

Componentes Bioactivos del Asai

(*Euterpe oleracea* Mart. y *Euterpe precatoria* Mart.) y su efecto sobre la salud

Bioactive Components of Asai (Euterpe oleracea Mart. Precatoria and Mart.) And its effect on health

Yuri Milena Castillo Quiroga¹, María Soledad Hernández Gómez², Mary Lares³.

¹ND. Estudiante de Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Asistente de Docencia Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos ICTA. Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá.

²Ph.D Docente Titular Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA). Universidad Nacional de Colombia. Grupo de Investigación Frutales Promisorios de la amazonia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi). Coordinadora del programa Sostenibilidad e Intervención.

³Dra. Docente Asociada Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Medicina. Universidad Central de Venezuela. Coordinadora del Laboratorio de Investigaciones Hospital Militar Dr. Carlos Arvelo. Caracas-Venezuela.

Resumen

La calidad de vida depende de múltiples factores siendo la salud, un elemento determinante. Así, la dieta y la nutrición son pilares fundamentales en la prevención y tratamiento de enfermedades crónicas. La ingesta suficiente de frutas y verduras disminuye el riesgo de aparición de estas patologías, debido a un alto aporte de sustancias biológicamente activas (vitaminas, minerales y antioxidantes). El Asai (*Euterpe oleracea* Mart. y *Euterpe precatoria* Mart.) es el fruto de una palma que se encuentra en las llanuras de marea de los ríos de la región amazónica. La literatura informa que por su alto contenido de antocianinas, este fruto disminuye los niveles de radicales libres, la peroxidación lipídica y el estado proinflamatorio. El objetivo de esta revisión es explorar la fitoquímica, potencial terapéutico y acción farmacológica del Asai. La evidencia reporta una posible acción anticancerígena y cardioprotectora *in vivo* e *in vitro*.

Palabras claves: *Euterpe oleracea*, *Euterpe precatoria*, Asai, Antioxidantes, Salud.

Summary

The quality of life depends on multiple factors health being a decisive factor. Thus, diet and nutrition are cornerstones in the prevention and treatment of chronic diseases. Sufficient intake of fruits and vegetables reduces the risk of developing these conditions due to a high intake of biologically active substances (vitamins, minerals and antioxidants). The Asai (*Euterpe oleracea* Mart and *precatoria* Mart) is the fruit of a palm found in the tidal flats of the rivers of the Amazon region. The literature reports that for its high content of anthocyanins, this fruit reduces the levels of free radicals, lipid peroxidation and proinflammatory state. The aim of this review is to explore the phytochemical, pharmacological and therapeutic potential of Asai. Evidence reported a possible cardioprotective and anticancer action *in vivo* and *in vitro*.

Keywords: *Euterpe oleracea*, *Euterpe precatoria*. Asai, Antioxidants, Health.

58

Introducción

Las enfermedades crónicas (EC), tales como las afecciones cardiovasculares y respiratorias, el cáncer y la diabetes, tienen un alto impacto sobre las cifras de morbilidad, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, situación que se prevé, empeorará en los próximos años^{1,2}. El escenario parece ser más preocupante considerando que desde edades más tempranas se presentan múltiples factores de riesgo para la aparición y desarrollo de EC, dentro de los que se destacan el sedentarismo, el tabaquismo, el sobrepeso, la obesidad y los malos hábitos alimentarios de la población.

En relación a este último aspecto, vale la pena destacar que la ingesta insuficiente de frutas y verduras, junto con el alto consumo de comidas rápidas, gaseosas, golosinas y dulces, se traduce nutricionalmente en un bajo consumo de sustancias biológicamente activas tales como vitaminas, minerales y metabolitos secundarios (compuestos fenólicos, carotenoides, esteroides, glucosinolatos, saponinas, etc), que cumplen funciones antioxidantes y un alto aporte dietético de grasas (principalmente saturadas) y azúcares. Las consecuencias fisiopatológicas de la reunión éstos factores de riesgo, resultan en la disminución de la capacidad

antioxidante del plasma, la aparición del estrés oxidativo y el desarrollo de un estado proinflamatorio, que se postula como el fundamento de las EC^{3,4,5}.

En este sentido, considerando que en la actualidad los consumidores buscan volver a lo “natural” y prefieren productos que les ofrezcan beneficios para su salud, es importante reconocer que las llamadas “frutas exóticas”, constituyen una fuente muy valiosa de una amplia gama de antioxidantes, entre ellos, los compuestos fenólicos provenientes del Asai (*Euterpe precatoria* Mart y *Euterpe oleracea* Mart), una fruta a la cual se atribuyen hoy por hoy muchas propiedades curativas y hasta milagrosas, sobre todo a través de blogs, wikis, podcasts, grupos independientes de asesoramiento en salud, revistas especializadas disponibles en línea y como no, en las redes sociales⁶.

El Asai (*Euterpe precatoria* Mart y *Euterpe oleracea* Mart), es una palma ampliamente distribuida en las llanuras de inundación natural del estuario de la amazonía brasilera, peruana, ecuatoriana, boliviana, colombiana y venezolana^{7,8}. Su fruto, con el mismo nombre, es una baya redondeada a la que comercialmente se le atribuyen un sin número de propiedades excepcionales para la prevención ó tratamiento de diferentes problemas de salud, tales como cáncer, enfermedades cardiovasculares, sobrepeso y obesidad, debilidad y cansancio excesivo, disfunción sexual, etc. A raíz de esta situación, en la última década, pero especialmente desde el año 2005 hasta la actualidad, un número importante de investigadores han destinado sus esfuerzos en estudiar la composición y la acción biológica de la pulpa, del jugo y de los extractos de Asai, sobre todo de la especie *oleracea*. Los resultados investigativos más relevantes hablan de un contenido considerable de polifenoles (antocianinas y flavonoides, principalmente)⁹⁻¹⁴ y de un perfil de ácidos grasos similar al del aceite de oliva y de aguacate¹⁵.

Prevención de enfermedades asociada al consumo de frutas

En respuesta a las problemáticas de salud asociadas a la dieta y al estilo de vida “Occidental”, los profesionales de la salud recomiendan ampliamente un alto consumo de frutas y verduras, en razón a que existe evidencia del importante papel de estos alimentos en la prevención y tratamiento de diferentes enfermedades¹⁶⁻¹⁸. Se ha demostrado que las personas que comen cinco raciones al día o más de frutas y verduras tienen aproximadamente la mitad del riesgo del desarrollo de una amplia variedad de tipos de cáncer, en particular los del tracto gastrointestinal¹⁹.

Debido al creciente interés en los compuestos antioxidantes presentes en los alimentos, a los que se les atribuyen la capacidad de inhibir los procesos de oxidación generados por los radicales libres en el organismo, se han dirigido varias investigaciones en pro de dilucidar un rol preventivo de las frutas sobre ciertas enfermedades como las cardiovasculares y el cáncer^{20,21}. Actualmente, se reconoce que uno de los mecanismos asociados al desarrollo de la aterosclerosis es la oxidación de las partículas de colesterol LDL (lipoproteínas de baja densidad), lo cual facilita la penetración de los lípidos en las paredes arteriales, causando oclusión sobre todo en las arterias coronarias²²; se ha demostrado que un bajo nivel de antioxidantes en plasma, conduce a una alta mortalidad por la aterosclerosis coronaria, por lo tanto, algunos autores destacan la importancia de una dieta rica en verduras y frutas, que son fuente natural de antioxidantes^{23,24}.

Compuestos fenólicos como antioxidantes

Los compuestos fenólicos se agrupan según su estructura química en tres grupos: los ácidos fenólicos, los polifenoles y los flavonoides. El poder antioxidante de los compuestos fenólicos depende del número de anillos fenólicos, del número y posición de los grupos hidroxílicos y de los dobles enlaces presentes²⁵. 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 órganos²⁶.

Flavonoides

Son los compuestos fenólicos que proporcionan la mayor parte del sabor y del color a las frutas y vegetales. Se han descrito más de 5000 flavonoides diferentes. Se subdividen en antoxantinas (pigmentos blancos, amarillentos e incoloros) y antocianinas (pigmentos rojos, azules ó purpúreos), siendo estas últimas las más relevantes debido a su absorción diaria en la alimentación humana, estimada entre 180 y 215 mg/día en los Estados Unidos. La disponibilidad de las antocianinas en forma de cianidinas en la alimentación humana es favorable, ya que están presentes en el trigo, frutas, vegetales y en el vino rojo, siendo la cianidina 3- rutinosido, la forma glicosilada más común. Aunque el tema de la biodisponibilidad de estas sustancias aún está entre dicho, estudios epidemiológicos destacan la asociación entre el consumo de compuestos fenólicos y la disminución del riesgo de enfermedad cardiovascular, tumores y alteraciones neurodegenerativas, en razón a su capacidad para combatir el estrés oxidativo²⁷.

Los flavonoides y en general, los compuestos fenólicos, pueden actuar como antioxidantes primarios ó secundarios. Pueden interrumpir las reacciones en cadena de radicales gracias a su capacidad de ceder un electrón al radical piróxilo de los ácidos grasos, razón por la cual inhiben la oxidación de las LDL. Además, estos compuestos fenólicos pueden retardar la reacción de iniciación, inhibiendo así la formación de radicales libres²⁸. El creciente interés en los flavonoides se debe a su amplia actividad farmacológica, ya que pueden quelar iones, catalizar el transporte de electrones y secuestrar radicales libres. Gracias a esto, se han descrito efectos protectores en el desarrollo de patologías como diabetes mellitus, cáncer, procesos inflamatorios y enfermedad cardiovascular^{29,30}.

Respecto a la biodisponibilidad de los flavonoides, se afirma que cuando éstos se ingieren pueden hidrolizarse gracias a dos β -endoglucosidasas, dejando libre para su absorción la fracción aglicona (antocianidina). Así mismo, se ha demostrado que la aglicona puede sufrir reacciones de sulfatación o metilación previamente a su aparición en el plasma. Otros flavonoides pueden absorberse una vez son hidrolizados por bacterias intestinales. Además de lo indicado, la biodisponibilidad también está condicionada por un mejor ó peor transporte en el enterocito y su facilidad de metabolización por conjugación^{28,29}.

ASAI

Descripción Botánica

El Asai, también conocido como Asaí, palmito, palma de manaca o manaca, es una Arecácea de la clase Palmae, cuyos frutos forman racimos de color verde durante los estados inmaduros y morado oscuro cuando se da la maduración completa. La especie local predominante en cuanto a las exportaciones en Brasil,

es *Euterpe oleracea* Mart, una palma de tallos múltiples que alcanza alturas de más de 25 metros, la cual es conocida como “Asai-do-pará” por encontrarse en el estuario del río Amazonas, estado del Pará (Brasil); su periodo de cosecha es entre julio y diciembre. En tanto, *Euterpe precatoria* Mart, una palma de un solo tallo que alcanza una altura máxima de 22 metros, es la especie menos disponible y es conocida como “Asai-do-terra-firma”; se encuentra en las regiones central y occidental de la amazonía brasilera y su periodo de cosecha es entre diciembre y agosto. Los frutos de *Euterpe oleracea* Mart, tienen entre 1,0 y 1,4 cm de diámetro, en tanto que los de *Euterpe precatoria* Mart, son más grandes, alcanzado diámetros de hasta 1,8 cm¹⁴. Para ambas especies, cada baya tiene una gran semilla de 7-10 mm, la cual representa la mayor parte del volumen de la fruta (80-95%). Alrededor de esta semilla se encuentran finas capas

fibrosas y un ligero recubrimiento de grasa de más o menos 0,5-1,5 mm de espesor, que corresponde al mesocarpio comestible. El epicarpio o cáscara es de color púrpura y es una capa muy fina y suave^{7,31,32}.

Contenido Nutricional

En relación a la especie *Euterpe precatoria* Mart, existen dos trabajos de investigación donde se realizó un primer acercamiento a la caracterización bromatológica y fisicoquímica de la pulpa estandarizada de este fruto³³ antes y después de un proceso de filtrado³⁴ y durante el proceso de maduración³⁵ (Tabla 1). Sin embargo, la mayoría de los estudios publicados hasta el momento, han enfocado sus esfuerzos en el análisis del Asai especie *Euterpe oleracea* Mart.

Tabla 1. Análisis bromatológico de la pulpa de Asai (*Euterpe precatoria* Mart) / 100g (Datos expresados en Base Seca).

Autor	Castillo-Quiroga et al. 2012		Cardona et al. 2011			
	Pulpa estandarizada		Fruto Pintón		Fruto Maduro	
	Pulpa filtrada	Pulpa sin filtrar	Pulpa	Semilla	Pulpa	Semilla
Humedad (%)	97,13±0,02	97,27± 0,02	43,13	-	40,76	-
Cenizas (%)	4,02±0,22	2,48±0,13	1,53	2,51	2,29	2,60
Extracto Etéreo (%)	11,50±0,90	33,13±4,29	19,61	7,57	36,96	15,04
Fibra Cruda (%)	4,47±0,56	12,62±0,40	59,28	70,12	42,43	36,29
Proteína (%)	0,03	0,03	0,03	0,06	0,03	0,06
Carbohidratos (%)	80,5	82,2	19,55	19,74	18,28	46,01

Así, Schauss et al., 2006¹⁰ estudiaron la composición de un liofilizado de la mezcla de la pulpa y el pericarpio de Asai, reportando un completo análisis de ácidos grasos, esteroides, aminoácidos y otros nutrientes. Por su parte, Sanabria, et al., 2007¹² analizaron la composición nutricional de la pulpa de dos cosechas de Asai, sembradas en Puerto Ayacucho, región del Amazonas Venezolano. Menezes et al., 2008³⁶ tuvieron como objetivo obtener el aporte nutricional de la

pulpa liofilizada del Asai como producto alternativo para reducir la pérdidas de nutrientes evidenciadas en la forma usual de comercialización del Asai, la pulpa congelada. La más reciente investigación que ofrece resultados acerca de la composición de esta baya, es la de Rufino et al., 2011³⁷ quienes interesados en conocer el análisis proximal y de fibra dietaria de un cultivar específico (el llamado Asai “BRS-Pará”), liofilizaron la pulpa del fruto. Tabla 2.

Tabla 2. Composición nutricional del Asai (*Euterpe oleracea* Mart) / 100g (Datos expresados en Base Seca).

Autor	Schauss et al., 2006	Sanabria et al., 2007		Menezes et al., 2008	Rufino et al., 2011
Materia estudiada	Pulpa y Pericarpio Liofilizados	Pulpa Fresca		Pulpa Liofilizada	Pulpa Liofilizada
		Primera Cosecha	Segunda Cosecha		
Calorías	534 Cal Cal Grasa: 296	-	-	489 Cal	-
Humedad	3,4 g	48,6g	41,8 g	4,92g ±0,12	85,7 g
Cenizas	3,8 g	5,2g ±0,4	2,2g ±0,1	3,68 g ±0,08	1,99 g ±0,17
Grasa	32,5 g Saturada: 8,1 g	49,4g ±1,1	33,1g ±1,4	40,75g ±2,75	20,82 g ±1,60
Proteína	8,1 g	13,8g ±0,4	15,9g ±0,3	8,13g ±0,63	6,27g ±0,31
Carbohidratos	52,2 g	31,6g	48,8g	42,53g ±3,56	-
Fibra	44,2g	30,9g Insoluble: 27,3g ±2,3 Soluble: 3,6g±0,2	20,0g Insoluble: 18,0g ±0,2 Soluble: 2,0g±1,0	-	71,22g±1,22 Insoluble: 68,49g±1,21 Soluble: 2,75g±0,16

En este sentido, un primer aspecto para destacar es el alto contenido calórico que aporta esta fruta, lo cual se relaciona directamente con su contenido de materia grasa que según como se observa en los datos reportados, varía entre un máximo de $49,4g \pm 1,1/100g$ en base seca¹² y un mínimo de $20,82g \pm 1,60/100g$ en base seca³⁷, sin embargo vale la pena mencionar que otros estudios³¹ hablan de un contenido graso total superior y cercano a $52,64g/100g$ de materia seca. En cuanto al perfil de ácidos grasos, dentro del grupo de los saturados se destaca el ácido palmítico, con un máximo de $25,56\%$ ³⁶ y un mínimo de $23,0g \pm 0,1/100g$ de grasa¹². También es relevante el ácido esteárico, con un máximo de $1,84\%$ (36) y un mínimo de $1,3 g \pm 0,0/100g$ de grasa¹². En total de Saturados, Schauss et al., 2006¹⁰ y Rufino et al., 2011³⁷, reportan cifras similares de $26,1\%$ y $26,7\%$, respectivamente. Respecto a los ácidos grasos monoinsaturados, hay que resaltar que este componente del perfil graso del Asai es el que más llama la atención por el alto contenido de ácido oléico (omega 9), lo que permite que algunos investigadores^{15,37} comparen la calidad de la grasa del Asai con la del aguacate, el aceite de oliva y el de canola, ya que este ácido graso constituye más del 50% de la grasa del fruto, con un máximo de $56,2\%$ ¹⁰ y un mínimo de $52,1\%$ ³⁷. Finalmente, en el grupo de los poliinsaturados, se destaca el contenido de ácido linoléico, con un máximo de $16,00g \pm 0,0/100g$ de grasa¹² y un mínimo de $0,95\%$ ³⁶. Se presentan cifras de poliinsaturados totales entre $13,3\%$ y $11,1\%$ reportadas por Schauss et al., 2006¹⁰ y por Rufino et al., 2011³⁷, respectivamente.

Respecto al aporte de proteína del Asai, es de mencionar que existen diferencias notables entre la investigación de Sanabria et al., 2007¹² y los demás autores mencionados. El valor máximo reportado para proteína total es $15,9g \pm 0,3/100g$ en base seca¹², mientras que el valor mínimo corresponde a $6,27 g \pm 0,31/100 g$ en base seca³⁷. Hay datos consistentes entre Schauss et al., 2006¹⁰ y Menezes et al., 2008³⁶ quienes obtuvieron valores de $8,1 g/100g$ en base seca y $8,13 g \pm 0,63/100g$ de pulpa liofilizada, respectivamente. En razón al perfil de aminoácidos, Schauss et al., 2006¹⁰ reportan las cantidades mayoritarias en relación a dos aminoácidos no esenciales (Ácido Aspártico y Ácido Glutámico) y dos esenciales (Leucina y Lisina).

En cuanto al análisis de carbohidratos, se presenta un valor máximo de $52,2 g /100 g$ en base seca¹⁰ en contraste con un valor mínimo de $31,6g/100 g$ en base seca¹². Respecto al contenido de azúcares totales los datos distan significativamente de $1,3$ a $7,93 g$, sin embargo se destaca el contenido de fructosa y glucosa, principalmente. Las cantidades de fibra dietaria total reportadas, varían de forma importante, siendo máximo el valor mencionado por Rufino et al., 2011³⁷ con $71,22g \pm 1,22/100g$ en base seca y mínimo el dato de $20,0g/100 g$ en base seca, reportado para la segunda cosecha estudiada en la investigación de Sanabria et al., 2007¹². Dentro de las fracciones de la fibra dietaria, ambos autores resaltan un mayor contenido de fibra insoluble en el Asai^{12,37}.

El contenido de minerales como el sodio, calcio, hierro, manganeso, potasio y magnesio y en cuanto vitaminas, Schauss et al., 2006¹⁰ destacan dentro del grupo de las liposolubles, el contenido de vitamina A, sin embargo, vale la pena aclarar que el Asai no se considera fuente significativa de ninguno de los nutrientes mencionados^{10,12,36}.

Sustancias bioactivas presentes en el Asai

Antocianinas y Antocianidinas

Los compuestos fitoquímicos más importantes y que se han encontrado en cantidades considerables dentro de la composición del Asai, especialmente en la especie *oleracea*, son las antocianinas^{14,39}. Éstas pueden definirse como flavonoides glicosilados que tienen un azúcar en la posición 3 y en ocasiones en alguna otra posición. Cuando las antocianinas carecen del azúcar, se les conocen como antocianidinas o agliconas. Hay seis antocianidinas comunes, siendo la cianidina la más común y responsable del color magenta, mientras que los colores rojo-naranja se deben a la pelargonidina (con un grupo hidroxilo menos que la cianidina) y los colores violeta y azul a la delfunidina (con un grupo hidroxilo más). Como parte de este grupo, también se encuentran metil-ésteres: peonidina (derivada de la cianidina), petunidina y malvidina (derivadas de la delfunidina). Cada antocianidina da lugar a un tipo determinado de antocianina, según las unidades de azúcar que se unan, el tipo de carbohidrato y el número y la posición en los que están unidos. Entre los monosacáridos que comúnmente se unen están la glucosa, galactosa, ramnosa, xilosa y arabinosa, y como disacáridos a la rutinosa, sambubiosa, soforosa, gentiobiosa y latirosa. Basadas en su glicosilación, estos compuestos pueden clasificarse como 3-monoglicósidos, 3-biósidios, 3,5-diglicósidos y 3,7-diglicósidos^{40,41}.

Antocianinas y Capacidad Antioxidantes del Asai

Estudios indican que el Asai de la especie *oleracea* contiene flavonoides, principalmente de tipo antocianínicos y su caracterización mediante cromatografía líquida señala un predominio de la cianidina 3-glucósido. La capacidad antioxidante del fruto se ha estimado en $48,6 \mu\text{mol ET (Equivalentes de Trolox)}/L$, la cual es superior a la presentada por fresas, arándanos y frambuesas⁴². Lichtenthaler et al., 2005⁴³ reportó el nivel de antocianinas y la actividad antioxidante de once muestras comerciales y no comerciales de pulpa de Asai de la especie *oleracea* de las cosechas de 1998, 2000, marzo de 2001 y 2002. La capacidad antioxidante de todas las muestras de Asai fue excelente contra radicales piróxilo, buena contra radicales peroxinitrito y pobre para radicales hidroxilo en comparación con jugos de frutas y verduras europeos. Las dos principales antocianinas identificadas fueron cianidina 3-glucósido y cianidina 3-rutinosido, sin embargo los autores plantean que éstas sólo contribuyen al 10 % de la capacidad antioxidante total de la fruta.

Schauss et al., 2006¹⁰ tomó la mezcla entre la pulpa y el pericarpio del Asai especie *oleracea* para analizar su contenido de compuestos fenólicos. Al respecto, los autores informan sobre un predominio de las antocianinas, específicamente en la forma de cianidin 3-rutinosido y cianidin 3- glucósido. El total de antocianinas reportado es $3,19 \text{ mg}/g$ en base seca, mientras que el total de proantocianinas fue calculado como $12,89 \text{ mg}/g$ en base seca. Los investigadores también identificaron fracciones de otros flavonoides tales como homoorientina, orientina, isovitexina y desoxihexosatoxifolina; el resveratrol fue encontrado en pequeñas cantidades.

Partiendo de la misma materia prima, en un segunda investigación Schauss et al., 2006¹¹ evaluaron la capacidad antioxidante del Asai por diferentes pruebas, encontrando una actividad excepcional contra el radical superóxido (determinado a través de

la prueba SOD -superóxidoscavenging-), contra el radical piróxilo (medido usando la prueba ORAC -Capacidad de absorción del radical oxígeno-) y una actividad media contra los radicales peroxinitrito e hidroxilo (a través de las pruebas NORAC -Capacidad de absorción de radicales libres deperoxinitrato- y HORAC -Capacidad de absorción de radicales libres de hidroxilo-).

Sanabria et al., 2007¹² determinaron el contenido de taninos, polifenoles, antocianinas y la capacidad antioxidante del Asai especie *oleracea*, proveniente de dos cosechas en el año 2005. Los datos de la primera y segunda cosecha son respectivamente: fenoles: 5,02 y 2,20g/100g. Taninos: 0,70 y 1,37g/100g. Antocianinas: 0,73 y 1.0 g/100g y la capacidad antioxidante fue 88,03 y 87,87%, empleando el método DPPH. Los autores concluyen que las antocianinas son los compuestos fenólicos predominantes en el Asai, provenientes de taninos condensados.

Pacheco-Palencia et al., 2007¹³ estudiaron el jugo semiclarificado y clarificado del Asai especie *oleracea* en comparación con la pulpa de la misma especie, con el fin de evaluar el efecto de la fortificación con vitamina C y los cambios en la composición fitoquímica durante el almacenamiento a 4°C y 20°C. En relación a los compuestos fenólicos, se confirmó el predominio de las antocianinas, en la forma cianidin 3-rutinosido y cianidin 3- glucósido, siendo mayoritaria la primera tanto en la pulpa como en el jugo semiclarificado (cianidin 3-rutinosido con 202,3 ±5,77 mg/L y cianidin 3- glucósido con 75,1 ±4,76 mg/L). Se identificaron también polifenoles no antocianínicos tales como (-)-epicatequina, (+)-catequina, cuatro flavan-3-ol derivados y ácidos fenólicos tales como ácido protocatecico, *p*-hidroxibenzóico, *p*-cumárico, vainílico y ferúlico, en concentraciones entre 1,06 ±0,11 y 2,97 ±0,84 mg/L en la pulpa de Asai. En relación a la capacidad antioxidante que fue evaluada por el método ORAC, los datos indican valores antioxidantes más altos que los de algunos extractos comerciales de arándano, mora, arándano agrio y fresa, ya que la capacidad antioxidante del jugo clarificado fue de 44,5 ±1,4 μmol TE/mL observándose una reducción importante en comparación con la pulpa y el jugo semiclarificado (54,4 ±1,7 μmol TE/mL).

Pacheco-Palencia et al., 2009¹⁴ realizaron una caracterización del contenido y estabilidad térmica de los compuestos fenólicos presentes en el Asai de las especies *oleracea* y *precatória*, usando pulpa congelada de frutos completamente maduros. Los autores concluyeron que en ambas especies las antocianinas fueron los metabolitos secundarios predominantes (*E. oleracea* Mart: 2247 ±23mg /Kg y *E. precatória* Mart: 3458±16mg /Kg) y los responsables del 90% de la capacidad antioxidante del fruto, medida en TE (*E. oleracea* Mart: 87,4±4,4 μmol TE/g y *E. precatória* Mart: 114 ±6,9 μmol TE/g). Estos autores también identificaron varias flavonas (homoorientina, orientina,taxifolina, desisohexosa e isovitexina), algunos flavanoles derivados (+)-catequina y (-)-epicatequina, dímeros y trímeros de procianidinas y ácidos fenólicos (protocatecico, *p*-hidroxibenzóico, vainílico, siríngico y ferúlico) en ambas especies. Así mismo, los investigadores determinaron que un ciclo térmico de 80°C/60 min, causa pérdidas en el contenido de antocianinas del orden de 34 ± 2,3% en la especie *oleracea* y del 10,3 ±1,1% en la especie *precatória*.

Kang et al., 2010³⁹ estudiaron la pulpa liofilizada del Asai especie *oleracea*, con el fin de realizar una caracterización de los prin-

cipales flavonoides presentes y su capacidad antioxidante, utilizando varios métodos (ORAC, Protección antioxidante basada en células de ensayo -CAP-e- y Formación de especies reactivas de oxígeno -ROS- en células polimorfonucleares -PMN- neutrófilos -Prueba ROS/PMN-). Como resultado de esta investigación se aislaron siete flavonoides, dentro de los cuales vitexina y quercetina fueron reportados por primera vez en la pulpa de Asai. En cuanto a la capacidad antioxidante, los valores ORAC de las agliconas fueron más altos que los de los glucósidos. De otro lado, la prueba CAP-e indicó que luteolina, quercetina y dihidrocaemferol son capaces de entrar al citosol y contribuir a disminuir el daño oxidativo. El método ROS/PMN mostró que homoorientina, vitexina, quercetina y dihidrocaemferol, tienen efectos excepcionales para disminuir la formación de ROS en los PMN neutrófilos.

Rufino et al., 2011³⁷ estudiaron la capacidad antioxidante de la pulpa y del aceite del cultivar de Asai "BRS-Pará". Los investigadores afirman que al poseer un 71% en base seca de fibra dietaria total y un contenido de grasa del 20,82%, el Asai puede ser considerado como una fuente potencial y promisorio para el desarrollo de alimentos funcionales. Los autores afirman que la capacidad antioxidante del aceite del Asai puede llegar a ser similar a la del aceite de oliva extra virgen. En la pulpa también se reportó el predominio de la cianidina 3- glucósido, cianidina 3-rutinosido, homoorientina, orientina e isovitexina, compuestos con actividad antioxidante importante que mostraron asociación con la fibra dietaria, en el estudio.

La investigación más reciente es la de Kang et al., 2012⁴⁴, cuyo objetivo fue evaluar la actividad antioxidante de la pulpa de Asai especie *precatória* en comparación con la especie *oleracea*, a través de la prueba CAP-e. Como resultado principal se obtuvo que el extracto acuoso de la pulpa de Asai especie *precatória* mostró una inhibición dosis-dependiente contra el daño oxidativo generado por la formación del radical piróxilo (IC₅₀= 0,167g/L) y que en comparación con esta especie, la inhibición del extracto de *Euterpe oleracea* no fue más que un 20%.

Asai y su efecto sobre la salud

Los extractos y el fruto de Asai, en especial de la especie *oleracea*, ha despertado en los últimos años un gran interés debido a que ha mostrado actividad "funcional" asociada principalmente a su amplio contenido y capacidad antioxidante, exhibiendo propiedades antiproliferativas y cardioprotectoras, principalmente⁴². Hassimotto et al., 2009⁴⁵ seleccionaron 28 plantas y alimentos del Brasil incluyendo frutas, vegetales y pulpas congeladas comercializadas, con el objetivo de analizar su capacidad antioxidante. En sus resultados, los autores vieron que los valores de actividad antioxidante más altos fueron para las moras silvestres (19,8 mmol equivalentes BHT/μg) y para la pulpa de Asai (18,2 mmol equivalentes BHT/μg). Así mismo, al enunciar que los alimentos con mayor cantidad de proantocianinas tienen efectos antioxidantes protectores para la salud, los investigadores comparan el contenido de estas sustancias entre el Asai y el arándano (1289mg/100 g de peso seco vs. 255,8mg/100 g de peso seco) y concluyen que esta primera fruta puede llegar a tener un mayor impacto en la prevención y tratamiento de varias enfermedades.

Ahora bien, también es importante mencionar que a pesar de que esta fruta ha sido reconocida para su uso en productos alimenti-

cios y nutracéuticos, asociaciones como la American Dietetic Association (ADA) aún son muy escépticas en recomendar abiertamente el consumo del Asai y sus productos, ya que consideran que la literatura científica que respalda las declaraciones en salud que se hacen en relación a este fruto, aún son muy escasas⁴⁶.

Asai y su efecto sobre Cáncer

Los estudios relacionados con el impacto de los antioxidantes provenientes del Asai y la disminución de la actividad carcinogénica, aún no muestran resultados concluyentes en humanos. Sin embargo, en modelos *in vitro* e *in vivo*, hay varios estudios con resultados promisorios, los cuales se mencionan a continuación.

En el año 2006, Del Pozo-Insfranet al.⁴⁷ evaluaron la actividad antiproliferativa y pro-apoptótica de la pulpa del Asai en un modelo de células humanas HL-60 de leucemia promielocítica. Se indagó sobre las interacciones entre las antocianinas y los polifenoles no antocianicos en sus formas glucosídicas y agliconas, evaluando sus propiedades antioxidantes y bioactivas dentro de un intervalo de concentraciones fisiológicas, que corresponden a los valores que podrían esperarse en la sangre tras el consumo de alimentos ricos en cianidina-3-glucósido. Los autores encontraron que fracciones polifenólicas a concentraciones entre 0,17-10,7 μ M reducen la proliferación de los cultivos celulares estudiados entre un 56 y 86% debido a la activación de la 3-caspasa, enzima que media el proceso de apoptosis ó muerte celular programada, hablando así de un efecto dependiente de la dosis y el tiempo. Así mismo, concluyeron que los ácidos fenólicos y flavonoides en sus formas glicosídicas tuvieron un mayor efecto antiproliferativo y apoptótico, al igual que las agliconas de antocianinas, postulando también que pueden existir ciertas interacciones antagonicas entre los fitoquímicos del asai, que pueden impactar desfavorablemente las propiedades individuales proapoptóticas y antiproliferativa de los bioactivos analizados.

Posteriormente en el año 2010, se produce un “boom” de trabajos de investigación respecto a las propiedades anticancerígenas del Asai y es entonces cuando Hogan et al.⁴⁸ utilizaron un extracto de Asai rico en antocianinas a diferentes concentraciones para evaluar su efecto antiproliferativo *in vitro* en cultivos de células murinas C-6 de tumor cerebral y células humanas de cáncer de seno MDA-468, tratadas por 24, 48 y 72 horas. Los investigadores determinaron que los tres tratamientos usados con el extracto (50, 100, 200 μ g/mL) suprimieron significativamente la proliferación de las células C-6 (en un 62%, 45%, y 38% de viabilidad celular, respectivamente), mientras que el crecimiento de las células MDA-468 no se vio afectado. Concluyen entonces que para las células C-6 cerebrales el efecto antiproliferativo es dosis dependiente con un IC_{50} de 121 μ g / ml después de 48 h de tratamiento con el extracto y que lleva conjuntamente a cambios en la morfología celular hacia la apariencia característica de células apoptóticas.

Pacheco-Palencia et al. 2010⁴⁹ estudiaron la composición química, las propiedades antioxidantes, la actividad antiproliferativa y la absorción *in vitro* de los segmentos monoméricos y poliméricos de las antocianinas del Asai. Cianidina-3-rutinósido (58,5 \pm 4,6%) y cianidina-3-glucósido (41,5 \pm 1,1%) fueron los compuestos predominantes que se encuentran en las fracciones monoméricas, las cuales inhibieron la proliferación de células huma-

nas HT-29 de cáncer de colon (0,5-100 Ig cianidina-3-glucósido equivalentes / ml) hasta en un 95,2%, en tanto que las fracciones poliméricas de las antocianinas (0,5-100 Ig cianidina-3-glucósido equivalentes / ml) indujeron hasta 92,3% de inhibición del crecimiento celular. En los ensayos de absorción *in vitro* utilizando células intestinales humanas Caco-2 los autores demostraron que la cianidina-3-glucósido y cianidina-3-rutinósido fueron transportadas desde la cara apical a la cara basolateral de las monocapas de células (0,5 a 4,9% de eficiencia), fenómeno que se dio para las antocianinas poliméricas luego de su incubación durante un máximo de 2 h.

Ribeiro et al., 2010⁵⁰ usaron modelos animales (ratones albinos suizos) para investigar dos aspectos: primero, la genotoxicidad de la pulpa de Asai en la médula ósea, las células de sangre periférica, el hígado y el riñón, evaluada mediante el test de micronúcleos y la prueba comety segundo, la antigenotoxicidad de la pulpa de Asai en el daño al ADN inducido por la doxorubicina (DXR), un antibiótico antraciclino que ejerce sus efectos sobre las células cancerosas intercalándose entre las bases del ADN (bloqueando su síntesis y transcripción) e inhibiendo la enzima topo isomereasa II. La DXR fue elegida para el estudio, teniendo en cuenta que la eficacia su acción farmacológica disminuye a medida que la toxicidad en ciertos órganos como el corazón, limitan su dosis de administración. Se analizó entonces el tratamiento agudo (24h) y subagudo (durante 14 días consecutivos) con diferentes dosis de pulpa de Asai (3,33; 10,0 y 16,67 g/kg de peso corporal, en cada caso), administradas a los ratones por sonda sola ó antes de la DXR (16 mg / kg de peso corporal), que se suministró el último día antes de eutanasia. Los autores determinaron que no hubo diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre el control negativo y los ratones tratados con las tres dosis de pulpa de Asai sin DXR en todos los órganos analizados, lo que demuestra la ausencia de efectos genotóxicos por parte del Asai. Ahora bien, respecto a la antigenotoxicidad de la pulpa, los investigadores concluyeron que puede generarse un efecto protector por parte del Asai en los dos tratamientos proporcionados, cuando se administran antes de DXR; sin embargo, advierten que el tratamiento subagudo proporciona una mayor eficiencia en la protección contra el daño del ADN inducido por DXR en el hígado y las células del riñón. En este sentido, considerando que la toxicidad tisular mediada por DXR es causada por la acumulación de especies reactivas de oxígeno (ROS), este estudio pone de manifiesto que el uso de antioxidantes provenientes del Asai puede tener una acción positiva disminuyendo estos radicales sin afectar la acción del fármaco sobre las células tumorales y también inhibiendo el daño inducido por DXR en los cromosomas de las células sanas.

Asai y su efecto antiinflamatorio

En el 2006, Matheus et al.⁵¹ evaluaron el efecto de los extractos etanólicos, etil acetato y n-butanol de las flores, frutos y “espinas” de *Euterpe oleracea*, en la expresión de la enzima óxido nítrico sintasa inducible (iNOS), la producción de óxido nítrico (NO), la capacidad de eliminación (scavengercapacity) del NO y la viabilidad celular usando cultivos murinos monocitos-macrófagos RAW 264.7. En condiciones patológicas, la sobreproducción de NO mediada por iNOS se produce como respuesta a citoquinas proinflamatorias como Interleucina 1 β , Factor de Necrosis Tumo-

ral α (FNT- α), Interferon γ (IFN- γ) y Lipopolisacárido (LPS). En un ambiente oxidativo, las altas cantidades de NO reaccionan con especies reactivas de oxígeno y nitrógeno, lo cual conduce a la toxicidad de macrófagos, células endoteliales y hepatocitos, entre otros. Los investigadores concluyeron que las fracciones de antioxidantes predominantes en el Asai (Cianidin-3-glucósido y Cianidin-3-O-ramnósido) fueron mayoritarias en el extracto etanólico total de los frutos (con un 42 y 15%, respectivamente), siendo este el que mostró un mayor impacto sobre la producción de NO (IC₅₀ de 0,9 μ g/ml) y en la inhibición de la expresión de la iNOS.

Schauss et al., 2006¹¹ determinaron que los antioxidantes del Asai son capaces de entrar a células neutrofílicas humanas de forma completamente funcional y estudiaron su efecto sobre la inhibición de especies reactivas de oxígeno (ROS) y la expresión de las enzimas ciclooxigenasa 1 y 2 (COX-1 y COX-2). También investigaron el efecto del Asai en la proliferación de linfocitos y en la producción de NO mediada por LPS y la capacidad fagocítica en macrófagos. Dentro de los resultados más relevantes en neutrófilos, los autores concluyen que la formación de ROS fue inhibida con muy bajas dosis de Asai (incluso con 10 ppm) y que la inhibición de COX-1 y COX-2 arrojó valores IC₅₀ de 6,96 y 12,50 mg/mL de Asai liofilizado, respectivamente para cada enzima. En los macrófagos, el Asai mostró una inhibición dosis dependiente de la producción de NO mediada por LPS e incrementó levemente su actividad fagocítica, mientras que en los linfocitos no mostró ningún efecto significativo.

Kang et al., 2012⁴⁴, tuvieron como objetivo evaluar las propiedades antiinflamatorias de la pulpa de Asai comparando las especies *preparatoria* y *oleracea*, mediante la prueba SEAP (ensayo de secreción de fosfatasa alcalina embrionaria inducida por lipopolisacárido (LPS)). Los resultados más concluyentes del estudio indican que el extracto etilacetílico de la especie *preparatoria* inhibió en un efecto dosis-dependiente, la activación del factor nuclear NK-KappaB inducida por LPS en un 23% (20 μ g/ml) en comparación a la especie *oleracea*, cuyo extracto no tuvo un efecto inhibitorio significativo a ninguna dosis, poniendo de manifiesto la superioridad en los efectos biológicos por parte de la primera especie.

Asai y su efecto antioxidante

En razón a su altísima capacidad antioxidante demostrada a partir de varios ensayos químicos, son varios los investigadores que se han interesado en comprobar las propiedades protectoras del Asai. Así, Jensen et al., 2008⁵² usaron modelos *in vivo* e *in vitro* para indagar sobre las propiedades antiinflamatorias de un jugo comercial compuesto por la mezcla de vegetales y frutas, siendo el Asai el ingrediente predominante. Los autores determinaron que las antocianinas más sobresalientes en el producto fueron cianidin 3-rutósido, cianidin 3-diglicósido, y cianidin 3-glucósido. El jugo evidenció un efecto positivo dosis dependiente en el ensayo de protección antioxidante en eritrocitos humanos (CAP-e), indicando que las antocianinas pueden atravesar la membrana plasmática de las células vivas y, luego proporcionar una protección significativa del daño oxidativo. En células polimorfonucleares humanas, el jugo mostró una reducción importante en la formación de especies reactivas de oxígeno y contribuyó a una menor migración celular hacia tres quimio-atrayentes proinflamatorios (péptido bacteriano fmlp, leucotrieno B4 (LTB4) e interleucina-8 (IL-8)). Respecto al estudio *in vivo*, los investigadores

examinaron la actividad antioxidante del jugo en dos momentos. Primero realizaron una prueba piloto del ensayo clínico con 5 participantes y posteriormente diseñaron un estudio cruzado, aleatorizado, doble ciego, placebo-controlado con 12 sujetos sanos entre 19 y 55 años, a quienes se les aplicó un cuestionario de ingesta diaria de alimentos, un recordatorio sobre la cantidad de ejercicio dentro de las últimas 24 horas y una encuesta sobre las situaciones de estrés y enfermedad, al mismo tiempo que se tomaba una muestra de sangre basal. Posteriormente se suministraron 120 mL de la bebida y se tomaron muestras de sangre 1 y 2 horas luego de la ingesta del jugo. El estado antioxidante en suero se evaluó usando la prueba CAP-e y la peroxidación de lipídica se determinó usando la prueba TBARS. Entre los hallazgos más importantes del estudio se destaca que el consumo del jugo aumentó la capacidad antioxidante del suero dentro de las 2 h post ingesta en 11 de 12 participantes y resultó en una disminución de la peroxidación lipídica en suero durante el mismo periodo de tiempo en 10 de los 12 voluntarios; hubo una correlación del 45% entre ambos fenómenos. Sin embargo, vale la pena mencionar que estos resultados no son 100% atribuibles al Asai, sino al poder antioxidante que resulta de la mezcla de ciertos vegetales y frutas.

En el mismo año, Mertens-Talcott et al.,⁵³ con un interés similar al del grupo de Jensen et al., 2008⁵¹, diseñaron un estudio clínico cruzado agudo de cuatro vías usando pulpa y jugo clarificado de Asai y puré de manzana y una bebida sin antioxidante como controles. Se contó con la colaboración de 12 voluntarios sanos, a quienes se les suministró 7 mL/Kg de peso corporal de cada tratamiento en estudio, se les tomó muestras de sangre basal y a las 0,5, 1, 2, 4, 6 y 12 h después del consumo y también muestras de orina en los periodos de 0-3, 3-6, 6-9, 9-12 y 12-24 h después del consumo. En relación a las concentraciones plasmáticas de antocianinas, el análisis no compartimental de farmacocinética cuantificado como Cianidin-3-O-glucósido, mostró valores de tiempo máximo de concentración (t_{max}) de 2,2 y 2,0 h, concentración máxima de (C_{max}) 2321 y 1138 ng/L y vida media ($t_{1/2}$) de 6,56 y 3,00 h para pulpa y jugo de Asai, respectivamente. En cuanto a capacidad antioxidante en plasma, los autores encontraron que el aumento en esta propiedad en cada individuo era de hasta 3 y 2,3 veces para la pulpa de Asai y el jugo clarificado, comparativamente. Sin embargo afirman que tanto el puré de manzana, como la pulpa de Asai indujeron significativamente una mayor actividad antioxidante del plasma que el jugo de Asai ($p < 0,05$). La capacidad antioxidante en la orina, la generación de ROS en PMN de los pacientes, y las concentraciones de ácido úrico en plasma no mostraron alteraciones significativas por los tratamientos. Los investigadores concluyeron que las antocianinas del Asai pueden llegar a ser biodisponibles en voluntarios humanos sanos consumiendo cantidades moderadas de jugo y pulpa, la cual, como lo demuestra este estudio, se destaca por sus potenciales características antioxidantes *in vivo*.

Asai y su efecto Cardioprotector

Este tópico constituye sin lugar a dudas, uno de los posibles beneficios que más interesa esclarecer respecto a las propiedades biológicas del Asai. Así pues, es de resaltar la investigación dirigida por Udani et al., 2011⁵⁴, la cual tuvo como objetivo central evaluar el efecto de la pulpa de Asai sobre algunos factores de riesgo para Síndrome Metabólico, esto teniendo en cuenta

que la literatura científica indica que una reducción de ROS en el plasma puede normalizar las rutas metabólicas implicadas en este síndrome. Se planteó entonces un estudio piloto abierto que involucró a 10 adultos con sobrepeso que tomaron 100 g de la pulpa en la mañana y en la tarde durante 1 mes. Los biomarcadores medidos fueron glucosa en plasma en ayunas, insulina, colesterol, triglicéridos, metabolitos del óxido nítrico exhalado (eNO) y los niveles plasmáticos de alta sensibilidad de proteína C reactiva (hs-CRP). Los resultados más importantes se refieren a que luego de los 30 días de tratamiento se observaron reducciones significativas en la glucosa en ayunas, los niveles de insulina, el colesterol total, colesterol-LDL y en la relación Colesterol total -Colesterol-HDL (Lipoproteínas de Alta Densidad). Así mismo, el tratamiento con Asai redujo significativamente los aumentos postprandiales en los niveles de glucosa después de una comida previamente estandarizada por los autores, mientras que no tuvo efectos significativos sobre la presión arterial, la hs-PCR y el eNO.

Conclusión

Existen evidencias bibliográficas de los resultados promisorios respecto a los fitoquímicos, potencial terapéutico y acción farmacológica del Asai y sus beneficios sobre la salud. La mayoría de publicaciones utilizan *modelos in vitro* e *in vivo* (animales) y se cuentan pocas investigaciones en humanos, cuyos hallazgos son positivos, ya que involucran su efecto en la acción antioxidante, anticancerígena, cardioprotectora, antiinflamatoria de los compuestos bioactivos del Asai.

Agradecimiento

A la convocatoria 533 del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación Colciencias en la modalidad de movilidad entre centros de Investigación y Universidades.

Referencias

1. FAO/OMS. Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. Serie de Informes Técnicos. Ginebra.2003.
2. OMS. 61ª Asamblea Mundial de la Salud. Prevención y control de las enfermedades no transmisibles: aplicación de la estrategia mundial [internet]. 2008. [Citado Agosto de 2011]. Disponible en: http://www.who.int/gb/ebwha/pdf_files/A61/A61_8-sp.pdf Revisado 25/08/11]
3. Alothman M, Bhat R, Karim A. Antioxidant capacity and phenolic content of selected tropical fruits from Malaysia, extracted with different solvents. Food Chem. 2009; 115: 785–788.
4. Cassileth B. Complementary therapies, herbs, and other OTC agents. Oncology-New York.2008;22:1202-1202.
5. Yang J, Paulino R, Janke-Stedronsky S, Abawi F. Free-radical-scavenging activity and total phenols of noni (*Morinda citrifolia* L.) juice and powder in processing and storage. Food Chem. 2007; 102:302–308.
6. Dennehy CE, Tsourounis C, Miller AE. Evaluation of herbal dietary supplements marketed on the Internet for recreational use. Ann. Pharmacother.2005; 39:1634–1639.
7. Sabbe S, Verbeke W, Deliza R, Matta V, Van Damme P. Effect of a health claim and personal characteristics on consumer acceptance of fruit juices with different concentrations of Asai (*Euterpeoleracea* Mart.). Appetite. 2009;53:84–92.
8. Lee R, Balick MJ. Palms, people, and health. Explore. 2008; 4(1):59–62.
9. Lichtenthaler R, Belandrin R, Maia J, Papaianopoulos M, Fabricius H, Marx, F. Total antioxidant scavenging capacities of *Euterpeoleracea* Mart (Asai). Int. J. Food Sci. Nutr. 2005; 56(1):68–75.
10. Schauss AG, Wu RL, Ou B, Patel D, Huang D, Kababick JP. Phytochemical and nutrient composition of the freeze-dried Amazonian palm berry *Euterpeoleracea* Mart (Asai). J. Agric. Food Chem. 2006; 54(22):8598–8603.

11. Schauss AG, Wu X, Prior RL., OuB, Huang D, Owens J, Agarwal A, Jensen GS, Hart AN, Shanbrom E. Antioxidant capacity and other bioactivities of the freeze-dried Amazonian palm Berry, *Euterpeoleracea* Mart. J. Agric. Food Chem.2006; 54(22): 8604–8610.
12. Sanabria N, Sangronis E. Caracterización del Asai o manaca (*Euterpe oleracea* Mart.): un fruto del Amazonas. Arch Latinoam Nutr. 2007;57:94–99.
13. Pacheco-Palencia LA, Hawken P, Talcott ST. Phytochemical, antioxidant and pigment stability of Asai (*Euterpeoleracea* Mart.) as affected by clarification, ascorbic acid fortification and storage. Food Res Int. 2007; 40(5):620-8.
14. Pacheco-Palencia LA, Duncan CE, Talcott ST. Phytochemical composition and thermal stability of two commercial Asai species, *Euterpeoleracea* and *Euterpeprecatoria*. Food Chem. 2009; 115(4):1199-205.
15. Nascimento RJ, Couri S, Antoniassi R, Pereira SF. Composição em ácidos graxos do óleo da polpa de Açai extraído com enzimas e com hexano. Rev Bras Frutic. 2008; 30: 498–502.
16. Kris-Etherton PM, Hecker KD, Bonanome A, Coval SM, Binkoski AE, Hilpert K F, et al. Bioactive compounds in foods: Their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. The American Journal of Medicine. 2002; 113:71–88.
17. Lim YY, Lim TT, Tee JJ. Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. Food Chem. 2007; 103:1003–1008.
18. Proeggente AR, Pannala AS, Paganga G, Van Buren L, Wagner E, Wiseman S. et al. The antioxidant activity of regularly consumed fruit and vegetables reflects their phenolic and vitamin C composition. Free Radic Res. 2002; 36:217–233.
19. Gescher A, Pastorino U, Plummer SM, Manson MM. Suppression of tumour development by substances derived from the diet — Mechanisms and clinical implications. Br J Clin Pharmacol.1998; 45:1–12.
20. Wang S, Melnyk JP, Tsao R, Marcone MF. How natural dietary antioxidants in fruits, vegetables and legumes promote vascular health. Food Res Int. 2011;44:14-22.
21. Reiss R, Johnston J, Tucker K, DeSesso JM, Keen CL. Estimation of cancer risks and benefits associated with a potential increased consumption of fruits and vegetables. Food Chem Toxicol. 2012; 50:4421–4427.
22. Falk E. Pathogenesis of atherosclerosis. J Am Coll Cardiol.2006; 47:7-12.
23. Esmaillzadeh, A., Kimiagar, M., Mehrabi, Y., Azadbakht, L., Hu, F. B., & Willett, W. C. (2006). Fruit and vegetable intakes, C-reactive protein, and the metabolic syndrome. American Journal of Clinical Nutrition, 84, 1489–1497.
24. Mirmiran P, Noori N, Beheshti-Zavareh M, Azizi, F. Fruit and vegetable consumption and risk factors for cardiovascular disease. Metab. Clin. Exp. 2009; 58:460–468.
25. Konga JM, Chiaa LS, Goha NK, Chiaa TF, Brouillard, R. Analysis and biological activities of anthocyanins. Phytochemistry. 2003; 64:923–933.
26. Castañeda-Ovando A, Pacheco-Hernández MDL, Páez-Hernández ME, Rodríguez JA, Galán-Vidal CA. Chemical studies of anthocyanins: A review. Food Chem. 2009; 113(4):859-871.
27. Balasundram N, Sundram K, Samman S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. Food Chem. 2006;99(1):191-203.
28. Mataix J. Tratado de nutrición y alimentación humana. Vol I y II. 2da Edición. Barcelona, España. Editorial Océano/Ergon. 2010.
29. Martínez-Flórez S, González-Gallego J, Culebras JM, Tuñón MJ. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. Nutr. Hosp. 2002; 17(6):271-278.
30. Basu A, Lyons TJ. Strawberries, Blueberries, and Cranberries in the Metabolic Syndrome: Clinical Perspectives. J. Agric. Food Chem. 2012; 60:5687–5692.
31. Rogez H. Asai: prepare, composicao, emelhoramento da conservacao, 1st ed. Edufpa, Belem Brazil. 2000.
32. Pompeu DR, Silva EM, Rogez H. Optimisation of the solvent extraction of phenolic antioxidants from fruits of *Euterpeoleracea* using Response Surface Methodology. Bioresource Technology. 2009; 100(23):6076-82.
33. Peña LF, Bernardo GB, Barrera JA, Hernández, MS. Obtención de la pulpa de Asai (*Euterpe precatoria* Mart) en la amazonía norte colombiana. Vitae. 2012;19(1):147-149.
34. Castillo-Q YM, Lares MDC, Hernández, MS. Caracterización bromatológica y fisicoquímica del fruto amazónico Asai (*Euterpe precatoria* Mart). Vitae. 2012;19(1):309-311.
35. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi). Caracterización química de especies maderables y no maderables del bosque. Proyecto forestal Guaviare. Ficha de caracterización *Euterpe precatoria*. 2011.
36. Menezes E. Torres A, Srur A. Valor nutricional da polpa de Asai (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. Acta Amazônica. 2008; 38(2):311–316.
37. Rufino MDSM, Pérez-Jiménez J, Arranz S, Alves RE, De Brito ES, Oliveira

- MSP, et al. Açai (*Euterpeolera*) 'BRS Pará': A tropical fruit source of antioxidant dietary fiber and high antioxidant capacity oil. *Food Res Int.* 2011; 44(7):2100-6.
38. Benitez-Sánchez PL, León-Camacho M, Aparicio RA. Comprehensive study of hazelnut oil composition with comparisons to other vegetable oils, particularly olive oil. *Eur. Food Res. Technol.* 2003; 218(3):13-19.
 39. Kang J, Li Z, Wu T, Jensen GS, Schauss AG, Wu X. Antioxidant capacities of flavonoid compounds isolated from acai pulp (*Euterpeolera* Mart.). *Food Chem.* 2010;122(3):610-7.
 40. Taiz, L. Zeiger, E. *Fisiología Vegetal*. Volumen 1. 3ra Edición. España. Publicación de la Universidad de Jaume Castellón de la Plana. 2006..
 41. Garzón, G. Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: revisión. *Acta biol.Colomb.* 2008; 13(3):27-36.
 42. Del Pozo-Insfran D, Brenes CH, Talcott ST. Phytochemical composition and pigment stability of Açai (*Euterpeolera* Mart.). *J Agric Food Chem.* 2004;52(6):1539-45.
 43. Lichtenthaler R, Belandrino R, Maia J, Papaianopoulos M, Fabricius H, Marx F. Total antioxidant scavenging capacities of *Euterpeolera* Mart. (Açai). *Int. J. Food Sci. Nutr.* 2005; 56(1):68-75.
 44. Kang J, Thakali KM, Xie C, Kondo M, Tong Y, Ou B, Jensen G, Medina MB, Schauss AG, Wu X. Bioactivities of Açai (*Euterpeolera* Mart.) fruit pulp, superior antioxidant and anti-inflammatory properties to *Euterpeolera* Mart. *Food Chem.* 2012; 133:671-677.
 45. Hassimotto NMA, Pinto MS, Lajolo FM. Antioxidant status in humans after consumption of blackberry (*Rubusfruticosus* L.) juices with and without defatted milk. *J. Agric. Food Chem.* 2009; 56:117127-211733.
 46. Marcason, W. What Is the Açai Berry and Are There Health Benefits? American Dietetic Association's Knowledge Center. 2009.
 47. Del Pozo-Insfran DD, Percival SS, Talcott ST. Açai (*Euterpeolera* Mart.) polyphenolics in their glycoside and aglycone forms induce apoptosis of HL-60 leukemia cells. *J. Agric. Food Chem.* 2006; 54(4):1222-1229.
 48. Hogan S, Chung H, Zhang L, Li J, Lee Y, Dai Y, et al. Antiproliferative and antioxidant properties of anthocyanin-rich extract from açai. *Food Chem.* 2010;118(2):208-14.
 49. Pacheco-Palencia LA, Mertens-Talcott S, Talcott ST. In vitro absorption and antiproliferative activities of monomeric and polymeric anthocyanin fractions from açai fruit (*Euterpeolera* Mart.). *Food Chem.* 2010; 119:1071-1078.
 50. Ribeiro JC, Greggi-Antunes LM, Ferro-Aissa A, Castania-Darin JD, Vera De Rosso V, Zerlotti-Mercadante A, Pires-Bianchi MDL. Evaluation of the genotoxic and antigenotoxic effects after acute and subacute treatments with açai pulp (*Euterpeolera* Mart.) on mice using the erythrocytes micronucleus test and the comet assay. *Mutat Res.* 2010; 695:22-28.
 51. Matheus ME, De Oliveira-Fernandes SB, Silva-Silveira C, Pinto-Rodrigues V, De Sousa-Menezes F, Dias-Fernandes, P. Inhibitory effects of *Euterpeolera* Mart. on nitric oxide production and iNOS expression. *J Ethnopharmacol.* 2006;107: 291-296.
 52. Jensen GS, Wu X, Patterson KM, Barnes J, Carter SG, Scherwitz L, et al. In Vitro and in Vivo Antioxidant and Anti-inflammatory Capacities of an Antioxidant-Rich Fruit and Berry Juice Blend. Results of a Pilot and Randomized, Double-Blinded, Placebo-Controlled, Crossover Study. *J Agric Food Chem.* 2008;56(18):8326-33.
 53. Mertens-Talcott S, Rios J, Jilma-Stohlawetz P, Pacheco-Palencia LA, Meibohm B, Talcott ST, Derendorf H. Pharmacokinetics of Anthocyanins and Antioxidant Effects after the Consumption of Anthocyanin-Rich Acai Juice and Pulp (*Euterpeolera* Mart.) in Human Healthy Volunteers. 2008; 56:7796-7802.
 54. Udani JK, Singh BB, Singh VJ, Barrett ML. Effects of Açai (*Euterpeolera* Mart.) berry preparation on metabolic parameters in a healthy overweight population: A pilot study. *Nutrition Journal* 2011;10(45):1-7.

Manuel Velasco (Venezuela) **Editor en Jefe** - Felipe Alberto Espino Comercialización y Producción

Reg Registrada en los siguientes índices y bases de datos:

SCOPUS, EMBASE, Compendex, GEOBASE, EMBiology, Elsevier BIOBASE, FLUIDEX, World Textiles,

OPEN JOURNAL SYSTEMS (OJS), REDALYC (Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal),

LATINDEX (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal)

LIVECS (Literatura Venezolana para la Ciencias de la Salud), LILACS (Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud)

PERIÓDICA (Índices de Revistas Latinoamericanas en Ciencias), REVENCYT (Índice y Biblioteca Electrónica de Revistas Venezolanas de Ciencias y Tecnología)

SCIELO (Scientific Electronic Library Online), SABER UCV, DRJI (Directory of Research Journal Indexing)

ClCaLIA (Conocimiento Latinoamericano y Caribeño de Libre Acceso), EBSCO Publishing, PROQUEST, **SCIENCE CITATION INDEX EXPANDED (SciSearch)**



Esta Revista se publica bajo el auspicio del
Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico
Universidad Central de Venezuela.



cdch-ucv.net



publicaciones@cdch-ucv.net

www.revistahipertension.com.ve

www.revistadiabetes.com.ve

www.revistasindrome.com.ve

www.revistaavft.com.ve