



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

TESINA

**COMPUESTOS FUNCIONALES Y APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE
FRUTAS NATIVAS AMAZÓNICAS**

UNA REVISIÓN DOCUMENTAL

TESINA PARA OBTENER EL GRADO DE:

ESPECIALISTA EN TECNOLOGÍA E INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS

ESTUDIANTE:

ING. ANDRES FELIPE MONTERO RODRIGUEZ

DIRECTOR:

D.C. RAÚL ÁVILA SOSA SÁNCHEZ

CO-DIRECTORA

D.C. ADDÍ RHODE NAVARRO CRUZ

PUEBLA, PUEBLA SEPTIEMBRE 2018

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| 1. RESUMEN..... | 7 |
| 2. INTRODUCCIÓN..... | 8 |
| 3. OBJETIVOS..... | 10 |
| 3.1 Objetivo General: | 10 |
| 3.2 Objetivos Específicos: | 10 |
| 4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 11 |
| 5. JUSTIFICACIÓN..... | 12 |
| 6. MARCO TEÓRICO | 13 |
| 6.1 Frutas | 13 |
| 6.2 Frutas Tropicales | 13 |
| 6.3 Región Amazónica | 14 |
| 6.4 Alimento Funcional..... | 15 |
| 6.4.1 Compuestos Bioactivos..... | 16 |
| 6.5 Agroindustrialización de Frutas | 17 |
| 7. METODOLOGÍA | 19 |
| 7.1 Diagrama de Trabajo..... | 20 |
| 8. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA. | 21 |
| 8.1 Compuestos Funcionales..... | 22 |
| 8.2 Arazá (<i>Eugenia stipitata</i> Mc Vaugh)..... | 23 |
| 8.2.1 Compuestos Funcionales de Arazá | 24 |
| 8.2.2 Aprovechamiento Agroindustrial de Arazá | 25 |
| 8.3 Acai (<i>Euterpe oleracea</i>)..... | 27 |
| 8.3.1 Compuestos funcionales de Acai..... | 27 |
| 8.3.2 Aprovechamiento Agroindustrial de Acai | 30 |
| 8.4 Camu Camu (<i>Myrciaria dubia</i>) | 32 |

| | | |
|--------|---|----|
| 8.4.1 | Compuestos funcionales de Camu-camu | 33 |
| 8.4.2 | Aprovechamiento Agroindustrial de camu-camu..... | 36 |
| 8.5 | Cocona (<i>Solanum sessiliflorum Dunal</i>) | 37 |
| 8.5.1 | Compuestos funcionales de Cocona | 37 |
| 8.5.2 | Aprovechamiento Agroindustrial de Cocona..... | 39 |
| 8.6 | Copoazú (<i>Theobroma grandiflorum</i>) | 40 |
| 8.6.1 | Compuestos funcionales de Copoazú | 41 |
| 8.6.2 | Aprovechamiento Agroindustrial de Copoazú | 45 |
| 8.7 | Canangucha o Buriti (<i>Mauritia flexuosa</i>) | 45 |
| 8.7.1 | Compuestos Funcionales de Canangucha | 46 |
| 8.7.2 | Aprovechamiento Agroindustrial de Canangucha | 50 |
| 8.8 | Sacha Inchi (<i>Plukenetia volubilis</i>)..... | 51 |
| 8.8.1 | Compuestos Funcionales de Sacha Inchi | 52 |
| 8.8.2 | Aprovechamiento Agroindustrial de Sacha Inchi..... | 56 |
| 8.9 | Chontaduro o Pupunha (<i>Bactris Gasipaes</i>)..... | 57 |
| 8.9.1 | Compuestos Funcionales del Chontaduro | 58 |
| 8.9.2 | Aprovechamiento Agroindustrial del Chontaduro..... | 61 |
| 8.10 | Guaraná (<i>Paullinia cupana</i>) | 62 |
| 8.10.1 | Compuestos Funcionales de Guaraná..... | 63 |
| 8.10.2 | Aprovechamiento Agroindustrial de Guaraná | 67 |
| 8.11 | Marañón o Acajú (<i>Anacardium occidentale L</i>) | 68 |
| 8.11.1 | Compuestos funcionales del marañón | 68 |
| 8.11.2 | Aprovechamiento agroindustrial del marañón..... | 71 |
| 8.12 | Nuez Amazónica (<i>Bertholletia excelsa</i>)..... | 71 |
| 8.13 | Uxi (<i>Endopleura uchi</i>)..... | 74 |
| 8.14 | Macambo (<i>Theobroma bicolor</i>) | 75 |

| | |
|---|-----|
| 8.15 Piquiá (<i>Caryocar villosum</i>) | 76 |
| 8.16 Inajá (<i>Maximiliana maripa</i>) | 78 |
| 8.17 Bacaba (<i>Oenocarpus bacaba</i>) | 79 |
| 8.18 Tucuma (<i>Astrocaryum vulgare</i>) | 80 |
| 8.19 Copaiba (<i>Copaifera langsdorffii</i>)..... | 81 |
| 8.20 Bacuri (<i>Platonia insignis</i>)..... | 83 |
| 8.21 Murici (<i>Byrsonima crassifolia</i>) | 84 |
| 9. CONCLUSIONES | 100 |
| 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 102 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1.Fruta madura de Arazá (Oroverde Gmbh, 2018). | 24 |
| Figura 2.Fruta madura de Acai (Pregon Agropecuario, 2015)..... | 27 |
| Figura 3.Frutas maduras de Camu- Camu (Scientia, 2015)..... | 33 |
| Figura 4.Cocona maduro, con cáscara color naranja oscura y pulpa carnosas amarilla (Colodel et al, 2011). | 37 |
| Figura 5.Fruto de Copoazú (Colombia INN, 2016). | 41 |
| Figura 6. (a) Un racimo de frutas Canangucha; (b) pulpa de Canangucha liofilizada (Candido et al., 2015). | 46 |
| Figura 7.Cambios en el desarrollo de la morfología, tamaño y peso de los frutos y semillas de Sacha inchi. (A) - (D) Fruto (izquierda) y semilla intacta (medio) y sección longitudinal de la semilla (derecha) (Niu et al., 2014)..... | 52 |
| Figura 8.Fruto maduro de chontaduro o Pupunha (Cantu-Jungles et al., 2017). | 58 |
| Figura 9.Fruta de Guaraná (Schimpl et al., 2013). | 63 |
| Figura 10.Fotografía de frutos de anacardo pelados en amarillo, naranja y rojo (Schweiggert et al., 2016)..... | 68 |
| Figura 11.Frutas maduras de Nuez Amazónica (Enciclopedia Britannica., 2018)..... | 72 |
| Figura 12.Hojas y Frutos de Uxi (Receta Natural., 2018). | 74 |
| Figura 13. Fruto de Macambo (Gelvez et al., 2016). | 75 |
| Figura 14.Frutos de Piquiá (Chisté y Mercadante., 2012). | 77 |
| Figura 15.Frutos de Inajá (Agrónomo Global., 2018). | 78 |
| Figura 16.Frutos maduros de Bacaba (MEPA., 2011)..... | 79 |
| Figura 17.Frutos de Tucuma (Bony et al., 2012). | 80 |
| Figura 18.Semillas de Copaiba (Bioma Urbano., 2017). | 82 |
| Figura 19.Frutos de Bacuri (Amazon Oil, 2018). | 83 |
| Figura 20.Frutos de Murici (SNICS, 2017). | 85 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1.Frutas Nativas Amazónicas | 21 |
| Tabla 2.Compuestos Funcionales de Frutas Nativas Amazónicas..... | 87 |
| Tabla 3.Cuantificación de Compuestos Fenólicos de Frutas Nativas Amazónicas. | 91 |
| Tabla 4.Capacidad Antioxidante de Frutas Nativas Amazónicas. | 94 |
| Tabla 5.Aprovechamiento Agroindustrial de Frutas Nativas Amazónicas. | 98 |

1. RESUMEN

La presente revisión bibliográfica tiene como objetivo evaluar el estado del arte de los compuestos funcionales y aprovechamiento agroindustrial de veinte frutas nativas amazónicas. Estas frutas contienen compuestos funcionales (ácidos grasos insaturados, compuestos fenólicos, carotenoides, fitoesteroles, tocoferoles, etc.) que ejercen efectos beneficiosos en la salud. Una problemática que se presenta hoy en día, es el estrés oxidativo y daño celular que se genera si la producción de radicales libres supera la capacidad antioxidante, este mecanismo es responsable de enfermedades crónico- degenerativas como el cáncer y la diabetes. Por dichos motivos es importante incluir en la dieta el consumo de fitoquímicos con capacidad antioxidante que ayuden a contrarrestar estos problemas. Otro aspecto importante es que las frutas nativas amazónicas poseen características para ser agroindustrializadas, pero se requiere del uso de tecnologías de procesamiento adecuadas para su aprovechamiento.

En esta tesina se revisaron una serie de artículos de revistas que van desde el año 2007 hasta el año 2018, se realizó una investigación exhaustiva del estado del arte de frutas nativas de la región amazónica y se reportan cuáles son los principales compuestos funcionales que se han identificado así como los efectos beneficiosos en la salud que se obtienen con su consumo y los diferentes productos agroindustriales que se pueden obtener.

2. INTRODUCCIÓN

La región amazónica es un gran ecosistema complejo y heterogéneo, tiene el área más extensa de bosque tropical y la red hídrica más grande del mundo (PNUMA y OTCA, 2009). Comprende territorios de ocho países: Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Venezuela, Surinam, Guyana, más una región de Francia conocida como Guyana Francesa. Tiene una extensión aproximada de 8.387.590 Km² (SINCHI, 2017). Además dicha región representa el 20 % de agua dulce de la superficie terrestre mundial (IMANI, 2017) y alrededor de un 30 % de la biodiversidad a nivel mundial (SINCHI, 2008). La amazonia cuenta con una gran variedad de frutas nativas que si se aprovechan de manera integral, podrían constituir una importante alternativa productiva para la región. Dichas frutas son consideradas alimentos funcionales, debido a que además de aportar nutrientes contienen compuestos bioactivos que generan efectos benéficos en la salud como la lucha contra enfermedades crónico –degenerativas como el cáncer y la diabetes. Los fitoquímicos más comunes presentes en frutas tropicales son las vitaminas (C y E), carotenoides, compuestos fenólicos y fibra (Cárdenas, Arrazola y Villalba, 2007).

Entre los usos y/o aplicaciones que se les pueden dar a los frutales amazónicos están: el consumo en fresco y la transformación agroindustrial en jugos, néctares, mermeladas, frutas deshidratadas, frutas en almíbar etc, (González, 2007). Una limitación que presentan varias de estas frutas nativas, es que son altamente perecederas (Neves et al., 2015) y que el procesamiento agroindustrial en algunas regiones es artesanal y por lo tanto incipiente (Rojano et al., 2011), por lo que se requiere describir la aplicación de métodos de conservación óptimos y tecnologías de procesamiento que ayuden a prolongar la vida útil, potenciar su agroindustrialización y evitar las pérdidas que se producen de estas frutas.

La realización de esta revisión bibliográfica, busca dar a conocer los estudios realizados en cuanto a compuestos funcionales de frutas nativas amazónicas, que describan

calidades importantes como las propiedades nutricionales, antioxidantes, antiinflamatorias, efectos antimicrobianos y por otro lado colocar a disposición información de las técnicas adecuadas de aprovechamiento agroindustrial.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General:

- Evaluar el estado del arte de los compuestos funcionales y el aprovechamiento agroindustrial de frutas nativas de la región Amazónica.

3.2 Objetivos Específicos:

- Describir los principales compuestos funcionales y sus efectos benéficos en la salud que reportan los diversos estudios en frutas nativas de la región Amazónica.
- Reportar el aprovechamiento agroindustrial de frutas nativas de la región Amazónica.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existen en la amazonia una cantidad considerable de variedades de frutas nativas, muchas de estas son poco conocidas y gran parte de la población de esta región desconocen sus propiedades funcionales. Un porcentaje importante de la producción de estas frutas amazónicas no es aprovechado porque no existe cultura de agroindustrialización, son utilizadas mayoritariamente para consumo en fresco. Una limitante que presentan algunas frutas nativas amazónicas es que son altamente perecederas (Neves et al., 2015), por lo que es una de las causas que impiden su aprovechamiento integral. Tal es el caso del Arazá (*Eugenia stipitata*), un producto tan delicado y perecedero con características de maduración muy rápida que hace que sea muy difícil su comercialización en fruta, siendo necesario acometer su procesamiento (Cadena, 2015) y el Camu – Camu (*Myrciaria dubia*) que también es altamente perecedero (Arellano et al., 2016). Otros de las dificultades que se presentan es el desconocimiento de tecnologías de procesamiento y conservación adecuadas que se deben aplicar a las frutas para preservar todas sus características organolépticas, compuestos bioactivos, contenido nutricional y por supuesto la vida útil.

Actualmente se ha visto aumentado la aparición de enfermedades crónico-degenerativas como el cáncer y la diabetes, por lo que se hace necesario incluir en la dieta el consumo de alimentos funcionales para prevenir o reducir este tipo de padecimientos. Básicamente los problemas de frutales nativos amazónicos se resumen en deficientes tecnologías de procesamiento, el desconocimiento de compuestos funcionales y que son poco conocidas fuera de la región.

5. JUSTIFICACIÓN

La región amazónica cuenta con frutales nativos en los cuales se reportan propiedades funcionales como características antioxidantes y antiproliferativas (Tauchen et al., 2016). Muchas de estas frutas contienen antioxidantes naturales como compuestos fenólicos, tales como flavonoides, ácidos fenólicos, antocianinas, además de los ya conocidos; vitaminas C, E y carotenoides, (Broinizi et al., 2007). En general un método de prevención contra enfermedades crónico degenerativas es el consumo de alimentos funcionales, que además de contener nutrientes también cuentan con sustancias bioactivas que ejercen efectos benéficos en la salud.

Muchos frutales nativos amazónicos forman parte de la dieta del poblador urbano y rural; el consumo del fruto o partes de la planta puede ser al natural o transformado, en ambas condiciones aportan cantidades considerables de nutrientes como, proteínas, lípidos, carbohidratos, fibra, minerales y vitaminas (González, 2007). Las frutas nativas amazónicas tienen potencial para su agroindustrialización, pero se requiere del conocimiento de tecnologías de procesamiento y/o conservación adecuadas para que sean una alternativa económica para la región. La aplicación de métodos de conservación (refrigeración, congelación, deshidratación, etc.) son esenciales para prolongar la vida útil de estas frutas nativas amazónicas debido a que muchas de ellas son perecederas.

No se reportan revisiones bibliográficas de frutas de la región amazónica en conjunto, en cuanto a sus compuestos funcionales y aprovechamiento agroindustrial. Existen revisiones específicas en determinadas frutas pero de manera individual. Este trabajo brinda una perspectiva de investigaciones de compuestos funcionales y de aprovechamiento agroindustrial de frutas nativas Amazónicas, a través de la difusión de información para que esté disponible para su posterior consulta y sirva de base para comunidades interesadas en esta temática.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 Frutas

Las frutas son un grupo importante de alimentos que aportan una gran cantidad de nutrientes esenciales para los seres humanos, además de ser una fuente de nutrientes también contienen compuestos bioactivos que son benéficos para la salud. La composición proximal en general de las frutas es de un 85% de agua, 13% de carbohidratos, 0,9% de proteínas, 0,5% de grasa y 0,5% de cenizas; el contenido de vitaminas y otros compuestos orgánicos difiere según la especie (González y López, 2010).

Las frutas se clasifican en climatéricas y no-climatéricas, según su patrón respiratorio y de producción de etileno durante la maduración organoléptica o de consumo. Las frutas climatéricas incrementan marcadamente su ritmo respiratorio y producción de etileno durante la maduración organoléptica. De igual manera, los cambios asociados con esta etapa de desarrollo (color, sabor, aroma, textura) son rápidos, intensos y variados. Por el contrario, en las frutas no-climatéricas, los procesos de desarrollo y maduración organoléptica son continuos y graduales; manteniendo éstas, en todo momento, niveles bajos de respiración y de producción de etileno (Arias y Toledo, 2007).

6.2 Frutas Tropicales

Una fruta tropical se define como una fruta de las zonas de clima tropical o subtropical. Las frutas tropicales tienen en común no soportar el frío y poder ser dañadas o tener trastornos en el desarrollo cuando la temperatura cae por debajo de 4°C, las frutas tropicales son llamadas a menudo frutas exóticas (Ríos, 2013). La región tropical de Sudamérica produce una cantidad considerable de frutas nativas y exóticas que podrían interesar a la industria alimentaria debido a su valor nutricional y terapéutico, sabores agradables y variedad de colores (Vasoncelos et al., 2013). Los países tropicales tienen la ventaja de contar con una alta diversidad de frutos que se encuentran disponibles la mayor parte del año, algunos de éstos han demostrado ser una fuente importante de carotenoides, sin embargo, las personas de estos países en vías de desarrollo

presentan las mayores deficiencias de vitamina A, esta situación indica que no hay un alto consumo de estos frutos ricos en carotenoides (Chacón y Esquivel, 2013). Los fitoquímicos más comunes presentes en frutas tropicales son las vitaminas (C y E), carotenoides, compuestos fenólicos y fibra dietética. Como compuestos relacionados con la salud, estos se han atribuido a la reducción del riesgo de desarrollar cáncer, alzhéimer, cataratas y Parkinson, entre otros (Cárdenas et al., 2007).

6.3 Región Amazónica

La Amazonia es la región de Suramérica que contiene la mayor selva tropical húmeda del planeta. En su mayor parte se encuentra drenada por el río Amazonas, el más largo y caudaloso del mundo, en una extensa cuenca que tiene más de 1.000 tributarios. La importancia de la selva amazónica es de orden global. Desde el punto de vista biológico alberga una gran variedad de especies de flora y fauna, y un número elevado de endemismos; desde la mirada antropológica es sinónimo de diversidad cultural, con 420 pueblos indígenas distintos, 86 lenguas y 650 dialectos (PNUMA y OTCA, 2009). Existen diferentes expresiones para referirse a esta parte del planeta, entre las que Amazonia, Panamazonía, Región Amazónica y Gran Amazonia son las más reconocidas. Estos términos han surgido de estudios que se han aproximado a la región con diferentes enfoques, teniendo cada uno de ellos una expresión territorial distinta, no siempre coincidente en todos sus límites (SINCHI, 2017).

Un organismo internacional de mucha importancia es la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA), es una organización intergubernamental constituida por ocho Países Miembros: Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela, que incentiva el desarrollo sostenible y la inclusión social de la Región. Las varias dimensiones de la actuación de la OTCA – político-diplomática, estratégica y técnica, corresponden a las diferentes instancias del Tratado y garantizan el cumplimiento de los propósitos tanto del Tratado de Cooperación Amazónica (TCA) como de la propia (OCTA, 2017).

6.4 Alimento Funcional

El término alimento funcional fue acuñado en Japón en la década de 1980 y en 1991 el Ministerio de Salud, Trabajo y Bienestar de dicho país definió un conjunto de normas para la denominación de una categoría especial de alimentos promotores de la salud, denominados FOSHU (alimentos para usos específicos en salud (Illanes, 2015)). Los FOSHU, se caracterizan por tener efectos benéficos específicos en la salud del consumidor como resultado de sus ingredientes (prebióticos, probióticos, antioxidantes, ácidos grasos omega-3, ácido fólico, fitoesteroles, fitoestrógenos, entre otros), o porque se le han removido aquellos componentes del alimento que pueden tener un efecto perjudicial en la salud, como por ejemplo la remoción de componentes alérgenos, irritantes, hipercalóricos, entre otros (Yamada et al., 2008).

Existen distintas estrategias (tecnológicas o biotecnológicas) asociadas a los sistemas de producción (animal o vegetal), procesos de elaboración, conservación y consumo, aplicadas para modificar cuali y/o cuantitativamente la composición de los alimentos. Tales estrategias permiten modular la presencia de numerosos compuestos (endógenos y exógenos) con diferentes efectos potenciales sobre el organismo (Jiménez, 2007).

Un alimento funcional es el que proporciona beneficios para la salud más allá de la nutrición básica y además es capaz de generar evidencia científica de que mejora una o varias funciones en el organismo (Cámpora, 2016). Los ingredientes funcionales más utilizados hasta el momento son las bacterias probióticas, los carbohidratos prebióticos (como las fibras dietarias), múltiples tipos de antioxidantes, vitaminas, minerales y algunos lípidos (Meneses et al., 2011). Un aspecto esencial es que la cantidad y forma de consumo debe ser la habitual en la dieta, por lo que el alimento funcional es ante todo un alimento y no un fármaco. Los alimentos funcionales pueden ser alimentos naturales, alimentos a los que se les ha adicionado, removido o modificado algún componente o a los que se les ha modificado la biodisponibilidad de alguno de ellos. Una parte significativa de los alimentos funcionales apuntan a promover la salud

intestinal, que es una determinante muy importante de la salud general. Por ello, dentro de los alimentos funcionales, los probióticos y prebióticos adquieren especial relevancia (Illanes, 2015).

6.4.1 Compuestos Bioactivos

Los componentes bioactivos, son ingredientes funcionales de los alimentos, capaces de aportar efectos beneficiosos a la salud (Jiménez y Colmenero, 2013). Se ha demostrado que muchos compuestos extraídos de fuentes naturales poseen varias aplicaciones bioactivas, como antimicrobianas, antibacterianas, antifúngicas, antivirales, antiinflamatorias, antitumorales, antiobesidad, anticolinesterasas, fagocíticas, insecticidas y antioxidantes (Espinosa et al., 2014). Los compuestos que pueden atrapar los radicales libres, neutralizando su efecto sobre la célula se conocen como 'antioxidantes'; son moléculas capaces de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas evitando la formación de un exceso de radicales libres y por tanto, evitando los efectos de éstos en la célula (Cuellar et al., 2013).

Uno de los componentes más analizados y extraídos en las plantas son los compuestos fenólicos. Dichos compuestos fenólicos juegan una serie de funciones metabólicas en las plantas, en el crecimiento, reproducción, en la protección contra patógenos externos y el estrés, como la radiación UV y los depredadores. Ellos son responsables del color, las características sensoriales de las plantas y alimentos, por ejemplo, la astringencia de frutas y hortalizas (Peñarrieta et al., 2014). Los tres grupos más importantes en los que se dividen los compuestos fenólicos son: flavonoides, ácidos fenólicos y polifenoles. Químicamente los fenoles pueden ser definidos como sustancias que poseen un anillo aromático con uno o más grupos hidroxilos, incluyendo a sus derivados funcionales (Porrás y López, 2009). Las distintas formas estructurales condicionan diferencias en la biodisponibilidad de estos compuestos, tanto en la absorción en el tracto gastrointestinal, como en el metabolismo y en la distribución en tejidos y órganos, (Castañeda et al., 2009.)

6.5 Agroindustrialización de Frutas

Existe un creciente interés de las empresas en los países desarrollados por acceder a nuevos materiales en centros de biodiversidad como la Amazonía, sin embargo, muchas de estas frutas tropicales son altamente perecederas lo que limita el acceso a estas especies. Por lo tanto, el conocimiento sobre el comportamiento poscosecha de la especie amazónica y la caracterización inicial de sus propiedades químicas y funcionales será un paso importante para su valorización porque muchas de estas especies aún no han sido estudiadas (Neves et al., 2015).

La fruta en su mayoría, en el periodo de poscosecha cuenta con una actividad del agua cercana a 0.99, la cual actúa como facilitador de las reacciones metabólicas: químicas, enzimáticas y microbiológicas encargadas de la senescencia del fruto, la alta cantidad de agua disponible en la fruta hace que su vida útil sea muy corta, jugando un papel muy importante en la estabilidad (Ríos et al., 2007). Para aprovechar las frutas por tiempos prolongados es necesario transformarlas en productos menos perecederos mediante el empleo de diversas técnicas o metodologías de conservación (González y López, 2010). El proceso de deshidratado es uno de los métodos de conservación más importantes en la industria alimenticia. Su principal objetivo es inactivar enzimas, microorganismos deteriorantes y reducir la actividad del agua por deshidratación (Urfalino, 2014).

Otro de los métodos para extender la vida útil son las películas y/o recubrimientos comestibles. Las películas y recubrimientos comestibles se definen como matrices continuas que pueden ser formadas por proteínas, polisacáridos y lípidos, proveen la posibilidad de mejorar la calidad de los alimentos mediante la limitación de migración de humedad, grasas, oxígeno y compuestos responsables del sabor, color y aroma, (Ávila y López, 2008). Además otro método común para conservar las frutas, es utilizando temperaturas de refrigeración y congelación, cuyo objetivo es retardar las reacciones químicas, acciones de las enzimas y retardar o inhibir el crecimiento microbiano. El procesamiento agroindustrial de frutas es otra opción para aprovechar las frutas y

conservarlas por periodos prolongados, entre los productos obtenidos de transformar la materia prima de frutas se encuentran: ates, jaleas, mermeladas, frutas en almíbar, jugos, néctares, pulpas conservadas, salsas etc. Algunos estudios reportados en frutas amazónicas son los siguientes: microencapsulación de aceite de Inchi (*Plukenetia volubilis*) mediante secado por aspersion, fermentación de la almendra de Copoazú (*Theobroma grandiflorum*) y obtención de un confite duro a partir de pulpa de Arazá (*Eugenia stipitata*), Pastuña et al., (2016); Criollo, Criollo y Sandoval, (2010); Rodriguez y Bastidas, (2009).

7. METODOLOGÍA

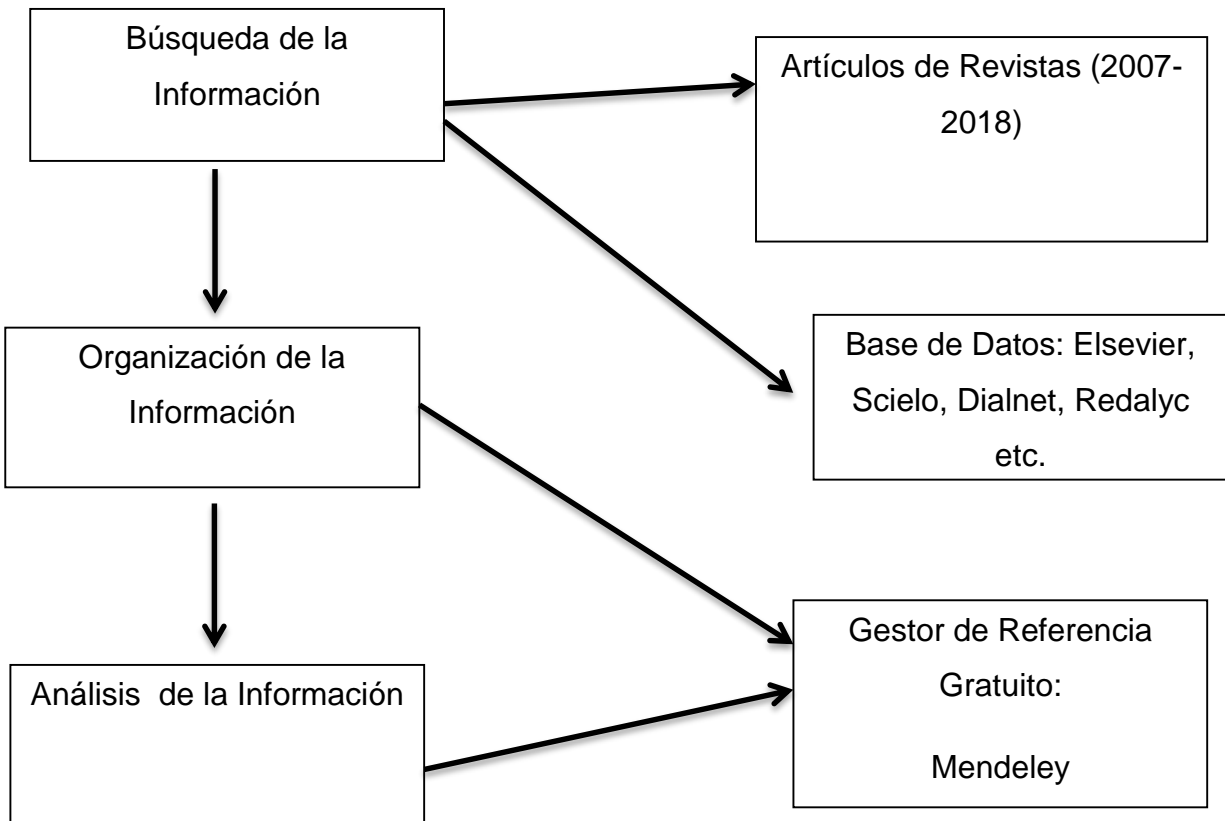
Las etapas que se siguieron para la metodología de la revisión documental son: búsqueda, organización y análisis de la información.

Materiales:

Se utilizaron artículos publicados en diversas revistas desde el año 2007 al año 2018, los temas de interés son compuestos funcionales y aprovechamiento agroindustrial de frutas amazónicas. Entre las bases de datos a utilizar se encuentran, Elsevier, Scielo, Dialnet, Redalyc etc.

Se realizó búsqueda de referencias bibliográficas de 20 frutas amazónicas, se recopiló información para su posterior selección y análisis. Las referencias bibliográficas fueron guardadas, sintetizadas y analizadas a través de Mendeley que es un gestor de referencias gratuito y una red social académica de mucha utilidad.

7.1 Diagrama de Trabajo



8. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Tabla 1. Frutas Nativas Amazónicas

| Número | Nombre Común | Nombre Científico |
|--------|-----------------------------|------------------------------------|
| 1 | Arazá | <i>Eugenia stipitata</i> |
| 2 | Copoazú y/o Cacao Amazónico | <i>Theobroma grandiflorum</i> |
| 3 | Cocona | <i>Solanum sessiliflorum Dunal</i> |
| 4 | Macambo | <i>Theobroma bicolor</i> |
| 5 | Canangucha | <i>Mauritia flexuosa</i> |
| 6 | Bacuri | <i>Platonia insignis</i> |
| 7 | Sacha Inchi | <i>Plukenetia volubilis</i> |
| 8 | Camu – Camu | <i>Myrciaria dubia</i> |
| 9 | Marañón | <i>Anacardium occidentale</i> |
| 10 | Uxi | <i>Endopleura uchi</i> |
| 11 | Acai | <i>Euterpe oleracea</i> |
| 12 | Chontaduro | <i>Bactris gasipaes</i> |
| 13 | Nuez Amazónica | <i>Bertholletia excelsa</i> |
| 14 | Guaraná | <i>Paullinia cupana</i> |
| 15 | Piquiá | <i>Caryocar villosum</i> |
| 16 | Inajá | <i>Maximiliana maripa</i> |
| 17 | Bacaba | <i>Oenocarpus bacaba</i> |
| 18 | Tucuma | <i>Astrocaryum vulgare</i> |
| 19 | Copaiba | <i>Copaifera langsdorffii</i> |
| 20 | Murici | <i>Byrsonima crassifolia</i> |

Fuente: Elaboración propia AFMR, (2018).

8.1 Compuestos Funcionales

En los últimos años ha habido una mayor conciencia sobre la salud y la demanda de alimentos nutritivos de alta calidad como consecuencia de la búsqueda de una vida más saludable. Muchos de estos estudios se han centrado en el contenido fenólico y la capacidad antioxidante de especies vegetales, con el objetivo de comprender su papel en el valor nutritivo potencial de los productos frescos, su valorización comercial y su asociación a la prevención de enfermedades degenerativas, principalmente por el estrés oxidativo (Neves et al., 2015). El exceso de radicales libres puede llevar a dicho estrés oxidativo que es responsable de enfermedades como Alzheimer, cáncer, aterosclerosis, entre otras. Los compuestos que pueden atrapar los radicales libres, neutralizando su efecto sobre la célula se conocen como 'antioxidantes'; son moléculas capaces de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas evitando la formación de un exceso de radicales libres y, por tanto, evitando los efectos de éstos en la célula (Cuellar et al., 2013).

Entre los fitoquímicos más analizados en frutas se encuentran los compuestos fenólicos debido a su contribución a la salud humana, el método espectrométrico utilizado generalmente es Folin Ciocalteu, los resultados se expresan como miligramos equivalentes de ácido gálico (GAE) / 100 g. Según Rufino et al., (2010), quienes estudiaron compuestos bioactivos y capacidades antioxidantes de 18 frutas tropicales no tradicionales de Brasil, clasificaron sus frutas analizadas en tres categorías: baja (<100 mg GAE / 100 g), media (100-500 mg GAE / 100 g) y alta (> 500 mg GAE / 100 g) para muestras basadas en materia fresca.

Con el tiempo, las diferentes metodologías empleadas para evaluar la capacidad antioxidante in vitro han producido resultados conflictivos y no comparables, las variaciones en la preparación de la muestra también pueden haber afectado mucho los resultados y este es un problema que merece la atención de los investigadores (Rufino et al., 2010). La comparación entre los valores de la capacidad antioxidante informada por diferentes laboratorios es bastante difícil debido a las diferencias sustanciales en la

preparación de la muestra, la extracción de antioxidantes y la expresión de los resultados. La extracción eficiente de antioxidantes requiere el uso de disolventes con diferentes polaridades: ciertos antioxidantes requieren disolventes polares como el metanol, mientras que el acetato de etilo o el cloroformo se utilizan para extraer antioxidantes lipófilos. Para medir la capacidad antioxidante en alimentos vegetales, los procedimientos más ampliamente utilizados son el poder reductor / antioxidante férrico (FRAP), el ácido 2,2'-azino-bis (3-etilbenz-tiazolin-6-sulfónico) (ABTS) o la capacidad antioxidante equivalente de Trolox (TEAC), 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) y capacidad de absorción de radicales libres de oxígeno (ORAC).

Se recomienda que al menos dos, y preferiblemente todos estos ensayos se combinen si es posible a fin de proporcionar información exhaustiva sobre la capacidad antioxidante total de un producto alimenticio, teniendo en cuenta los pros y los contras de cada ensayo, así como su aplicabilidad. Los valores de capacidad antioxidante solo deben compararse cuando el método, el solvente y las condiciones analíticas son los mismos (Pérez et al., 2008). Rufino et al., (2010) reportan que el método de blanqueo de β -caroteno es ampliamente utilizado en laboratorios de todo el mundo y es adecuado para compuestos lipófilos, como no se requieren altas temperaturas, la capacidad antioxidante de los extractos vegetales termo sensibles puede determinarse y evaluarse cualitativamente, en su estudio, la capacidad antioxidante se determinó a partir de la capacidad de las muestras para inhibir el blanqueo de β -caroteno causado por radicales libres generados durante la peroxidación del ácido linoleico. A continuación se presenta una revisión bibliográfica de compuestos funcionales y aprovechamiento agroindustrial de 20 frutas nativas amazónicas.

8.2 Arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh)

Fruto con forma elíptica, 5.44 – 6.73 cm de diámetro longitudinal y 7.40 – 7.73 cm de diámetro transversal, con pulpa y cáscara amarilla, 76.03 – 79.78 gramos de peso fresco y 82.8 - 83.1 % de contenido de humedad (Neves et al., 2015). Se caracteriza por ser una baya esférica con epicarpio delgado, pubescencia fina y color verde claro

que se torna amarillento o anaranjado en la madurez (figura 1), si la fruta de arazá se deja madurar en el árbol, la vida útil poscosecha es cercana a las 72 h como resultado de la antracnosis y otros problemas de decaimiento (Rodríguez et al., 2009). Es un árbol frutal nativo de la Amazonia occidental, rico en terpenos volátiles, fibra y principalmente vitamina C. los estudios preliminares mostraron una buena actividad antioxidante y un alto contenido fenólico que difieren entre los diferentes genotipos de arazá (Neri- Numa et al., 2013).



Figura 1.Fruta madura de Arazá (Oroverde GmbH, 2018).

8.2.1 Compuestos Funcionales de Arazá

Neri-Numa et al., (2013), evaluaron el potencial antioxidante, antiproliferativo y antimutagénico del fruto de Arazá, los resultados mostraron una cantidad fenólica total clasificada como media (184.05 ± 8.25 mg GAE /100 g peso seco) y con buena actividad antioxidante. La actividad de eliminación de radicales fue DPPH $IC_{50} 0.69 \pm 0.23$ μ g / mL y TAC-ORAC_{FL} 371.98 μ mol.TE / 100 g. No se encontraron efectos citostáticos, sin embargo, se observaron actividades antimutagénicas y antigenotóxicas a 300 mg de extracto / kg de peso corporal, por lo que los autores consideran que posiblemente, el contenido de fenoles totales y la

actividad antioxidante mostrada por *E. stipitata* podría contribuir a actividades antimutagénicas y antígenotóxicas.

Cuellar et al., (2013) estudiaron la capacidad antioxidante del arazá durante su maduración a partir del epicarpio y mesocarpio de la fruta, en cuatro estados de madurez (verde, pintón, maduro y sobremaduro), el fruto presenta una mayor actividad antioxidante en el estado verde, la cual disminuye conforme avanza el grado de madurez, especialmente en el epicarpio encontrando los ácidos clorogénico, gálico y caféico como fenoles mayoritarios responsables de la actividad antioxidante. Garzón et al., (2014), reportan que identificaron múltiples carotenoides en la cáscara y pulpa de arazá colombiano incluyendo cuatro xantofilas (libres y esterificadas como sus mono y diésteres) más dos carotenos. Una de las xantofilas se identificó tentativamente como zeinoxantina, mientras que las otras se identificaron como luteína, zeaxantina y β -criptoxantina, los carotenos incluyen (α -caroteno y β -caroteno), por lo que autores sugieren que la fruta de arazá se puede utilizar como ingrediente nutracéutico y en la producción de alimentos funcionales en la dieta colombiana.

Narváez et al., (2015) efectuaron del procesamiento térmico en combinación con sacarosa en el contenido de vitamina C, fenoles totales, actividad antioxidante y características sensoriales durante el almacenamiento de puré de arazá congelado, concluyeron que el uso de sacarosa al 20% (p/p) con un tratamiento térmico a 80°C durante 1 minuto, en combinación con el almacenamiento durante 4 meses de almacenamiento a -21°C, es útil para extender las cualidades químicas y sensoriales del puré de arazá.

8.2.2 Aprovechamiento Agroindustrial de Arazá

Millan et al., (2007) estudiaron el efecto del escaldado, de la velocidad de congelación y de descongelación sobre la calidad de la pulpa congelada de arazá, encontraron que el escaldado durante 7 min en combinación con la congelación rápida y la descongelación lenta, ofrecen la mejor alternativa para conservar la pulpa de arazá, puesto que con este tratamiento se logra no sólo una menor degradación de ácido ascórbico sino

también menor deterioro en la capacidad de retención de líquidos de la pulpa y menor daño en características funcionales, como la viscosidad, firmeza, cohesividad y consistencia. Bustos et al., (2011) también trabajaron con la pulpa congelada de arazá pero con el uso de sacarosa como estabilizante de textura durante su almacenamiento, el estudio mostró que la adición de sacarosa a cualquier nivel (5-30%) no afecta la calidad sensorial de las muestra; sin embargo, adiciones de sacarosa entre 5 a 10% afectaron de manera negativa los valores de pérdidas de líquido por centrifugación. Se encontró además que una concentración de sacarosa de 20- 30%, en combinación con congelado lento, almacenamiento congelado y, descongelación a baja velocidad, es una buena alternativa para conservar la textura en la pulpa de arazá.

Hernández et al., (2009), observaron la calidad poscosecha de la fruta arazá durante el almacenamiento a baja temperatura, recomiendan el almacenamiento de la fruta arazá cortada a 12 °C, ya que evita la lesión por frío, la acidificación de la pulpa y permite la maduración normal de la fruta durante el período de almacenamiento posterior a 20 °C, como lo revelan el menor contenido de ácidos orgánicos (principalmente málico) y aumento del contenido de azúcar (glucosa, fructosa y sacarosa). Rodriguez et al., (2009), evaluaron el proceso de cocción para obtener un confite duro a partir de pulpa de arazá, La mejor formulación para la producción de un confite duro de arazá fue 15% de pulpa de fruta, 2% de pectina con respecto a la cantidad de pulpa y 85% de solución de azúcar con una relación 1:1 (p/p) de jarabe de glucosa y azúcar invertido, además indican que la extracción de la pulpa de arazá es relativamente fácil, la pulpa constituye el 70% del peso del fruto fresco y tiene un rendimiento de 51 a 55% de pulpa refinada. Una vez extraída la pulpa se puede guardar en bolsas o en recipientes plásticos a -10 °C. Debe utilizarse fruta madura; la fruta semimadura es demasiado ácida, con poco aroma, y presenta menos facilidad para extraer la pulpa. Por último Ramírez et al., 2011 obtuvieron un jugo clarificado de arazá con un equipo piloto de microfiltración tangencial, establecieron que las mejores condiciones de trabajo fueron 4.5 bar y 35 ° C, lo que garantizó la conservación de las propiedades organolépticas del jugo de arazá.

8.3 Acai (*Euterpe oleracea*)

Es una palmera muy extendida en el norte de Sudamérica, con su mayor incidencia e importancia económica en las llanuras de inundación del delta amazónico. La fruta es producida por la palmera en racimos a partir del tercer año del árbol. Cada fruta es una fruta de hueso sésil con un endocarpio leñoso, de forma redonda, con un diámetro de 1-2 cm, y una masa que varía de 0.8 a 2.3 gramos (Aguiar et al, 2013). Sus frutos están constituidos por una semilla ligeramente dura, envuelta por una pulpa grisácea y oleaginosa, cubierta por una epidermis púrpura oscura (Figura 2) (Gomes et al., 2015).



Figura 2. Fruta madura de Acai (Pregon Agropecuario, 2015).

8.3.1 Compuestos funcionales de Acai

Garzón et al., (2017), determinaron la composición polifenólica y actividad antioxidante de acai de Colombia, sus resultados muestran que el acai colombiano tiene un perfil polifenólico más diverso y una mayor actividad antioxidante que el realizado con varios estudios de acai brasileño. El acai colombiano tiene altas proporciones de delphinidina y cianidina y diversidad de polifenoles, su hipótesis es que la alta concentración y variedad de compuestos fenólicos encontrados en el acai colombiano podría ser la base de su alta actividad antioxidante. El valor de compuestos fenólicos fue de 47.86 ± 18.80 mg GAE / g peso seco. En cuanto a la actividad antioxidante,

la actividad de barrido de radicales ABTS del acai colombiano fue de $24.7 \pm 10.6 \mu\text{mol TE} / 100 \text{ g peso seco}$. Por el método DPPH fue de $21,049 \pm 3071.0 \mu\text{mol TE}/100 \text{ g peso seco}$.

Rojano et al, (2011), también determinaron polifenoles y actividad Antioxidante del fruto liofilizado de acai, reportan que la actividad antioxidante, se debe a la composición en compuestos polifenólicos, especialmente al alto contenido de antocianinas; en este caso particular, encontraron una fruta que tiene como mayor componente el cianidin-3-glucósido y ácido ferúlico como mayor ácido fenólico. El contenido de compuestos fenólicos reportado fue de (3172,3 mg GAE/ 100 g peso seco), en cuanto a la actividad antioxidante: por método FRAP $3834 \pm 56 \text{ mg de Ácido ascórbico}/100 \text{ g}$, DPPH $12420 \pm 465 \mu\text{mol TE}/100 \text{ g}$, ABTS $40330 \pm 1965 \mu\text{mol TE}/100 \text{ g}$ y ORAC total $101336.1 \mu\text{mol TE} / 100 \text{ g}$.

Barros et al., (2015), caracterizaron los compuestos fenólicos del extracto acuoso de semillas de acai y evaluaron su bioactividad (actividades antioxidantes y citotóxicas). Solo se detectaron proantocianidinas, la capacidad antioxidante y citotóxica del extracto de semillas parece depender fuertemente del perfil fenólico. Sin embargo, no se puede descartar que otros compuestos no fenólicos puedan estar implicados en la actividad antioxidante observada. Los valores de actividad antioxidante por método DPPH fue de $\text{IC}_{50} 8.8 \pm 0.27 \mu\text{g} / \text{ml}$.

Barbosa et al., (2016), evaluaron el efecto de la ingesta de pulpa de acai en la prevención del daño oxidativo mediante la medición de la actividad de las enzimas antioxidantes y biomarcadores de la oxidación de proteínas en las mujeres. Dicha ingesta aumentó la actividad de catalasa, la capacidad antioxidante total y redujo la producción de especies reactivas de oxígeno. Además, redujo la concentración sérica de proteína carbonilo y aumentó los grupos sulfhidrilo séricos totales.

En cuanto a la estabilidad de compuestos funcionales en diversos procesamientos tenemos que: Tonon et al., (2010), evaluaron la estabilidad de antocianinas y la actividad antioxidante del jugo de acai en polvo a lo largo de 120 días. Los polvos se

produjeron mediante secado por pulverización usando cuatro tipos de agentes transportadores: maltodextrina 10DE, maltodextrina 20DE, goma arábica y almidón de tapioca, Las muestras se almacenaron a diferentes temperaturas (25 y 35 °C) y actividades de agua (0,328 y 0,529), con el fin de verificar el efecto de estas condiciones sobre la degradación de la antocianina y la reducción de la actividad antioxidante, La temperatura influyó negativamente en la estabilidad de la antocianina, debido a la alta sensibilidad de estos pigmentos al calor. El aumento de la actividad del agua también resultó en una mayor degradación, debido a la mayor movilidad molecular, lo que permite una difusión de oxígeno más fácil, acelerando así las reacciones de oxidación. Por su parte Gomes et al., (2015) estudiaron el secado de acai en lecho de chorro mediante la evaluación de la influencia de las condiciones de operación en el rendimiento y la calidad del producto. El aumento de temperatura causó un aumento en el rendimiento del proceso y una disminución en el contenido de humedad del polvo. La tasa de flujo de aire fue la variable que más influyó en la degradación de las antocianinas. La condición de secado óptima encontrada usando el método de función de deseabilidad fue: temperatura del aire de secado a 66 ° C; tasa de flujo de aire de 1.24 x Qms (flujo de aire de chorro mínimo) y una concentración de maltodextrina de 20.5% p / p. En esta condición, se obtuvo un polvo nutritivo y energético con bajo contenido de humedad, alto contenido de antocianinas, excelente fluidez y una superficie heterogénea porosa. Por lo tanto, el polvo de acai producido en lecho de chorros representa buenas fuentes como antioxidantes y productos energéticos y su aplicación sería interesante para el desarrollo de alimentos funcionales.

Da Silva et al., (2018), evaluaron los efectos selectivos del acai sobre *Leishmania amazonensis* y *Leishmania infantum*. Reportan que La leishmaniasis pertenece a un complejo de enfermedades desatendidas con altas incidencias en los países en desarrollo, especialmente en Brasil, México, Venezuela, Perú y Colombia. Sus resultados demostraron que acai tiene actividad leishmanicida contra promastigotes y amastigotes de *L. infantum* (= *L. chagasi*) y *L. (L.) amazonensis* sin efectos citotóxicos para la célula huésped. Este informe demuestra, por primera vez, que acai

presenta una acción contra dos especies diferentes de *Leishmania* que causan la leishmaniasis visceral y cutánea americana con gran potencial para convertirse en un nuevo agente leishmanicida. Los autores concluyen que los flavonoides presentes en acai pueden ser responsables de la propiedad leishmanicida observada. Otro estudio relacionado contra enfermedades es el de Romualdo et al., (2015), evaluaron si la alimentación con polvo de pulpa de fruta de acai atenúa la etapa de iniciación de la carcinogénesis de colon de ratón inducida químicamente, el estudio mostró que la alimentación con acai al 5,0% atenúa el daño en el ADN inducido por AOM (carcinógeno de colon azoximetano) y la carcinogénesis temprana en el colon del ratón. La potencial propiedad antígenotóxica, así como el aumento de la defensa antioxidante del glutatión, pueden ser mecanismos clave para proteger el ADN genómico del daño al ADN inducido por AOM, lo que resulta en la atenuación del paso de iniciación inducido químicamente de la carcinogénesis del colon. Estos efectos protectores por la alimentación de acai podrían estar asociados a la presencia de antocianinas y carotenoides en su composición.

Díaz- Souza et al, (2018), reportan que en las frutas de acai se han descrito potenciales biológicos como inmunomoduladores y antioxidantes para sus extractos. Sin embargo, sus propiedades antimicrobianas siguen siendo poco investigadas. Evaluaron las propiedades bioquímicas y fisicoquímicas de la pulpa y se confirmó la presencia de polifenoles en el extracto. Por primera vez, informaron que el extracto metanólico de pulpa de acai es efectivo contra las células planctónicas y las biopelículas de *S. aureus*, y también disminuyó la proliferación de las células carcinoma hepatocelular.

8.3.2 Aprovechamiento Agroindustrial de Acai

Tonon et al., (2010), reportan que el acai es una fruta altamente perecedera y debe despulparse dentro de las 24 horas posteriores a la recolección, por lo que para sus análisis fue necesario congelar la pulpa debido a la distancia entre la cosecha y los sitios de procesamiento. Yamaguchi et al, (2015), realizaron una revisión bibliográfica y concluyeron lo siguiente: El jugo de acai se obtiene por extracción mecánica, ya sea por

máquinas o manualmente. Cuando se extrae la pulpa sin la adición de agua, se obtiene toda la pulpa de acai, que puede contener al menos 40% de sólidos totales, este método de producción se ha utilizado principalmente con fines de investigación y está dirigido a mercados ubicados lejos de los centros de producción. El principal producto de acai obtenido por deshidratación, generalmente mediante un proceso de liofilización, es el acai en polvo o acai liofilizado, que luego se aplica en la formulación de varios complementos alimenticios. La pulpa de acai se utiliza para la fabricación industrial y tradicional de helados, cremas y mermeladas. En los últimos años, se están introduciendo en el mercado otras formas de utilizar este producto, por ejemplo, acai pasteurizado, acai con jarabe de guaraná, acai en polvo, leche condensada con acai, mermelada y licor de acai. Las perspectivas de usar esta fruta como un aditivo de color natural son importantes y también importantes como ingrediente para refrescos energéticos.

Da silva et al., (2016), elaboraron caramelos masticables como un sistema modelo para estudiar la influencia de los polioles y la pulpa de la fruta (acai) en la textura y las propiedades sensoriales, este estudio demostró que la fruta (10,4 g de acai / 100 g de caramelo masticable) es una opción natural e innovadora como ingrediente para ser utilizado por la industria de la confitería con el fin de desarrollar dulces masticables con un gran atractivo sensorial y un mejor estado nutricional. El color y el sabor proporcionados por la fruta permitieron la sustitución de los aditivos artificiales (colorantes y saborizantes) comúnmente utilizados en los dulces tradicionales. Otra ventaja que se encontró al usar la fruta fue tener un caramelo masticable con buena textura sin usar ninguna otra fuente de grasa, excepto la intrínsecamente presente en acai.

Por su parte Aguiar et al., (2013), realizaron fermentación espontánea poscosecha de fruta de acai, debido a los largos tiempos de transporte, la fruta de acai se somete a tres tipos de fermentación espontánea: alcohólica, láctica y acética, que son mucho más fuertes en condiciones cerradas que en sistemas abiertos, y dan como resultado una mayor tasa de degradación de compuestos fenólicos. La mayor pérdida de calidad

son los compuestos bioactivos, ya que más del 50% de cada compuesto fenólico se ha degradado después de solo 13 h en ambientes cerrados donde hay un bajo nivel de oxígeno y una alta carga microbiana, a una temperatura promedio de 31.7 ± 1.8 °C; en otras palabras, transportar fruta de acai en condiciones aeróbicas mitiga los efectos negativos de la fermentación espontánea.

Caldas et al., (2013), realizaron extracción y caracterización de aceite de acai, se sometió a un proceso de extracción mediante el método Soxhlet, con tres solventes: n-hexano, acetato de etilo y etanol. Las muestras de aceite obtenido se caracterizaron por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS) para determinar el contenido de ácidos grasos. Entre los solventes disponibles seleccionados para la extracción, n-hexano mostró mayor rendimiento. Además, se obtuvo aceite con mejor gradación de color frente a los dos restantes. Las muestras extraídas con acetato de etilo y etanol presentan contenidos más elevados de ácido oleico, frente a la extracción con n-hexano. Sin embargo, la coloración oscura en ambos representa una menor calidad del aceite obtenido.

8.4 Camu Camu (*Myrciaria dubia*)

Camu-camu es una fruta amazónica que merece atención, en general, por su contenido de vitamina C (Neves et al., 2015), se encuentra en los márgenes de los ríos y lagos. Su alto contenido fenólico, junto con la vitamina C, contribuye a su alta capacidad antioxidante y los consiguientes beneficios para la salud (Souza et al., 2013). La forma de los frutos de camu-camu es redonda y el diámetro y la longitud son de 1.0 a 3.2 cm y 1.2-2.5 cm, respectivamente, (Figura 3) (Akter et al., 2011).



Figura 3. Frutas maduras de Camu- Camu (Scientia, 2015).

8.4.1 Compuestos funcionales de Camu-camu

Diferentes tipos de flavonoides como, flavonoles, flavanonas y antocianinas se encuentran en los frutos de camu-camu. Los compuestos polifenólicos de los frutos de camu-camu dependen del estado de madurez (Akter et al., 2011). Chirinos et al, (2010), evaluaron los compuestos antioxidantes y capacidad antioxidante del camu-camu en diferentes etapas de madurez, el ácido ascórbico disminuyó, y los contenidos de antocianina, flavonol y flavanol, y la capacidad antioxidante del DPPH aumentaron durante la maduración. En plena madurez (etapa roja), camu camu mostró un contenido de compuestos fenólicos de 1320 mg GAE / 100 g de peso fresco.

En cuanto a la capacidad antioxidante de DPPH el mayor valor fue en la etapa verde – rojizo con 185 ± 11 ($\mu\text{mol TE} / \text{g}$ de peso fresco). Los compuestos antioxidantes de camu-camu se fraccionaron en dos partes: una fracción rica en ácido ascórbico y una fracción rica en fenoles. La fracción rica en fenoles fue el principal contribuyente a la capacidad antioxidante de DPPH (67,5 – 79,3%) y la fracción rica en ácido ascórbico tuvo un papel menor (20,7 – 32,5%). Un total de 30 compuestos fenólicos diferentes fueron detectados por HPLC-PAD. Se elucidó la presencia de catequina, delphinidina 3-glucósido, cianidina 3-glucósido, ácido elágico y rutina. Otros compuestos fenólicos,

tales como flavan-3-ol, flavonol, flavanona y derivados de ácido elágico, también estuvieron presentes. La hidrólisis ácida de la fracción rica en fenoles reveló la presencia principalmente de ácidos gálico y elágico, lo que sugiere que la fruta camu-camu posee cantidades importantes de taninos hidrolizados (gallo y / o elagitaninos). Neves et al., (2015), estudiaron los compuestos bioactivos y actividad antioxidante en Camu-camu antes de la cosecha, Los mayores pigmentos (carotenoides, flavonoides y antocianinas) y las concentraciones de vitamina C se observaron en las cáscaras de la fruta. Por el contrario, las concentraciones más altas de flavonoides y antocianinas se midieron en los frutos completamente maduros que se cosecharon a 102 días después de la antesis.

Fujita et al., (2013), evaluaron el impacto del secado con lecho de chorro sobre compuestos bioactivos, actividades antimicrobianas y antioxidantes de pulpa de camu-camu congelada comercial, concluyeron que el secado de la pulpa de camu-camu causa una disminución de la capacidad antioxidante in vitro, asociada principalmente al ácido ascórbico y la degradación de los polifenoles. La disminución es más intensa para el secado con lecho de chorro en comparación con la liofilización. El uso de maltodextrina puede proteger los contenidos bioactivos, principalmente proantocianidinas. A pesar de las pérdidas observadas causadas por el proceso de secado, los polvos camu-camu aún retienen altos niveles de compuestos fenólicos, ácido ascórbico, proantocianidinas, actividad antioxidante y antimicrobiana. Por lo tanto, representan buenas fuentes como antioxidantes y antimicrobianos y pueden encontrar varias aplicaciones en el desarrollo de alimentos funcionales.

De Azevedo et al., (2014), reportan que en el residuo de camu-camu seco liofilizado y secado al aire caliente presentó fenólicos totales residuales significativos, antocianinas, proantocianidinas, carotenoides y flavonoides importantes. Además de los compuestos identificados relevantes para la salud, su estudio también mostró la multifuncionalidad del residuo de camu-camu, que presenta actividades antioxidantes, antimicrobianas y antienzimáticas.

De Souza et al., (2014), estudiaron que los extractos de pulpa congelada de camu-camu atenúan la hiperlipidemia y la peroxidación lipídica de las ratas diabéticas tipo 1, sus resultados arrojaron que dichos extractos de camu-camu fueron capaces de corregir la dislipidemia y la peroxidación lipídica en el plasma asociado con la diabetes. La presencia de flavonoides como quercetina y miricetina puede contribuir a mejorar el daño oxidativo, lo que alivia las complicaciones diabéticas en este modelo animal. El contenido de compuestos fenólicos fue de $24,900 \pm 140$ mg catequina /100 g peso seco. La capacidad antioxidante en DPPH fue de 1679 ± 75 ($\mu\text{mol TE} / \text{g}$ de peso seco) y ORAC de 1002 ± 27 ($\mu\text{mol TE} / \text{g}$ de peso seco).

Da silva et al., (2012) evaluaron el efecto antígenotóxico de los tratamientos agudos, subagudos y crónicos con jugo de camu-camu amazónico en células sanguíneas de ratones, en sus resultados ninguna concentración de camu-camu ensayada ejerció ningún efecto genotóxico en las células sanguíneas de los ratones. En la prueba ex vivo, el jugo demostró un efecto antígenotóxico, y el tratamiento agudo produjo los resultados más significativos. Después de los tratamientos, no hubo evidencia de toxicidad o muerte. El valor de capacidad antioxidante en DPPH fue IC_{50} 1116.87 ± 0.064 $\mu\text{g} / \text{ml}$. En conclusión, sus datos muestran que el jugo de Camu-camu tiene actividades antígenotóxicas y antioxidantes, aunque sin genotoxicidad para las células sanguíneas. Por su parte Fujita et al., (2015) evaluaron los bioactivos fenólicos ligados a camu-camu para antihiper glucemia, antihipertensión, propiedades antimicrobianas y rejuvenecimiento celular, los compuestos fenólicos como los elagitaninos, el ácido elálgico, los glucósidos de quercetina, el ácido siríngico y la miricetina fueron los principales compuestos fenólicos detectados en este estudio y pueden ser responsables de una mayor funcionalidad fenólica relacionada con los antioxidantes. El resultado de compuestos fenólicos fue de 81.6 ± 6.5 mg GAE /100 g peso seco. Este estudio (in vitro) sugiere que el camu-camu con su alta actividad antioxidante y su rico perfil fenólico proporcionan protección contra las complicaciones microvasculares (asociadas con la diabetes tipo 2) y contra algunas infecciones bacterianas.

8.4.2 Aprovechamiento Agroindustrial de camu-camu

Japón y la Unión Europea son los principales mercados de exportación de los productos de camu-camu, como la pulpa, el extracto y el jugo. Las pulpas de camu-camu se usan como sorbetes y puré, las frutas y rodajas de camu-camu se pueden usar para preparar productos secos de camu-camu (Akter et al., 2011).

Neves et al., (2015), Determinaron el tiempo de cosecha de camu-camu utilizando atributos medidos antes de la cosecha, reportan que la combinación de la ausencia de un pico climatérico en el patrón respiratorio y la producción baja e invariable de etileno durante el desarrollo indica que la fruta camu-camu no es climatérica. El mejor tiempo de cosecha para esta fruta ocurrió entre 88 y 95 días, durante este período algunos parámetros medidos como altas concentraciones de sólidos solubles totales, pectina soluble y vitamina C lograron valores óptimos. La relación que determinaron entre acidez titulable y sólidos solubles totales les permitió confirmar que la fruta camu-camu tiene un sabor ácido, incluso durante la maduración, concluyeron que esta acidez limita el consumo de esta especie en natura y favorece la dilución y el uso de esta fruta para el procesamiento de derivados como mermeladas, jugos y helados, que pueden agregar valor a esta fruta. Lo que coincide con Souza et al., (2013) quienes reportan que la alta concentración de ácido ascórbico y compuestos fenólicos da como resultado la alta acidez del camu-camu, que no atrae el consumo de su pulpa fresca, en su estudio concentraron jugo de camu-camu mediante el acoplamiento de procesos de ósmosis inversa y evaporación osmótica, dicho acoplamiento demostró ser una alternativa potencial a la concentración de jugo de camu-camu, dando como resultado un producto final con 566 g kg^{-1} de contenido sólido, la vitamina C fue el compuesto más afectado por las condiciones del proceso, debido a su alta sensibilidad e inestabilidad. Los compuestos fenólicos se conservaron bien, con solo un 6% de pérdidas en ambos procesos.

8.5 Cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal)

La familia de las solanáceas es uno de los recursos más importantes de vegetales y frutas disponibles para los humanos. Cocona es un arbusto nativo que se encuentra a menudo en la selva amazónica. Sus frutos poseen un sabor inusual y se consumen en ensaladas y jugo (Hernández et al., 2014). Debido a su alto grado de acidez y astringencia, esta fruta exótica no se consume fresca y su uso se limita a la elaboración de productos caseros tradicionales, como jugos, mermeladas o dulces. La cocona es poco conocida porque su producción es de pequeña escala, lo que se debe a su gran variabilidad, poca difusión, problemas logísticos y lagunas en la investigación básica y la tecnología (Agudelo et al., 2015).

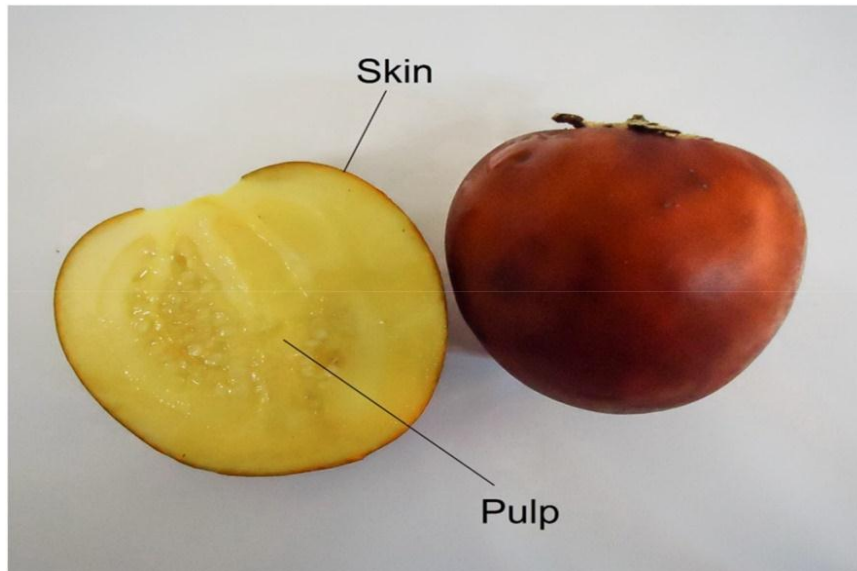


Figura 4. Cocona maduro, con cáscara color naranja oscura y pulpa carnosa amarilla (Colodel et al, 2011).

8.5.1 Compuestos funcionales de Cocona

Serna et al., (2015), realizaron la caracterización química de la pulpa, cáscara y semillas de cocona, obteniendo como resultados que la semilla de cocona es ideal para desarrollar productos de valor agregado debido a sus altos contenidos de materia seca, carbohidratos, grasas, proteínas, Fe, Ca, Zn, Mn, P y fibra dietética. La cáscara y la pulpa de cocona proporcionan cantidades similares de carbohidratos y proteínas. La

pulpa y la semilla proporcionan cantidades similares de fibra dietética. Por lo tanto, tanto la pulpa de cocona como los residuos generados en la agroindustria de la cocona artesanal tienen una variedad de usos potenciales. Las concentraciones minerales encontradas en los tres componentes de cocona los hacen adecuados para su uso en suplementos dietéticos. El contenido de ácido ascórbico de la pulpa de cocona hace que la fruta sea una buena fuente de antioxidantes útiles para prevenir el daño celular causado por la oxidación.

Cardona et al., (2014), determinaron algunos metabolitos secundarios en tres morfotipos de cocona, se destacó la presencia de ácido p-cumárico, ácido p-hidroxidihidrocumárico, naringenina, salicilato de metilo, hidrocarburos de cadena larga, ácidos grasos y sus ésteres metílicos y etílicos. Algunos de estos compuestos se acumulan únicamente en el epicarpio de la fruta. La comparación de metabolitos volátiles permitió establecer diferencias químicas entre los tres morfotipos (ovalado, redondo pequeño y redondo grande), La comparación de los perfiles cromatográficos obtenidos para los tres morfotipos muestra que el morfotipo ovalado exhibe mayor complejidad química en cuanto a metabolitos fijos y volátiles.

Hernández et al., (2014), evaluaron in vivo el potencial citotóxico, genotóxicos y antigenotóxico de la fruta cocona, bajo las condiciones empleadas en su investigación, sus resultados mostraron que el fruto de cocona no era citotóxico para las células de la médula ósea y no tenía efectos genotóxicos en ratas Wistar, sugiriendo su seguridad para el consumo humano, al menos teniendo en cuenta los efectos genotóxicos. La capacidad antioxidante del fruto de cocona puede contribuir a los efectos antigenotóxicos de esta fruta observados en este estudio.

Por su parte Colodel et al., (2017), reportan es estudio de polisacáridos de pared celular de pulpa y piel de cocona (una fruta rica en pectina). La composición de monosacáridos de las hemicelulosas sugiere la presencia de xilanos , arabinogalactoxiglucanos y galactoglucomananos. La mayoría de las fracciones pécticas tenían un bajo grado de esterificación de metilo y ácidos

urónicos contenidos de superiores al 65%, lo que está de acuerdo con los requisitos comerciales. Los resultados sugieren que la cocona es una fuente prometedora de pectinas con alto contenido de ácido urónico extraíble por un método más económico y ecológico.

Maia et al., (2015), reportan que la administración de la harina de cocona redujo las concentraciones de colesterol total, lipoproteína de baja densidad (LDL-c) y colesterol hepático, y aumentó la excreción de colesterol por las heces y la lipoproteína de alta densidad (HDL-c) en ratas hipercolesterolémicas. Los resultados observados confirman el uso popular del fruto como hipocolesterolemiante y pueden servir como base para futuros estudios utilizando el aprovechamiento biotecnológico de la especie estudiada.

8.5.2 Aprovechamiento Agroindustrial de Cocona

Agudelo et al., (2015), estudiaron las propiedades ópticas y mecánicas de las virutas de cocona afectadas por el proceso de secado, concluyen que se puede proponer un proceso combinado de secado de aire con tratamiento pre osmótico para obtener chips de cocona. El tratamiento pre-osmótico causó un aumento en el contenido de sólidos solubles, conveniente como un medio de aumentar la dulzura de los frutos y reducir el exceso de acidez que limita el consumo de cocona fresco. Un proceso corto de deshidratación osmótica aplicado no influye en la cinética de secado del aire caliente. Además, se observó un cambio de color más pequeño en las muestras de fruta pretratadas (osmóticamente) que en las no tratadas previamente, siendo la estructura del primero también más crujiente, una propiedad deseable en este tipo de producto.

Yuyama et al., (2008), evaluaron el desarrollo y aceptabilidad de una jalea dietética de cocona, con el objetivo de mejorar la utilización de frutas amazónicas y satisfacer la creciente demanda de nuevos productos en el mercado, formularon una jalea baja en calorías con xilitol como un sustituto de la sacarosa, evaluaron su vida útil y aceptabilidad. Los resultados demostraron que no hubo diferencia estadística entre la aceptabilidad de las jaleas a base de xilitol y convencional, y que ambas presentaron

estabilidad físico-química y microbiológica durante su almacenamiento. El xilitol puede ser una alternativa viable en sustitución de la sacarosa para la preparación de la jalea de cocona. El uso de xilitol en el desarrollo de la jalea se mostró satisfactorio por resultar en un producto de bajo contenido energético, con características propias de jalea y similar a la convencional en cuanto al aspecto físico y sensorial, lo que permite sugerir su indicación no sólo para diabéticos, sino también para individuos con necesidad de restricción calórica.

Pereira et al., (2011), estudiaron la calidad poscosecha de la cocona almacenada en condiciones ambientales, Después del secado al aire, las frutas fueron empacadas en envases plásticos y almacenadas a 24 ± 2 °C y humedad relativa $60 \pm 5\%$ por 15 días. Los frutos desarrollaron un patrón respiratorio climatérico y se mantuvieron aptos para el consumo hasta el día 6 de almacenamiento, es decir, sin síntomas visuales de pérdida de agua y firmeza.

8.6 Copoazú (*Theobroma grandiflorum*)

Es una fruta nativa de la región del Amazonas y de la fermentación de sus semillas, es posible obtener un producto similar al chocolate, conocido como cupulate, los frutos tienen diversas formas (oblongas, ovales, elípticas, obovoides o redondas), con un peso de entre 200 g y 4000 g (Figura 5) (Melo Ramos et al., 2016).

Pertenece a la familia *Sterculiaceae* es una especie de fruta arbórea considerada como una planta de cultivo precolombina, alcanza una altura de 15-20 m, pero solo menos de 8 m cuando se cultiva (Quijano et al., 2007). Copoazú como el cacao, pertenece al género *Theobroma*, y se considera una de las frutas más populares en el mercado amazónico y el segundo dentro de este género en términos de importancia económica (Barros et al., 2016).



Figura 5. Fruto de Copoazú (Colombia INN, 2016).

Está compuesto por la almendra, de donde se extrae el licor semejante al del cacao, con mejores características en cuanto a porcentajes de ácidos grasos insaturados, sabor suave y agradable. Su contenido en sustancias antioxidantes activas, bajo porcentaje de teobromina y alta calidad de su manteca (alto contenido de ácidos grasos insaturados linoleico y oleico), lo catalogan como un producto promisorio para la industria de cosméticos, chocolate, bebidas, licores y conservas (Criollo et al., 2010).

8.6.1 Compuestos funcionales de Copoazú

Pereira et al., (2017), analizaron el impacto de las condiciones de fermentación en la calidad y propiedades sensoriales de una bebida probiótica de copoazú, reportan que debido a su sabor distintivo, la pulpa de copoazú se usa como ingrediente en la fabricación de helados, jugos, licores, vinos, jaleas y otros productos, como yogures, en lugar de ser consumidos. Concluyen que aunque el uso de jugo de fruta como vehículos probióticos tiene un alto potencial, se han realizado pocos trabajos en este campo teniendo en cuenta las frutas amazónicas. Demostraron que el uso de la bebida de copoazú como sustrato para el crecimiento probiótico es una buena alternativa porque no se requieren conservantes ni tratamiento térmico antes de la fermentación. Esta investigación demostró la ventaja tecnológica del uso de la bebida de Copoazú como

sustrato para la fermentación probiótica ya que su composición (azúcares naturales y ácidos orgánicos) proporciona un entorno propicio para el desarrollo de probióticos. La fermentación proporcionó un aumento de la actividad antioxidante, que confiere beneficios nutricionales a este alimento funcional. La capacidad antioxidante se evaluó utilizando los métodos de radicales libres ABTS y DPPH. DPPH no mostró ningún cambio a lo largo de la fermentación. Por otro lado, la actividad antioxidante medida por ABTS aumentó hasta las 18 h de fermentación. Además, los resultados obtenidos aquí sugieren que el método ABTS fue más sensible ya que hubo una reacción entre el radical ABTS y los compuestos antioxidantes de la bebida de Copoazú no observada con DPPH.

Melo Ramos et al., (2016), analizaron la formación de compuestos volátiles durante la fermentación de copoazú (influencia de la concentración de pulpa), los resultados mostraron que el despulpado implica una reducción considerable de compuestos volátiles importantes. Se encontró una diversidad más amplia de compuestos volátiles tales como aldehídos, cetonas y alcoholes en el experimento con 15% de pulpa durante la fermentación, el experimento con 0% de pulpa mostró un tiempo de fermentación más corto pero también dificultó el desarrollo de precursores que están relacionados con el sabor característico deseable. La tetrametilpirazina fue la única pirazina encontrada en las muestras de cupulate que tuvo una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las muestras en su concentración. Entre los demás compuestos identificados, es importante destacar la presencia de compuestos con notas frutales y florales, generalmente presentes en el cacao fino/flavor. Este estudio demostró la importancia de la pulpa en el desarrollo de compuestos importantes responsables del sabor deseado.

Quijano et al., (2007), también evaluaron los compuestos volátiles pero en la pulpa de copoazú, En total, se identificaron 24 ésteres, 13 terpenos, 8 alcoholes, 4 carbonilos, 4 ácidos, 2 lactonas y 1 fenol, el butanoato de etilo, el hexanoato de etilo y el linalool fueron los principales componentes encontrados en la fruta de copoazú. Por su parte Alvarez et al., (2016), realizaron la caracterización y extracción lipídica de las semillas

del copoazú o cacao amazónico, la identificación de ácidos grasos reveló que hay mayor contenido de ácido oleico (36,3%), esteárico (29,27%) y palmítico (7,26%); los índices de calidad, como la saponificación (1,88,15 mg KOH/g muestra), yodo (49,33 g de I/g de grasa) y acidez (1,04 mg KOH/g muestra), muestran que el aceite de Copoazú podría ser utilizado en la industria alimentaria y cosmética.

Gomes et al., (2017), realizaron el estudio de estabilidad físico-química y digestibilidad in vitro de las nanopartículas lipídicas cargadas con betacaroteno de la manteca de copoazú por el método de la temperatura de inversión de fase (PIT), reportan que las nanopartículas lipídicas cargadas con betacaroteno se produjeron mediante el método PIT de baja energía y presentaron una excelente capacidad para proteger los bioactivos sensibles encapsulados. La encapsulación con alfa-tocoferol aumentó la capacidad de las nanopartículas para retrasar la degradación de betacaroteno durante más de 3 meses de almacenamiento. La dinámica in vitro del sistema de digestión parecería ser más confiable que el sistema estático y permitiría la cuantificación de la cantidad de ácidos grasos liberados y de betacaroteno bioaccesibles en cada compartimento intestinal. Los resultados obtenidos de este sistema indicaron una correspondencia directa entre la liberación de ácidos grasos y la micelización de betacaroteno. Estos resultados revelan que las nanopartículas de lípidos producidas en este estudio pueden usarse potencialmente en la liberación controlada de bioactivos.

Barros et al., (2016), evaluaron distribución y el metabolismo de polifenoles derivados de copoazú en el tracto gastrointestinal de ratones por UPLC-ESI-QTOF, se estudió la distribución gastrointestinal y la conversión metabólica microbiana de una combinación única de flavonoides (flavan-3-oles, procianidinas y flavonas) presente en el extracto fenólico de Copoazú (CPE). Los compuestos que se producen naturalmente se acumularon principalmente en el estómago y el intestino delgado donde podrían ejercer efectos locales. La disminución observada de los compuestos de CPE en el ciego y el colon podría estar relacionada con su transformación a metabolitos microbianos por parte de la bacteria del colon. Las flavonas presentes como glucurónidos se hidrolizaron

principalmente en sus respectivas agliconas, hipolaetina, isoscutellareína e hipolatino metiléter. El metabolismo microbiano de las procianidinas del CPE fue diferente del observado en otros productos similares que contienen procianidina, como es el caso del cacao. El perfil cualitativo de los metabolitos microbianos podría verse afectado por la presencia en la matriz de diferentes polifenoles que podrían modular la microbiota intestinal degradadora de flavonoides.

De Oliveira et al., (2013), estudiaron la composición química de licores de copoazú (*Theobroma grandiflorum*) y cacao (*Theobroma cacao*) y sus efectos sobre ratas diabéticas inducidas por estreptozotocina, reportan que tanto el licor de copoazú como el de cacao mostraron efectos positivos sobre el perfil lipídico y el estado antioxidante de las ratas diabéticas con estreptozotocina, sus resultados indican que la sinergia entre los ácidos grasos y compuestos fenólicos en copoazú y licores de cacao puede contribuir a la reducción de la hipertrigliceridemia causada por la falta de insulina. Aunque el licor de Copoazú tiene aproximadamente 3,5 veces menos compuestos fenólicos que el licor de cacao, también presenta una cantidad mucho menor de ácido palmítico, y la ingesta crónica de copoazú fue igualmente eficaz para mejorar el perfil lipídico y mejorar el estado antioxidante en las ratas diabéticas con estreptozotocina. Esto sugiere que el perfil de ácido graso específico y fenólico en el licor de copoazú puede ser superior al cacao. La cuantificación de fenoles totales fue de 784 ± 54 mg catequina/100 g y capacidad antioxidante de DPPH 1913 ± 228 μ mol TE / 100 g y ORAC de 13628 ± 184 μ mol TE / 100 g.

Vriesmann et al., (2009) evaluaron las propiedades químicas y reológicas de una fracción rica en almidón de la pulpa de la fruta copoazú, se observó un comportamiento no newtoniano, y la viscosidad y la resistencia del gel dependían de la concentración. La presencia de almidón, así como la presencia de pectina previamente investigada, confirieron la alta viscosidad y capacidad de gelificación de la pulpa. Se describe una fracción rica en almidón de la pulpa de la fruta de Copoazú con un rendimiento del 15% relacionado con el material desgrasado. La fracción se compone predominantemente por un almidón alto en amilosa (71%), caracterizado por una

coloración azul con solución de yodo, la composición de monosacáridos y ^{13}C RMN espectroscopia, Vriesmann et al., (2009), también realizó la investigación de polisacáridos de la pulpa de copoazú (caracterización estructural de una fracción péctica), la principal fracción péctica obtenida fue con extracción acuosa a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (fracción W-1), y se eligió para que se caracterizara mejor. Los análisis químicos y espectroscópicos mostraron que W-1 está compuesto principalmente por un homogalacturonano altamente esterificado con algunas inserciones de ramnogalacturonano, que llevan cadenas laterales que contienen galactosa y arabinosa.

8.6.2 Aprovechamiento Agroindustrial de Copoazú

Criollo et al., (2010) realizaron la fermentación de la almendra de copoazú, concluyen que un porcentaje alto de pulpa inicial, la elevada acidez y el grosor de la cascarilla de la almendra de copoazú retrasan la fermentación, por lo que se requiere mayor acción de los microorganismos para el calentamiento de la masa. El uso de almendras despulpadas y la remoción cada 24 h de la masa logró un proceso de fermentación completo en 9 días. La almendra de copoazú provee un licor con características sensoriales semejantes a las desarrolladas a partir de cacaos criollos, de color más claro (similar a chocolate con adición de leche) y notas frutales que a escala internacional podrían catalogarlo como cacao fino y de aroma. La adición de un inóculo de levaduras al proceso de fermentación, aumenta la temperatura del proceso y el rendimiento de granos bien fermentados.

8.7 Canangucha o Buriti (*Mauritia flexuosa*)

Canangucha es considerada la palma nativa más abundante que crece naturalmente en el bioma amazónico de Brasil, y presenta un gran potencial socioeconómico debido a su uso extensivo. Se utiliza comercialmente para la producción de subproductos no alimentarios, la fabricación de bebidas, como materia prima para la construcción de viviendas o como fuente directa de alimentos con vitaminas y minerales (Milanez et al., 2016).

Es una fruta altamente nutritiva con una pulpa de color amarillo anaranjado (Figura 6) y sabor agridulce. Su endocarpio está rodeado por un material esponjoso hecho de almidón y aceite, mientras que la piel de la fruta es dura y contiene pequeñas escamas de color marrón rojizo (Milanez et al., 2017). Es posible extraer aproximadamente el 22% de la masa de la pulpa en forma de aceite, cuyos componentes principales son ácido palmítico (18,7%), ácido esteárico (1,5%), ácido oleico (76,7%), ácido linoleico (1,5%) , ácido linolénico (0.7%) y ácido araquídico(0.5%) (Pereira Lima et al., 2017). La presencia de compuestos fenólicos y carotenoides adecuados en frutas de Canangucha, y la posterior alta actividad antioxidante indica su buen potencial funcional (Milanez et al., 2016).

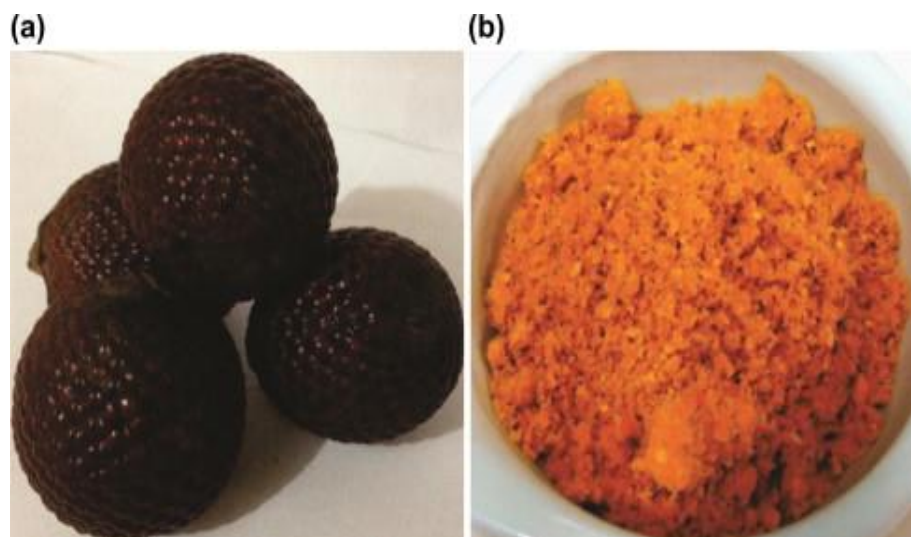


Figura 6. (a) Un racimo de frutas Canangucha; (b) pulpa de Canangucha liofilizada (Candido et al., 2015).

8.7.1 Compuestos Funcionales de Canangucha

Milanez et al., (2017), determinaron compuestos bioactivos y actividad antioxidante de las frutas de canangucha, durante la poscosecha, cosechadas en diferentes etapas de maduración, observaron un comportamiento climatérico de las frutas aquí analizadas, que mostró un aumento en la tasa de respiración y producción de etileno, indicado por el pico de CO₂ y producción de etileno.

Se observaron cambios similares en el pH de la fruta, la acidez total y los sólidos solubles, así como en la actividad de las enzimas pépticas, mientras que se observó una disminución en el contenido total de pectina. Los frutos mostraron una cantidad razonable de compuestos fenólicos, carotenoides y actividad antioxidante, lo que confirma el potencial funcional de estas frutas. Candido et al., (2015), realizaron compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de canangucha de los biomas del Cerrado y el Amazonas, los frutos de la región del Cerrado fueron más prometedores con respecto a los fenólicos y la capacidad antioxidante. No obstante, la mejor fuente de carotenoides totales fue la de la región amazónica. El perfil de carotenoides presentó predominio de β -caroteno en ambas regiones estudiadas. La correlación positiva encontrada entre los métodos utilizados (ABTS, DPPH, FRAP y ORAC) sugiere que para una matriz alimentaria con alto contenido de lípidos y carotenoides, las pruebas pueden ser comparables con respecto a la capacidad antioxidante. El contenido de compuestos fenólicos de la región del Amazonas fue de 362.90 ± 7.98 mg GAE /100 g peso fresco y la capacidad antioxidante ABTS $33,02 \mu\text{mol TE} / \text{g}$ peso fresco.

Koolen et al., (2013), evaluaron las actividades antioxidantes, antimicrobianas y caracterización de compuestos fenólicos de canangucha por cromatografía líquida Ultra Performance acoplada a análisis de espectrometría de masas en tándem por electronebulización (UPLC-MS / MS), este trabajo reportó las actividades antioxidantes, antimicrobianas y la caracterización de compuestos fenólicos de hojas de canangucha, tronco y extractos de frutas. Reportan valores de compuestos fenólicos en pulpa de 378.07 ± 3.12 mg GAE /100 g y de capacidad antioxidante DPPH $\text{IC}_{50} 19.58 \pm 0.064$ mg/ml Y FRAP de 280.80 ± 37.99 mmol $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ equiv / 100. Los resultados de las pruebas antimicrobianas contra algunas bacterias patógenas revelaron su gran capacidad para inhibir el crecimiento de patógenos con bajos valores de concentraciones mínimas inhibitorias (MIC), donde los mejores resultados se encontraron con el extracto de hoja contra el patógeno *Pseudomonas aeruginosa*, dichas pruebas antimicrobianas demostraron una actividad antimicrobiana moderada para las frutas, que ya se esperaba por medio de la composición química, que muestra la ausencia de ácidos grasos y compuestos fenólicos derivados del ácido shikímico. La

caracterización de los compuestos fenólicos usando UPLC-ESI-MS / MS se basó en experimentos (CID) de los precursores observados, por lo que 13 compuestos se identificaron tentativamente (+) - catequina, ácido caféico hexóxido, ácido clorogénico, quercetina, naringenina, miricetina, vitexina, scoparina, rutina, cianidina-3-rutinósido, cianidin-3-glucósido, (-) - epicatequina y kaempferol, el análisis del perfil fenólico principalmente apunta a la presencia de flavonoides y antocianinas glucosiladas, responsables de la baja capacidad antioxidante de los frutos.

Cunha et al., (2012), realizaron la adsorción supercrítica de aceite de canangucha en γ -alúmina: una metodología para el enriquecimiento de antioxidantes, Los datos experimentales muestran que la concentración de antioxidante tiende a aumentar durante la adsorción supercrítica. También se pudo observar que las concentraciones de antioxidantes a 25 MPa son más altas en comparación con las medidas por 20 MPa. Es probable que la mayoría de los ácidos grasos hayan sido adsorbidos en γ -alúmina, así como parte de los triglicéridos. Se pudieron obtener fracciones ricas en antioxidantes en la salida de la columna de adsorción (condensados), que muestran un enriquecimiento de 2,0 veces en 20 MPa y un enriquecimiento de 6,5 veces en 25 MPa aproximadamente, lo que corrobora esta metodología como posible para concentrar antioxidantes del aceite de Canangucha con la ventaja de que no se produce transformación química y procesos de separación térmica severa como destilación y evaporación.

Cantu-Jungles et al., (2015), aislaron y purificaron polisacáridos pécticos ricos en arabinano de canangucha, se obtuvieron dos fracciones homogéneas, SBW-100R y SBW-30R, los resultados sugieren que la fracción SBW-100R contiene un arabinano ramificado que está relacionado con un tipo ramnogalacturonano. Con respecto a la fracción SBW-30R, también contenía arabinosa y ácidos urónicos como monosacáridos principales, pero a diferencia de lo que se encontró en la fracción SBW-100R, el contenido de ácidos urónicos fue mayor que arabinosa. Estos resultados refuerzan los hallazgos previos presentes en los datos de la literatura que indican que los polisacáridos pécticos se encuentran en grandes cantidades en las paredes celulares

primarias de las palmas, que son monocotiledóneas commelinidas, se apoyó la hipótesis de que la pectina es el principal polímero no celulósico en las palmas.

Bataglioni et al., (2014), realizaron la cuantificación simultánea de compuestos fenólicos en canangucha mediante cromatografía líquida de ultra alta eficacia acoplada a espectrometría de masas en tándem, entre los trece compuestos fenólicos analizados por el método propuesto, el extracto de pulpa de fruta canangucha mostró 6 ácidos fenólicos como p-ácido cumárico, ácido ferúlico, ácido caféico, ácido protocatecúico, ácido clorogénico y ácido quínico y 7 flavonoides tales como (+) - catequina, (-) - epicatequina, apigenina, luteolina, miricetina, kaempferol y quercetina, el ácido quínico fue mucho más abundante que otros ácidos fenólicos en la pulpa de canangucha, los ácidos protocatecúicos y clorogénico también fueron abundantes en la pulpa. Se detectaron ácidos cúmicos, ferúlicos y cafeicos en cantidades considerables en los extractos. Una diversidad de flavonoides están presentes en los extractos de canangucha incluyendo (+) catequina (-) epicatequina y luteolina como los más abundantes. Apigenina, miricetina, luteolina, kaempferol y quercetina también estuvieron presentes en concentraciones más bajas en los extractos de canangucha. Como conclusión, el método se desarrolló y aplicó con éxito representando una contribución a la caracterización química y cuantificación de compuestos fenólicos de frutas de canangucha que han reconocido actividades antioxidantes y antimicrobianas.

De Oliveira Carvalho et al., (2017), evaluó la actividad de la polifenol oxidasa, extraída de la pulpa de canangucha y analizó el rendimiento de su actividad a diferentes temperaturas y rangos de pH, para su posible aplicación en el desarrollo de biosensores. La polifenol oxidasa (PPO) fue extraída y caracterizada a partir de fruta madura. PPO mostró una actividad óptima a pH 7,0 y 35 ° C, con inactivación completa entre $2,0 \leq \text{pH} < 10$, usando catecol como sustrato. La enzima tenía una temperatura óptima de 35 ° C y era relativamente estable a 77 ° C, con un 59,93% de pérdida de actividad. Estos resultados demuestran que la enzima tiene estabilidad térmica a temperaturas más altas y la posibilidad de ser utilizada para construir biosensores y otros métodos analíticos en diversos campos de la ciencia.

De Oliveira et al., (2013), identificaron flavonoides de hojas de canangucha, el fraccionamiento cromatográfico dio como resultado el aislamiento de seis flavonoides: tricina-7- O -rutinosida, apigenina-6 C - arabinósido, 8- C -glucósido (isosfastósido), kaempferol-3- O -rutinósido (nicotiflorina), quercetina-3- O -rutinósido (rutina), luteolina-8- C- glucósido (orientin) y luteolina-6- C - glucósido (isoorientin). Por último Pardauil et al., (2011), determinaron la estabilidad oxidativa por calorimetría diferencial de barrido (DSC) y un aparato de método Rancimat para evaluar la estabilidad oxidativa del aceite de pulpa de canangucha (*Mauritia flexuosa Mart*), aceite de semilla de caucho (*Hevea brasiliensis*) y aceite de maracuyá (*Passiflora edulis*), ambos métodos confirmaron que el aceite de canangucha es muy estable en comparación con los aceites de maracuyá y de semilla de caucho, por lo que es útil para la industria alimentaria, reportan que la alta concentración de ácido oleico (61%) que se encuentra en el aceite de Canangucha, lo hace útil para la industria alimentaria como aceite para freír o para ensaladas.

8.7.2 Aprovechamiento Agroindustrial de Canangucha

Milanez et al., (2016), realizaron el estudio precosecha de canangucha, una fruta autóctona brasileña, para la caracterización de los puntos ideales de cosecha y etapas de maduración, teniendo en cuenta los niveles de etileno y CO₂, así como la respuesta metabólica de canangucha a dichos compuestos a lo largo del proceso de desarrollo y maduración, el fruto cultivado en la región amazónica puede clasificarse como fruta climatérica, y su punto de cosecha ideal debe ser 210 días después de la antesis.

Pereira et al., (2017), realizaron propiedades físico-químicas y estudios térmicos y cinético físico-químicas del aceite de canangucha, aceite de pracaxi y manteca de murumuru como posibles materias primas alternativas para la producción de biodiesel, los resultados del análisis termogravimétrico mostraron que el biodiesel de Pracaxi era más estable térmicamente que canangucha y biodiesel murumuru. Esta mayor estabilidad térmica fue confirmada por la mayor energía de activación necesaria para el proceso de degradación térmica. Tanto la manteca murumuru como los aceites

canangucha y pracaxi se pueden usar como materias primas alternativas para la producción de biodiesel, todas las especies oleaginosas presentaron rendimientos para el biodiesel crudo de más del 90%. La estabilidad oxidativa es una propiedad importante de aceites y grasas y se expresa como el tiempo requerido para que se formen los productos secundarios de la oxidación, que se detectan en diferentes condiciones. El aceite de canangucha mostró una alta estabilidad (37.2 h), aunque consiste en aproximadamente 80% de ácidos grasos insaturados. Esta alta estabilidad a la oxidación se explica por el hecho de que de su 80% de ácidos grasos insaturados, 77% son ácidos grasos monoinsaturados, más precisamente ácido oleico, que es conocido por su resistencia a la degradación por oxidación. Los resultados con respecto a las propiedades fisicoquímicas de los biodiesel fueron consistentes con los valores especificados por los estándares brasileños, estadounidenses y europeos. Debido a sus bajas temperaturas de descomposición, los biodiesel canangucha y murumuru mostraron una alta volatilidad, una característica muy importante asociada con las propiedades de combustión mejoradas, lo que permite su aplicación en motores diésel.

8.8 Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*)

La planta de sachá inchi crece en climas cálidos, a altitudes de hasta 1500 m sobre el nivel del mar. Las semillas de sachá inchi son una buena fuente de aceite (35-60%) y proteínas (~27%) y contienen sustancias lábiles al calor con un sabor amargo (Chirinos et al., 2013). Sachá inchi es una vid domesticada (figura 7) que se distribuye desde la selva tropical andina de gran altitud hasta las tierras bajas de la Amazonía peruana. El aceite de las semillas prensadas en frío, que se vende bajo el nombre comercial de sachá inchi oil (SIO) es en realidad muy favorable porque contiene un alto porcentaje de omega 3 y omega 6 y, por lo tanto, se utiliza como un suplemento dietético.

SIO también se usa tradicionalmente para el cuidado de la piel, para mantener la suavidad de la piel y para el tratamiento de heridas, picaduras de insectos e infecciones de la piel, en un contexto tropical donde la piel se daña con frecuencia (Gonzalez-Aspajo et al., 2015).

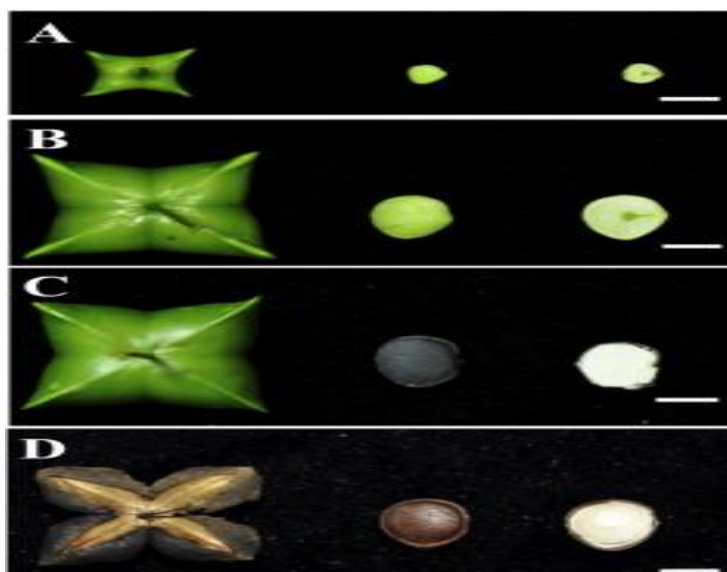


Figura 7. Cambios en el desarrollo de la morfología, tamaño y peso de los frutos y semillas de Sacha inchi. (A) - (D) Fruto (izquierda) y semilla intacta (medio) y sección longitudinal de la semilla (derecha) (Niu et al., 2014).

8.8.1 Compuestos Funcionales de Sacha Inchi

Chirinos et al., (2013), en su estudio sachá inchi, una fuente de semillas de ácidos grasos poliinsaturados, tocoferoles, fitoesteroles, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante, reportan que se observaron diferencias en la composición de los perfiles de ácidos grasos, diferentes compuestos bioactivos y capacidades antioxidantes para 16 diferentes semillas. Se observaron contenidos importantes de ácidos grasos α -linolénico y baja relación ácido linolénico / ácido linoleico para las 16 semillas evaluadas. El valor de rango de compuestos fenólicos para los dieciséis cultivares de sachá inchi estuvo dentro de 64.6 - 80.0 mg GAE / 100 g de semillas y para la capacidad antioxidante total (ORAC) fue de 6.5 - 9.8 μ mol TE / g de semilla. Además, se observaron cantidades considerables de tocoferoles (γ - y δ -tocoferoles), fitoesteroles (β -sitosterol y estigmasterol) y compuestos fenólicos totales en todos los cultivares de semillas de sachá inchi. No se encontraron correlaciones entre los diferentes compuestos bioactivos hidrofílicos y lipófilos y la capacidad antioxidante, lo que sugiere una interacción compleja de los diferentes compuestos en el modo de acción de los diferentes antioxidantes presentes en las muestras. La semilla de sachá inchi despierta la atención como una fuente importante y alternativa de omega-3 y otros compuestos

bioactivos, por lo que deben considerarse como una fuente dietética importante de fitoquímicos promotores de la salud.

Gutiérrez et al., (2017), evaluaron las propiedades fisicoquímicas de los aceites extraídos de semillas de sachá inchi irradiadas con γ , en general, el tratamiento de irradiación no afectó significativamente las propiedades fisicoquímicas de los aceites de sachá inchi. El alto contenido de γ - y δ -tocoferol en el aceite de sachá inchi podría haber contribuido a mantener la estabilidad oxidativa de los aceites, aunque se observó una ligera disminución en la concentración de ambos tocoferoles como consecuencia de los tratamientos con γ -irradiación. Vale la pena mencionar que la composición de ácidos grasos de las muestras de aceite no se vio afectada por los tratamientos de irradiación, y los altos niveles de ácidos linolénico y linoleico se conservaron, incluso después de la irradiación en dosis superiores a 8 kGy. En lo que respecta a las propiedades físicas, los datos obtenidos indicaron que la irradiación γ no modificó el color, la densidad y el índice de refracción de las muestras de aceite de sachá inchi.

Vicente et al., (2017), realizaron la microencapsulación de aceite de sachá inchi utilizando sistemas de administración basados en emulsión, En este estudio, el aceite de sachá inchi (SIO) se microencapsuló mediante sistemas basados en emulsión usando ovoalbúmina (Ova), pectina (Pec) y goma de xantano (XG), seguido de liofilización. La fuente de omega-3 utilizada en este estudio fue el aceite de sachá inchi. Los resultados de la microscopía electrónica de barrido (SEM) revelaron estructuras distintas para los dos tipos de microcápsulas. Los termogramas mostraron que la resistencia térmica se incrementó en el SIO microencapsulado, lo que indica que el sistema basado en la emulsión puede ser una forma de proteger el omega-3 en el SIO. Además, la microencapsulación confirió un mayor grado de cristalinidad, lo que indica una organización estructural superior. Se demostró que las microcápsulas SIO-Ova-Pec y SIO-Ova-XG protegen eficazmente el contenido de omega-3. En conclusión, las microcápsulas desarrolladas en este estudio pueden usarse para transportar compuestos nutraceuticos porque son resistentes a las condiciones gástricas humanas probadas.

Pastuña et al., (2016), también realizaron microencapsulación de aceite de sachá inchi pero mediante secado por aspersión, con el fin de evitar las reacciones oxidativas de degradación, dado su alto contenido de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, los cuales presentan grandes beneficios para la salud. Las mejores condiciones de trabajo del proceso de microencapsulación (temperatura de entrada de 150 °C y una carga de aceite del 33%), generaron una eficiencia de microencapsulación de $93,90 \pm 0,56\%$, y un rendimiento de $82,10 \pm 0,99\%$. La caracterización del aceite de sachá inchi microencapsulado evidenció que el contenido de humedad a las 26 semanas es inferior al límite permisible, mientras que el perfil de ácidos grasos del aceite microencapsulado no mostró diferencia significativa en comparación con el contenido de ácidos grasos del aceite sin microencapsular. Por espectroscopía infrarroja se determinó que el aceite es enmascarado de forma eficiente, y mediante microscopía electrónica de barrido se fue posible observar que se obtienen partículas esféricas de superficie lisa y libre de poros.

Maurer et al., (2012), realizaron la caracterización y autenticación de una nueva fuente vegetal de ácidos grasos omega-3, aceite de sachá inchi, Los perfiles de ácidos grasos mostraron que el aceite de sachá inchi (44% de ácido linolénico) tenía niveles de ácidos grasos poliinsaturados similares a los de los aceites de lino. El aceite de sachá inchi mostró la mayor inestabilidad oxidativa a 65 ° C en comparación con el maíz, el lino y los aceites de girasol con alto contenido de ácido oleico. Los espectrómetros portátiles de infrarrojo medio proporcionan herramientas rápidas y confiables para caracterizar y autenticar aceites. La regresión de mínimos cuadrados parciales mostró buenos coeficientes de correlación ($R^2 > 0.9$) entre las pruebas de referencia y los espectros de los dispositivos de infrarrojos, lo que permite la determinación rápida de la composición de ácidos grasos y la predicción de la estabilidad oxidativa.

Rawdkuen et al., (2016), estudiaron las propiedades químicas y factores nutricionales de la torta prensada de las semillas de té y sachá inchi, las semillas de sachá inchi contenían la mayor cantidad de proteína (62.07%) y las semillas de té contenían la

mayor cantidad de carbohidratos (82.68%). Factores nutricionales como aminoácidos esenciales, ácidos grasos esenciales, fibra dietética y contenido mineral sugieren que la torta prensada con semillas de sachá inchi podría ser un ingrediente útil para el consumo humano. Para los aminoácidos esenciales, sachá inchi es rico en lisina, histidina, leucina y también contiene altas cantidades de isoleucina, valina, triptófano y fenilalanina.

Zanqui et al., (2016), realizaron el estudio de la composición del aceite de sachá inchi varía con los cambios de temperatura y presión en la extracción subcrítica con n-propano, el mayor rendimiento de extracción obtenido fue del 30% en las condiciones de 60 ° C y 12 MPa. El aceite extraído presentó 442 mg de ácido graso g⁻¹ en términos de ácido alfa linolénico. En la extracción subcrítica usando n-propano, la reducción del tamaño de partícula contribuyó a mayores rendimientos de lípidos. La extracción de fluido subcrítico con n-propano puede proporcionar un aceite de sachá inchi con una rica composición de compuestos bioactivos (ácido graso, triacilglicerol, fitoesteroles y tocoferoles). La temperatura y la presión aumentan en el método subcrítico como resultado en mayores cantidades de fitoesteroles en el aceite extraído. El uso de n-propano como disolvente para la extracción de aceite no mostró ningún prejuicio en cuanto a la composición del aceite, lo que demuestra que, de hecho, esta metodología de extracción verde parece óptima para los aceites vegetales, como se demuestra en la presente memoria para el aceite de Sachá inchi.

Por último Gonzalez-Aspajo et al., (2015), en su estudio, aceite de sachá inchi; efecto sobre la adherencia de *Staphylococcus aureus* a explantes de piel humana y queratinocitos in vitro, reportan que los ensayos de laboratorio mostraron que los aceites de sachá inchi y coco, analizados sin diluir, no eran citotóxicos en los queratinocitos ni en los explantes humanos y tampoco eran bactericidas. El aceite de sachá inchi fue más activo como antiadherente (preventivo) que coco en los queratinocitos. No hubo diferencias significativas entre los efectos de desprendimiento (curativo) de ambos aceites sobre los queratinocitos, pero el aceite de sachá inchi fue casi 5 veces más activo en el desprendimiento de *S. aureus* de explantes de piel

humana, concluyen que sus resultados tienden a respaldar el uso tradicional de aceite de sachá inchi no diluido en el cuidado de la piel.

8.8.2 Aprovechamiento Agroindustrial de Sachá Inchi

Zuleta et al., (2012), realizaron la estabilidad oxidativa y comportamiento de flujo en frío de mezclas de biodiesel de palma, sachá-inchi, jatrofa y aceite de ricino, reportan que la estabilidad oxidativa y los puntos de obturación del filtro de frío de los biodiésel de palma, ricino, jatrofa, sachá inchi y sus mezclas son propiedades que dependen del tipo de constituyentes de éster metílico. Un mayor contenido de ésteres metílicos poliinsaturados disminuye la estabilidad oxidativa. Un mayor contenido de ésteres metílicos saturados aumenta los puntos de obturación del filtro de frío. El biodiesel de Sachá-inchi se compone principalmente de los ésteres metílicos de ácido linoleico y linolénico (85.557%). El biodiesel de ricino es el de mayor tiempo de inducción, lo que se explica por su bajo contenido de ésteres metílicos de ácidos grasos linoleico y linolénico. En contraste, el biodiesel de sachá inchi es el de menor tiempo de inducción (0.24 h) debido a su alto contenido de ésteres metílicos de ácidos linoleico y linolénico. En cuanto a las propiedades de flujo en frío (CFPP), el CFPP varía en el orden sachá inchi < ricino < jatrofa < palma. El biodiesel sachá inchi tiene el CFPP más bajo (-10 ° C) porque tiene la mayor cantidad de ésteres metílicos poliinsaturados.

González-Linares et al., (2017), desarrollaron películas comestibles a partir de proteínas extraídas de la torta de sachá Inchi, La torta de sachá inchi tuvo un alto contenido de proteína (59,59%), el máximo rendimiento en la extracción de la proteína se obtuvo a pH 12 y 4,5 en la solubilización y precipitación isoeléctrica, respectivamente. Se obtuvieron películas con baja permeabilidad y baja solubilidad, utilizando concentraciones de sorbitol y proteína comprendidos entre 1.4% - 1.8% y 8.2% - 9.3%, respectivamente. Estos resultados demostraron que las proteínas extraídas de la torta de sachá inchi tienen gran potencial como material formador de películas biodegradables/comestibles con propiedades adecuadas para su uso como envases y/o embalajes.

Niu et al., (2014), determinaron el contenido de aceite en semillas de sachá inchi en diferentes etapas de desarrollo por dos métodos: extracción Soxhlet y resonancia magnética nuclear en el dominio del tiempo, los resultados de este estudio demostraron que la resonancia magnética nuclear es aplicable para determinar el contenido de aceite en semillas de sachá inchi en diferentes etapas de desarrollo. En comparación con la extracción Soxhlet estándar, el análisis de resonancia magnética nuclear puede lograr una mayor precisión y eficiencia. Además, dado que el análisis de resonancia magnética nuclear no es invasivo, las semillas de muestra pueden medirse muchas veces y usarse para la germinación u otro análisis después de la determinación del aceite.

8.9 Chontaduro o Pupunha (*Bactris Gasipaes*)

Es una palmera amazónica cultivada principalmente para la producción de frutas (figura 8) y palmito (Heringer et al., 2014). A saber la palma de chontaduro genera un tipo de fibra de residuos agrícolas. Después de la extracción de la parte comestible de esta planta, se produce una gran cantidad de desechos. Por lo tanto, encontrar aplicaciones para estos residuos es muy atractivo desde el punto de vista ecológico y económico (Pereira da Silva et al., 2017). La palmera de chontaduro también llamada palma pupunha, tiene su origen en las regiones tropicales de América Latina (Amazonia). Las frutas de chontaduro se utilizan en gran proporción como alimentos y productos derivados del petróleo (Haro et al., 2018).



Figura 8. Fruto maduro de chontaduro o Pupunha (Cantu-Jungles et al., 2017).

8.9.1 Compuestos Funcionales del Chontaduro

Restrepo et al., (2016), realizaron el estudio comparativo de las fracciones lipídicas de chontaduro obtenidas por extracción soxhlet y por extracción con CO₂ supercrítico, Los porcentajes de aceite extraído de cada ecotipo estudiado de chontaduro, evidencian que la extracción con CO₂ supercrítico tiene un rendimiento significativamente mayor que el método soxhlet utilizando hexano como disolvente, pues permite una mayor eficiencia en la extracción de ácidos grasos, además de una reducción del tiempo en la operación. Se resalta la importancia del chontaduro como producto natural con buen contenido de ácidos grasos, principalmente el ácido graso insaturado oleico que se encuentra en mayor proporción para los ecotipos B.g. var chichagui (RC), B.g. var gasipaes (R) y B.g. var gasipaes (V). Así mismo, el fruto del chontaduro presenta un gran valor nutricional por el contenido de los ácidos grasos poli-insaturados linoleico y linolénico. Por su parte, Espinoza-Pardo et al., (2014), realizaron la extracción de compuestos bioactivos de la pulpa de la palma de chontaduro usando CO₂ supercrítico, la condición operativa recomendada para la extracción supercrítica es de 300 bar-40 °C porque permite obtener la mayor concentración de carotenoides. La importancia del β-caroteno es principalmente como precursor de la vitamina A, que proporciona varios beneficios a la operación del organismo humano; como un colorante natural en la

industria alimentaria, haciendo de este biocompuesto una alternativa para alimentos (nutracéuticos) y productos farmacéuticos.

Girón y Santos, (2016) determinaron la concentración de pigmentos carotenoides en harina de residuos de chontaduro, se identificaron por HPLC, 8 tipos de carotenoides en señal detectada a 450 nm, violaxantina, luteína, zeaxantina, 15- cis β -caroteno, 13-cis β -caroteno, All-trans β -caroteno, 9-cis β -caroteno y α -caroteno. El principal pigmento carotenoides identificado fue el All- trans β -caroteno. Por su parte Ordoñez-Santos et al., (2015), optimizaron la extracción asistida por ultrasonidos de carotenoides totales a partir de subproductos de fruta de palma de chontaduro con aceite de girasol utilizando la metodología de superficie de respuesta, de acuerdo con los resultados, la condición óptima de extracción asistida por ultrasonido, se obtuvo con una intensidad ultrasónica de 1528 W / m^2 , una temperatura de extracción de $35 \text{ }^\circ\text{C}$ y un tiempo de extracción de 30 min. Las variables de extracción, particularmente el tiempo y la temperatura de extracción, influyen fuertemente en la extracción asistida por ultrasonido de los carotenoides totales de la cáscara de la fruta de la palma de chontaduro. Este estudio también indica que la cáscara de la fruta de chontaduro es una buena fuente de carotenoides importantes.

Rojas-Garbanzo et al., (2011), realizaron la identificación y cuantificación de carotenoides por HPLC-DAD durante el proceso de harina de chontaduro. Los principales carotenoides identificados en la producción de harina de chontaduro fueron β -carotenos con diferentes valores de provitamina A bioactivos. Los valores equivalentes de retinol encontrados para la fruta cocida de chontaduro (forma tradicional de consumo) y la harina son más altos que los reportados para productos populares como el tomate y la papaya. También los productos de la fruta de chontaduro cocida pueden contribuir con casi el 50% de la ingesta diaria recomendada de provitamina A, aunque los valores originales se vieron afectados negativamente (es decir, 38.5% después de la cocción y 50.7% después del secado) por el calor en la producción de harina.

Bolanho et al., (2015), determinaron la composición de carbohidratos de la palma de chontaduro - subproductos de harinas, Las harinas obtenidas a partir de los subproductos de la palma de melocotón son ricas en fibra dietética (62-71%) y pueden usarse como ingredientes alimentarios. Las harinas procesadas a partir de subproductos de la palma de chontaduro tienen un alto nivel de polisacáridos sin almidón y, en consecuencia, son importantes como fuente de fibra dietética para su inclusión en otros alimentos, como cereales de desayuno o productos de panadería. El alto rendimiento de las fracciones S4 y S5 indicó que las harinas están formadas predominantemente por fibra insoluble, que puede promover beneficios para la salud. La caracterización monomérica de las fracciones permitió describir la composición de las diferentes fracciones extraídas.

Cantu-Jungles et al., (2017), en su estudio un polisacárido péctico de frutos de palma de chontaduro y su perfil de fermentación por la microbiota intestinal humana in vitro, reportan que una fracción (PW-AP) que contenía un homogalacturonano altamente esterificado con metilo lineal (grado de esterificación del 70%) con porciones menores de xilogalacturonano y ramnogalacturonano tipo I se sometió a fermentación por la microbiota intestinal humana. Produjo significativamente menos gas que los fructooligosacáridos (FOS) en todos los puntos de tiempo evaluados, y en 24 h presentó una producción de gas acumulada ~ 27% más baja que FOS. Se pudieron observar descensos en el pH durante la fermentación de FOS y PW-AP. Además, la pectina fue fermentada más lentamente que FOS, aunque con una producción similar de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) y una producción menor de ácidos grasos de cadena ramificada (SCFA). Las cantidades de SCFA específico difieren de las de FOS, con una mayor producción de acetato (16,2%) y propionato (6,2%) y menor producción de butirato (112%). En general, la comprensión de cómo se fermentan las estructuras pécticas aporta nuevos conocimientos sobre la utilización de la fibra por la microbiota intestinal humana y su relación con los resultados biológicos.

Basto et al., (2016), estudiaron el efecto de la extrusión sobre las propiedades físicas y químicas de las harinas de la palma de chontaduro que contienen maíz agregado, con

atención a los carotenoides, fue posible producir extruidos de maíz al agregar chontaduro de buena calidad nutricional porque el contenido total de carotenoides no disminuyó con la extrusión. Las harinas de pulpa de chontaduro presentaron el mismo tipo de cristal A como el almidón de maíz. La palma roja presentó un mayor contenido de β -caroteno que la pulpa de palma amarilla, que fue el principal isómero, seguido de 9-cis β -caroteno, α -caroteno, 13-cis β -caroteno, luteína, zeaxantina y β -criptoxantina. La harina de palma de chontaduro puede ser un ingrediente interesante para mejorar el contenido de carotenoides en productos extruidos.

Heringer et al., (2014), realizaron el protocolo de alta eficiencia mejorada para la embriogénesis somática en chontaduro usando RITA® sistema de inmersión temporal, el biorreactor RITA® mostró una multiplicación mejorada de embriones somáticos con aumento de proteínas, niveles de almidón y actividad de alcohol deshidrogenasa (ADH). Además, se observó una baja tasa de metilación global del ADN (27.52%), sugiriendo su relación con la expresión de proteínas asociadas con la maduración de embriones somáticos y su posterior conversión a plántulas. La maduración del embrión somático se logró con éxito en placas de Petri y la administración de ácido abscísico (ABA) en el medio de cultivo. En el paso de aclimatación, los mejores resultados se obtuvieron con plántulas derivadas de RITA® después de alcanzar 6-7 cm de longitud. Estos nuevos hallazgos arrojan luz sobre la importancia de definir sistemas de cultivo adecuados para los diferentes pasos de los protocolos de regeneración in vitro y representan un avance en el proceso de morfogénesis in vitro de la palma de chontaduro, lo que resulta en un gran número de plántulas somáticas con características fisiológicas y morfológicas mejoradas

8.9.2 Aprovechamiento Agroindustrial del Chontaduro.

Pereira da Silva et al., (2017), estudiaron materiales compuestos completamente biodegradables a base de poli (butilen adipato- co- tereftalato) / fibra de palma de chontaduro, el aumento del contenido de fibra disminuyó el porcentaje de deformación durante las pruebas de fluencia. Este comportamiento es más pronunciado para el

material compuesto espumoso que contiene fibra funcionalizada lo que sugiere también una mejor adhesión de matriz de fibra. Además, se ha observado una buena recuperación después de 10 minutos de carga para todos los materiales con espuma, lo que abre nuevas perspectivas para las aplicaciones de envasado de alimentos.

Campo- Gaviria et al., (2017), reportan la utilización de chontaduro enriquecida con *Pleurotus ostreatus* en pollos, la utilización de la cáscara sola del fruto de chontaduro, tanto como la enriquecida con el hongo, en un 10 y 20% de inclusión, es una buena alternativa de alimentación en pollos de engorde, para los pequeños productores residentes en zonas de mayor producción de este fruto. El uso de la cáscara de chontaduro y enriquecida con el hongo *Pleurotus ostreatus*, es una buena estrategia alimenticia, que permite mejorar la pigmentación de la canal y con ello acceder a un beneficio de mercadeo adicional. En términos económicos, la suplementación con cáscara de chontaduro al 20% enriquecida con el hongo *Pleurotus ostreatus*, muestra el mayor beneficio neto de campo, dado que se reducen en un 6% los costos de producción, sin verse afectado el comportamiento productivo del lote en etapa de finalización.

8.10 Guaraná (*Paullinia cupana*)

Guaraná es una fruta del Amazonas (figura 9) cuyas semillas se usan para producir guaraná en polvo. El polvo de guaraná es consumido por la población principalmente por su actividad estimulante (Dalonso y Petkowicz, 2012). Es bien conocido por su potencial dietético y farmacéutico, y el extracto semipurificado de guaraná muestra efectos antidepresivos y panicolíticos (Klein et al., 2015). Se produce principalmente en los estados brasileños de Amazonas y Bahía, y aproximadamente el 70% de la producción es utilizada por la industria de bebidas blandas y energéticas. El otro 30% se convierte en polvo de guaraná para consumo directo en cápsulas o dilución en agua, o sirve como materia prima para las industrias farmacéutica y cosmética (Schimpl et al., 2013).



Figura 9. Fruta de Guaraná (Schimpl et al., 2013).

8.10.1 Compuestos Funcionales de Guaraná

El guaraná es un producto típico de la biota amazónica que posee capacidad antioxidante debido a la presencia de compuestos fenólicos, tales como catequina, epicatequina y proantocianidinas (Silva et al., 2017). El contenido de compuestos fenólicos fue de 128 mg GAE/ g peso seco.

Marques et al., (2016), en su estudio extracción selectiva supercrítica de compuestos fenólicos de semillas de guaraná, reportan que las mejores condiciones para la extracción supercrítica, basadas en el contenido de polifenoles, la cuantificación de epicatequina / catequina, el rendimiento y el costo operativo, demostraron ser: 40% de etanol: metanol durante 40 min, menos de 40 ° C y 100 bar. Por otra parte Machado et al., (2018), realizaron una determinación simultánea y rápida de metilxantinas y proantocianidinas en guaraná brasileño, reportan que las sustancias cuantificadas fueron teobromina, teofilina, cafeína, catequina, epicatequina, procianidinas A2 y B2. Cabe recalcar que Da silva et al., (2017), determinaron el perfil químico de semillas de guaraná de diferentes orígenes geográficos, concluyen que la catequina, la epicatequina, el dímero de procianidina de tipo A, el dímero de procianidina de tipo B y

el trímero de procianidina de tipo A fueron responsables de la diferenciación de muestras del Bajo Sur de Bahía. El dímero de procianidina de tipo A, el dímero de procianidina de tipo B y el trímero de procianidina de tipo B fueron los compuestos diferenciales de las muestras comerciales de Bahía. Además, los modelos basados en análisis discriminante de mínimos cuadrados parciales ortogonales mostraron un gran potencial para predecir el origen de las muestras de guaraná.

Majhenič et al., (2007), estudiaron la actividad antioxidante y antimicrobiana de extractos de semilla de guaraná, el trabajo actual demuestra que los extractos de solventes orgánicos convencionales de guaraná nativa brasileña tienen una actividad significativa contra el crecimiento de intoxicación alimentaria, bacterias de descomposición, tales como *Escherichia coli*, *Pseudomonas fluorescens* y *Bacillus cereus* y hongos de deterioro tales como *Aspergillus niger*, *Trichoderma viride* y *Penicillium cyclopium*. Por otro lado, el presente trabajo demuestra buenas propiedades antioxidantes y de eliminación de radicales (DPPH) y método de β -caroteno) para todos los extractos de semillas de guaraná. El mayor valor de compuestos fenólicos fue de 186 mg GAE/ g de extracto. Los resultados mostraron que los extractos alcohólicos mostraron la mayor actividad antimicrobiana y antioxidante, mientras que los extractos de semillas de agua de guaraná mostraron una menor actividad antioxidante y poca o ninguna actividad antimicrobiana contra los microorganismos evaluados. Todos los extractos de semilla de guaraná probados contenían altas cantidades de compuestos fenólicos totales, mientras que los contenidos de catequinas, como epicatequina, catequina, epicatequina galato y cafeína, fueron los más altos en agua, extracto de semilla de guaraná obtenido a temperatura ambiente. Debido a sus altas actividades antioxidantes, antibacterianas y antifúngicas, los extractos de guaraná tienen un potencial prometedor como antioxidantes naturales en las industrias alimentarias, en la conservación de alimentos contra una variedad de especies bacterianas y fúngicas relacionadas con los alimentos o en las industrias farmacéutica y cosmética.

Dalonso y Petkowicz, (2012), en su trabajo; polisacáridos de polvo de guaraná: caracterización y evaluación de la actividad antioxidante de una fracción péctica, reportan que además del almidón, el polvo de guaraná, que se consume como suplemento nutricional, contiene fibras dietéticas, incluidos polisacáridos pécticos y hemicelulosas. Se aisló y caracterizó un homogalacturonano, con inserciones de ramnogalacturonano ramificado y un xilano. El polisacárido péctico y un extracto metanólico exhibieron actividad antioxidante mediante barrido de radicales hidroxilo y pruebas de eliminación de radicales DPPH. Teniendo en cuenta la ingesta diaria recomendada de guaraná en polvo, parte de los posibles efectos biológicos de guaraná podría atribuirse al componente péctico.

Silva et al., (2017), realizaron una investigación de polifenoles de guaraná después de la digestión in vitro, el objetivo de este estudio fue evaluar la posible actividad inhibidora de los extractos de guaraná, después de la digestión in vitro, sobre las enzimas del metabolismo de los carbohidratos y evaluar la bioabsorbilidad de los polifenoles del guaraná, reportan que la digestión in vitro de guaraná reduce sus contenidos fenólicos, aunque se pueden observar niveles elevados de catequina residual después de este proceso. El permeado celular no presentó polifenoles nativos. Guaraná digerido fue capaz de inhibir las enzimas relacionadas con la digestión de carbohidratos, lo que sugiere que el guaraná puede considerarse una fuente dietética con potencial antihiper glucémico.

Liotti et al., (2018), evaluaron la diversidad de endófitos bacterianos cultivables en guaraná y su potencial para la promoción del crecimiento de las plantas y control de fitopatógenos, En conclusión, el órgano de la planta, el genotipo y la ubicación geográfica interfieren en la comunidad bacteriana endofítica de guaraná. Las cepas aisladas exhiben diferentes rasgos funcionales, y algunas cepas favorecen el crecimiento de *Sorghum bicolor*. La comunidad endofítica de guaraná es una fuente importante de cepas bacterianas para el desarrollo de productos y procesos microbianos aplicados para mejorar la productividad de los cultivos. Por su parte Silva et al., (2016), evaluaron la comunidad bacteriana endofita cultivable obtenida de

la semilla de guaraná en las regiones de Amazonas y Bahía y sus efectos antagónicos contra *Colletotrichum gloeosporioides*, todos los géneros bacterianos aislados de semillas de guaraná se han descrito anteriormente como endófitos de semillas que confieren algunos efectos beneficiosos a sus huéspedes. La presencia de estas bacterias en las semillas de guaraná probablemente refleja una selección que facilita la transmisión vertical de estos microbios, transfiriendo propiedades valiosas a las plántulas. Curiosamente, la mayoría de los aislados que muestran actividades antagónicas al hongo *C. gloeosporioides* y altas actividades enzimáticas se identificaron en aislamientos de Amazonas en comparación con aislamientos de Bahía, sugiriendo un tipo de selección de aislados bacterianos según la región y / o la enfermedad de antracnosis que deberían investigarse más a fondo. Un método de biocontrol que utiliza los endófitos de semillas de guaraná podría aplicarse en el futuro, ya que estas bacterias se transfieren verticalmente a plántulas de guaraná.

Traudi Klein et al., (2013), desarrollaron tabletas que contienen extracto semipurificado de guaraná, la maltodextrina y la goma arábica se usaron para producir las micropartículas de extracto, con el fin de proteger las micropartículas contra factores tales como la temperatura, la oxidación y la humedad. La formulación que contiene 200 mg de micropartículas, 170 mg de celulosa microcristalina y 10 mg de lactosa dio los mejores resultados en términos de dureza (116 N), friabilidad (0,28%), peso medio (0,3821 g) y tiempo de desintegración (25 min) para una tableta diseñada para administración oral. Los resultados cumplieron con las especificaciones de la farmacopea, y las tabletas son adecuadas para la administración.

Bonadiman et al., (2017), evaluaron los efectos citoprotectores del guaraná sobre la disfunción ocular relacionada con la edad, reportan que su investigación sugiere que el guaraná, una bebida amazónica que es rica en moléculas de cafeína-catequina, podría tener efectos beneficiosos en la vista de los ancianos a través de los efectos preventivos causados por el estrés oxidativo, considerando que la ingesta habitual de guaraná se asoció con una buena autoevaluación de la visión de sujetos ribereños y resultados obtenidos de protocolos in vitro con células ARPE-19, es posible inferir que

el guaraná podría presentar efectos citoprotectores sobre las células retinianas debido a sus propiedades antioxidantes, que podría reducir el daño en el ADN y los eventos de apoptosis y, por lo tanto, ayudar a mantener una buena función del ojo. Por lo tanto, estos resultados sugieren que el guaraná es un alimento funcional que podría ofrecer efectos citoprotectores sobre la salud ocular.

8.10.2 Aprovechamiento Agroindustrial de Guaraná

Klein et al., (2015), estudiaron las micropartículas que contienen extracto de guaraná obtenido por técnica de secado por pulverización, este estudio investigó el uso de la técnica de secado por pulverización para producir micropartículas que contienen un extracto semipurificado de guaraná. El estudio demostró la viabilidad de producir estas micropartículas utilizando polímeros de goma arábiga y maltodextrina para un proceso de una etapa usando secado por pulverización. La composición de cada formulación influyó en las características físicas y químicas. Los resultados de la prueba de disolución in vitro pueden estar relacionados con la estructura de cada formulación de micropartículas, lo que dificulta la administración de los marcadores en 60 min. Esta técnica de secado por pulverización muestra un gran potencial como un proceso eficiente y económico para la producción de micropartículas de extractos semipurificados de guaraná para la administración de fármacos.

Aquino et al., (2007), estudiaron el efecto de la radiación γ en la micoflora de guaraná, este estudio demostró que las muestras presentaban altos contenidos de contaminación fúngica, lo que hacía que el producto fuera inadecuado para el consumo, incluso en paquetes originales de la industria. También se observó que guaraná vendido a granel, previamente envuelto o envasado en farmacias de la industria, estaba contaminado con una gran cantidad de mohos (70%). También es importante informar que los resultados con respecto a la micoflora, incluso en el mismo sustrato (guaraná) pero en diferentes formas de presentación a los consumidores (granos o polvo) fueron diferentes, y la presencia de *A. flavus* toxigénico representaba un riesgo potencial por la producción de aflatoxinas. El proceso de ionización evita el riesgo para los

consumidores y fabricantes, especialmente si se usa la dosis de 10 kGy como un implemento útil de calidad sanitaria de este producto cuando se expone durante largos períodos en mercados abiertos, sin embalaje protector, temperatura adecuada y control de humedad.

8.11 Marañón o Acajú (*Anacardium occidentale* L)

El marañón es miembro de la familia Anacardiaceae , es una planta de considerable valor económico y medicinal (Da silva et al., 2018).



Figura 10. Fotografía de frutos de anacardo pelados en amarillo, naranja y rojo (Schweiggert et al., 2016).

8.11.1 Compuestos funcionales del marañón

Trox et al., (2011), determinaron catequina y epicatequina en testa y su asociación con compuestos bioactivos en granos de marañón, reportan que los compuestos fenólicos en extracto metanólico de marañón fueron claramente identificados como catequina y epicatequina. Los granos que contienen testa proporcionan altas cantidades de catequinas y mayores concentraciones de β -caroteno, luteína y α -tocoferol que los granos de anacardo sin testa, pero un nivel más bajo de tiamina en comparación con los granos libres de testa. La presencia de tales compuestos potencialmente bioactivos en los granos de anacardo que contienen testa podría ser de interés para las industrias

alimentarias y nutracéuticas, donde se puede emplear como una fuente económica de antioxidantes naturales.

Michodjehoun-Mestres et al., (2009), identificaron fenoles monoméricos de marañón, reportan que los glicósidos de flavonol fueron dominantes con miricetina y quercetina hexóidos, pentosidas y ramnosidos como compuestos principales, mientras que los glicósidos de antocianidina identificado fueron peonidina, petunidina y cianidina 3- O-hexóidos. Por otra parte Schweiggert et al., (2016), determinaron carotenoides, ésteres de carotenoides y antocianinas de marañón, reportan que los carotenoides predominantes en todos los tipos de marañón fueron los carotenoides provitamina β -caroteno (44-69% de los carotenoides totales), α -caroteno (0-14%) y el éster carotenoide β -criptoxantina palmitato (7-37%) y entre cuatro antocianinas detectadas, la principal antocianina identificada fue inequívocamente como 7- O-metilcianidina 3 O- β -d –galactopiranosido.

Da Silva et al., (2018), realizaron la caracterización química y evaluación farmacológica del extracto de goma de marañón estandarizado sin polisacáridos, reportan que se encontraron siete ácidos anacárdicos diferentes como los principales fitoconstituyentes y que las propiedades analgésicas y antiinflamatorias también deben atribuirse a dichos compuestos.

Rodriguez et al., (2017), evaluaron el efecto del tratamiento indirecto con plasma frío sobre el jugo de marañón, reportan que en general una baja tasa de flujo de plasma promovió un incremento de la vitamina C, el contenido total de polifenoles y la actividad antioxidante, lo que podría estar relacionado con la activación de compuestos antioxidantes como respuesta al daño oxidativo producido por las especies reactivas del plasma. Mayores tasas de flujo de plasma condujeron al aumento de polifenoles y flavonoides, pero la sobreexposición al plasma tendió a degradar los compuestos bioactivos, por lo que la selección de condiciones de proceso adecuadas debe considerarse en el diseño y la realización de este tratamiento. El contenido total de polifenoles fue de $1,29 \pm 0,15$ mg de ácido gálico/g. En cuanto a la actividad

antioxidante los resultados fueron: La actividad antioxidante del jugo de marañón sin tratar medido por ensayos FRAP, DPPH y ABTS fue de 1,34 mg de ácido ascórbico / g, 4,07 mg de Trolox / g y 1,73 mg de Trolox / g, respectivamente.

Por su parte Uslu y Ozcan., (2017), estudiaron el efecto del calentamiento por microondas en compuestos fenólicos y composición de ácidos grasos de la nuez de marañón y aceite, concluyen que en general, la actividad antioxidante y el contenido fenólico total de los extractos de marañón disminuyeron con el proceso de calentamiento. Sin embargo, la mayor actividad antioxidante y el contenido fenólico total se observaron en extractos de anacardo calentados a 720 W. Los compuestos fenólicos clave del marañón fueron 1,2-dihidroxibenceno, (+) - catequina y ácido gálico. Además, los principales ácidos grasos del aceite de marañón fueron los ácidos oleico, linoleico, palmítico y esteárico. El contenido de compuestos fenólicos para las muestras sin tratamiento fue de 86.75 ± 0.02 mg GAE/ 100 g. Por su parte la actividad antioxidante (DPPH) fue de 39.94 ± 0.00 expresada en porcentaje.

Tan y Chan (2014), evaluaron la actividad antioxidante, antitirosinasa y propiedades antibacterianas de hojas frescas y procesadas de marañón y betel, reportan que las propiedades antioxidantes basadas en el contenido fenólico y la actividad antioxidante de las hojas frescas de marañón superaron con creces las de betel, en cuanto a las propiedades antibacterianas los resultados mostraron que las hojas frescas de marañón y betel inhibieron bacterias gram-positivas y gram-negativas estudiadas. El valor de compuestos fenólicos para hojas de marañón sin tratamiento fue de 3890 ± 336 mg GAE / 100 g. La actividad antioxidante DPPH fue (6620 ± 513) mg ácido ascórbico / 100 g. Por su parte Awakan et al., (2018), estudiaron los constituyentes antiinflamatorios y broncodilatadores de extractos foliares de marañón en modelos animales, reportan que la oleamida (9-octadecenamida) se identificó como el compuesto más abundante en los extractos y se aisló. Dicho compuesto aumentó significativamente las actividades broncodilatadoras y antiinflamatorias en un 32,97% y un 98,41%, respectivamente.

Por último Ajileye et al., (2015), realizaron el aislamiento y caracterización de compuestos antioxidantes y antimicrobianos del extracto de hoja de marañón, concluyen de acuerdo a sus resultados que un fraccionamiento dirigido por DPPH de la fracción de acetato de etilo proporcionó agathisflavona y una mezcla de quercetina 3-O -rutinósido y quercetina 3- O –ramidosida, y que los extractos y compuestos aislados tienen una fuerte actividad antioxidante y moderadas actividades antimicrobianas y que además podrían ser efectivos en el manejo del estrés oxidativo y las enfermedades infecciosas relacionadas.

8.11.2 Aprovechamiento agroindustrial del marañón

La nuez de marañón corresponde al 90% del peso de la fruta y tiene un aroma y un sabor exótico, y se comercializa preferiblemente como pulpa, jugo y néctar congelados (Rodríguez et al., 2017). Guedes-Oliveira et al., (2016), estudiaron la fibra de manzana de marañón como sustituto de grasa en hamburguesas de pollo, concluyen que las hamburguesas de pollo fabricadas con un 60% de reemplazo de grasa exhibieron potencialmente mejores rasgos sensoriales que los otros tratamientos. Por lo tanto, la fibra de marañón representa un sustituto de grasa viable para la fabricación de productos avícolas con un valor de energía reducido.

8.12 Nuez Amazónica (*Bertholletia excelsa*)

El género de tipo monotípico *Bertholletia* produce semillas comestibles comercialmente recolectadas nutricionalmente, nueces de Brasil. Es un producto importante de la selva amazónica en la cadena de producción de alimentos, con una producción mundial anual de 78,000 toneladas en 2008, siendo Brasil responsable de aproximadamente el 40% de la misma. Aunque existen propiedades nutricionales beneficiosas, la microbiota que prevalece en las nueces de Brasil incluye hongos que son productores de aflatoxinas, como *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus* y *A. nonius* (Freitas-Silva y Venâncio 2011). Los estrechos vínculos entre la producción de nueces, el ingreso regional y los bosques maduros intactos han llevado a esta especie a centrarse como un componente clave de

las estrategias de conservación y generación de ingresos de la Amazonía (Kainer et al., 2007).

La nuez Amazónica es producida por un gran árbol de bosque tropical en la familia *Lecythidaceae* que crece en toda la cuenca del Amazonas de América del Sur. Es una nuez angular con una cáscara muy dura; el grano es muy blanco y está cubierto con una piel de color marrón oscuro (Figura 11). La cáscara de Brasil y el cáscara dura son subproductos del proceso de craqueo y descascarado. Sin embargo, estos subproductos pueden servir como fuentes potenciales de antioxidantes naturales e ingredientes alimentarios funcionales. Las nueces son fuentes densas en nutrientes de proteínas, fibra, selenio, magnesio, fósforo y tiamina (John y Shahidi 2010). *Bertholletia excelsa* es una especie nativa amazónica, que es parte de la familia *Lecythidaceae*. En términos botánicos, las nueces comestibles de Brasil son las semillas de una fruta que toma ~ 14 meses en madurar y tiene una cáscara dura y leñosa, pesa hasta dos kilogramos y contiene de ocho a 24 semillas triangulares de hasta 2 cm de ancho y 5 cm de largo (Cardoso et al., 2017). Los frutos secos en general y la almendra amazónica en particular, son un alimento rico en vitaminas liposolubles, bajo en contenido de carbohidratos, con 0% de colesterol, alto contenido de ácidos grasos del tipo omega-3 y omega-6 y con un bajo o nulo contenido de los del tipo trans (Callisaya y Alvarado., 2016.)



Figura 11. Frutas maduras de Nuez Amazónica (Enciclopedia Britannica., 2018).

En cuanto a los compuestos funcionales de nuez Amazónica, Freitas-Silva y Venâncio (2011), reportan que este producto silvestre debe ofrecerse de manera segura a los consumidores, especialmente para aquellos que esperan comer no solo nueces sino también alimentos funcionales, debido a su atractivo para la salud, y principalmente debido a sus características de aceite y alto contenido de selenio. Por su parte John y Shahidi (2010), determinaron compuestos fenólicos y actividad antioxidante de la nuez Amazónica, reportan que la presencia de ácido cítrico puede asociarse con la alta concentración de selenio, otros compuestos identificados fueron galocatequina, ácido protocatecúico, catequina, ácido vanílico, taxifolina, ácido elágico y quercetina. De acuerdo a sus resultados concluyen que la piel marrón tenía niveles significativamente más altos de componentes fenólicos antioxidantes y, por lo tanto, mostraba mejores actividades antioxidantes que el grano. El mayor valor de compuestos fenólicos fue de 1236.07 ± 63.84 mg GAE/ 100 g peso seco. En cuanto a la actividad antioxidante por método DPPH fue de 95.34 ± 3.08 μ mol de catequina eq/g y por ORAC $189,38 \pm 13,14$ μ mol de TE / g.

Cardoso et al., (2017) reporta que la nuez Amazónica tiene la mayor concentración de selenio de todas las nueces comestibles y se consideran una de las fuentes alimenticias más concentradas en selenio.

En cuanto al aprovechamiento agroindustrial, Callisaya y Alvarado (2016), evaluaron la estabilidad oxidativa de la nuez amazónica, reportan de acuerdo a sus resultados del tiempo de vida estimada de la estabilidad oxidativa de la almendra amazónica que a una menor temperatura de almacenamiento -80 °C las almendras tienen una duración de 7 años y que a las temperaturas de 20, 25 y 45 °C el tiempo de vida va disminuyendo: 2,5; 2,4; y 2,1 años respectivamente. Por su parte Stachiw et al., (2016), evaluaron el potencial de producción de biodiesel con especies oleaginosas nativas de Brasil, entre ellas la nuez Amazónica, reportan que el aceite *Astrocaryum tucuma* proporciona un biodiesel con mayor contenido de éster (99,2%), seguido de *Bertholletia excelsa* (98,8%), este último con un contenido de lípidos encontrados de

(62,8 ± 4,6%), de acuerdo a sus resultados la nuez Amazónica tiene el potencial para la producción de biocombustibles.

8.13 Uxi (*Endopleura uchi*)

El fruto es una drupa oblonga-elipsoide, con 5.4-7.1 cm en longitud y 4.2-4.6 cm de diámetro, la pulpa es de color amarillo verdoso (Figura 12), con un exocarpio liso, y cáscara de color amarillo-naranja, 55.61 -60.31 g de peso fresco y 91.2-92.2% de contenido de humedad (Neves et al., 2015). Entre los muchos usos populares, esta especie se utiliza en el tratamiento de las afecciones del tracto genitourinario de la mujer y también como antiinflamatorio. Se cree que sus acciones se derivan del componente principal, bergenina (Tacon y Freitas., 2013).



Figura 12.Hojas y Frutos de Uxi (Receta Natural., 2018).

En cuanto a sus compuestos funcionales Silva y Teixeira., (2015), estudiaron el perfil fenólico y potencial biológico de los extractos de Uxi, reportan valores de DPPH IC₅₀ de 27.0 ± 1.5 µg / ml para la infusión y de 33.0 ± 1.7 µg / ml para el extracto etanol: agua. El análisis de HPLC permitió la identificación de bergenina como el compuesto más representativo en cada extracto, esto coincide con Tacon y Freitas., (2013), quienes utilizaron el diseño Box-Behnken para estudiar el contenido de bergenina y la actividad antioxidante de los extractos de corteza de Uxi, reportan que se observan altos niveles

de marcadores químicos en todos los extractos, con un contenido promedio de bergenia del 35.58%. El contenido de polifenoles varió de 31.89 a 47.82% y el valor de actividad antioxidante DPPH IC₅₀ estuvo entre 4,02 y 5,87 µg / ml.

Magalhães et al., (2007), realizaron la identificación de bergenia y carotenoides de Uxi, reportan que el β-caroteno es el carotenoide responsable de la mayor contribución al valor de la vitamina A. Por su parte Bento et al., (2014), realizaron el aislamiento de un arabinogalactano de la decocción de la corteza de Uxi, reportan que la composición de monosacáridos reveló que el arabinogalactano contenía glucosa como componente principal (34%), seguido de ramnosa, galactosa y ácido urónico, concluyen que el arabinogalactano purificado de la decocción de corteza de Uxi, exhibió un efecto antiproliferativo contra las células HeLa. En cuanto a la parte agroindustrial la pulpa se consume pura así como en la fabricación de helado y licor (Magalhães et al., 2007).

8.14 Macambo (*Theobroma bicolor*)

Es una fruta amazónica asociada con frutas de cacao y copoazú (González et al., 2016).



Figura 13. Fruto de Macambo (Gelvez et al., 2016).

Sotero et al., (2011), realizaron la actividad antioxidante y compuestos fenólicos en pulpa y semillas de cuatro frutales amazónicos de la familia *Sterculiaceae* entre ellas macambo, reportan de acuerdo a sus análisis que las semillas de cacao, cacahuillo, copoazú y la pulpa de macambo presentan una excelente actividad antioxidante y una importante concentración de compuestos fenólicos y que de estos compuestos fenólicos la familia química de los flavonoides reporta una importante presencia en las cuatro especies en estudiadas. La actividad antioxidante por medio de DPPH IC₅₀ fue de 7,55 mg/ml. En cuanto a los compuestos fenólicos reportan 5738,81± 0,10 mg catequina /100g.

González et al., (2016), evaluaron el potencial de esta fruta exótica amazónica para biorrefinerías, reportan que la fruta macambo tiene un contenido de humedad relativamente alto de alrededor del 64% y que es importante destacar que las cáscaras (actualmente consideradas un desecho) contienen compuestos importantes con potencial para biorrefinerías, como el complejo lignocelulósico y compuestos fenólicos con capacidad antioxidante. De acuerdo a sus resultados, concluyen que su trabajo muestra que la fruta macambo debe ser una alternativa para el cacao en términos de usos industriales (producción de cacao, producción de dulces, extracción de mantequilla. Por otra parte reportan valor de compuestos fenólicos de 161.82 ± 0.02 mg GAE /100 g peso seco y actividad antioxidante DPPH de 1.93 ± 0.02 µmol TE / 100 g peso seco.

Por último Gelvez et al., (2016), reportan que la caracterización fisicoquímica de los granos mostró que es una especie con alto potencial agroindustrial, por sus bajos niveles de humedad y alto contenido de carbohidratos, reflejado además por los usos tradicionales actuales, y destaca en su diversidad diferentes formas, colores y sabores.

8.15 Piquiá (*Caryocar villosum*)

Es una fruta nativa de la región amazónica, considerada una fuente interesante de compuestos bioactivos (Chisté et al., 2012). Es ampliamente consumida en la región

amazónica, con la consecuente gran cantidad de cáscaras y residuos de semillas producidos (Yamaguchi et al., 2017).



Figura 14. Frutos de Piquiá (Chisté y Mercadante., 2012).

En cuanto a los compuestos funcionales, Chisté et al., (2012), evaluaron el potencial de los extractos de pulpa de piquiá eliminar especies reactivas de oxígeno y nitrógeno, reportan que el perfil de compuestos fenólicos mostró que el ácido elágico y el ácido gálico fueron los principales compuestos. En cuanto al perfil de carotenoides se identificaron 9- cis- neoxantina, violaxantina, anteraxantina, zeaxantina, luteína y β -caroteno. Lo que coincide con Yamaguchi et al., (2017) quienes identificaron en los extractos de pulpa mayores cantidades de ácidos gálico y elágico.

Chiste y Mercadante et al., (2012), realizaron la identificación y cuantificación, por HPLC-DAD-MS / MS, de carotenoides y compuestos fenólicos de piquiá, reportan que los principales compuestos fenólicos identificados fueron ácido gálico, seguido de ácido rasgónico aromático y ácido elágico. Los principales carotenoides identificados fueron anteraxantina, zeaxantina y un carotenoide similar a la luteína

8.16 Inajá (*Maximiliana maripa*)

Fruto con forma ovoide, 4.13-4.22 cm de diámetro longitudinal y 2.55-2.78 cm de diámetro transversal, pulpa mucilaginosa, intercalada con fibras (figura 15), lo que resulta en una textura esponjosa de color amarillo claro, 9.34-9.67 g de peso fresco y 81.9-83.4% contenido de humedad (Neves et al., 2015).



Figura 15. Frutos de Inajá (Agrónomo Global., 2018).

Costa et al., (2019), realizaron el perfil de ácidos grasos de pulpa y nueces de frutas brasileñas, entre ellas Inajá, concluyen que son alimentos alternativos para la población que vive en estas regiones, pero también podrían ser una fuente de aceites vegetales de alta calidad que podrían venderse y contribuir considerablemente a la conservación de los bosques tropicales.

Santos et al., (2015), reportan que algunas de las especies que han llamado la atención, no solo por sus contenidos de lípidos sino también por sus compuestos bioactivos como esteroides, tocoferoles y carotenoides son: bacaba, buriti, inajá, pupunha y tucuma. Los aceites de Inajá en este estudio se caracterizaron por su alto contenido de licopeno.

8.17 Bacaba (*Oenocarpus bacaba*)

Es una fruta de palma nativa de Brasil que se encuentra en la región amazónica y la sabana de Brasil. Se consume localmente en forma de bebidas, helados y gelatina (Lauvai et al., 2017).

Produce bayas púrpuras (figura 16) comestibles que maduran entre diciembre y abril. Los frutos son recolectados en el sistema extractivo por las comunidades indígenas y fluviales y se usan para alimentarse como un jugo natural o procesarse en bebidas fermentadas, gelatinas y helados (Puerari et al., 2015).



Figura 16. Frutos maduros de Bacaba (MEPA., 2011).

Barros et al., (2017), evaluaron el potencial de compuestos bioactivos y actividad antioxidante en algunos residuos de frutas exóticas brasileñas (bacaba, arazá y achachairu), reportan que el residuo de bacaba obtuvo el valor más alto de compuestos fenólicos extraídos en el extracto metanólico, y concluyen que al comparar las extracciones acuosa y metanólica, fue posible concluir que para la mayoría de los ácidos fenólicos (ácido caféico, ácido clorogénico, ácido felúrico, ácido gálico, ácido p-cumárico, ácido protocatecínico y ácido vanílico), la extracción acuosa fue más eficiente que la extracción metanólica. La catequina y la epicatequina fueron la mayoría de los compuestos detectados y cuantificados en el residuo de bacaba. Además

concluyen que el residuo de bacaba es el más prometedor en relación con la presencia de compuestos bioactivos y su capacidad antioxidante. Por su parte Lauvai et al., (2017) reportan que bacaba es evidentemente una fuente prometedora de antioxidantes naturales con relevancia biológica en la adipogénesis.

Por último Abadio - Finco et al., (2017), Indican que el extracto de bacaba ejerce su acción sobre la inhibición de la proliferación celular principalmente a través de la inducción de la apoptosis y que bacaba puede considerarse como una fruta potencialmente quimiopreventiva.

8.18 Tucuma (*Astrocaryum vulgare*)

Tucuma es de la familia Coccineas y crece hasta 10 m alto, en un suelo elevado relativamente seco y que ocasionalmente se inunda, la pulpa produce un aceite naranja (18.18%) en el que predominan los ácidos grasos poliinsaturados y el grano produce una grasa (29.59%) rica en ácidos láuricos y ácidos mirísticos (Lima et al., 2008).



Figura 17. Frutos de Tucuma (Bony et al., 2012).

Lima et al., (2008), obtuvieron biodiesel de aceite de tucuma sintetizado por rutas metanólica y etanólica, reportan que el aceite de tucuma in natura se compone principalmente de láurico y mirístico. Las propiedades fisicoquímicas del biodiesel

metílico y etílico del aceite de tucuma concuerdan con los límites establecidos según la legislación brasileña (resolución 042 ANP) por lo que en estos términos es posible usarlo puro o mezclado con diésel mineral en motores de ciclo diésel, sin que sea necesario realizar ninguna adaptación a estas máquinas. Además, el biodiesel producido con etanol tiene tan buenas cualidades.

Bony et al., (2012), de acuerdo a sus resultados reportan que los principales ácidos grasos presentes en el aceite de pulpa de tucuma fueron ácidos oleico (63.5%) y palmítico (25%), otros ácidos grasos detectados fueron ácidos α -linolénico (3.5%), esteárico (2.4%) y linoleico (1.4%). El análisis de HPLC detectó tocoferoles en el aceite de tucuma, con $142,4 \pm 5,1 \mu\text{g}$ de α -tocoferol y $5,6 \pm 0,2 \mu\text{g}$ de β -tocoferol por 1 g de aceite (n =3).

Baldissera et al., (2017), reportan que la determinación de la concentración de ácidos grasos de tucuma indica que el ácido oleico / elaídico (368.7 mg / g de aceite) fue el ácido graso más abundante, seguido de palmítico (198.23 mg / g de aceite) y esteárico (26.9 mg / g de aceite). En otro de sus estudios Baldissera et al., (2017) reportan que el aceite de tucuma es un compuesto natural prometedor con acción protectora contra la diabetes y sus efectos secundarios, como los cambios en el sistema purinérgico, mejorando el sistema inmunitario.

8.19 Copaiba (*Copaifera langsdorffii*)

El fruto de esta leguminosa es dehiscente, ovoide, de color blanco pardo cuando está maduro, con semillas negras, oblongas y parcialmente cubierto con un arilo anaranjado (figura 18) (Esteves et al., 2011).



Figura 18. Semillas de Copaiba (Bioma Urbano., 2017).

Do Nascimento et al., (2012), estudiaron la variabilidad química de los volátiles de copaiba que crecen silvestres en la parte sureste de Brasil, reportan que los principales compuestos fueron β -cariofileno, germacreno D, espatulenol, óxido de cariofileno y iso-espatulenol. La cumarina se encontró solo en las semillas de copaiba.

Motta et al., (2017), analizaron los derivados del ácido galloilquínico de copaiba, concluyen que de identificaron nuevos derivados de ácido galloilquínico natural metilado de copaiba que son los principales responsables de la actividad gastroprotectora previamente encontrada para el extracto crudo de esta planta, lo que corrobora su uso popular. Además, los ácidos galloilquínicos aislados mostraron una citotoxicidad moderada contra las células del adenocarcinoma gástrico. Por su parte Batista et al., (2016), evaluaron el contenido de polifenoles, antioxidantes y efectos antimutagénicos de la fruta de copaiba, reportan que el ácido gálico fue el principal compuesto entre los 13 polifenoles identificados, entre los flavonoides en la pulpa de copaiba, la quercetina y sus derivados podrían destacarse, siendo la isoquercitrina el compuesto principal entre ellos.

Costa et al., (2015), reportan que los ácidos galloilquínicos junto con los flavonoides, pueden ser los principales responsables de la actividad antioxidante de los extractos de

hojas de copaiba. Motta et al., (2017) en otro de sus estudios reportan la identificación de derivados de ácido galloilquínico y de los compuestos afzelina y quercitrina que son flavonoides. Por último Souza de Oliveira et al., (2017), estudiaron la variabilidad química de aceites esenciales de copaiba en diferentes fases fenólicas, reportan que la identificación de los componentes químicos de los aceites esenciales, dio como resultado que los componentes principales fueron β -cariofileno, α -humuleno, germacreno B y óxido de cariofileno.

8.20 Bacuri (*Platonia insignis*)

Es una especie nativa amazónica, la fruta es amarilla y redonda (figura 19) con una corteza gruesa que compone la mayor parte de la fruta. La parte comestible es blanca con un fuerte aroma y sabor dulce. La fruta bacuri se puede utilizar como fruta fresca, también en la preparación de jugos, helados, mermeladas y gelatinas (Jacomino et al., 2018). Sus semillas se utilizan para tratar enfermedades inflamatorias, diarrea y problemas de la piel en las prácticas médicas tradicionales (Lustosa et al., 2017).



Figura 19.Frutos de Bacuri (Amazon Oil, 2018).

Da Costa Júnior et al., (2011), realizaron la Identificación de los compuestos químicos en la fracción de acetato de etilo de bacuri, los principales compuestos identificados fueron xantonas (76.19%) y algunos ácidos grasos (19.71%).

Lustosa et al., (2016), realizaron la evaluación inmunomoduladora y toxicológica de las semillas de fruta de bacuri, reportan que el extracto de semillas de bacuri, indujo baja citotoxicidad y propiedad inmunomoduladora, que es marcadamente importante en la activación de los mecanismos de defensa. Además dicho extracto de semillas no mostró ningún signo toxicológico después del tratamiento oral agudo en ratas y se demuestra un perfil de seguridad para el uso medicinal de esta especie.

Uekane et al., (2017), reportan que la mayoría de los compuestos químicos identificados de la pulpa de bacuri con la columna polar eran terpenoides (41% de los compuestos identificados totales), seguidos por alcoholes no terpénicos (24%), ésteres (15%), cetonas (9%) y aldehídos (6%), mientras que aproximadamente el 3% fueron ácidos carboxílicos. En la columna apolar por su parte se identificaron principalmente n-decanal n-hexadecano, geranilacetona, palmitato de etilo, óxido geránico, 1-heptanol, fenol, 3-etilfenol, 2-fenoxietanol, benzoato de butilo, n-tetradecano, n-dodecanal, n-pentadecano y oleato de metilo.

Fontenele et al., (2010), realizaron la conservación de bacuri almacenado a diferentes temperaturas de refrigeración y recubiertos con película de PVC por un periodo de 36 días, reportan que la calidad físico-química de bacuri no se ve afectada por las diferentes temperaturas de almacenamiento estudiadas y que hubo una reducción de los contenidos de sólidos solubles totales, acidez total titulable y de los azúcares solubles totales y aumento del pH de bacuri durante los 36 días de almacenamiento.

8.21 Murici (*Byrsonima crassifolia*)

La fruta esférica de 1-2 cm de diámetro es apreciada por la población local debido a su típico aroma a queso rancio y por lo general se consume en forma natural, o como

helado, jugo, gelatina y licor. La fruta madura presenta color amarillo (figura 20) y pulpa suave (Mariutti et al., 2013).



Figura 20. Frutos de Murici (SNICS, 2017).

Herrera-Ruiz et al., (2011), reportan que sus hallazgos sugieren que los flavonoides rutina, hesperidina y quercetina identificados en extractos de murici podrían estar involucrados en los efectos antidepresivos. De Souza et al., (2017), identificaron en sus análisis químicos la presencia de ácido gálico, catequina, epigallocatequina y quercetina en murici, los valores de compuestos fenólicos fueron de 540 mg GAE / g peso seco, en cuanto a la actividad antioxidante (DPPH) fue de $IC_{50}=1.82 \pm 0.07 \mu\text{g} / \text{ml}$. Por su parte Mariutti et al., (2014), reportan que los principales compuestos fenólicos identificados fueron la quercetina, seguida del ácido gálico. Mariutti et al., (2013), en otro de sus estudios reportan que murici es una buena fuente de luteína (17,3 g / g de fruta liofilizada) y zeaxantina (3,5 g /g de fruta liofilizada).

Maldini et al., (2011), identificaron en sus análisis fitoquímicos la presencia de los compuestos 2 (3-O ácido galloilquínico) y 6 (+) epicatequina galato como los principales constituyentes fenólicos en la corteza de murici.

Da Silva et al., (2016), estudiaron el período de cosecha de la fruta murici, reportan que los frutos mostraron un período de desarrollo de 49 días; posteriormente, hubo un

rápido avance de la senescencia de la fruta. Además de acuerdo a sus resultados concluyen que los frutos de murici mostraron un comportamiento climatérico y una importante actividad antioxidante relacionada con la presencia de compuestos fenólicos y vitamina.

Tabla 2. Compuestos Funcionales de Frutas Nativas Amazónicas.

| Número | Nombre | Compuestos Funcionales | Propiedad Funcional | Referencias |
|--------|---|--|--|---|
| 1 | Arazá (<i>Eugenia stipitata</i>) | Compuestos fenólicos (ácidos clorogénico, gálico y caféico), Carotenoides (xantofilas y carotenos). | Antioxidante, antimutagénica, y antígenotóxica. | Garzón et al., (2014); Cuellar et al., (2013) Neri - Numa et al., (2013). |
| 2 | Copoazú y/o Cacao Amazónico (<i>Theobroma grandiflorum</i>) | Teobromina, compuestos volátiles (aldehídos, cetonas y alcoholes, el butanoato de etilo, hexanoato de etilo y el linalool), ácidos grasos insaturados y flavonoides. | Antioxidante, probiótica y reducción de la hipertrigliceridemia. | Pereira et al., (2017); Barros et al., (2016); Melo Ramos et al., (2016); De Oliveira et al., (2013); Criollo et al., (2010), Quijano et al., (2007). |
| 3 | Cocona (<i>Solanum sessiliflorum Dunal</i>) | Ácido ascórbico, ácido p-cumárico, ácido p-hidroxidihidrocumárico, naringenina, salicilato de metilo, hidrocarburos de cadena larga, ácidos grasos y sus ésteres metílicos y etílicos. | Antioxidante; hipocolesterolemia y antígenotóxica. | Maia et al., (2015); Serna et al., (2015); Cardona et al., (2014); Hernández et al., (2014). |
| 4 | Macambo (<i>Theobroma bicolor</i>) | Compuestos fenólicos (flavonoides) | Antioxidante. | Sotero et al., (2011). |
| 5 | Canangucha (<i>Mauritia flexuosa</i>) | Compuestos fenólicos (ácidos fenólicos y flavonoides) y carotenoides | Antioxidante y antimicrobiana. | Milanez et al., (2016) Candido et al., (2015); Bataglion et al., (2014); De Oliveira et al., (2013); Koolen et al., (2013). |

| | | | | |
|----|---|--|---|---|
| 6 | Bacuri (<i>Platonia insignis</i>) | Xantonas, ácidos grasos y terpenoides. | Antiinflamatoria y propiedad inmunomoduladora. | Uekane et al., (2017); Lustosa et al., (2016); Da Costa Júnior et al., (2011). |
| 7 | Sacha Inchi (<i>Plukenetia volubilis</i>) | Ácidos grasos poliinsaturados, tocoferoles, fitoesteroles, compuestos fenólicos. | Antioxidante. | Gutiérrez et al., (2017); Zanqui et al., (2016); Chirinos et al., (2013); Maurer et al., (2012). |
| 8 | Camu – Camu (<i>Myrciaria dubia</i>) | Compuestos fenólicos (flavonoides) carotenoides, y Vitamina C, | Antioxidante, antimicrobiana y antigenotóxica. | Neves et al., (2015); Fujita et al., (2013); Souza et al., (2013); Da silva et al., (2012), Akter et al., (2011); Chirinos et al, (2010). |
| 9 | Marañón (<i>Anacardium occidentale</i>) | Compuestos fenólicos (flavonoides), carotenoides, tocoferoles, y ácidos anacárdicos. | Antioxidante, analgésica antiinflamatoria, antibacteriana y broncodilatadora. | Awakan et al., (2018) ;Da Silva et al., (2018); Schweiggert et al., (2016); Ajileye et al., (2015) ;Tan y Chan (2014);Trox et al., (2011); Michodjehoun-Mestres et al., (2009), |
| 10 | Uxi (<i>Endopleura uchi</i>) | Bergenina, arabinogalactano y carotenoides. | Antiinflamatoria, antioxidante y antiproliferativa. | Silva y Teixeira., (2015); Bento et al., (2014); Tacon y Freitas., (2013) Magalhães et al., (2007). |

| | | | | |
|----|--|--|---|--|
| 11 | Acai (<i>Euterpe oleracea</i>) | Compuestos fenólicos (flavonoides) y carotenoides. | Antioxidante, leishmanicida, antimicrobiana, inmunomoduladora y antigenotóxica. | Díaz- Souza et al, (2018); Da Silva et al., (2018); Garzón et al., (2017); Barros et al., (2015); Romualdo et al., (2015); Rojano et al., (2011). |
| 12 | Chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) | Ácidos grasos insaturados (oleico linoleico y linolénico), carotenoides (β -caroteno, luteína, zeaxantina, β -criptoxantina y α -caroteno) y fibra dietética | Provitamínica A, | Basto et al., (2016); Girón y Santos., (2016); Restrepo et al., (2016); Bolanho et al., (2015); Ordoñez-Santos et al., (2015); Espinoza-Pardo et al., (2014); Rojas-Garbanzo et al., (2011). |
| 13 | Nuez Amazónica (<i>Bertholletia excelsa</i>) | Selenio y compuestos fenólicos (galocatequina, ácido protocatecúico, catequina, ácido vanílico, taxifolina, ácido elágico y quercetina) | Antioxidante. | Cardoso et al., (2017);Freitas-Silva y Venâncio (2011); John y Shahidi (2010), |
| 14 | Guaraná (<i>Paullinia cupana</i>) | Compuestos fenólicos (catequina, epicatequina, proantocianidinas teobromina, teofilina, cafeína) y fibras dietéticas. | Antioxidante, estimulante, antimicrobiana, antihiper glucémico y efectos citoprotectores. | Machado et al., (2018); Bonadiman et al., (2017); Da silva et al., (2017); Silva et al., (2017); Marques et al., (2016), Dalonso y Petkowicz., (2012); Majhenič et al., (2007). |

| | | | | |
|----|---|---|--|---|
| 15 | Piquiá (<i>Caryocar villosum</i>) | Compuestos fenólicos (ácido elágico y el ácido gálico) y carotenoides (9- cis-neoxantina, violaxantina, anteraxantina, zeaxantina, luteína y β -caroteno) | Antioxidante. | Yamaguchi et al., (2017); Chisté et al., (2012); Chiste y Mercadante et al., (2012). |
| 16 | Inajá (<i>Maximiliana maripa</i>) | Ácidos grasos y carotenoides (licopeno). | Antioxidante. | Santos et al., (2015); Costa et al., (2011). |
| 17 | Bacaba (<i>Oenocarpus bacaba</i>) | Compuestos fenólicos (ácidos fenólicos y flavonoides). | Antioxidante e inducción de la apoptosis. | Abadio - Finco et al., (2017); Barros et al., (2017), |
| 18 | Tucuma (<i>Astrocaryum vulgare</i>) | Ácidos grasos poliinsaturados y tocoferoles. | Acción protectora contra la diabetes y mejora del sistema inmunitario. | Baldissera et al., (2017); Bony et al., (2012); Lima et al., (2008). |
| 19 | Copaiba (<i>Copaifera langsdorffii</i>) | Compuestos fenólicos (derivados del ácido galloilquínico, ácido gálico, flavonoides) y compuestos volátiles (β -cariofileno, α -humuleno, germacreno B, espatulenol y óxido de cariofileno. | Actividad gastroprotectora y antioxidantes. | Souza de Oliveira et al., (2017); Motta et al., (2017); Batista et al., (2016); Costa et al., (2015); Do Nascimento et al., (2012). |
| 20 | Murici (<i>Byrsonima crassifolia</i>) | Compuestos fenólicos (flavonoides, y ácidos fenólico), carotenoides | Antioxidantes y efectos antidepresivos. | De Souza et al., (2017); Mariutti et al., (2014); Mariutti et al., (2013); Herrera-Ruiz et al., (2011); Maldini et al., (2011). |

Tabla 3. Cuantificación de Compuestos Fenólicos de Frutas Nativas Amazónicas.

| Número | Nombre | Valor estimado | Referencias |
|--------|---|--|--|
| 1 | Arazá (<i>Eugenia stipitata</i>) | 184.05 ± 8.25 mg GAE /100 g DW | Neri - Numa et al., (2013). |
| 2 | Copoazú y/o Cacao Amazónico (<i>Theobroma grandiflorum</i>) | 784 ± 54 mg CA/100 g DW | De Oliveira et al., (2013). |
| 3 | Macambo (<i>Theobroma bicolor</i>) | 161.82 ± 0.02 mg GAE /100 DW; 5738,81± 0,10 mg CA /100g | González et al., (2016); Sotero et al., (2011); |
| 4 | Canangucha (<i>Mauritia flexuosa</i>) | 362.90 ± 7.98 mg GAE /100 g FW; 378.07 ± 3.12 mg GAE /100 g | Koolen et al., 2013; Candido et al., (2015) |
| 5 | Sacha Inchi (<i>Plukenetia volubilis</i>) | 64.6 - 80.0 mg GAE /100 g | Chirinos et al., (2013) |
| 6 | Camu – Camu (<i>Myrciaria dubia</i>) | 81.6 – 13938 mg GAE /100 g DW 1320 ± 102 mg GAE /100 g FW 24,900 ± 140 mg CA /100 g DW | Fujita et al., (2015); (Neves et al., 2015); De Souza et al., 2014; Chirinos et al, (2010) |
| 7 | Marañón (<i>Anacardium occidentale</i>) | 86.75 ± 0.02 mg GAE /100 g DW; 129 ± 0,15 - 3890 ± 336 mg GAE /100 g | Rodríguez et al., (2017); Tan y Chan (2014); Uslu y Ozcan., (2017). |
| 8 | Uxi (<i>Endopleura uchi</i>) | (31.89 a 47.82%); 121.4 mg GAE/ 100 g DW | (Neves et al., 2015); Tacon y Freitas., (2013) |

| | | | |
|----|--|--|--|
| 9 | Acai (<i>Euterpe oleracea</i>) | 3172,3 – 4786 mg GAE / 100 g DW | Garzón et al., (2017); (Neves et al., 2015); Rojano et al, (2011), |
| 10 | Nuez Amazónica (<i>Bertholletia excelsa</i>) | 1236.07 ± 63.84 mg GAE/ 100 g DW | John y Shahidi (2010). |
| 11 | Guaraná (<i>Paullinia cupana</i>) | 128 186 mg GAE/ g DW; | Silva et al., (2017); Majhenič et al., (2007) |
| 12 | Piquiá (<i>Caryocar villosum</i>) | 82.7 ± 100 mg GAE/100 g; 4,917.91 mg GAE / 100 g FW | Yamaguchi et al., (2017);Chisté et al., (2012) |
| 13 | Inajá (<i>Maximiliana maripa</i>) | 1073.2 mg GAE/ 100 g DW | (Neves et al., 2015). |
| 14 | Bacaba (<i>Oenocarpus bacaba</i>) | 1537.45 - 1759.27 mg GAE / 100 g FW | Abadio - Finco et al., (2017);Barros et al., (2017), |
| 15 | Copaiba (<i>Copaifera langsdorffii</i>) | 195 ± 7.35 mg GAE / 100 g DW | Batista et al., (2016) |
| 16 | Murici (<i>Byrsonima crasifolia</i>) | 2976.7 - 54000 mg GAE/ 100 g DW | De Souza et al., (2017);(Neves et al., 2015) |
| 17 | Cocona (<i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal) | N/R | |
| 18 | Bacuri (<i>Platonia insignis</i>) | N/R | |
| 19 | Chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) | N/R | |

| | | | |
|----|--|-----|--|
| 20 | Tucuma (<i>Astrocaryum vulgare</i>) | N/R | |
|----|--|-----|--|

NR: no reportado, GAE: Acido gálico, CA: Catequina, DW: Peso seco y FW: Peso fresco.

Los valores más altos de compuestos fenólicos (mg GAE/ 100 g DW) reportados son para murici (54000) seguido de camu camu (13938), acai (4786), marañón (3890) y nuez amazónica (1236.07).

Tabla 4. Capacidad Antioxidante de Frutas Nativas Amazónicas.

| Número | Nombre | 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) | Absorción de radicales libres de oxígeno (ORAC) | Ácido 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico) (ABTS) | Poder reductor / antioxidante férrico (FRAP) | Referencias |
|--------|--|---|---|---|--|---|
| 1 | Arazá (<i>Eugenia stipitata</i>) | IC 50 0.69 ± 0.23 µg / mL DW | 371.98 ± 11.50 µmol TE / 100 g DW | N/R | N/R | Neri - Numa et al., (2013). |
| 2 | Copoazú y/o Cacao Amazónico (<i>Theobroma grandiflorum</i>) | 1913 ± 228 µmol TE / 100 g DW | 13628 ± 184 µmol TE / 100 g DW | N/R | N/R | De Oliveira et al., (2013). |
| 3 | Macambo (<i>Theobroma bicolor</i>) | 1.93 ± 0.02 µmol TE / 100 g FW; IC 50 7550 ± 0,25 µg /ml | N/R | N/R | N/R | González et al., (2016); Sotero et al., (2011) |
| 4 | Canangucha (<i>Mauritia flexuosa</i>) | IC 50 19580 ± 0.06 4 µg/ml | N/R | 3302 µmol TE / 100 g FW; | 280.80 ± 37.99 µmol FeSO ₄ · 7H ₂ O equiv / 100 g | Candido et al., (2015); Koolen et al., (2013). |
| 5 | Sacha Inchi (<i>Plukenetia volubilis</i>) | N/R | 650 – 980 µmol TE / 100 g | N/R | N/R | Chirinos et al., (2013). |
| 6 | Camu – Camu (<i>Myrciaria dubia</i>) | 18500 ± 11 (µmol TE / 100 g FW); 2138.7– 167900 (µmol TE / g 100 | 3060.8 – 100200 (µmol TE / 100 g DW) | N/R | N/R | Neves et al., (2015); De Souza et al., (2014); Da silva et al., (2012) |

| | | | | | | |
|----|---|---|-----------------------------------|---|--|--|
| | | DW); IC 50 1116.87 ± 0.0 64 µg / ml | | | | ;Chirinos et al., (2010); |
| 7 | Marañón (<i>Anacardium occidentale</i>) | 407 mg TE / 100 g; 39.94 ± 0.00 (%); 6620 ± 513 mg de ácido ascórbico / 100 g | N/R | 173 mg TE /100 g | 1334 mg de ácido ascórbico / 100g | Rodriguez et al., (2017); Uslu y Ozcan., (2017);Tan y Chan (2014), |
| 8 | Uxi (<i>Endopleura uchi</i>) | IC 50:(27.0 - 33.0 µg / mL DW) ; (4,02 y 5,87 µg / ml) | N/R | N/R | N/R | Silva y Teixeira., (2015); Tacon y Freitas., (2013), |
| 9 | Acai (<i>Euterpe oleracea</i>) | 21,049 ± 3071.0 µmol TE/100 g DW; (12420 µmol TE ± 465 /100 g DW); 609.1 µmol TE / g DW IC50:8.8 ± 0.27 µg / mL | 686.0 101336.1 µmol TE / 100 g DW | 24.7 ± 10.6 – 40330 ± 19656 µmol TE / 100 g DW) | 3834 ± 56 mg de Ácido ascórbico/100 g DW | Garzón et al., (2017); Barros et al., 2015; Neves et al., (2015);Rojano et al, (2011), |
| 10 | Nuez Amazónica (<i>Bertholletia excelsa</i>) | 9534 ± 3.08µmol de catequina eq / 100 g | 18938 ± 13,14 µmol de TE / 100g | | | John y Shahidi (2010) |
| 11 | Guaraná (<i>Paullinia cupana</i>) | IC50=8.5 µg / ml (Valor aproximado tomado de gráfico) | N/R | N/R | N/R | Klein et al., (2015) |

| | | | | | | |
|----|--|--|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---|
| 12 | Piquiá (<i>Caryocar villosum</i>) | 8.48 ± 0.49 µg / ml | N/R | 4.43±0.06 µg / ml | N/R | Yamaguchi et al., (2017) |
| 13 | Inajá (<i>Maximiliana maripa</i>) | 157.8 µmol de TE /100 g DW | 134.0 µmol de TE /100 g DW | | | Neves et al., (2015). |
| 14 | Bacaba (<i>Oenocarpus bacaba</i>) | N/R | 15,285.51 ± 20,38 µmol TE / 100 g FW | 5588.23 ± 62.4 mg VCE/100 g FW | 16,916.37 ± 10.01 µmol TE / 100 g FW | Barros et al., (2017), |
| 15 | Copaiba (<i>Copaifera langsdorffii</i>) | IC ₅₀ = 1170 ± 0.07 µg/ml | N/R | N/R | N/R | Batista et al., (2016) |
| 16 | Murici (<i>Byrsonima crassifolia</i>) | 311.0 µmol de TE /100 g DW IC ₅₀ =1.82 ± 0.07 µg / ml DW | 240.6 µmol de TE /100 g DW | N/R | N/R | De Souza et al., (2017); Neves et al., (2015). |
| 17 | Cocona (<i>Solanum sessiliflorum Dunal</i>) | N/R | N/R | N/R | N/R | |
| 18 | Bacuri (<i>Platonia insignis</i>) | N/R | N/R | N/R | N/R | |
| 19 | Chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) | N/R | N/R | N/R | N/R | |
| 20 | Tucuma (<i>Astrocaryum vulgare</i>) | N/R | N/R | N/R | N/R | |

NR: no reportado, TE: Equivalente trolox, VCE: Equivalente vitamina C, DW: Peso seco y FW: Peso fresco, IC₅₀: inhibición del 50% del radical libre.

Las frutas con mayores valores de capacidad antioxidante reportada fueron:

DPPH (μmol de TE /100 g DW), camu camu (167900), acai (21,049) y nuez amazónica (9534). ORAC (μmol TE/100 g DW), acai (101336.1), camu camu (100200), y nuez amazónica (18938). Para ABTS (μmol TE / 100 g FW), acai (40330) y canangucha (3302) y por último para FRAP los resultados de la capacidad antioxidante están expresados en las diferentes frutas en unidades no comparables entre sí.

Tabla 5. Aprovechamiento Agroindustrial de Frutas Nativas Amazónicas.

| Número | Nombre | Aprovechamiento Agroindustrial | Referencias |
|--------|---|---|---|
| 1 | Arazá (<i>Eugenia stipitata</i>) | Pulpa congelada, confite y jugo clarificado | Millan et al., (2007); Bustos et al., (2011) y Ramírez et al., (2011). |
| 2 | Copoazú y/o Cacao Amazónico (<i>Theobroma grandiflorum</i>) | Cupulate y licor. | Criollo et al., (2010); Melo Ramos et al., (2016). |
| 3 | Cocona (<i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal) | Jugos, mermeladas, dulces, chips y jalea. | Agudelo et al., (2015) Hernández et al., 2014; Yuyama et al., (2008). |
| 4 | Macambo (<i>Theobroma bicolor</i>) | Biorrefinerías y alternativa para producción de dulces y extracción de mantequilla. | González et al., (2016). |
| 5 | Canangucha (<i>Mauritia flexuosa</i>) | Bebidas, aceite y Biodiésel. | Cunha et al., (2012); Milanez et al., (2016); Pereira et al., (2017). |
| 6 | Bacuri (<i>Platonia insignis</i>) | Forma natural, o como helado, jugo, gelatina y licor. | Mariutti et al., 2013. |
| 7 | Sacha Inchi (<i>Plukenetia volubilis</i>) | Biodiesel, películas comestibles y aceite. | González-Linares et al., (2017); Niu et al., (2014); Zuleta et al., (2012). |
| 8 | Camu – Camu (<i>Myrciaria dubia</i>) | Sorbetes, puré, pulpa deshidratada, jugo, mermeladas y helados. | Akter et al., (2011); Souza et al., (2013); Neves et al., (2015). |
| 9 | Marañón (<i>Anacardium occidentale</i>) | Pulpa, jugo, néctar congelado y sustituto de grasa en hamburguesas de pollo. | Rodríguez et al., (2017); Guedes-Oliveira et al., (2016). |

| | | | |
|----|--|---|--|
| 10 | Uxi (<i>Endopleura uchi</i>) | Pulpa, helado y licor. | Magalhães et al., (2007). |
| 11 | Acai (<i>Euterpe oleracea</i>) | Pulpa congelada, acai en polvo, helados, cremas, mermeladas, caramelos y aceite. | Da silva et al., (2016); Yamaguchi et al, (2015); Caldas et al., (2013); Tonon et al., (2010). |
| 12 | Chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) | Compuestos biodegradables, suplemento alimenticio en pollos y harinas. | Pereira da Silva et al., (2017); Pereira da Silva et al., (2017); Basto et al., (2016). |
| 13 | Nuez Amazónica (<i>Bertholletia excelsa</i>) | Comercialización de la nuez, biodiesel. | Callisaya y Alvarado (2016); Stachiw et al., (2016). |
| 14 | Guaraná (<i>Paullinia cupana</i>) | Bebidas energéticas, cápsulas y guaraná en polvo. | Schimpl et al., 2013; Dalonso y Petkowicz, (2012). |
| 15 | Piquiá (<i>Caryocar villosum</i>) | Pulpa natural. | Yamaguchi et al., (2017). |
| 16 | Inajá (<i>Maximiliana maripa</i>) | Aceite. | Santos et al., (2015); Costa et al., (2011). |
| 17 | Bacaba (<i>Oenocarpus bacaba</i>) | Bebidas, helados y gelatina. | Lauvai et al., (2017). |
| 18 | Tucuma (<i>Astrocaryum vulgare</i>) | Aceite y biodiésel. | Lima et al., (2008); Baldissera et al., (2017). |
| 19 | Copaiba (<i>Copaifera langsdorffii</i>) | Aceites esenciales. | Souza de Oliveira et al., (2017). |
| 20 | Murici (<i>Byrsonima crassifolia</i>) | Fruta fresca, también en la preparación de jugos, helados, mermeladas y gelatinas | Jacomino et al., (2018). |

9. CONCLUSIONES

Se evaluó el estado del arte de los compuestos funcionales y el aprovechamiento agroindustrial de veinte frutas nativas amazónicas. Entre los principales compuestos funcionales reportados en las diferentes investigaciones se encuentran compuestos fenólicos, ácidos grasos insaturados, carotenoides, fitoesteroles y tocoferoles, siendo los flavonoides y los carotenoides los grupos de mayor interés.

Los compuestos fenólicos son cuantificados utilizando el reactivo de Folin Ciocalteu, de dicho grupo merece atención especial los flavonoides que son los fitoquímicos más estudiados, debido a su carácter antioxidante. Mientras que los carotenoides además de ser antioxidantes cumplen función como precursores de vitamina A. Entre las frutas estudiadas, existe un grupo de frutas oleaginosas en las que la caracterización química ha arrojado la identificación de ácidos grasos insaturados, fitoesteroles y tocoferoles con efectos beneficiosos en el organismo.

El principal efecto beneficioso reportado ha sido el antioxidante, evaluado en la mayoría de las frutas investigadas, otras propiedades funcionales reportadas son: propiedades antimicrobianas, antimutagénicas, antígenotóxicas, analgésicas, inmunomoduladoras, anticancerígenas, broncodilatadoras, antiproliferativas, antiinflamatorias, efectos hipercolesterolémicos, actividad leishmanicida, inducción de la apoptosis, acción protectora contra la diabetes, actividad gastroprotectora y efectos antidepresivos.

Los métodos de determinación de capacidad antioxidante más utilizados fueron DPPH, FRAP, ABTS Y ORAC. La comparación de dicha capacidad antioxidante entre las frutas solo debe realizarse cuando las condiciones (método, solvente, muestreo, expresión de resultados etc.) analizadas son las mismas, es por esto que los resultados no pudieron ser comparables y es la desventaja que se presenta a la hora de la comparación de capacidades antioxidantes de diversas frutas.

En cuanto al aprovechamiento agroindustrial utilizado en las diferentes investigaciones se encontraron: pulpas refrigeradas y/o congeladas, jugos, mermeladas, helados, gelatinas, bebidas energéticas, dulces, licores, películas comestibles, comercialización de nueces, así como la obtención de aceites y biodiesel de algunas frutas oleaginosas. Cabe recalcar que muchas de las frutas nativas amazónicas son muy perecederas por lo que es esencial aplicar métodos de conservación y procesamientos agroindustriales para aumentar la vida útil de estas frutas y que sean una fuente de ingresos en esta región extensa y con muchas diversidades de especies vegetales.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abadio Finco, F. D. B., Kloss, L., & Graeve, L. (2016). Bacaba (*Oenocarpus bacaba*) phenolic extract induces apoptosis in the MCF-7 breast cancer cell line via the mitochondria-dependent pathway. *NFS Journal*, 5, 5–15. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2016.11.001>.

Acai: una fruta que cada vez despierta más interés en el mundo. (2015). Disponible en <http://www.pregonagropecuario.com/cat.php?txt=6119>.

Agrónomo Global, (2018). Palmera Inajá, nueva fuente de biocombustible. Disponible en <https://agronomoglobal.blogspot.mx/2010/02/el-inaja-maximiliana-maripa-aublet.html>.

Agudelo, C., Igual, M., Talens, P., & Martínez-Navarrete, N. (2015). Optical and mechanical properties of cocona chips as affected by the drying process. *Food and Bioproducts Processing*, 95, 192–199. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2015.05.009>.

Aguiar, F., Menezes, V., & Rogez, H. (2013). Spontaneous postharvest fermentation of açai (*Euterpe oleracea*) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 86, 294–299. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.07.015>.

Ajileye, O. O., Obuotor, E. M., Akinkunmi, E. O., & Aderogba, M. A. (2015). Isolation and characterization of antioxidant and antimicrobial compounds from *Anacardium occidentale* L. (*Anacardiaceae*) leaf extract. *Journal of King Saud University - Science*, 27(3), 244–252. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2014.12.004>.

Akter, M. S., Oh, S., Eun, J. B., & Ahmed, M. (2011). Nutritional compositions and health promoting phytochemicals of camu-camu (*Myrciaria dubia*) fruit: A review. *Food Research International*, 44(7), 1728–1732. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.045>.

Alvarez, E. Murillo, W. Murillo, E. Rojano, B. Mendez, J. (2016). Caracterización y extracción lipídica de las semillas del cacao amazónico (*Theobroma grandiflorum*). *Ciencia En Desarrollo*, 7(1), 103–109.

Amazon Oil, (2018). Bacuri-Butter (*Platonia insignis*, *Clusiaceae*). Disponible en <http://www.amazonoil.com.br/en/products/butter/bacuri.htm>.

Aquino, S., Gonçalves, E., Reis, T. A., Sabundjian, I. T., Trindade, R. A., Rossi, M. H., Villavicencio, A. L. C. H. (2007). Effect of γ -irradiation on mycoflora of guarana (*Paullinia cupana*). *Radiation Physics and Chemistry*, 76(8–9), 1470–1473. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2007.02.054>.

Arellano, A. E., Rojas, Zavaleta, I., & Paucar, M. L. (2016). Camu-camu (*Myrciaria dubia*): Tropical fruit of excellent functional properties that help to improve the quality of life. *Scientia Agropecuaria*, 7, 433–443. Recuperado de <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.04.08>.

Arias, V, C., & Toledo Hevia, J. (2007). Manual de manejo postcosecha de frutas Tropicales (Papaya, piña, plátano, cítricos). Organización de Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación (FAO), 1, 50.

Ávila, S, R., & López, Malo. A. (2008). Aplicación De Sustancias a Recubrimientos Comestibles. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* 2. [http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No2-Vol-2/TSIA-2\(2\)-Avila-Sosa-et-al-2008a.pdf](http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No2-Vol-2/TSIA-2(2)-Avila-Sosa-et-al-2008a.pdf).

Awakan, O. J., Malomo, S. O., Adejare, A. A., Igunnu, A., Atolani, O., Adebayo, A. H., & Owoyele, B. V. (2018). Anti-inflammatory and bronchodilatory constituents of leaf extracts of *Anacardium occidentale L.* in animal models. *Journal of Integrative Medicine*, 16(1), 62–70. <https://doi.org/10.1016/j.joim.2017.12.009>.

Baldissera, M. D., Souza, C. F., Doleski, P. H., Grando, T. H., Sagrillo, M. R., da Silva, A. S., Monteiro, S. G. (2017). Treatment with tucumã oil (*Astrocaryum vulgare*) for diabetic mice prevents changes in seric enzymes of the purinergic system: Improvement

of immune system. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 94, 374–379. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.07.113>.

Baldissera, M. D., Souza, C. F., Grando, T. H., Cossetin, L. F., Sagrillo, M. R., Nascimento, K., Monteiro, S. G. (2017). Antihyperglycemic, antioxidant activities of tucumã oil (*Astrocaryum vulgare*) in alloxan-induced diabetic mice, and identification of fatty acid profile by gas chromatograph: New natural source to treat hyperglycemia. *Chemico-Biological Interactions*, 270, 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2017.04.001>.

Barbosa, P. O., Pala, D., Silva, C. T., de Souza, M. O., do Amaral, J. F., Vieira, R. A. L., de Freitas, R. N. (2016). Açai (*Euterpe oleracea Mart.*) pulp dietary intake improves cellular antioxidant enzymes and biomarkers of serum in healthy women. *Nutrition*, 32(6), 674–680. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2015.12.030>.

Barros, H. R. de M., García-Villalba, R., Tomás-Barberán, F. A., & Genovese, M. I. (2016). Evaluation of the distribution and metabolism of polyphenols derived from cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) in mice gastrointestinal tract by UPLC-ESI-QTOF. *Journal of Functional Foods*, 22, 477–489. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.02.009>.

Barros, L., Calhelha, R. C., Queiroz, M. J. R. P., Santos-Buelga, C., Santos, E. A., Regis, W. C. B., & Ferreira, I. C. F. R. (2015). The powerful in vitro bioactivity of *Euterpe oleracea Mart.* seeds and related phenolic compounds. *Industrial Crops and Products*, 76, 318–322. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.05.086>.

Barros, R. G. C., Andrade, J. K. S., Denadai, M., Nunes, M. L., & Narain, N. (2017). Evaluation of bioactive compounds potential and antioxidant activity in some Brazilian exotic fruit residues. *Food Research International*, 102(September), 84–92. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.082>.

Basto, G. J., Carvalho, C. W. P., Soares, A. G., Costa, H. T. G. B., Chávez, D. W. H., Godoy, R. L. de O., & Pacheco, S. (2016). Physicochemical properties and carotenoid content of extruded and non-extruded corn and peach palm (*Bactris gasipaes*, Kunth).

LWT - Food Science and Technology, 69, 312–318.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.12.065>.

Bataglion, G. A., da Silva, F. M. A., Eberlin, M. N., & Koolen, H. H. F. (2014). Simultaneous quantification of phenolic compounds in buriti fruit (*Mauritia flexuosa L.f.*) by ultra-high performance liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry. *Food Research International*, 66, 396–400.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.09.035>.

Batista, Â. G., Ferrari, A. S., Da Cunha, D. C., Da Silva, J. K., Cazarin, C. B. B., Correa, L. C., Maróstica Júnior, M. R. (2016). Polyphenols, antioxidants, and antimutagenic effects of *Copaifera langsdorffii* fruit. *Food Chemistry*, 197, 1153–1159.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.093>.

Bento, J. F., Noletto, G. R., & De Oliveira Petkowicz, C. L. (2014). Isolation of an arabinogalactan from *Endopleura uchi* bark decoction and its effect on HeLa cells. *Carbohydrate Polymers*, 101(1), 871–877. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.10.014>.

Bioma Urbano, (2017). Especies nativas. Disponible en http://biomaurbano.com/wp-content/uploads/2017/05/DSC_1804-Copy.jpg.

Bolanho, B. C., Danesi, E. D. G., & Beleia, A. D. P. (2015). Carbohydrate composition of peach palm (*Bactris gasipaes Kunth*) by-products flours. *Carbohydrate Polymers*, 124, 196–200. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.02.021>.

Bonadiman, B. da S. R., Cadoná, F. C., Assmann, C. E., Weis, G. C. C., de Oliveira Alves, A., Duarte, M. F., Da Cruz, I. B. M. (2017). Guarana (*Paullinia cupana*): Cytoprotective effects on age-related eye dysfunction. *Journal of Functional Foods*, 36, 375–386. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.07.027>.

Bony, E., Boudard, F., Brat, P., Dussossoy, E., Portet, K., Poucheret, P., Michel, A. (2012). Awara (*Astrocaryum vulgare M.*) pulp oil: Chemical characterization, and anti-inflammatory properties in a mice model of endotoxic shock and a rat model of

pulmonary inflammation. *Fitoterapia*, 83(1), 33–43.
<https://doi.org/10.1016/j.fitote.2011.09.007>.

Broinizi, P. R., De Andrade, W., E., Silva, A. M., Novoa, A. J., Torres, R. P., Azeredo, H. M., Mancini, F. (2007). Avaliação da atividade antioxidante dos compostos fenólicos naturalmente presentes em subprodutos do pseudofruto de caju (*Anacardium occidentale* L.). *Ciencia E Tecnologia de Alimentos*, 27(4), 902–908. Recuperado de <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000400035>.

Cadena, G. (2015). Un proyecto productivo alternativo en el municipio de Valparaiso (Caquetá, Colombia): perspectivas de futuro para su desarrollo económico y social. Universidad de León de España.

Caldas, E. K., Cortés, J. D., & Cortés. L.F. (2014). Extracción y Caracterización de Aceite de Naidí (Acai), *Revista NOOS.Universidad Nacional de Colombia*. 6(2), 13–20.

Callisaya, J. C., & Alvarado, J. A. (2016). Oxidative Stability in Almonds of *Bertholletia Excelsa*; Accelerated Deterioration of the Dry Fruits Under Thermal Conditions. *Revista Boliviana De Química*, 33(2), 62–71.

Campo-Gaviria J. M., Paz-Narváez, L. J & López-Medina, F.J. (2017). Utilización de chontaduro (*Bactris gasipaes*) enriquecida con *Pleurotus ostreatus* en pollos. *Revista Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*. , 15(2), 84–92. Retrieved from <http://revistabiotecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotecnologia/article/view/567/422>

Cámpora, C. (2016). Alimentos funcionales: Tecnología que hace la diferencia. *RIA. Revistas de Investigaciones Agropecuarias*, 42(2), 131–137.

Candido, T. L. N., Silva, M. R., & Agostini-Costa, T. S. (2015). Bioactive compounds and antioxidant capacity of buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.) from the Cerrado and Amazon biomes. *Food Chemistry*, 177, 313–319.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.041>.

Cantu-Jungles, T. M., Cipriani, T. R., Iacomini, M., Hamaker, B. R., & Cordeiro, L. M. C. (2017). A pectic polysaccharide from peach palm fruits (*Bactris gasipaes*) and its fermentation profile by the human gut microbiota in vitro. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 9(November 2016), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2016.11.005>.

Cantu-Jungles, T. M., De Almeida, C. P., Iacomini, M., Cipriani, T. R., & Cordeiro, L. M. C. (2015). Arabinan-rich pectic polysaccharides from buriti (*Mauritia flexuosa*): An Amazonian edible palm fruit. *Carbohydrate Polymers*, 122, 276–281. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.12.085>.

Cárdenas, G. A., Arrazola, G. & Villalba M. (2007). Dialnet-FrutasTropicales-5327083 (1). Compuestos Bioactivos Presentes En Frutas Tropicales, 1, 30–38. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5327083>.

Cardona, J., Cuca, L., & Barrera, J. (2011). Determination of some secondary metabolites in three ethnovarieties of cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal). *Revista Colombiana de Química*, 40(2), 185–200. Retrieved from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28042011000200004&tlng=.

Cardoso, B. R., Duarte, G. B. S., Reis, B. Z., & Cozzolino, S. M. F. (2017). Brazil nuts: Nutritional composition, health benefits and safety aspects. *Food Research International*, 100(August), 9–18. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.08.036>.

Castañeda, O. A., Pacheco, H, M., Paez, M.E., Rodriguez J, A., Galán, V. C. (2009) Chemical studies of anthocyanins: a review. *Food Chem.* 113(4): 859-871. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.001>.

Chacón, O.T., & Esquivel, R. P. (2013). Revisión frutos tropicales como fuente de carotenoides: biosíntesis, composición, biodisponibilidad y efectos del procesamiento. *Revista Venezolana de Ciencia Y Tecnología de Alimentos.*, 4(1), 1–23.

Chirinos, R., Galarza, J., Betalleluz-Pallardel, I., Pedreschi, R., & Campos, D. (2010). Antioxidant compounds and antioxidant capacity of Peruvian camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) fruit at different maturity stages. *Food Chemistry*, 120(4), 1019–1024. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.11.041>.

Chirinos, R., Zuloeta, G., Pedreschi, R., Mignolet, E., Larondelle, Y., & Campos, D. (2013). Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*): A seed source of polyunsaturated fatty acids, tocopherols, phytosterols, phenolic compounds and antioxidant capacity. *Food Chemistry*, 141(3), 1732–1739. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.04.078>.

Chisté, R. C., Freitas, M., Mercadante, A. Z., & Fernandes, E. (2012). The potential of extracts of *Caryocar villosum* pulp to scavenge reactive oxygen and nitrogen species. *Food Chemistry*, 135(3), 1740–1749. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.06.027>.

Chisté, R. C., & Mercadante, A. Z. (2012). Identification and Quantification, by HPLC-DAD-MS/MS, of Carotenoids and Phenolic Compounds from the Amazonian Fruit *Caryocar villosum*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(23), 5884–5892. <https://doi.org/10.1021/jf301904f>.

Colodel, C., Bagatin, R. M. das G., Tavares, T. M., & Petkowicz, C. L. de O. (2017). Cell wall polysaccharides from pulp and peel of cubiu: A pectin-rich fruit. *Carbohydrate Polymers*, 174(Supplement C), 226–234. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.06.052>.

Colombia INN, (2016), Maranatha: la fábrica de chocolates exóticos provenientes de la Amazonía. Disponible en: <http://colombia-inn.com.co/maranatha-la-fabrica-de-chocolates-exoticos-provenientes-de-la-amazonia/>.

Costa, A. R. M., Freitas, L. A. P., Mendiola, J., & Ibáñez, E. (2015). *Copaifera langsdorffii* supercritical fluid extraction: Chemical and functional characterization by LC/MS and in vitro assays. *Journal of Supercritical Fluids*, 100, 86–96. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2015.02.028>.

Costa, Paulo Afonso da, Ballus, Cristiano Augusto, Teixeira Filho, José, y Godoy, Helena Teixeira. (2011). Perfil de ácidos grasos de pulpa y nueces de frutas brasileñas. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 31 (4), 950-954. <https://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612011000400020>.

Criollo, J., Criollo, D., & Sandoval, A. (2010). Fermentación de la almendra de copoazú (*Theobroma grandiflorum Schum.*): evaluación y optimización del proceso. *Revista Corpoica - Ciencia Y Tecnología Agropecuaria*, 11(2), 107–115. Recuperado de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CO2013004091>.

Cuellar, F. A., Ariza, E., Anzola, C., & Restrepo, P. (2013). Estudio de la capacidad antioxidante del arazá (*Eugenia stipitata MC Vaugh*) durante la maduración TT - Capacidade antioxidante de aracá-boi (*Eugenia stipitat*. *Revista Colombiana de Química*, 42(2), 21–28. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28042013000200003&lang=pt%5Cnhttp://www.scielo.org.co/pdf/rcq/v42n2/v42n2a03.pdf.

Cunha, M. A. E., Neves, R. F., Souza, J. N. S., França, L. F., Araújo, M. E., Brunner, G., & MacHado, N. T. (2012). Supercritical adsorption of buriti oil (*Mauritia flexuosa Mart.*) in γ -alumina: A methodology for the enriching of anti-oxidants. *Journal of Supercritical Fluids*, 66, 181–191. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2011.10.021>.

Da Costa, J. S., De Almeida, A. A. C., Tomé, A. da R., Citó, A. M. das G. L., Saffi, J., & De Freitas, R. M. (2011). Evaluation of possible antioxidant and anticonvulsant effects of the ethyl acetate fraction from *Platonia insignis Mart.* (Bacuri) on epilepsy models. *Epilepsy and Behavior*, 22(4), 678–684. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2011.09.021>.

Da Silva, B. J. M., Souza-Monteiro, J. R., Rogez, H., Crespo-López, M. E., Do Nascimento, J. L. M., & Silva, E. O. (2018). Selective effects of *Euterpe oleracea* (açai) on *Leishmania (Leishmania) amazonensis* and *Leishmania infantum*. *Biomedicine and*

Pharmacotherapy, 97(November 2017), 1613–1621.
<https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.11.089>.

Da Silva, D. P. B., Florentino, I. F., da Silva Moreira, L. K., Brito, A. F., Carvalho, V. V., Rodrigues, M. F., Costa, E. A. (2018). Chemical characterization and pharmacological assessment of polysaccharide free, standardized cashew gum extract (*Anacardium occidentale* L.). *Journal of Ethnopharmacology*, 213(November 2017), 395–402.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.11.021>.

Da Silva, F. C., Arruda, A., Ledel, A., Dauth, C., Romão, N. F., Viana, R. N., Pereira, P. (2012). Antigenotoxic effect of acute, subacute and chronic treatments with Amazonian camu-camu (*Myrciaria dubia*) juice on mice blood cells. *Food and Chemical Toxicology*, 50(7), 2275–2281. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.04.021>.

Da Silva, G. S., Canuto, K. M., Ribeiro, P. R. V., de Brito, E. S., Nascimento, M. M., Zocolo, G. J., de Jesus, R. M. (2017). Chemical profiling of guarana seeds (*Paullinia cupana*) from different geographical origins using UPLC-QTOF-MS combined with chemometrics. *Food Research International*, (September), 0–1.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.055>.

Da Silva, P. M. C., Neves, L. C., Bastos, V. J., Lima, C. G. B., de Araújo, K. G. M., & Roberto, S. R. (2016). Harvesting period of Murici (*Byrsonima crassifolia* Kunth) fruit in relation to physical and chemical parameters evaluated during fruit development. *Scientia Horticulturae*, 200, 66–72. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.12.041>.

Dalonso, N., & Petkowicz, C. L. D. O. (2012). Guarana powder polysaccharides: Characterisation and evaluation of the antioxidant activity of a pectic fraction. *Food Chemistry*, 134(4), 1804–1812. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.03.088>.

De Azevêdo, J. C. S., Fujita, A., de Oliveira, E. L., Genovese, M. I., & Correia, R. T. P. (2014). Dried camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh) industrial residue: A

bioactive-rich Amazonian powder with functional attributes. *Food Research International*, 62, 934–940. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.05.018>.

De Oliveira Carvalho, J., & Orlanda, J. F. F. (2017). Heat stability and effect of pH on enzyme activity of polyphenol oxidase in buriti (*Mauritia flexuosa* Linnaeus f.) fruit extract. *Food Chemistry*, 233, 159–163. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.101>

De Oliveira, D. M., Siqueira, E. P., Nunes, Y. R. F., & Cota, B. B. (2013). Flavonoids from leaves of *Mauritia flexuosa*. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 23(4), 614–620. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2013005000061>.

De Oliveira, T. B., & Genovese, M. I. (2013). Chemical composition of cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) and cocoa (*Theobroma cacao*) liquors and their effects on streptozotocin-induced diabetic rats. *Food Research International*, 51(2), 929–935. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.02.019>.

De Souza Schmidt Gonçalves, A. E., Lellis-Santos, C., Curi, R., Lajolo, F. M., & Genovese, M. I. (2014). Frozen pulp extracts of camu-camu (*Myrciaria dubia* McVaugh) attenuate the hyperlipidemia and lipid peroxidation of Type 1 diabetic rats. *Food Research International*, 64, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.05.074>.

De Souza, R. O., Alves, G. de A. D., Forte, A. L. S. A., Marquele-Oliveira, F., da Silva, D. F., Rogez, H., & Fonseca, M. J. V. (2017). *Byrsonima crassifolia* extract and fraction prevent UVB-induced oxidative stress in keratinocytes culture and increase antioxidant activity on skin. *Industrial Crops and Products*, 108(June), 485–494. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.07.015>.

Dias-Souza, M. V., dos Santos, R. M., Cerávolo, I. P., Cosenza, G., Ferreira Marçal, P. H., & Figueiredo, F. J. B. (2018). *Euterpe oleracea* pulp extract: Chemical analyses, antibiofilm activity against *Staphylococcus aureus*, cytotoxicity and interference on the activity of antimicrobial drugs. *Microbial Pathogenesis*, 114(November 2017), 29–35. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.11.006>.

Do Nascimento, M. E., Zoghbi, M. das G. B., Brasil Pereira Pinto, J. E., & Vilela Bertolucci, S. K. (2012). Chemical variability of the volatiles of *Copaifera langsdorffii* growing wild in the Southeastern part of Brazil. *Biochemical Systematics and Ecology*, 43, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2012.02.003>.

Enciclopedia Britannica (2018). Nuez de Brasil. Disponible en <https://www.britannica.com/topic/Brazil-nut>.

El secreto de las tribus sin edad (2015): El Camu camu, disponible en: <https://scientiablog.com/2015/03/29/el-secreto-de-las-tribus-sin-edad-el-camu-camu/>.

Espinosa-Pardo, F. A., Martinez, J., & Martinez-Correa, H. A. (2014). Extraction of bioactive compounds from peach palm pulp (*Bactris gasipaes*) using supercritical CO₂. *Journal of Supercritical Fluids*, 93, 2–6. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2014.05.010>.

Esteves, E. A., Oliveira, L. G., Pires, S. T., Batista, Â. G., Dessimoni-Pinto, N. A. V., & Santana, R. C. (2011). Nutritional composition of *Copaifera langsdorffii* Desf. aril flour and its effect on serum lipids and glucose in rats. *Food Research International*, 44(7), 2357–2361. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.12.005>.

Fontenele, M. A., Figueiredo, R. W. de, Maia, G. A., Alves, R. E., Sousa, P. H. M. de, & Souza, V. A. B. de. (2010). Conservação pós-colheita de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) sob refrigeração e embalado em PVC. *Revista Ceres*, 57(3), 292–296. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2010000300002>.

Freitas-Silva, O., & Venâncio, A. (2011). Brazil nuts: Benefits and risks associated with contamination by fungi and mycotoxins. *Food Research International*, 44(5), 1434–1440. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.02.047>.

Fujita, A., Borges, K., Correia, R., Franco, B. D. G. de M., & Genovese, M. I. (2013). Impact of spouted bed drying on bioactive compounds, antimicrobial and antioxidant

activities of commercial frozen pulp of camu-camu (*Myrciaria dubia* Mc. Vaugh). *Food Research International*, 54(1), 495–500. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.07.025>

Garzon, A. G., Riedl, K. M., & Schwartz, S. J. (2014). Determination of Carotenoids, Total Phenolic Content, and Antioxidant Activity of Araza (*Eugenia stipitata* McVaugh), an (February). <https://doi.org/10.1021/jf205347f>.

Garzón, G. A., Narváez-Cuenca, C. E., Vincken, J. P., & Gruppen, H. (2017). Polyphenolic composition and antioxidant activity of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) from Colombia. *Food Chemistry*, 217, 364–372. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.08.107>.

Gelvez, M., Reyes, R., Avendaño, A., Mendoza, L., & Duez, F. (2016). PATAXTE (*Theobroma bicolor* Humb. & Bonpl.): ESPECIE SUBUTILIZADA EN MÉXICO. *Agro. Productividad*, 9, 41–47.

Girón, J. M., Eduardo, L., & Santos, O. (2016). Determinación de la concentración de pigmentos carotenoides en harina de residuos de chontaduro (*Bactris gasipaes*). *Revista producción + limpia*, 11(1), 85–93.

Gomes Costa, R. G., Andreola, K., de Andrade Mattietto, R., de Faria, L. J. G., & Taranto, O. P. (2015). Effect of operating conditions on the yield and quality of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) powder produced in spouted bed. *LWT - Food Science and Technology*, 64(2), 1196–1203. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.027>.

Gomes, G. V. L., Sola, M. R., Marostegan, L. F. P., Jange, C. G., Vicente, A., Pinho, S. C., Pinheiro, A. C. (2017). Physico-chemical stability and in vitro digestibility of beta-carotene- loaded lipid nanoparticles of cupuacu butter (*Theobroma grandiflorum*) produced by the phase inversion temperature (PIT) method, 192, 93–102. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.08.001>.

González, A. A., Moncada, J., Idarraga, A., Rosenberg, M., & Cardona, C. A. (2016). Potential of the amazonian exotic fruit for biorefineries: *The Theobroma bicolor*

(Makambo) case. *Industrial Crops and Products*, 86, 58–67.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.02.015>.

Gonzales, A. (2007). Frutales nativos Amazónicos. Patrimonio alimenticio de la humanidad. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana IIAP. 9–10.

González, M y López, M. (2010). Frutas conservadas por métodos combinados. *Temas Selectos de Ingeniería En Alimentos*. 4, 58-67.

Gonzalez-Aspajo, G., Belkhelfa, H., Haddioui-Hbabi, L., Bourdy, G., & Deharo, E. (2015). Sacha Inchi Oil (*Plukenetia volubilis* L.), effect on adherence of *Staphylococcus aureus* to human skin explant and keratinocytes in vitro. *Journal of Ethnopharmacology*, 171, 330–334. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.06.009>.

González-Linares, J. I., Medina-Vivanco, M. L., Garay-Montes, R., & Mendieta-Taboada, O. W. (2017). Desarrollo de películas comestibles a partir de proteínas extraídas de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Informacion Tecnologica*, 28(5), 115–130. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000500013>.

Guedes-Oliveira, J. M., Salgado, R. L., Costa-Lima, B. R. C., Guedes-Oliveira, J., & Conte-Junior, C. A. (2016). Washed cashew apple fiber (*Anacardium occidentale* L.) as fat replacer in chicken patties. *LWT - Food Science and Technology*, 71, 268–273. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.04.005>.

Gutiérrez, L. F., Quiñones-Segura, Y., Sánchez-Reinoso, Z., Díaz, D. L., & Abril, J. I. (2017). Physicochemical properties of oils extracted from γ -irradiated Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds. *Food Chemistry*, 237, 581–587. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.148>.

Haro, E. E., Szpunar, J. A., & Odeshi, A. G. (2018). Dynamic and ballistic impact behavior of biocomposite armors made of HDPE reinforced with chonta palm wood (*Bactris gasipaes*) microparticles. *Defence Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.dt.2018.03.005>.

Heringer, A. S., Steinmacher, D. A., Fraga, H. P. F., Vieira, L. N., Montagna, T., Quinga, L. A. P., Guerra, M. P. (2014). Improved high-efficiency protocol for somatic embryogenesis in Peach Palm (*Bactris gasipaes Kunth*) using RITA®temporary immersion system. *Scientia Horticulturae*, 179, 284–292. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.09.041>.

Hernandes, L. C., Aissa, A. F., Almeida, M. R. de, Darin, J. D. ar. C., Rodrigues, E., Batista, B. L., Antunes, L. M. G. (2014). In vivo assessment of the cytotoxic, genotoxic and antigenotoxic potential of maná-cubiu (*Solanum sessiliflorum Dunal*) fruit. *Food Research International*, 62, 121–127. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.02.036>.

Hernández, M. S., Barrera, J., Martínez, O., & Fernández-Trujillo, J. P. (2009). Postharvest quality of arazá fruit during low temperature storage. *LWT - Food Science and Technology*, 42(4), 879–884. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.11.009>.

Herrera-Ruiz, M., Zamilpa, A., González-Cortazar, M., Reyes-Chilpa, R., León, E., García, M. P., Huerta-Reyes, M. (2011). Antidepressant effect and pharmacological evaluation of standardized extract of flavonoids from *Byrsonima crassifolia*. *Phytomedicine*, 18(14), 1255–1261. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2011.06.018>

Illanes, A. (2015). Alimentos funcionales y biotecnología. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 17(1), 5–8. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v17n1.50997>.

IMANI. (2017). Instituto Amazónico de Investigaciones. Universidad Nacional de Colombia. Disponible en <http://www.imani.unal.edu.co/index.php/homepage/la-amazonia#presentación>.

Jacomino, A. P., Pinto, P. M., & Gallon, C. Z. (2018). Bacuri—*Platonia insignis* A2 - Rodrigues, Sueli. In E. de O. Silva & E. S. de B. T.-E. F. Brito (Eds.) (pp. 49–52). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00008-3>.

Jiménez C.F. (2007). Meat based functional foods. En Hui YH et al. (eds.). Handbook of Food Products Manufacturing. John Wiley & Son, Inc. New Jersey, pp. 989-1015.

Jiménez, C. F. (2013). Emulsiones múltiples; compuestos bioactivos y alimentos funcionales. *Nutrición Hospitalaria* 28(5): 1413-1421.

John, J. A., & Shahidi, F. (2010). Phenolic compounds and antioxidant activity of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*). *Journal of Functional Foods*, 2(3), 196–209. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2010.04.008>

Kainer, K. A., Wadt, L. H. O., & Staudhammer, C. L. (2007). Explaining variation in Brazil nut fruit production. *Forest Ecology and Management*, 250(3), 244–255. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.05.024>.

Klein, T., Longhini, R., Bruschi, M. L., & De Mello, J. C. P. (2015). Microparticles containing Guaraná extract obtained by spray-drying technique: Development and characterization. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 25(3), 292–300.

Koolen, H. H. F., da Silva, F. M. A., Gozzo, F. C., de Souza, A. Q. L., & de Souza, A. D. L. (2013). Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds from buriti (*Mauritia flexuosa L. f.*) by UPLC-ESI-MS/MS. *Food Research International*, 51(2), 467–473. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.01.039>.

Lauvai, J., Schumacher, M., Abadio Finco, F. D. B., & Graeve, L. (2017). Bacaba phenolic extract attenuates adipogenesis by down-regulating PPAR γ and C/EBP α in 3T3-L1 cells. *NFS Journal*, 9(October), 8–14. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2017.09.001>.

Lima, J. R. de O., da Silva, R. B., Miranda de Moura, E., & Rodarte de Moura, C. V. (2008). Biodiesel of tucum oil, synthesized by methanolic and ethanolic routes. *Fuel*, 87(8–9), 1718–1723. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2007.09.007>.

Liotti, R. G., da Silva Figueiredo, M. I., da Silva, G. F., de Mendonça, E. A. F., & Soares, M. A. (2018). Diversity of cultivable bacterial endophytes in *Paullinia cupana* and their potential for plant growth promotion and phytopathogen control. *Microbiological Research*, 207(August 2017), 8–18. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2017.10.011>.

Lustosa, A. K. M. F., Arcanjo, D. D. R., Ribeiro, R. G., Rodrigues, K. A. F., Passos, F. F. B., Piauilino, C. A., Citó, A. M. das G. L. (2016). Immunomodulatory and toxicological evaluation of the fruit seeds from *Platonia insignis*, a native species from Brazilian Amazon rainforest. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 26(1), 77–82. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2015.05.014>.

Machado, K. N., Freitas, A. A. de, Cunha, L. H., Faraco, A. A. G., Pádua, R. M. de, Braga, F. C., Castilho, R. O. (2018). A rapid simultaneous determination of methylxanthines and proanthocyanidins in Brazilian guaraná (*Paullinia cupana Kunth.*). *Food Chemistry*, 239, 180–188. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.06.089>.

Magalhães, L. A. M. ., Lima, M. D. P. ., Marinho, H. A. ., & Ferreira, A. G. . (2007). Identification of bergenin and carotenoids in the uchi (*Endopleura uchi*, *Humiriaceae*) fruit [Identificação de bergenina e carotenóides no fruto de uchi (*Endopleura uchi*, *Humiriaceae*)]. *Acta Amazonica*, 37(3), 447–450. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672007000300016>.

Maia, J. R. P., Schwertz, M. C., Sousa, R. F. S., Aguiar, J. P. L., & Lima, E. S. (2015). Efeito hipolipemiante da suplementação dietética com a farinha do cubiu (*Solanum sessiliflorum dunal*) em ratos hipercolesterolmicos. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 17(1), 112–119. https://doi.org/10.1590/1983-084X/11_163.

Majhenič, L., Škerget, M., & Knez, Ž. (2007). Antioxidant and antimicrobial activity of guarana seed extracts. *Food Chemistry*, 104(3), 1258–1268. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.074>.

Maldini, M., Montoro, P., & Pizza, C. (2011). Phenolic compounds from *Byrsonima crassifolia* L. bark: Phytochemical investigation and quantitative analysis by LC-ESI MS/MS. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 56(1), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2011.03.032>.

Mariutti, L. R. B., Rodrigues, E., Chisté, R. C., Fernandes, E., & Mercadante, A. Z. (2014). The Amazonian fruit *Byrsonima crassifolia* effectively scavenges reactive oxygen and nitrogen species and protects human erythrocytes against oxidative damage. *Food Research International*, *64*, 618–625. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.07.032>.

Mariutti, L. R. B., Rodrigues, E., & Mercadante, A. Z. (2013). Carotenoids from *Byrsonima crassifolia*: Identification, quantification and in vitro scavenging capacity against peroxy radicals. *Journal of Food Composition and Analysis*, *31*(1), 155–160. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.05.005>.

Marques, L. L. M., Panizzon, G. P., Aguiar, B. A. A., Simionato, A. S., Cardozo-Filho, L., Andrade, G., Mello, J. C. P. de. (2016). Guaraná (*Paullinia cupana*) seeds: Selective supercritical extraction of phenolic compounds. *Food Chemistry*, *212*, 703–711. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.028>.

Maurer, N. E., Hatta-Sakoda, B., Pascual-Chagman, G., & Rodriguez-Saona, L. E. (2012). Characterization and authentication of a novel vegetable source of omega-3 fatty acids, sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil. *Food Chemistry*, *134*(2), 1173–1180. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.02.143>.

Melo Ramos, S., Danzl, W., Ziegleder, G., & Efraim, P. (2016). Formation of volatile compounds during cupuassu fermentation: Influence of pulp concentration. *FRIN*, *87*, 161–167. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.06.025>.

Meneses, S. M., Molina, D. A., & Vargas, J. H. (2011). Derivados cárnicos como alimentos funcionales. *Revista Lasallista de Investigación*, *8*(2), 163–172.

MEPA., (2011). Movimiento educacional de preservación de la Amazonia. Disponible en <http://riosemargens.blogspot.mx/2011/02/bacaba.html>.

Michodjehoun-Mestres, L., Souquet, J. M., Fulcrand, H., Bouchut, C., Reynes, M., & Brillouet, J. M. (2009). Monomeric phenols of cashew apple (*Anacardium occidentale* L.). *Food Chemistry*, *112*(4), 851–857. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.056>.

Milanez, J., Camargo Neves, L., Carlos Colombo, R., Shahab, M., & Ruffo Roberto, S. (2017). Bioactive compounds and antioxidant activity of buriti fruits, during the postharvest, harvested at different ripening stages, 227(December 2016), 10–21. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.08.04>.

Milanez, J. T., Neves, L. C., da Silva, P. M. C., Bastos, V. J., Shahab, M., Colombo, R. C., & Roberto, S. R. (2016). Pre-harvest studies of buriti (*Mauritia flexuosa L.F.*), a Brazilian native fruit, for the characterization of ideal harvest point and ripening stages. *Scientia Horticulturae*, 202, 77–82. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.02.026>.

Millán, E., Restrepo, L. P., & Narváez, C. E. (2007). Efecto del escaldado, de la velocidad de congelación y de descongelación sobre la calidad de la pulpa congelada de arazá (*Eugenia stipitata Mc Vaught*). *Revista Agronomía Colombiana*, 25(2), 333–338. Retrieved from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012099652007000200017&lng=en&nrm=iso&tlng=es.

Motta, E. V. da S., da Costa, J. de C., & Bastos, J. K. (2017). A validated HPLC-UV method for the analysis of galloylquinic acid derivatives and flavonoids in *Copaifera langsdorffii* leaves. *Journal of Chromatography B*, 1061–1062(July), 240–247. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2017.07.027>.

Motta, E. V. S., Lemos, M., Costa, J. C., Banderó-Filho, V. C., Sasse, A., Sheridan, H., & Bastos, J. K. (2017). Galloylquinic acid derivatives from *Copaifera langsdorffii* leaves display gastroprotective activity. *Chemico-Biological Interactions*, 261, 145–155. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2016.11.028>.

Narváez-cuenca, C. E., Silva-Bustos, K. J., & Restrepo-Sánchez, L. P. (2015). Effects of thermal processing combined with sucrose on the vitamin C content, total phenolic content, antioxidant activity, and sensory characteristics of arazá (*Eugenia stipitata McVaugh*) purée during frozen storage. *Agronomía Colombiana*, 33(2), 212–219. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v33n2.48673>.

Neri-Numa, I. A., Carvalho-Silva, L. B., Morales, J. P., Malta, L. G., Muramoto, M. T., Ferreira, J. E. M., Pastore, G. M. (2013). Evaluation of the antioxidant, antiproliferative and antimutagenic potential of araçá-boi fruit (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh - Myrtaceae) of the Brazilian Amazon Forest. *Food Research International*, 50(1), 70–76. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.09.032>.

Neves, L. C., Da Silva, V. X., Chagas, E. A., Lima, C. G. B., & Roberto, S. R. (2015). Determining the harvest time of camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh] using measured pre-harvest attributes. *Scientia Horticulturae*, 186, 15–23. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.02.006>

Neves, L. C., Silva, V. X. da, Pontis, J. A., Flach, A., & Roberto, S. R. (2015). Bioactive compounds and antioxidant activity in pre-harvest camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh] fruits. *Scientia Horticulturae*, 186, 223–229. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.02.031>.

Neves, L. C., Tosin, J. M., Benedette, R. M., & Cisneros-Zevallos, L. (2015). Post-harvest nutraceutical behaviour during ripening and senescence of 8 highly perishable fruit species from the Northern Brazilian Amazon region. *Food Chemistry*, 174, 188–196. Recuperado de <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.10.111>.

Niu, L., Li, J., Chen, M. S., & Xu, Z. F. (2014). Determination of oil contents in Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) seeds at different developmental stages by two methods: Soxhlet extraction and time-domain nuclear magnetic resonance. *Industrial Crops and Products*, 56, 187–190. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.03.007>.

OTCA, Organización del Tratado de Cooperación Amazónica. (2017). Nuestra Amazonia. Disponible en http://www.otca-oficial.info/amazon/our_amazon.

Ordóñez-Santos, L. E., Pinzón-Zarate, L. X., & González-Salcedo, L. O. (2015). Optimization of ultrasonic-assisted extraction of total carotenoids from peach palm fruit

(*Bactris gasipaes*) by-products with sunflower oil using response surface methodology. *Ultrasonics Sonochemistry*, 27, 560–566. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2015.04.010>.

Oroverde Gmbh, (2017). Disponible en <http://oroverde-fruits.com/ES/araza.html>.

Pardauil, J. J. R., Souza, L. K. C., Molfetta, F. A., Zamian, J. R., Rocha Filho, G. N., & Da Costa, C. E. F. (2011). Determination of the oxidative stability by DSC of vegetable oils from the Amazonian area. *Bioresource Technology*, 102(10), 5873–5877. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.02.022>.

Pastuña, A. López-Hernández, O., Debut, A., Andrea Vaca., Rodríguez-Leyes, E., Vicente, R., González, V., González-Sanabria, M., Tapia-Hernández, F. (2016). Microencapsulación de aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*) mediante secado por aspersión. *Revista colombiana de ciencias químicas farmacéuticas*, 45(3), 422–437.

Peñarrieta, J. M., Tejada, L., Mollinedo, P., Vila, J. L., & Bravo, J. A. (2014). Phenolic Compounds in Food. *Bolivian Journal of Chemistry*, 31(312), 68–81. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s00394-008-2002-2>.

Pereira da Silva, J. S., Farias da Silva, J. M., Soares, B. G., & Livi, S. (2017). Fully biodegradable composites based on poly(butylene adipate-co-terephthalate)/peach palm trees fiber. *Composites Part B: Engineering*, 129, 117–123. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2017.07.088>.

Pereira Lima, R., Souza da Luz, P. T., Braga, M., dos Santos Batista, P. R., Ferreira da Costa, C. E., Zamian, J. R., da Rocha Filho, G. N. (2017). Murumuru (*Astrocaryum murumuru Mart.*) butter and oils of buriti (*Mauritia flexuosa Mart.*) and pracaxi (*Pentaclethra macroloba (Willd.) Kuntze*) can be used for biodiesel production: Physico-chemical properties and thermal and kinetic studies. *Industrial Crops and Products*, 97, 536–544. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.12.052>.

Pereira, D., Rocha, R., & Salomão, L. (2011). Postharvest quality of cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) stored under ambient condition. *Revista Ceres*, 58(4), 476–480. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2011000400011>.

Pereira, L., Corrêa, S., Kelly, V., Abreu, G., Oliveira, T. De, Rodrigues, S. (2017). Impact of fermentation conditions on the quality and sensory properties of a probiotic cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) beverage, 100(May), 603–611. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.055>.

Pérez-Jiménez, J., Arranz, S., Taberner, M., Díaz- Rubio, M. E., Serrano, J., Goñi, I., & Saura-Calixto, F. (2008). Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: Extraction, measurement and expression of results. *Food Research International*, 41(3), 274–285. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.12.004>.

PNUMA, (2009). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) – OCTA Organización del Tratado de Cooperación Académica (OTCA). Perspectivas del Medio Ambiente en la Amazonia, Geo Amazonia. Disponible en <http://www.otca-oficial.info/>.

Porras, A., & López, M. A. (2009). Importancia de los grupos fenólicos en los alimentos. Universidad de las Américas Puebla. Disponible en [http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-1/TSIA-3\(1\)-Porras-Loaiza-et-al-2009.pdf](http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-1/TSIA-3(1)-Porras-Loaiza-et-al-2009.pdf).

Puerari, C., Magalhães-Guedes, K. T., & Schwan, R. F. (2015). Bacaba beverage produced by umutina Brazilian amerindians: Microbiological and chemical characterization. *Brazilian Journal of Microbiology*, 46(4), 1207–1216. <https://doi.org/10.1590/S1517-838246420140964>.

Quijano, C. E., & Pino, J. A. (2007). Volatile compounds of copoazú (*Theobroma grandiflorum* Schumann) fruit. *Food Chemistry*, 104(3), 1123–1126. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.006>.

- Ramirez L, a G., de los Rios C, D. F., Vélez P, C. a, & Gallego O, H. L. (2011). Optimization of the crossflow microfiltration of arazá juice (*Eugenia stipitata*) under different operation modes, 18(2), 153–161. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-80052710321&partnerID=40&md5=b09c86b3a4543bf6db064c53436552dc>.
- Rawdkuen, S., Murdayanti, D., Ketnawa, S., & Phongthai, S. (2016). Chemical properties and nutritional factors of pressed-cake from tea and *sacha inchi* seeds. *Food Bioscience*, 15, 64–71. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2016.05.004>.
- Receta Natural, (2018). Uxi Amarillo - Propiedades Medicinales, Plantas y hierbas que ayudan en su salud. Disponible en <http://natural.enternauta.com.br/plantas-medicinais/uxi-amarelo-propiedades-medicinais/>.
- Restrepo, J., Estupiñán, J. A., & Colmenares, A. J. (2016). Estudio comparativo de las fracciones lipídicas de *Bactris gasipaes Kunth* (chontaduro) obtenidas por extracción soxhlet y por extracción con CO₂ supercrítico. *Revista colombiana de química*, 45 (1), 5-9.
- Ríos, E., Giraldo, G., & Duque, A. L. (2007). Predicción de la Actividad de Agua en Frutas Tropicales. *Revista de Investigación - Universidad Del Quindío*, 17(17), 27–32.
- Ríos, G. (2013). *Química de Alimentos de Frutas Tropicales*. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos – Perú.
- Rodríguez, E., & Bastidas, P. (2009). Evaluación del proceso de cocción para obtener un confite duro a partir de pulpa de araza (*Eugenia stipitata*) Evaluating the cooking process for obtaining hard candy from araza (*Eugenia stipitata*) pulp, 29(2), 35–41.
- Rodríguez, Ó., Gomes, W. F., Rodrigues, S., & Fernandes, F. A. N. (2017). Effect of indirect cold plasma treatment on cashew apple juice (*Anacardium occidentale L.*). *LWT - Food Science and Technology*, 84, 457–463. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.06.010>.

Rojano, B., Zapata, I. C., Alzate, A. F., Mosquera, A. J., Cortés, F. B., & Gamboa, L. (2011). Polifenoles y Actividad Antioxidante del Fruto Liofilizado de Palma Naidi (Açaí Colombiano) (*Euterpe oleracea Mart*). *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 64(2), 6213–6220. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179922664018>.

Rojas-Garbanzo, C., Pérez, A. M., Bustos-Carmona, J., & Vaillant, F. (2011). Identification and quantification of carotenoids by HPLC-DAD during the process of peach palm (*Bactris gasipaes H.B.K.*) flour. *Food Research International*, 44(7), 2377–2384. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.02.045>.

Romualdo, G. R., Fragoso, M. F., Borguini, R. G., de Araújo Santiago, M. C. P., Fernandes, A. A. H., & Barbisan, L. F. (2015). Protective effects of spray-dried açai (*Euterpe oleracea Mart*) fruit pulp against initiation step of colon carcinogenesis. *Food Research International*, 77, 432–440. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.08.037>.

Rufino, M. do S. M., Alves, R. E., de Brito, E. S., Pérez-Jiménez, J., Saura-Calixto, F., & Mancini-Filho, J. (2010). Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 121(4), 996–1002. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.037>.

Santos, M. F. G., Alves, R. E., & Roca, M. (2015). Carotenoid composition in oils obtained from palm fruits from the Brazilian Amazon. *Grasas Y Aceites*, 66(3), e086. <https://doi.org/10.3989/gya.1062142>.

Schimpl, F. C., Da Silva, J. F., Gonçalves, J. F. D. C., & Mazzafera, P. (2013). Guarana: Revisiting a highly caffeinated plant from the Amazon. *Journal of Ethnopharmacology*, 150(1), 14–31. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.08.023>.

Schweiggert, R. M., Vargas, E., Conrad, J., Hempel, J., Gras, C. C., Ziegler, J. U., Carle, R. (2016). Carotenoids, carotenoid esters, and anthocyanins of yellow-, orange-, and

red-peeled cashew apples (*Anacardium occidentale* L.). *Food Chemistry*, 200, 274–282. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.01.038>.

Serna, L., Vargas, D. P., & Rengifo, C. A. (2015). Chemical characterization of the pulp, peel and seeds of cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal)/Caracterização química da polpa, casca e sementes de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) - ProQuest. *Brazilian Journal of Food Technology*, 18(July 2015), 192–198. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.4314>.

Silva, C. P., Sampaio, G. R., Freitas, R. A. M. S., & Torres, E. A. F. S. (2017). Polyphenols from guaraná after in vitro digestion: Evaluation of bioaccessibility and inhibition of activity of carbohydrate-hydrolyzing enzymes. *Food Chemistry*, (July), 0–1. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.08.078>.

Silva, L. B. da, Queiroz, M. B., Fadini, A. L., Fonseca, R. C. C. d., Germer, S. P. M., & Efraim, P. (2016). Chewy candy as a model system to study the influence of polyols and fruit pulp (açai) on texture and sensorial properties. *LWT - Food Science and Technology*, 65, 268–274. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.08.006>.

Silva, L. R., & Teixeira, R. (2015). Phenolic profile and biological potential of *Endopleura uchi* extracts. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 8(11), 889–897. <https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2015.10.013>.

Silva, M. C. S., Polonio, J. C., Quecine, M. C., de Almeida, T. T., Bogas, A. C., Pamphile, J. A., Azevedo, J. L. (2016). Endophytic cultivable bacterial community obtained from the *Paullinia cupana* seed in Amazonas and Bahia regions and its antagonistic effects against *Colletotrichum gloeosporioides*. *Microbial Pathogenesis*, 98, 16–22. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2016.06.023>.

Silva-Bustos, K. J., Narváez-Cuenca, C. E., & Restrepo-Sánchez, L. P. (2011). Effectiveness of sucrose during the frozen storage of arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh) pulp. *Agronomía Colombiana*, 29(3), 441–445.

SINCHI. (2008). Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas. Colombia Frutas de la Amazonia. P. 9, Leticia Colombia.

SINCHI, (2017). Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Disponible en <https://www.sinchi.org.co/region-de-la-gran-amazonia>.

SNICS, (2017). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas Generalidades de la Red murici. Disponible en <https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/nanche-byrsonima-crassifolia-l>.

Sotero, V., Maco, M., Vela, J., Merino, C., Dávila, É., & García, D. (2011). Compuestos fenólicos en pulpa y semillas de cuatro frutales amazónicos de la familia *Sterculiaceae*. *Rev Soc Quím Perú*, 77(1), 66–74.

Souza de Oliveira, L. G., Alves Ribeiro, D., Eufrasio Saraiva, M., Gonçalves de Macêdo, D., Gonçalves Ferreira Macedo, J., Gonçalves Pinheiro, P., Alencar de Menezes, I. R. (2017). Chemical variability of essential oils of *Copaifera langsdorffii* Desf. in different phenological phases on a savannah in the Northeast, Ceará, Brazil. *Industrial Crops and Products*, 97, 455–464. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.12.031>.

Souza, A. L. R., Pagani, M. M., Dornier, M., Gomes, F. S., Tonon, R. V., & Cabral, L. M. C. (2013). Concentration of camu-camu juice by the coupling of reverse osmosis and osmotic evaporation processes. *Journal of Food Engineering*, 119(1), 7–12. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.05.004>.

Stachiw, R., Ribeiro, S. B., Jardim, M. A. G., PossimoseR, D., Alves, W. da C., & Cavalheiro, W. C. S. (2016). Potencial de produção de biodiesel com espécies oleaginosas nativas de Rondônia, Brasil. *Acta Amazonica*, 46(1), 81–90. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201501151>.

Tacon, L. A., & Freitas, L. A. P. (2013). Box-Behnken design to study the bergenin content and antioxidant activity of *Endopleura uchi* bark extracts obtained by dynamic

maceration. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 23(1), 65–71. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2012005000134>.

Tan, Y. P., & Chan, E. W. C. (2014). Antioxidant, antityrosinase and antibacterial properties of fresh and processed leaves of *Anacardium occidentale* and Piper betle. *Food Bioscience*, 6, 17–23. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2014.03.001>.

Tauchen, J., Bortl, L., Huml, L., Miksatkova, P., Duskocil, I., Marsik, P., Kokoska, L. (2016). Phenolic composition, antioxidant and anti-proliferative activities of edible and medicinal plants from the Peruvian Amazon. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 26(6), 728–737. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2016.03.016>.

Tonon, R. V., Brabet, C., & Hubinger, M. D. (2010). Anthocyanin stability and antioxidant activity of spray-dried açai (*Euterpe oleracea Mart.*) juice produced with different carrier agents. *Food Research International*, 43(3), 907–914. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.12.013>.

Traudi-Klein., Longhini, R., Bruschi, M. L., & de Mello, J. C. P. (2013). Development of tablets containing semipurified extract of guaraná (*Paullinia cupana*). *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 23(1), 186–193. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2012005000147>.

Trox, J., Vadivel, V., Vetter, W., Stuetz, W., Kammerer, D. R., Carle, R., Biesalski, H. K. (2011). Catechin and epicatechin in testa and their association with bioactive compounds in kernels of cashew nut (*Anacardium occidentale L.*). *Food Chemistry*, 128(4), 1094–1099. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.018>.

Uekane, T. M., Nicolotti, L., Griglione, A., Bizzo, H. R., Rubiolo, P., Bicchi, C., Rezende, C. M. (2017). Studies on the volatile fraction composition of three native Amazonian-Brazilian fruits: Murici (*Byrsonima crassifolia L., Malpighiaceae*), bacuri (*Platonia insignis M., Clusiaceae*), and sapodilla (*Manilkara sapota L., Sapotaceae*). *Food Chemistry*, 219, 13–22. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.098>.

Urfalino, D. (2014). Ajuste de tiempos de inmersión en técnicas combinadas de deshidratado de duraznos. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 40(1), 67–74.

Uslu, N., & Özcan, M. M. (2017). Effect of microwave heating on phenolic compounds and fatty acid composition of cashew (*Anacardium occidentale*) nut and oil. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 77–80. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2017.10.001>.

Vasoncelos, A. G., Garcia, D. D., Jimenez, P., & Silva, P. I. (2013). Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red–black berries. *Journal of Functional Foods*, 5, 539–549.

Vicente, J., de Souza Cezarino, T., Pereira, L. J. B., da Rocha, E. P., Sá, G. R., Gamallo, O. D., Garcia-Rojas, E. E. (2017). Microencapsulation of sacha inchi oil using emulsion-based delivery systems. *Food Research International*, 99(March), 612–622. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.06.039>.

Vriesmann, L.C. Lúcia, C., & Petkowicz, D. O. (2009). Polysaccharides from the pulp of cupuassu (*Theobroma grandiflorum*): Structural characterization of a pectic fraction. *Carbohydrate Polymers*, 77(1), 72–79. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2008.12.007>.

Vriesmann, L.C., Silveira, J. L. M., & Petkowicz, C. L. D. O. (2009). Chemical and rheological properties of a starch-rich fraction from the pulp of the fruit cupuassu (*Theobroma grandiflorum*). *Materials Science & Engineering C*, 29(2), 651–656. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2008.12.011>.

Yamada K, Sato-Mito N, Nagata J,I. (2008). Health claim evidence requirements in Japan. *J Nutr*; 138: 1192S-8S.

Yamaguchi, K. K. D. L., Pereira, L. F. R., Lamarão, C. V., Lima, E. S., & Da Veiga-Junior, V. F. (2015). Amazon acai: Chemistry and biological activities: A review. *Food Chemistry*, 179, 137–151. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.055>.

Yamaguchi, Klenicy KL, Lamarão, Carlos Vitor, Aranha, Elenn SP, Souza, Rodrigo Otávio S., Oliveira, Patrícia Danielle A., Vasconcellos, Marne C., Lima, Emerson S., y Veiga-Junior, Valdir F.(2017). Perfil de HPLC-dad de compuestos fenólicos, citotoxicidad, antioxidantes y actividades anti-inflamatorias de la fruta amazónica *Caryocar villosum*. *Química Nova* , 40 (5), 483-490. <https://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170028>.

Yuyama, L., Pantoja, L., Maeda, R., Aguiar, J., & da Silva, S. (2008). Desenvolvimento e aceitabilidade de geléia dietética de cubiu (*Solanum sessiliflorum Dunal*). *Ciência E Tecnologia de Alimentos*, 28(4), 929–934.

Zanqui, A. B., da Silva, C. M., de Moraes, D. R., Santos, J. M., Ribeiro, S. A. O., Eberlin, M. N., Matsushita, M. (2016). Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil composition varies with changes in temperature and pressure in subcritical extraction with n-propane. *Industrial Crops and Products*, 87, 64–70. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.04.029>.

Zuleta, E. C., Rios, L. A., & Benjumea, P. N. (2012). Oxidative stability and cold flow behavior of palm, sacha-inchi, jatropha and castor oil biodiesel blends. *Fuel Processing Technology*, 102, 96–101. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2012.04.018>.