del Orinoco, tomate de melocotón, tupiro, cubiú o maná-cubiu (Jiménez, 2018). Corresponde a la familia Solanaceae. Se distribuye y es originaria de la zona alta de la Amazonía, pudiendo extenderse por la región oriental de los Andes hasta la cuenca del río Orinoco, incluyendo países como Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela (Jiménez, 2018; Moacir et al., 2017). El fruto es una baya con forma cónica-elipsoide, oblonga-ovoide o esférica, mide entre 3,10 a 9,20 cm de</p>

longitud y de 3,30 a 7,70 cm de diámetro, con un peso aproximado entre 30 a 400 g. El fruto inmaduro es de un color verde-amarillento, sin embargo, cuando es maduro puede ser naranja oscuro, rojo, rojo marrón o púrpura. La pulpa es de color blanco a crema y con una textura gelatinosa a mucilaginosa la misma que se encuentra en cuatro o seis lóculos. Además, contiene un gran número de semillas de color crema-blanquecinas, de forma ovada y planas, con diámetros entre 3,2 a 4 cm (Jiménez, 2018; Ramírez, 2020). Con respecto a la composición nutricional y fitoquímica, se ha encontrado minerales como el calcio (1,85 mg/100 g), potasio (0,12 mg/100 g), magnesio (2,18 mg/100 g) y fósforo (0,12 mg/100 g) y ácido ascórbico (20,08 g/100 g) (Bhardwaj et al., 2020) . En relación a los compuestos fenólicos se ha descrito compuestos como el ácido gálico (1,16 mg/g), catequina (5,61 mg/g), ácido cafeico (10,67 mg/g), rutina (4,95 mg/g), quercetina (4,92 mg/g), entre los más importantes (Dos Santos Montagner et al., 2020). Con respecto a los carotenoides se tiene compuestos como (todo-E)- β -caroteno (7,15 μ g/g), (todo-E)-luteína (2,41 μ g/g) y licopeno (13,74 μ g/g), entre los más importantes (Bhardwaj et al., 2020; Sereno et al., 2018). Finalmente el fruto es usado por las propiedades antioxidantes, antígenotóxicas y para el control de hipercolesterolemia; a su vez, tiene propiedades cicatrizantes, antidiabéticas, antihelmínticas y antimicrobianas disminuyendo y controlando el crecimiento de *Helicobacter pilori* (Ramírez, 2020).

Elaborado por: El autor, 2022

Anexo 2. Listado de frutos seleccionados para el estudio

Tabla 2.

Listado de frutos seleccionado para el estudio

Código	Nombre científico	Nombre común	Puntos de muestreo			Fotografía
			Provincia	Parroquia	Coordenadas	
1	<i>Oenocarpus bataua</i> Mart,	Ungurahua	Morona Santiago	Bomboiza	3° 25' 60" S 78° 31' 0" W	
2	<i>Dacryodes peruviana</i> (Loes.) H. J. Lam	Copal	Morona Santiago	Bomboiza	3° 25' 60" S 78° 31' 0" W	
3	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	Moriche negro	Morona Santiago	Bomboiza	3° 25' 60" S 78° 31' 0" W	
4	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	Uva de monte	Orellana	Nueva Rocafuerte	0° 55' 14,0" S 75° 23' 59,7" W	
5	<i>Salacca zalacca</i> (Gaerth.) Voss	Salak	Pichincha	Pedro Vicente Maldonado	0° 4' 52,84" N 79° 2' 56,29" W	

6	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	Caimito amarillo	Sucumbíos	La Unión	0° 01' 25,8" S 77° 21' 39,8" W	
7	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	Chonta naranja	Sucumbíos	La Unión	0° 01' 25,8" S 77° 21' 39,8" W	
8	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore & Stearn	Mamey	Sucumbíos	La Unión	0° 01' 25,8" S 77° 21' 39,8" W	
9	<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh	Arazá	Sucumbíos	La Unión	0° 01' 25,8" S 77° 21' 39,8" W	
10	<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.	Chayote	Pastaza	Puyo	1° 29' 23,64" S 77° 59' 39,13" W	
11	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Pomarrosa amarilla	Sucumbíos	La Unión	0° 01' 25,8" S 77° 21' 39,8" W	
12	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & Perry	Pomarrosa roja	Orellana	Coca	0° 28' 19,849" S 76° 59' 231" W	

13	<i>Sicana odorifera</i> (Vell.) Naudin:	Calabaza	Pastaza	Puyo	1° 29' 23,64" S 77° 59' 39,13" W	
14	<i>Passiflora quadrangularis</i> L.	Maracuyá badea	Pastaza	Puyo	1° 29' 23,64" S 77° 59' 39,13" W	
15	<i>Lacmellea lactescens</i> (Kuhlm.) Markgr	Chicle	Pichincha	Pedro Vicente Maldonado	0° 4' 52,84" N 79° 2' 56,29" W	
16	<i>Bactris concinna</i> Mart	Uva de chonta	Napo	Tena	0° 59' 46,67" S 77° 48' 48,97" W	
17	<i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal	Cocona	Morona Santiago	Macas	2° 18' 19,01" S 78° 7' 13,83" W	

Elaborado por: El autor, 2022

Anexo 3. Análisis de correlaciones entre los parámetros de estudio

Tabla 3.

Análisis de correlaciones entre los parámetros de estudio

Parámetros	Diámetro longitudinal (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	Peso (g)	% Sólidos solubles	% Acidez titulable	pH	% Cenizas	% Humedad	a* externo	b* externo	a* interno	b* interno	Actividad antioxidante	Vitamina C	Ácidos orgánicos totales	Carotenoides totales	Fenoles totales
Diámetro longitudinal (cm)	1	0,80	0,98	-0,04	-0,30	0,31	-0,03	0,20	-0,16	0,19	-0,18	0,12	-0,36	0,05	-0,17	0,80	-0,19
Diámetro ecuatorial (cm)	0,80	1	0,74	0,18	-0,21	0,28	-0,20	0,38	-0,43	0,43	-0,28	0,02	-0,56	0,41	-0,02	0,44	-0,16
Peso (g)	0,98	0,74	1	-0,07	-0,24	0,31	0,00	0,17	-0,10	0,15	-0,19	0,12	-0,33	-0,03	-0,22	0,85	-0,15
% Sólidos solubles	-0,04	0,18	-0,07	1	0,04	-0,13	-0,18	0,17	-0,10	0,19	0,18	0,19	-0,10	0,55	-0,23	0,00	-0,13
% Acidez titulable	-0,30	-0,21	-0,24	0,04	1	-0,49	-0,14	0,01	-0,30	0,52	-0,15	0,36	-0,37	0,05	0,22	0,01	0,20
pH	0,31	0,28	0,31	-0,13	-0,49	1	0,11	-0,33	-0,08	-0,19	0,40	-0,11	-0,18	0,20	-0,67	0,12	-0,02
% Cenizas	-0,03	-0,20	0,00	-0,18	-0,14	0,11	1	-0,58	0,22	-0,39	0,25	-0,31	0,11	-0,14	-0,39	-0,02	-0,29
% Humedad	0,20	0,38	0,17	0,17	0,01	-0,33	-0,58	1	-0,29	0,30	-0,80	-0,06	0,06	-0,01	0,58	0,13	0,30
a* externo	-0,16	-0,43	-0,10	-0,10	-0,30	-0,08	0,22	-0,29	1	-0,59	0,20	-0,32	0,35	-0,33	-0,25	0,00	0,05
b*externo	0,19	0,43	0,15	0,19	0,52	-0,19	-0,39	0,30	-0,59	1	-0,24	0,60	-0,59	0,40	0,19	0,17	-0,19
a* interno	-0,18	-0,28	-0,19	0,18	-0,15	0,40	0,25	-0,80	0,20	-0,24	1	0,22	-0,09	0,31	-0,57	-0,19	-0,19
b* interno	0,12	0,02	0,12	0,19	0,36	-0,11	-0,31	-0,06	-0,32	0,60	0,22	1	-0,13	0,14	0,00	0,26	-0,19
Actividad antioxidante	-0,36	-0,56	-0,33	-0,10	-0,37	-0,18	0,11	0,06	0,35	-0,59	-0,09	-0,13	1	-0,50	0,16	-0,24	0,10
Vitamina C	0,05	0,41	-0,03	0,55	0,05	0,20	-0,14	-0,01	-0,33	0,40	0,31	0,14	-0,50	1	-0,15	-0,22	-0,13
Ácidos orgánicos totales	-0,17	-0,02	-0,22	-0,23	0,22	-0,67	-0,39	0,58	-0,25	0,19	-0,57	0,00	0,16	-0,15	1	-0,27	0,17
Carotenoides totales	0,80	0,44	0,85	0,00	0,01	0,12	-0,02	0,13	0,00	0,17	-0,19	0,26	-0,24	-0,22	-0,27	1	-0,12
Fenoles totales	-0,19	-0,16	-0,15	-0,13	0,20	-0,02	-0,29	0,30	0,05	-0,19	-0,19	-0,19	0,10	-0,13	0,17	-0,12	1

Elaborado por: El autor, 2022